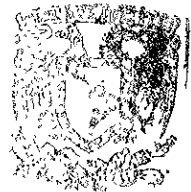


2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES FAC. DE QUIMICA

DISEÑO DE ROCIADORES AUTOMATICOS PARA PROTEGER ALMACENES INDUSTRIALES CONTRA INCENDIOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO QUIMICO PRESENTA: ALEJANDRO ALVAREZ GOMEZ



MEXICO, D. F.

1998

258460

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

PRESIDENTE      PROF. ALEJANDRO ANAYA DURAND  
VOCAL             PROF. JOSE FRANCISCO GUERRA RECASENS  
SECRETARIO      PROF. RAMON EDGAR DOMINGUEZ BETANCOURT  
1er. SUPLENTE    PROF. RICARDO PEREZ CAMACHO  
2do. SUPLENTE    PROF. HECTOR MARCELINO GOMEZ VELAZCO

**TESIS DESARROLLADA EN LA FACULTAD DE QUIMICA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

ASESOR:

ING. RAMON EDGAR DOMINGUEZ BETANCOURT

A large, complex handwritten signature in black ink is written over the name 'ING. RAMON EDGAR DOMINGUEZ BETANCOURT'. The signature consists of many overlapping, sweeping strokes, with a prominent circular loop at the bottom center.

SUSTENTANTE: ALEJANDRO ALVAREZ GOMEZ

## **DEDICO ESTA TESIS A:**

- **A Dios por darme la oportunidad de terminar este paso para seguir con el resto de nuestros planes.**
- **A mis Padres Javier y Pina por el amor, apoyo y esfuerzo incalculable en toda mi formación como ser humano y profesionista.**
- **A mis hermanos Jorge, Carlos, Ivette y Francisco por su ejemplo e impulso en todo momento.**
- **A mis profesores por forjar con enseñanzas, hechos y ejemplos mi desarrollo profesional.**
- **A todos mis amigos y a mis hermanos del departamento por haber compartido todos esos años de estudio y compañía.**
- **A la familia Miranda por habernos dado todas las facilidades para llegar a este punto, sin su ayuda no hubiera sido posible. Gracias.**
- **A todas esas personas que incondicionalmente cooperaron para realizar esta tesis.**

# INDICE GENERAL

CAPITULO I:	INTRODUCCION .....	1
CAPITULO II:	DEFINICION Y TEORIA DEL FUEGO.....	4
CAPITULO III:	LA NECESIDAD DE LOS SISTEMAS AUTOMATICOS PARA NO DEPENDER DE LOS FACTORES HUMANOS .....	18
CAPITULO IV:	INFORMACION GENERAL: "SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMATICOS DE ACUERDO A LA N.F.P.A. CODIGO 13" .....	23
CAPITULO V:	ROCIADORES AUTOMATICOS DE AGUA Y SUS DIVERSOS TIPOS N.F.P.A. 13 .....	31
CAPITULO VI:	CLASIFICACION DE RIESGO DE ACUERDO A LA N.F.P.A. Y TIPOS DE CONSTRUCCION EXISTENTES .....	44
CAPITULO VII:	COMPONENTES Y MECANISMOS DE FUNCIONAMIENTO N.F.P.A. 13 .....	50
CAPITULO VIII:	PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO N.F.P.A. 13 .....	75
CAPITULO IX:	PLANOS Y CALCULOS N.F.P.A. 13 .....	87
CAPITULO X:	ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	117
CAPITULO XI:	CASO PRACTICO .....	135
CAPITULO XII:	CONCLUSIONES .....	159
CAPITULO XIII:	BIBLIOGRAFIA .....	160

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

El propósito de ésta tesis es brindar a el personal encargado de la seguridad contra incendios de cualquier tipo de industria un entendimiento más a fondo de las ventajas de utilizar rociadores automáticos para el manejo o almacenamiento de materiales peligrosos que se encuentren en las situaciones cotidianas y por tanto el peligro real al que frecuentemente se enfrentan.

Con este fin, se intenta interesar al lector en el entorno químico de los materiales que se encontraran en situaciones peligrosas y la forma de estructurar, seleccionar el equipo y diseñar un sistema de rociadores eficiente para el tipo de edificación y función que éste presente.

