



Sistemas para incendios

Por lo general prestamos poca o ninguna atención a las cosas que no vemos o usamos con cierta frecuencia y muchas veces a las que empleamos a diario, pero no por ello dejan de tener la importancia que tienen.

Tratándose de instalaciones sanitarias interiores, como proyectista o constructores con frecuencia se nos comenta: *"¿para qué sirve un sistema contra incendio, si casi nunca lo usamos?"*.

A fin de enfocar adecuadamente este tema, y seguir una secuencia lógica, nos haremos y responderemos las siguientes preguntas: ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cómo?

1. ¿QUE VAMOS A COMBATIR?

Al hablar de incendios nos referimos implícitamente al FUEGO, y para comprender mejor los medios y sistemas de que nos valemos para su combate es conveniente recordar que los componentes principales del fuego son:

- Calor
- Materias combustibles
- Materias comburentes (que provocan combustión)

2. ¿POR QUÉ COMBATIMOS UN INCENDIO?

Indudablemente que la respuesta es obvia: para proteger la vida y propiedad privada o colectiva.

La protección contra incendios se hace más necesaria cuanto más riesgo de incendio exista y mayor sea el valor de la propiedad a proteger.

3. ¿CÓMO NOS PROTEGEMOS DE UN INCENDIO?

La protección contra incendios se enfoca bajo dos aspectos definidos:

- a. Prevención
- b. Combate

El primer aspecto corresponde a las medidas preventivas relativas a requisitos arquitectónicos y de ocupación, así como de construcción e instalaciones electro - mecánicas.

El segundo aspecto, COMBATE, relativo a los medios y sistemas para combate de incendios en el interior de edificaciones, corresponde al campo de instalaciones sanitarias por ser el agua el elemento más empleado; y por involucrar conceptos de salud.

4. MATERIAS EXTINTORAS

Se mencionó al inicio de la presente exposición que la combinación de calor, materias combustibles y comburentes, en circunstancias favorables, produce el fuego, por lo que para su extinción las materias combatientes deben producir dos efectos principales: refrigerar y restar el oxígeno necesario para la combustión.

Estos efectos se logran mediante el empleo de algunas de las siguientes materias extintoras:

- **AGUA:** Es el elemento más usado (y barato). Se emplea para combatir, principalmente, el fuego de sustancias vegetales sólidas y de alcoholes. No es recomendable su uso para apagar incendios de sustancias líquidas y semisólidas como aceites, grasas y minerales.

Su empleo es PELIGROSO en casos de incendios en centrales y circuitos eléctricos y gases, así como de carburo, algunos metales como el aluminio, magnesio.

No se debe emplear en casos de incendio de algunos minerales como el potasio, sodio y cal.

En general, el empleo del agua presenta inconvenientes por el deterioro que causa en mercaderías, libros, cuadros, etc. En estos casos es preferible el uso de otra materia extintora.

- **AGUA CON ADICIÓN DE SALES (Bicarbonato de sodio, cloruro de sodio, sulfato de alúmina):** Posee mejores cualidades extintoras que el agua sola, ya que requiere de mayor calor para ser evaporada; además, forma incrustaciones y desprende ácido carbónico, que como veremos más adelante es otra materia extintora.
- **VAPOR DE AGUA:** Su empleo presenta ventajas sólo en el caso de sofocar incendios en locales cerrados. No es recomendable en incendios de aceites, grasas y minerales.
- **GASES EXTINTORES:** Algunos gases como el del ácido carbónico y el nitrógeno son eficaces en locales cerrados y empleando los gases a presión.
- **ARENA, TIERRA, CENIZAS:** Se emplean para extinguir incendios de sustancias semisólidas como alquitrán, asfalto y líquidos inflamables como la gasolina, etc.
- **POLVOS EXTINTORES:** Algunos polvos como bicarbonato de sodio, tierra de infusorios, polvo de ladrillo, etc., tienen un uso similar al de arena, tierra o cenizas. Combinados con ácido carbónico y a presión son más eficaces.
- **TETRACLORURO DE CARBONO:** Es líquido, de bajo punto de ebullición. Sus vapores son más pesados que el aire. Su uso es más apropiado para combatir incendios de aceites minerales y circuitos eléctricos. Es PELIGROSO en lugares cerrados pues al descomponerse produce gases venenosos.
- **BROMURO DE METILO:** Sus vapores son 3 veces más pesados que el aire, pero no son venenosos. Se emplea usualmente en los extintores manuales, por no precisar de agente impulsor.
- **ESPUMA QUÍMICA:** Se obtiene por mezcla de agua y polvos de espuma.
- **NIEVE CARBÓNICA:** Es el ácido carbónico líquido. Su empleo refrigera el foco de incendio e impide el acceso de oxígeno del aire. Es recomendable para cualquier tipo de incendio, especialmente de aceites e instalaciones eléctricas.

6.1 Mangueras contra incendios

Los ocupantes del edificio pueden usar las mangueras contra incendios como un primer recurso en caso de siniestro; algunas veces es posible extinguir un incendio con un chorro de agua antes de que lleguen los bomberos. Sin embargo, los extintores portátiles resultan idóneos para apagar un incendio, por lo que no debe prescindirse de ellos al instalar mangueras.

COLOCACIÓN: Como se considera que las mangueras serán usadas por los ocupantes del edificio, deben colocarse en sitios accesibles sin que el usuario se exponga a ser dañado por el fuego. Debido a lo anterior, suelen colocarse a lo largo de las vías de escape o cerca de las salidas de emergencia, de modo que las personas que huyen de un incendio pasen por donde se encuentran ubicadas y puedan usarlas sin interrumpir su salida.

En edificios de oficinas, especialmente en los de varios niveles, las mangueras se deben colocar dentro del espacio ocupado por la oficina, lo que significa que suelen colocarse a un lado de las salidas de emergencia. Lo anterior permite que las mangueras puedan ser usadas sin necesidad de abrir las puertas de retención de humo del pasillo de evacuación, con lo que se evita que éste sea invadido por el humo.

En edificios industriales no siempre es aconsejable colocar mangueras sólo cerca de las puertas de salida, debido a que, al tratarse de áreas muy grandes, puede ser difícil alcanzar desde ese punto el centro del fuego. En estos sitios también es necesario colocar mangueras adicionales en los espacios centrales del edificio, por lo general en las columnas.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO: Las instalaciones de mangueras deben diseñarse de modo que ninguna parte del piso esté a más de 6 m de la boquilla de la manguera cuando ésta se encuentra completamente extendida. El sistema de suministro de agua debe ser capaz de proporcionar una descarga no inferior a 0.4 l/s a través de la boquilla y estar diseñado para permitir que no menos de tres mangueras se usen simultáneamente, con un gasto de 1.2 l/s. En la boquilla se requiere una presión de agua de 200 kpa. Con esta presión, el chorro tendrá un alcance horizontal de 8 m y una altura aproximada de 5 m.

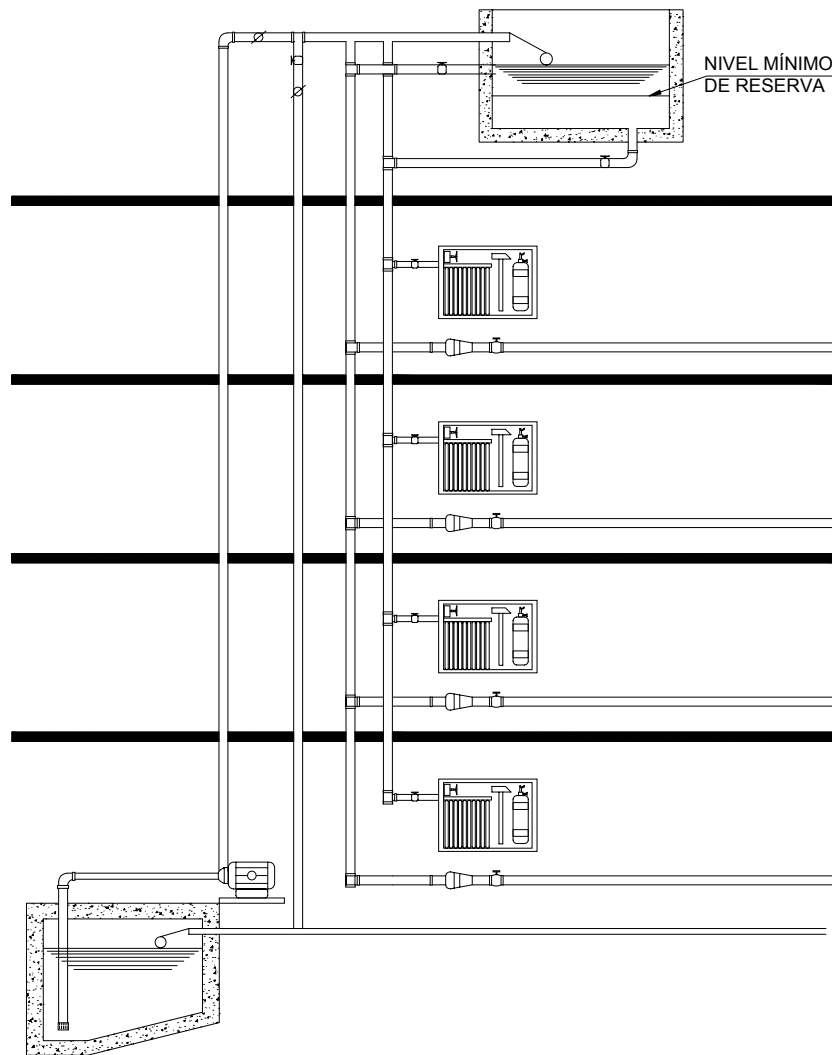
TAMAÑO DE LA TUBERÍA: Suele emplearse una tubería de 50 mm de diámetro en edificios de hasta 15 m de altura y de 64 mm de diámetro para edificios de mayor altura. En algunas zonas, el diámetro mínimo de la tubería conectada a cada manguera debe medir no menos de 25 mm.