De manera de no provocar un desentendimiento de los términos que emplearemos, definiremos lo siguiente: materiales peligrosos y fuego. Por fuego, entendemos una reacción química que produce calor y radiación en alguna forma. Para un evento que sea peligroso deberá existir 1) alguna forma de vida o propiedad expuesta a ser lastimada o perdida; y 2) un evento o eventos capaces de proveer el peligro, seguridad o bienestar de esa vida o propiedad. El evento o eventos podrán tener diversas formas. Podrá existir peligro directo con efecto inmediato a la vida o propiedad por daño físico, o peligro indirecto que produzca efecto retardado por la reacción en el cuerpo o propiedad. Los materiales peligrosos, por tanto, serán aquellos materiales capaces de proveer una fuente de peligro, ya sea, de forma directa o indirecta.

Desde su origen, a mediados del siglo XIX, los rociadores automáticos de agua son el medio de protección contra incendios de mayor fiabilidad. Las instalaciones de estos equipos realizan automáticamente tres funciones en la protección contra incendios:

- Detectan el fuego
- Dan alarma
- Controlan o extinguen el fuego.

Los sistemas de rociadores automáticos de agua presentan la ventaja, frente a otros métodos de protección de incendios, de que solo actúan en las zonas donde se inicia y *detecta el incendio*. La *rápida descarga* de agua que se produce cuando se activa el sistema, protege con efectividad los efectos del fuego, tantos los elementos constructivos como los materiales contenidos en el local incendiado.

Para conseguir el mismo efecto, el agua que consume un sistema de rociadores automáticos es menor que la cantidad de agua consumida por las bocas de incendio

equipadas o hidrantes. Por otro lado, cada vez con mayor frecuencia se construyen edificaciones de grandes dimensiones y de gran altura en las que, en caso de producirse un incendio, es imposible acceder en toda su extensión con el agua lanzada desde los hidrantes o columnas hidrantes exteriores, mientras esto es posible conseguirlo mediante una instalación de rociadores automáticos de agua. Por otra parte, el calor y las espesas humaredas producidos por un incendio suelen impedir la actuación de los cuerpos de bomberos o de las brigadas de incendio; los sistemas de rociadores automáticos de agua siempre actuarán bajo estas condiciones adversas

Las instalaciones de sistemas de rociadores automáticos de agua permiten la utilización de materiales constructivos de menor resistencia al fuego, posibilitando además, la existencia de mayores sectores de incendio y una menor distancia entre edificaciones próximas. Además, las estadísticas de siniestros demuestran una disminución constante del valor medio de los daños producidos en siniestros de incendio a medida que aumentan las instalaciones de rociadores automáticos de agua. Estas instalaciones no solo permiten la reducción de los daños materiales que se puedan producir en una instalación industrial incendiada, sino que evitan prolongados tiempos de paralización del proceso productivo, al controlar el incendio, en el local protegido, en áreas relativamente pequeñas. Ambos hechos han llevado a que las industrias modernas actuales ópten por la instalación de rociadores automáticos de agua para proteger todas sus instalaciones, o al menos las áreas que representan claros cuellos de botella en el proceso productivo total.

Pero los sistemas de rociadores automáticos de agua también son importantes en la protección de vidas humanas durante los incendios de locales públicos y viviendas, al solaparse en un mismo sistema la detección y el control de fuego automáticos, con lo que se evitan demoras, poco recomendables en estos casos, entre la detección del fuego y la lucha contra el incendio. Se ha demostrado que el rociador automático actúa generalmente, con efectividad antes de que se alcancen niveles peligrosos de emisión de humos, gases tóxicos y calor y, en todo caso, el agua proyectada desde estos sistemas disminuye su efecto nocivo. También se ha comprobado, en contra de lo que se pensaba, que un buen funcionamiento del sistema de rociadores automáticos de agua es compatible con un efectivo sistema de evacuación de humos. Para obtener todas las ventajas de las instalaciones de rociadores automáticos de agua, antes indicadas, es necesario que todos los componentes de éstas, así como el sistema en su conjunto (fig. 1), sean sometidos a todas las pruebas necesarias para su aprobación u homologación, así como a un permanente y correcto mantenimiento y a una constante verificación.

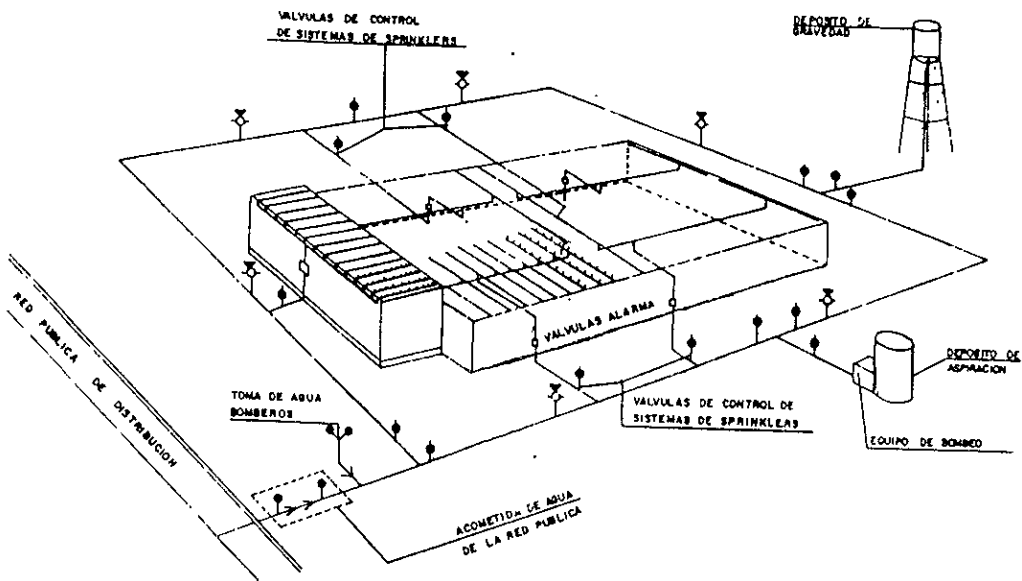


Figura 1 Abastecimiento de agua a sistemas de protección contra incendios



## OXIGENO

El oxígeno es un elemento en estado gaseoso, es incoloro e inodoro a condiciones normales de presión y temperatura; de los elementos es el más abundante en la tierra y no fue sino hasta 1700 cuando se aisló y fue reconocido. Ha sido demostrado que el oxígeno constituye cerca de la mitad de todos los materiales que pueden someterse a análisis. No combinado constituye el 20% de la atmósfera y en el compuesto más pleno en la tierra, el agua, representa el 90% en peso. La solubilidad del oxígeno en agua es sorprendentemente baja, alrededor de 5%. Otras propiedades físicas son las siguientes: punto de ebullición, 183 °C; punto de fusión, -218°C; densidad 1.43 g/cm<sup>3</sup> a 0 °C. Afortunadamente para la humanidad el oxígeno atmosférico no es muy reactivo a temperaturas normales; si el oxígeno fuera altamente reactivo, simplemente los usos comunes como: gasolina para los vehículos, solventes en pinturas y todos los demás materiales combustibles no sería posible utilizar ninguno de ellos, inclusive, no existiría el mundo tal y como se conoce actualmente.

El oxígeno desarrolla un diferente comportamiento a elevadas temperaturas y reaccionará casi con todos los elementos a excepción de los gases inertes, algunos metales inactivos y la familia halogenada conformada por el cloro, bromo, yodo, fluor y astatinio. Hasta el carbono, el cual, es un químico inorgánico considerado relativamente inactivo, reaccionará con el oxígeno si la temperatura es suficientemente alta. Todas las reacciones con oxígeno son exotérmicas, por lo tanto, liberan calor. Cuando la reacción es suficientemente rápida, ese calor estará acompañado por luz. La gran mayoría de las reacciones con oxígeno empiezan por alguna fuente de energía impuesta, la cual eleva la temperatura y empieza la reacción por lo que esa energía está dada, entonces la reacción se mantendrá por sí sola.