SUMINISTRO DE AGUA: Si la tubería principal de suministro puede proporcionar una presión mínima de 200 kpa a la manguera más elevada, con la suficiente descarga de agua, las mangueras deben alimentarse directamente de la tubería principal.

Sin embargo, si la tubería principal no cumple con las condiciones necesarias, debe instalarse equipo de bombeo automático. Algunas autoridades permiten la conexión directa de este equipo a la tubería principal, siempre que la presión de la tubería principal, sin la ayuda del equipo de bombeo, produzca un flujo razonable de agua en la manguera del nivel más elevado.

Según disposiciones del **capítulo IV inciso 4.7** se puede determinar el caudal mínimo de la cisterna y contar con una o dos bombas que proporcionen una descarga mínima de 2.3 l/s. En grandes edificios es requisito tener una bomba de reserva operada por un motor diesel.

En la **figura 6.1** se muestra una instalación de mangueras con equipo de bombeo. Cuando se usa una manguera, la caída en la presión del agua hace que uno de los interruptores de presión encienda la bomba de trabajo. Como alternativa para un interruptor de presión, puede usarse un interruptor de flujo insertado en la tubería principal sobre el tubo de suministro proveniente de la bomba. El interruptor es capaz de detectar un flujo de 0.1 l/s y mantiene funcionando la bomba de trabajo hasta que se cierra el grifo de la manguera.



Fuente: DISEÑO DE INSTALACIONES "R. PÉREZ CARMONA", 1992

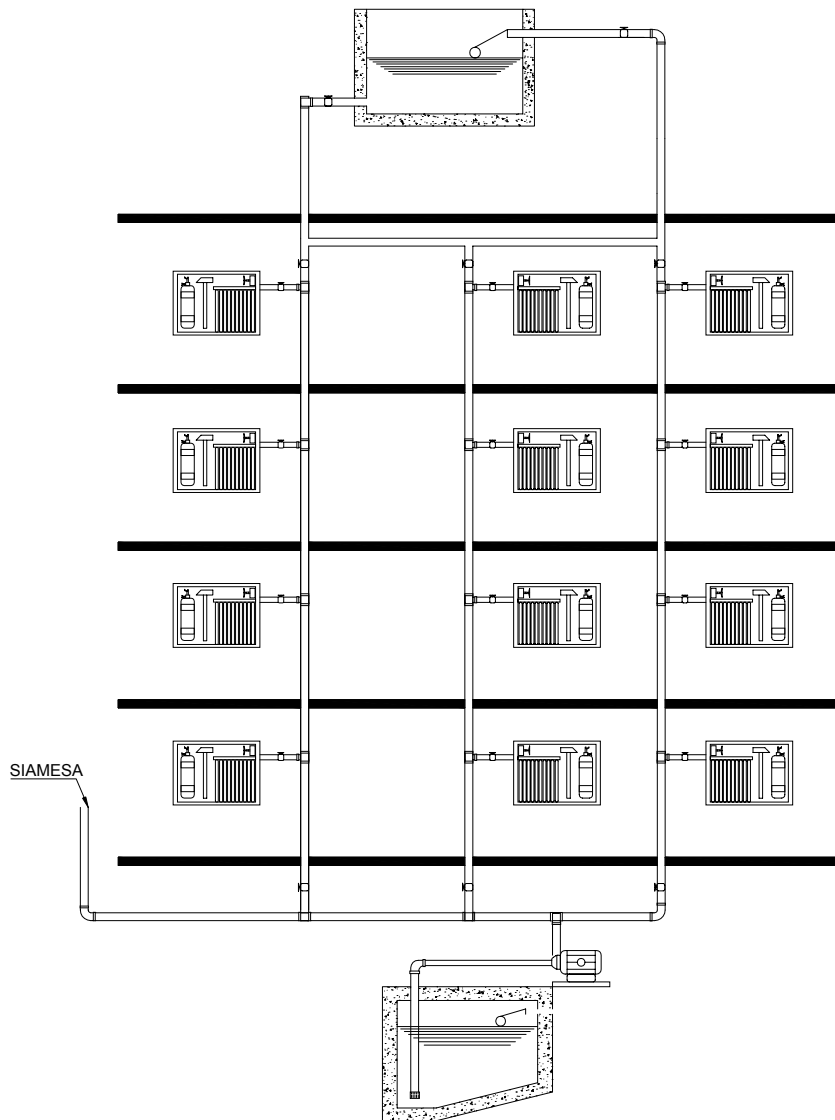
Figura 6.1 Instalación de mangueras contra incendios con equipo de bombeo.

6.2 Tubería auxiliar para casos de incendio

Esta tubería se compone de una tubería vacía que asciende verticalmente dentro de un edificio y que en cada piso y en la azotea tiene conectadas válvulas de descarga. A nivel del suelo hay una entrada para permitir que los bomberos bompeen agua hacia la tubería desde el hidrante más próximo.