El proceso de oxidación común, tal como, la combustión, respiración, corrosión y descomposición son exotérmicas y en algunas se produce calor fácilmente detectable, mientras en otras no. Es decir, las reacciones no es que no generen la misma cantidad de calor cuando una es rápida y la otra es lenta, sino que se debe al tiempo del elemento. La energía generada es disipada y la temperatura no se eleva una cantidad considerable. En todos los casos involucrando los mismos reactivos, la cantidad de calor generado es idéntico, mientras el proceso químico sea igual.

El proceso de decaimiento y de combustión de la madera son reacciones químicas iguales que producen dióxido de carbono y agua, siendo ambas exotérmicas y liberando la misma cantidad de calor. La diferencia es el grado al cual el proceso de oxidación se lleva a cabo; en este caso, el decaimiento de la madera se lleva a cabo muy lentamente, por lo que requiere constantemente de microorganismos para darle un reinicio a la reacción. La temperatura de la reacción nunca se eleva al punto donde las reacciones redox se puedan mantener por sí mismas. En el caso de la combustión de la madera, la ignición deberá proveerse de una fuente externa, ocasionando que la temperatura del material se eleve arriba del punto de ignición del resto de los materiales, por lo que la reacción se mantendrá por sí sola. La reacción cesará sólo si todo el material se haya oxidado o por que el sistema sea influenciado por la remoción de calor o por métodos de remoción de oxígeno

La verdadera diferencia entre generar temperatura suficiente para una ignición muy rápida o muy lenta es el grado de reacción. En la mayoría de los casos el grado de las

reacciones redox esta influenciada por sus limitaciones o restricciones. Existen dos formas de restricciones, las restricciones de temperatura o aislamiento, es puramente una condición en la que el calor generado por una reacción exotérmica no sea disipado. Cuando no abandona el área de reacción promueve un aumento en el grado de reacción, permitiendo que el calor total del sistema se forme hasta que la reacción se lleve a cabo. En todas las reacciones químicas el grado de reacción se dobla por cada diez grados incrementando la temperatura.

El segundo tipo de restricción, es el de presión, ocurre cuando las reacciones redox generan gases que no se pueden liberar. El mismo tipo de aumento de presión comienza y acelera, tal y como ocurrió previamente con la temperatura. El incremento de presión promueve una reacción más rápida, de igual forma se incrementa la temperatura, que a su vez genera presión, acelerando el grado de reacción aún más. Otro factor de influencia importante en el grado de oxidación es el tamaño de partícula que está siendo oxidada. Entre más pequeñas sean las partículas, más pequeña será la masa que se deberá elevarse al punto de ignición y menor será el calor requerido para realizar el trabajo. Entre más moléculas sean expuestas al punto inicial de energía, es más fácil la ganancia o pérdida de electrones para empezar y llevarse a cabo la reacción redox; a lo anterior se le llama influencia de área superficial. Los gases reaccionan más fácilmente que los sólidos, porque en el gas, cada molécula está en una forma sensible y esta libre y disponible para reaccionar.

## TEORIA DEL FUEGO

El fuego es el resultado visible del fenómeno de combustión, siendo la combustión el resultado de una rápida oxidación. Por lo tanto, la combustión es un proceso químico (oxidación), el cual desarrolla energía en forma visible e invisible, la forma invisible la llamamos calor, la forma visible luz. Toda la combustión es oxidación, pero no toda la oxidación es combustión, ya que, la combustión es un tipo específico de oxidación. Mientras que la oxidación es siempre exotérmica, solo cuando la cantidad de energía dada alcanza niveles suficientemente altos para producir tanto luz como calor, entonces llamamos al proceso combustión.

Como en la oxidación, la combustión no siempre involucra una combinación con el oxígeno. Por ejemplo, la flama acompaña a la descomposición de la hidrazina combustible de un cohete, pero no en combinación con el oxígeno. Bajo las condiciones apropiadas, el cloro oxidará al hidrógeno muy rápidamente, originando un destello de luz debido al resultado de la explosión, por lo que no existe una oxidación involucrada en esta combustión.