Esta tubería solo se instala para ser usada por los bomberos, por lo que no debe sustituir a las mangueras. Dicha tubería en realidad es una extensión de la manguera de los bomberos y evita la necesidad de desplegar grandes cantidades de manguera de lona por la escalera de un edificio desde el nivel del suelo.

COLOCACIÓN: La tubería auxiliar suele colocarse en un corredor ventilado próximo a la escalera,



Fuente: DISEÑO DE INSTALACIONES "R. PÉREZ CARMONA", 1992

Figura 6.2 Instalación de mangueras contra incendios con equipo de bombeo.

lo cual permite que los bomberos conecten sus mangueras a una válvula de descarga en una zona libre de humo.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA: En edificios de hasta 45 m de altura que cuenten con una válvula de descarga de 64 mm en cada nivel, el diámetro interno de la tubería debe medir 100 mm. En edificios entre 45 m y 60 m de altura, el diámetro interno de esta tubería debe medir 150 mm. Para cualquier edificio que tenga dos válvulas de descarga de 64 mm en cada nivel, también se requiere una tubería de 150 mm de diámetro interno. No se debe instalar una tubería de esta clase en edificios que midan más de 60 m de altura, ya que en estos casos se requiere una tubería conectada a la red de distribución de agua.

NÚMERO DE TUBERÍAS: Las tuberías se deben colocar de modo que ninguna porción del piso

esté a más de 61 m de la válvula de descarga, medida esta distancia a lo largo de una ruta idónea para una línea de manguera que considere cualquier distancia hacia arriba y hacia abajo de una escalera. Es necesario contar con salidas de agua por cada 930 m² de área del piso desde el nivel del suelo hasta el techo.

CONEXIÓN A TIERRA: A fin de evitar el riesgo de choque eléctrico y daño a la tubería debido a descargas eléctricas, es indispensable que la tubería esté conectada a tierra. Esta conexión debe estar completamente separada de cualquier otra.

INSTALACIÓN: La tubería auxiliar para casos de incendio debe instalarse progresivamente a medida que se construye el edificio, lo que permite que sea usada desde el inicio de cualquier siniestro. En edificios de más de 30 m de altura la tubería debe instalarse cuando el edificio mida más de 18 m de altura. La instalación terminada debe probarse y tiene que ser aprobada por las autoridades locales correspondientes.

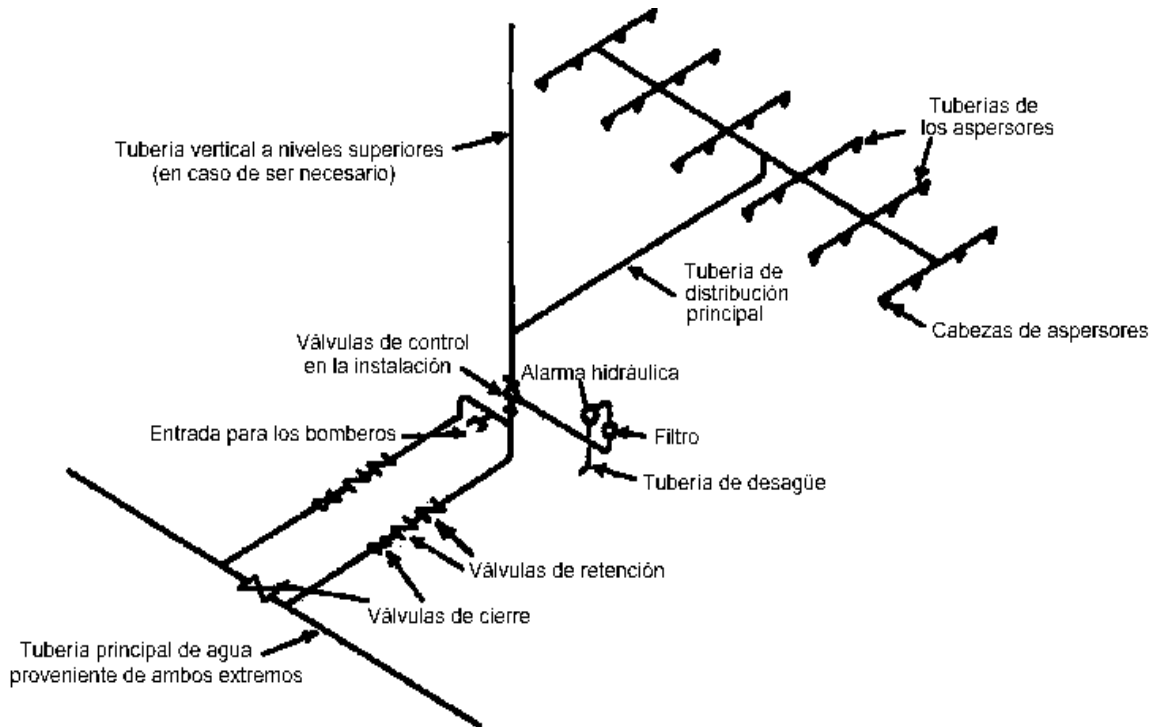
6.3 Sistemas de extinción de incendios por aspersión