El diagrama del triángulo del fuego (fig. 2.1), es regularmente etiquetado erróneamente: en un lado, combustible; otro lado, calor, en otro lado oxígeno. Uno de los lados debería etiquetarse como oxidante en lugar de oxígeno, ya que, oxígeno o no, si los electrones se pierden suficientemente rápido habrá fuego

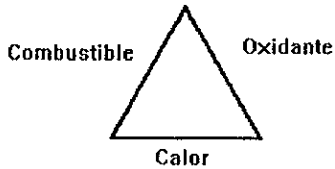


Figura 2.1

Cuando estos tres componentes se combinan en un solo lugar, puede ser el inicio del fuego. La temperatura a la cual una sustancia empieza a oxidarse rápidamente y produce calor y flama, manteniendo por si sola la reacción redox, es llamado punto de ignición.

Por muchos años el "Triángulo del Fuego", ha sido adecuadamente usado para la explicación y descripción de la combustión en la teoría de extinción

Con la palabra " fuego ", empezando con la letra F la idea completa estaría mejor representada:

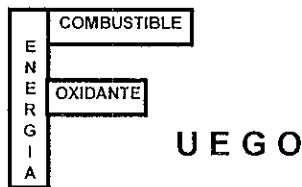
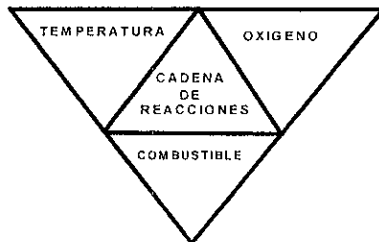


Figura 2.2

**TETRAEDRO DEL FUEGO: (N.F.P.A.)**

Recientemente, una nueva teoría más completa ha desarrollado la explicación de la combustión y extinción de incendios. El desarrollo de ésta teoría hace una transición del triángulo del fuego, reconocido como tal, pero en una nueva figura llamada tetraedro que asemeja una pirámide



Uno de estos cuatro lados sirve de base y representación para la cadena de reacciones químicas. Los tres lados restantes representan al calor, combustible y oxígeno.

Si se elimina uno u otro de los tres lados se hará que el tetraedro quede incompleto, teniendo como resultado la extinción del fuego

### CADENA DE REACCION QUIMICA

El vapor de los gases que son producidos durante el proceso de combustión de los materiales son conducidos a través de la flama. Estos vapores contienen átomos y moléculas que a su vez contienen cargas eléctricas que provocarán el fenómeno de atraer y repeler a otra partícula.

La cadena de reacción da inicio en el momento en el que el oxígeno y el combustible frente al calor enciende la primera molécula que rodea al combustible, es más fácil iniciarse cuando mayor cantidad de gases o vapores desprende dicho combustible, ya que la primera molécula encenderá a la segunda y ésta a la tercera y así sucesivamente.

Material	Punto de ignición	
	° F	° C
Papel	365	183
Algodón	440	227
Celofán	470	243
Madera	475	246
Alcohol metílico	800	427
Gas natural	1225	663

Una consideración tan importante como la temperatura es el tamaño de partícula o de masa. Mientras que el tamaño de partícula no varía el punto de ignición tanto como lo hace la temperatura impuesta, si cambia la cantidad de energía (calor) requerida para empezar la reacción. Entre más pequeño sea el tamaño de partícula, más pequeña la masa, menos calor será requerido para llevar a la masa a su punto de ignición. Un buen ejemplo de como la masa afecta el calor requerido para llevar a un objeto a su punto de ignición es un encendedor de cigarrillos, la flama del encendedor calentará la pequeña pieza de metal hasta el rojo vivo y de ahí ya no hará más que calentar el punto de la palanca. La masa de ambos son muy diferentes, por la misma razón, los vapores reaccionan con mucho menos energía que los sólidos. Los vapores tienen partículas de tamaño molecular juntas con un casi infinito número de electrones de área superficial listos para reaccionar. Los polvos de carbón, madera, fluor y lubricantes, tal como, estéarato de magnesio explotarán violentamente si están dispersos en el aire y expuestos a tan sólo una pequeña chispa u otra fuente de ignición