Los sistemas de extinción por aspersión (**figura 6.3**) constan básicamente de un sistema de tubería conectado a una fuente idónea de suministro de agua. Las tuberías suelen tenderse al nivel del cielo raso en todo el edificio. Las cabezas de los aspersores están conectadas a la tubería y en caso de incendio el calor generado produce el rompimiento de un fusible en la cabeza del aspersor más próximo, lo que acciona la descarga de agua sobre el incendio en forma de rocío fino.

TIPOS DE SISTEMAS: Una vez que se ha hecho la evaluación del riesgo de incendios, es posible elegir el tipo de sistema de aspersión idóneo para el edificio. Existen seis sistemas básicos.

- **TUBERÍA CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN:** Emplea aspersores automáticos conectados a una tubería que siempre contiene agua. Este sistema se usa cuando no hay peligro de que el agua en la tubería se congele y es el que prefieren las compañías de seguros porque el agua se descarga inmediatamente después que se abre la cabeza de un aspersor.
- **AIRE A PRESIÓN:** Este sistema cuenta con aspersores automáticos conectados a una tubería que contiene aire a presión. Cuando se abre la cabeza de un aspersor, la presión del aire se reduce y se abre una válvula, permitiendo que el agua circule hacia el aspersor, cuya cabeza esté abierta. Los sistemas de este tipo operan más lentamente que los sistemas de tubería conectada a la red de distribución y su instalación y mantenimiento son más costosos. Debido a lo anterior, normalmente se instalan sólo cuando existe el riesgo de que se congele el agua en la tubería.
- **SISTEMAS COMBINADOS:** Estos sistemas se usan en edificios sin calefacción y operan como sistemas de tubería conectada a la red de distribución durante los meses de verano. Cuando se aproxima el invierno, la tubería se desagua y se llena con aire comprimido, de modo que opera como sistema de aire a presión durante los meses de invierno.
- **SISTEMAS DE ACCIÓN INDEPENDIENTE:** Están diseñados esencialmente para contrarrestar el retraso operacional del sistema de aire a presión, así como para eliminar el riesgo de daño por agua resultante del accionamiento accidental de las cabezas de los aspersores o de la tubería. En estos sistemas, la válvula de suministro de agua actúa independientemente de la abertura de las cabezas de los aspersores. Dicha válvula se activa por medio de un sistema automático de detección de incendios y no por la abertura de las cabezas de los aspersores.

- **SISTEMAS DE ACCIÓN INDEPENDIENTE:** Están diseñados esencialmente para contrarrestar el retraso operacional del sistema de aire a presión, así como para eliminar el riesgo de daño por agua resultante del accionamiento accidental de las cabezas de los aspersores o de la tubería. En estos sistemas, la válvula de suministro de agua actúa independientemente de la abertura de las cabezas de los aspersores. Dicha válvula se activa por medio de un sistema automático de detección de incendios y no por la abertura de las cabezas de los aspersores.



Fuente: PLOMERIA "F. HALL", 1998

Figura 6.3 Instalación típica de un sistema de extinción de incendios por aspersión conectado a la red de distribución.

- **SISTEMAS POR INUNDACIÓN:** El objetivo de estos sistemas es proporcionar la mayor cantidad de agua en el menor tiempo posible. El sistema permite que el agua cubra toda una zona en llamas al admitir el paso de agua a las cabezas de los aspersores o boquillas rociadoras, que están abiertas todo el tiempo. Mediante el empleo de dispositivos automáticos para detectar incendios es posible aplicar agua más rápido que con los sistemas que dependen de la abertura de las cabezas de los aspersores. El sistema es idóneo para instalaciones con peligro adicional por almacenar o manejar líquidos inflamables y donde existe el riesgo de que un incendio pueda propagarse rápidamente antes de que los aspersores convencionales comiencen a funcionar.
- **SISTEMAS AUTOMÁTICOS:** En su operación inicial, estos sistemas funcionan de la misma manera que los sistemas de acción independiente. Sin embargo poseen la característica adicional de encenderse y apagarse cíclicamente mientras controlan el incendio y de cerrarse cuando se ha extinguido el siniestro. Por consiguiente, estos sistemas reducen drásticamente el daño por agua y la operación de encendido - apagado también permite sustituir las cabezas de los aspersores sin necesidad de cerrar la válvula de suministro principal.