La influencia de esta área superficial es también la razón de por qué el combustible en un quemador de aceite atomizado con boquillas especiales antes de ser quemado. El carburador de un automóvil incrementa el área superficial de la gasolina, mezclándolo al

mismo tiempo con aire para una mejor combustión. Mientras que la atomización realmente no produce partículas de tamaño atómico, sin embargo, incrementa el área superficial enormemente. Un sólido como carbón, un líquido como aceite o gasolina, cuando se atomizan se quemarán parecido a un gas con su casi infinita área superficial

## FLAMA

La luz es ciertamente una pequeña parte del espectro de energía total, el cual excita ciertos componentes del sistema óptico humano. El ojo humano es un receptor sensible a una banda delgada de emisiones de energía. La luz es energía radiada de una banda de energía que afecta porciones sensibles del cuerpo humano, siendo esta energía, tal vez, despedida por un objeto o talvez desarrollada dentro de un objeto, pero en ambos casos es posible observarse porque esta involucrada la energía radiada.

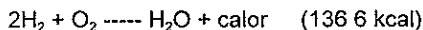
La teoría moderna describe a la luz como vibraciones con cada color teniendo su propia frecuencia o número de vibraciones por segundo, en donde, entre más baja sea la frecuencia, el promedio del ojo humano que podrá ver es una luz roja oscura, la cual tiene una frecuencia de alrededor de 420 millones, millones de ciclos por segundo. La más alta frecuencia que el ser humano puede ver es la violeta y tiene una frecuencia de  $75 \times 10^{13}$  ciclos por segundo. Comparando esto con la banda de radio la cual recibe energía radiada teniendo frecuencias entre 550 y 1600 miles de ciclos por segundo. Las bandas de radio civiles operan alrededor de 27 millones de ciclos por segundo.

Cuando la reacción de oxidación es suficientemente rápida para producir luz y calor, la energía que aparece como luz es siempre una muy pequeña parte del total de la energía desarrollada, siendo esta, sin embargo un indicador importante. Como un indicador, la luz en un panel de control previene una condición, por lo que la flama indica que una reacción de oxidación esta en progreso con suficiente energía para llevarse a cabo por si sola. Esto no quiere decir, que cualquier reacción redox que se pueda llevar a cabo por si misma, produzca emisiones visibles. Algunas reacciones redox extremadamente rápidas emiten energía por encima de la capacidad de frecuencia que el ojo humano puede captar, por lo tanto son invisibles. Debido a que la flama es un producto de una reacción química, el color de la flama es independiente del calor producido al igual que la eficiencia de combustión. Entre menor sean los sólidos producidos, más azul será la flama; los sólidos tienden a actuar como absorbedores de energía, enfriando la reacción y reduciendo la cantidad de energía dada.

Si la reacción esta fría, la frecuencia emitida será más baja y la flama será más amarilla, mientras que, cuando la temperatura de reacción es muy alta, el color de la flama alcanza el último azul del espectro visible debido a que las emisiones son de una más alta frecuencia.

La flama que se produce al quemar propano con insuficiente oxígeno tendrá un color amarillo brillante y muy humeante, siendo este humo negro carbón no oxidado (los sólidos en la flama). Si se provee más oxígeno en forma de aire o como oxígeno puro, se incrementará la temperatura de reacción, por lo que la temperatura de flama será más alta, el color de la flama se tornará más azul y se reducirá la cantidad de humo. Existe por lo menos un tipo de fuego de temperatura extremadamente alta que es invisible, siendo el resultado de una oxidación continua de un flujo limitado de hidrógeno

en el aire, tal y como puede pasar si un transportador de hidrógeno criogénico accidentalmente se fuga por un pequeño orificio, el hidrógeno que se escapa tuvo ignición por medio de una chispa o por alguna otra superficie caliente. El hidrógeno, en combinación con oxígeno en el aire no producirá sólidos, y debido a que la temperatura de reacción es alta la flama será invisible ya que se acerca el área del espectro ultravioleta, siendo la reacción como sigue:



El hecho de que la flama sea invisible en ningún momento la hace menos peligrosa, sino por mucho lo contrario. Este fuego será extremadamente peligroso por dos razones: otros materiales flamables o inclusive ropa de protección se podrá encender con el inadvertido contacto con la flama, ya que la reacción de hidrógeno y oxígeno es muy explosiva.