A continuación presentamos algunas tablas de gran utilidad sobre aspersores:

Tabla 6.1 RIESGO DE INCENDIO

RIESGO	CAUDAL (gal/min)	TIEMPO (min)
Leve	100	30
Moderado G1	250	60 – 90
Moderado G2	250	60 – 90
Moderado G2	500	60 – 120
Riesgo extra alto	500	90 – 120
Riesgo extra alto	1000	120

Fuente: DISEÑO DE INSTALACIONES "P. CARMONA", 1992

Tabla 6.2 SEPARACIÓN DE LOS ASPERSORES

Riesgo muy bajo	4.6 m
Separación para riesgo normal	4 m
Separación escalonada para riesgo normal (4m entre tramos)	4.6 m
Riesgo muy alto	3.7m
Riesgo muy alto en estantería de almacenamiento	2.5 m

Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Tabla 6.3 CLASIFICACIÓN DE TEMPERATURAS DE CABEZAS DE ASPERSORES TIPO AMPOLLA (figura 6.5)

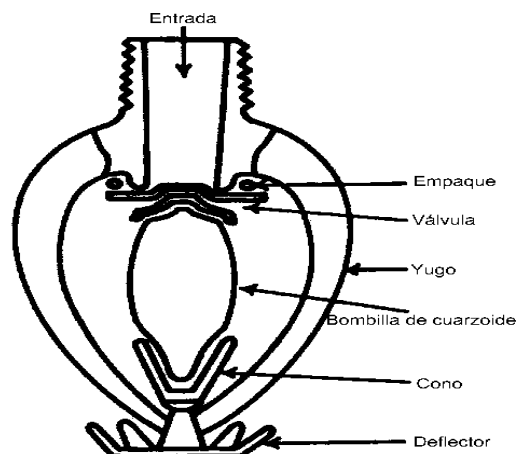
CAPACIDAD NOMINAL DE LA AMPOLLA [°C]	COLOR DEL LÍQUIDO DE LA AMPOLLA
57	Anaranjado
68	Rojo
79	Amarillo
93	Verde
141	Azul
182	Morado
227/288	Negro

Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Tabla 6.4 DIÁMETROS NOMINALES DE LOS ORIFICIOS DE LAS CABEZAS DE LOS ASPERSORES

DIÁMETRO NOMINAL [mm]	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO
10	Muy bajo
15	Normal
20	Muy alto

Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Figura 6.4 Cabeza de un aspersor de ampolla de cuarzoide.

NOTA: Las cabezas de los aspersores jamás deben pintarse.

6.4 Instalaciones complementarias

En todos los casos se deberá proyectar, paralelamente, la instalación de alarmas automáticas gobernadas por elementos termosensibles, de modo que no sólo sea posible indicar la presencia de un incendio, sino localizarlo, además de extintores de sustancias químicas que a continuación describiremos:

6.5 Extintores de sustancias químicas

Recordando lo expuesto al iniciar este capítulo, mencionaremos que el agua no es la única materia extintora, sino la más usual. Por lo tanto en los sistemas anteriormente descritos se puede proyectar el empleo de otras sustancias químicas extintoras, según los requerimientos específicos de cada caso. Es obvio que de hacerlo así, se requerirá de depósitos especiales adecuados a cada materia extintora, así como características específicas en los equipos y accesorios correspondientes.

El empleo más usual de sustancia química se efectúa a través de extintores manuales portátiles o estacionarios, y su empleo en algunos casos constituye el único medio recomendable en el combate contra incendios.

Su uso se requiere en los casos de no alcanzar las presiones requeridas en los sistemas de tuberías, en los pisos más altos, y en aquellos locales donde existan equipos, se almacenen o manipulen y/o manufacturen productos cuyo incendio no pueda controlarse por medio del agua.

6.5.1 Características generales

Los extinguidores manuales portátiles de sustancias químicas están constituidos por envases herméticos, de diverso material y tamaño y forma, en los que se encierra a presión la sustancia extintora.

Por lo general se requiere de un elemento que permita la salida de la sustancia contenida, así como para facilitar su dirección hacia el foco del fuego.

Se requiere asimismo, el empleo de un agente impulso - conductor, que usualmente es el aire a presión.