### FLAMA SIN OXIGENO

Existe otro tipo de oxidación que puede producir tremendas cantidades de calor y flama visible sin oxígeno presente. Las reacciones son verdaderas reacciones redox, pero los agentes oxidantes y reductores están atrapados en cada molécula, necesitando únicamente una pequeña cantidad de energía para iniciar la reacción. No obstante, la gran rivalidad que existe entre algunas familias provoca que fácilmente una escena pasiva y estable se torne en una batalla agresiva en la que se desarrolla considerable calor. El origen de una chispa, una flama repentina o simplemente la presencia de ciertos metales llamados catalizadores, pueden hacer que se pierdan los agentes oxidantes y reductores. Un impulsor de cohetes muy popular que exhibe estas características es el no hidrocarburo llamado hidrazina, el cual tiene la fórmula  $\text{N}_2\text{H}_4$ , o mejor,  $\text{H}_2\text{NNH}_2$ . La hidrazina es normalmente un líquido estable a temperaturas normales, pero arriba de  $90^\circ\text{F}$  a  $100^\circ\text{F}$  ( $32^\circ\text{C}$  a  $38^\circ\text{C}$ ), se vuelve sensible llegando a lo inestable. Activado con frío o caliente se descompondrá rápidamente con el aumento de una considerable energía. Si la hidrazina se vierte en una pantalla de platino, inmediatamente se llevará a cabo la combustión, ya que, el platino es un buen catalizador para la hidrazina; de la misma manera si la hidrazina se vierte en madera, rápidamente oxidará la celulosa e iniciará la combustión.

### ESTABILIDAD

La hidrazina es un ejemplo de un material que se acerca a lo inestable. Cuando todo el espectro de los compuestos químicos es considerado, encontramos un rango completo de estabilidades de la total falta de actividad con cualquier otro elemento o compuesto hasta la extrema corta vida radioactiva de los elementos que decaen y desaparecen en segundos.

Un elemento o compuesto puede perder su estabilidad por una gran variedad de razones, la hidrazina, es relativamente estable bajo un impacto o shock, pero es sensible a un incremento de temperatura; mientras que la nitroglicerina es relativamente insensible a un cambio de temperatura, pero es muy sensible a un impacto. Si de cualquier forma, únicamente consideramos sensibilidad a la energía aplicada, la aparente variedad de razones de iniciar reacciones desaparecerá. Todas las razones

son formas de energía, reaccionando los compuestos a la intensidad y duración de la energía aplicada, tales como, temperatura, impacto y chispa. Teóricamente la característica estabilidad e inestabilidad de un átomo o molécula es lo más importante en la estructura de un sistema. En los átomos la estabilidad se debe a un completo complemento de los electrones externos, mientras que, en las moléculas la inestabilidad es probablemente causada por el estresamiento de los enlaces que existe entre los átomos. Si los enlaces se encuentran bajo un gran estrés, no toman mucha energía para romperlos; la energía se desarrolla, más enlaces se rompen y la reacción se mantiene por sí misma.

Existen sólo algunas sustancias diferentes a los gases inertes que no reaccionarán con oxígeno o que no podrán ser oxidadas si no se llevan a cabo en las condiciones apropiadas. Debido a la estabilidad de algunos elementos o compuestos, las condiciones apropiadas podrían ser altas temperaturas o grandes cantidades de energía eléctrica. Por ejemplo, los diamantes (carbón) puede ser quemado con una flama si la temperatura del diamante se eleva arriba de 1292 °F (700 °C). En el lado opuesto de la escala de estabilidad se encuentran las sustancias que reaccionan aparentemente sin ninguna provocación o energía aplicada, tales como, el sodio, potasio y calcio son altamente reactivos, de tal manera, que el simple contacto con el aire o agua empieza la reacción. Estas reacciones son rápidas y suficientemente exotérmicas para producir flama, siendo estos metales excelentes agentes reductores que cuando el oxígeno atmosférico se ha ido, continuarán produciendo flama por la reducción de nitrógeno del aire.