6.5.2 Tipos de extinguidores

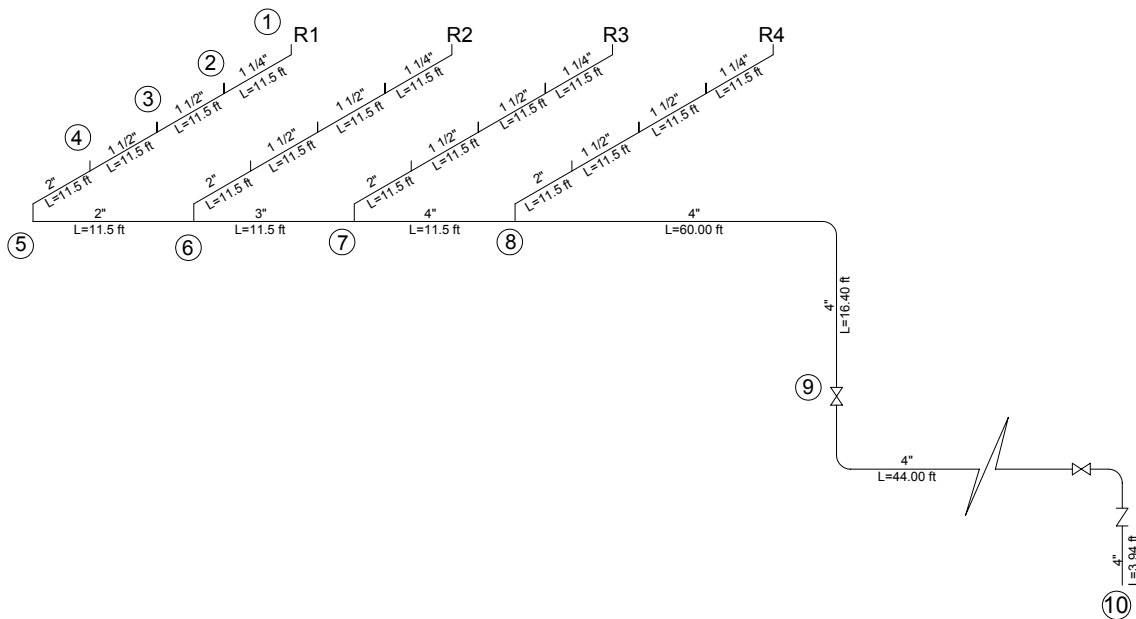
Existiendo variadas sustancias extintoras, resulta obvio que los diferentes tipos de extinguidores se refieren o denominan según su contenido.

Así, se tiene extinguidores de ácido y sosa, de espuma de polvo, de tetracloruro de carbono, anhídrido carbónico, de cloruro de calcio y otros.

Finalmente, también se denominan de tipo seco o húmedo, según contenga o no agua. Su empleo en cada caso depende del tipo de incendio y material en combustión.

6.6 Cálculo manual de tuberías con el uso de planillas Excel

A continuación se describe un ejemplo que se practico.



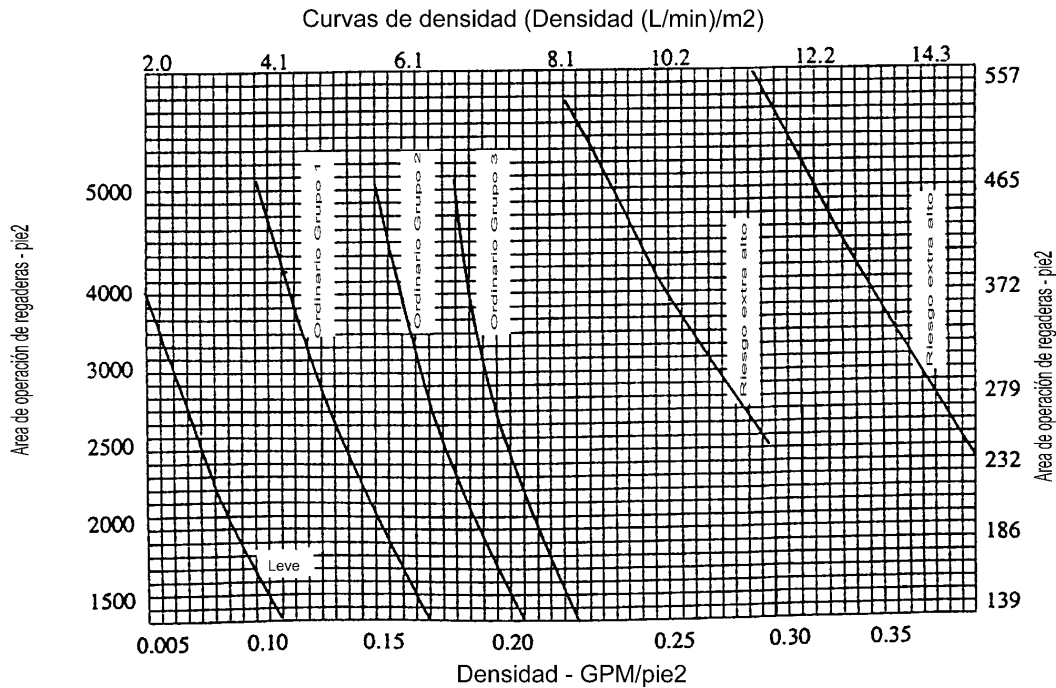
Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Figura 6.5 Sistema contra incendios por medio de aspersores.

PLANILLA DE CÁLCULO HIDRÁULICO DE SISTEMA DE REGADERAS

DATOS PARA NUESTRO EJEMPLO:

Clase de la ocupación	:Ordinario Grupo 2
Densidad	:0.18 [gal/min/ft ²]
K de las boquillas	:5.6
Cubrimiento por regadera	:140 ft ² (13 m ²)
Diámetro	:1/2"



Fuente: DISEÑO DE INSTALACIONES "P. CARMONA", 1992
Fig. 6.6 Gráfica para determinar la densidad de irrigación.

$K = 5.6$ para $\varnothing \frac{1}{2}$ " , $K = 8.10$ para $\varnothing \frac{3}{4}$ "

De acuerdo a la **figura 6.6** el área posible de incendio es de 1600 ft^2 (148.64 m^2).

$$\text{N}^\circ \text{ de Regaderas} = \frac{1600}{140} = 12 \text{ Regaderas}$$

Cálculo del área crítica o hidráulicamente mas exigente:

Se emplea la expresión $1.2\sqrt{A} \Rightarrow 1.2\sqrt{1600} = 48 \text{ ft}^2$

Cálculo de regadera por línea:

$$\frac{48}{12} = 4 \text{ Regaderas}$$

Se emplean 4 regaderas por línea y se calculan 16 Regaderas mostradas en la **figura 6.5** con una separación entre regaderas de 11.5 ft (3.50 m) e igual separación entre ramales.

REGADERA N° 1

Caudal, $Q = 0.18 \times 140 = 25.2 \text{ gal/min} = 1.59 \text{ l/s}$

Caudal de diseño, $Q = 27 \text{ gal/min} = 1.70 \text{ l/s}$

$$\text{Presión, } P = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 = \frac{27}{5.6} = 23.25 \text{ psi}$$

REGADERA N° 2

Caudal, $Q = K\sqrt{P} = 5.6\sqrt{24.66} = 27.81 \text{ gal/min} = 1.72 \text{ l/s}$

Caudal de Diseño, $Q = 28 \text{ gal/min} = 1.77 \text{ l/s}$

TRAMO 2 – 3

Caudal $Q = 27 + 28 = 55 \text{ gal/min} = 3.46 \text{ l/s}$

REGADERA N° 3

Caudal, $Q = K\sqrt{P} = 5.6\sqrt{26.98} = 29.08 \text{ gal/min} = 1.84 \text{ l/s}$

TRAMO 3 – 4

Caudal $Q = 55 + 29 = 84 \text{ gal/min} = 5.29 \text{ l/s}$

REGADERA N° 4

Caudal, $Q = K\sqrt{P} = 5.6\sqrt{32.04} = 31.68 \text{ gal/min} = 1.99 \text{ l/s}$

Caudal de Diseño, $Q = 32 \text{ gal/min} = 2.00 \text{ l/s}$

TRAMO 4 – 5

Caudal $Q = 32 + 84 = 116 \text{ gal/min} = 7.29 \text{ l/s}$

TRAMO 5 – 6

Caudal $Q = 32 + 84 = 116 \text{ gal/min} = 7.29 \text{ l/s}$

TRAMO 6 – 7

Caudal $Q = 116 + 116 = 232 \text{ gal/min} = 14.64 \text{ l/s}$

TRAMO 7 – 8

Caudal $Q = 232 + 116 = 348 \text{ gal/min} = 21.93 \text{ l/s}$

TRAMO 8 – 9

Caudal $Q = 348 + 116 = 464 \text{ gal/min} = 29.27 \text{ l/s}$

TRAMO 9 – 10

Caudal $Q = 348 + 116 = 464 \text{ gal/min} = 29.27 \text{ l/s}$

PUNTO O TRAMO [1]

Son los nudos a calcular.

CAUDAL [2]

Son los caudales calculados anteriormente, [2'] en gal/min, [2''] en l/s.

DIÁMETRO [3] (in, mm)

E l diámetro será elegido de acuerdo a la **tabla 4.23**

VELOCIDAD [4] (m/s)

$$V = \frac{[2]}{\frac{\pi ([3'] \times 0.001)^2}{4}}$$

LONGITUD [5] (ft)

LONGITUD REAL [5']: Es la longitud real de la tubería

LONGITUD EQUIVALENTE [5'']: Es la longitud que se aumenta en la tubería por la existencia de accesorios de acuerdo a la **tabla 4.24**.

LONGITUD TOTAL [5''']: Es la suma de [5'] + [5'']

PERDIDA DE CARGA [6] (p.s.i./ft)

$$j = 4.9 C \frac{[2']^{1.75}}{[3'']^{4.75}}$$

Donde:

C: es el coeficiente de fricción, 0.00031 para Fundido, 0.00023 para Galvanizado, 0.00018 para Acero, 0.00012 para Cobre.

Para nuestro ejemplo, C = 0.00018

PRESIONES [7]

DE VELOCIDAD [7'] (p.s.i.)

$$P_v = 0.001123 \frac{[2']^2}{[3'']^4}$$

PERDIDA POR FRICCIÓN [7''] (p.s.i.)

$$P_f = [5'''] \times [6]$$

DE ELEVACIÓN [7'''] (ft)

Es la elevación respecto del nivel ± 0.00

PÉRDIDA POR ELEVACIÓN [7'''''] (p.s.i.)

$$P_e = 0.433 \times [7''''']$$

PRESIÓN FINAL [7'''''] (p.s.i.)

$$P_f = 23.25 + [7'] + [7'']$$

PRESIÓN FINAL [7'''''] (m)

$$P_f = [7'''''] \times 0.704088$$