### **COMBUSTION ESPONTANEA**

La combustión espontánea es un término considerado por muchas autoridades en el ámbito del fuego, como mal denominado, debido a que creen que la palabra espontáneo se entiende por un muy corto período de tiempo y, por lo tanto, se aplica a combustiones muy rápidas, tales como, una explosión o detonación en lugar de un proceso de calor desarrollado muy lentamente. Combustión espontánea, es entonces, un término correcto y excelente para describir que pasa en las reacciones redox que generan suficiente energía dentro de sí mismas y sin ninguna influencia externa para incrementar la temperatura de la masa al punto de ignición.

La reacción tendrá lugar únicamente si algunos factores o compuestos están presentes. Mientras que el símbolo de fuego contiene combustible, oxidante y energía, el símbolo de combustión espontánea contendrá lo siguiente:

- Oxidante
- Energía
- Combustible
- Tiempo
- Aislamiento

La mayor diferencia entre el fuego simple y la combustión espontánea es la adición de los dos componentes: tiempo y aislamiento. La energía en este caso es interna, pero podría ser aplicada por fuentes externas como los microorganismos, como en el caso de los fuegos de hierba húmeda o pasto cortado. El elemento más importante de la

combustión espontánea es el aislamiento, sin este no podría haber reacción. El aislamiento no requiere tener gran calidad, sólo necesita cumplir el requerimiento de retener mayor calor generado del que se libera; cualquier caso puede proveer la retención de calor y entonces dejar incrementar la temperatura arriba del punto de ignición.

La hierba húmeda puesta en un almacén al aire libre raramente se enciende, debido a la generación interna de calor. Este calor ciertamente se produce, pero al aire libre este se escapa, mientras que en un silo la misma hierba húmeda es casi garantizado que se genere fuego, esto se debe al cambio de temperatura, ocasionado por los microorganismos que se alimentan en la humedad y la hierba empieza la reacción redox. Esa reacción exotérmica entonces produce el calor que si no escapa, no solamente se acumula, sino incrementa el rango de la reacción creando mayor cantidad de calor hasta que el punto de ignición es alcanzado. La gasolina y solventes reaccionarán de manera similar, aunque no involucran microorganismos. La mayoría de los solventes orgánicos y la gasolina tienen puntos de ebullición muy bajos por lo que se vaporizan fácilmente. Los vapores están en fase gaseosa y tienen un área superficial enorme, en donde las moléculas de oxígeno atmosférico están listas para reaccionar, ocasionando una reacción de oxidación exotérmica, que si no se libera, promueve el incremento de calor y desarrolla una mucho más rápida reacción hasta que el punto de ignición es alcanzado.

### **OTROS METODOS DE IGNICION**

Mientras que la ignición espontánea es un método de auto-ignición que requiere aislamiento, existen varios mecanismos externos que pueden proveer la energía necesaria para iniciar una reacción redox con o sin aislamiento: una flama abierta (reacción redox); una chispa eléctrica (electricidad estática); fricción mecánica; una superficie caliente; compresión, impacto (metal en metal, cuarzo en acero, cristal fracturado); óptico (lentes).

### **FLAMA ABIERTA**

La flama abierta es un método preferente de incrementar la masa de una substancia combustible hasta su punto de ignición. En otras palabras, una reacción redox puede iniciar otra.

### **CHISPA ELECTRICA**

Una chispa eléctrica es ciertamente una corriente de electrones transportándose de un área de alta presión eléctrica a un área de baja presión eléctrica, naturalmente tratando de encontrar su balance. La alta presión eléctrica existe debido a que muchos electrones extras han sido forzados al área por alguna acción mecánica o química, del mismo modo, la baja presión eléctrica existe debido a la falta de electrones. Entre más alta sea la diferencia de voltaje entre ambas áreas, más alta será la presión eléctrica, mientras que, entre más alta sea la presión eléctrica, más grande será la longitud del espacio que tendrá que brincar la chispa. La manifestación visible del traslado de los electrones del punto de alta presión al más bajo ocurre cuando el espacio, cualquiera que sea el material, permite el flujo de electrones del punto alto al bajo, a esta



manifestación visual le llamamos chispa. Ciertamente la chispa es la luz dada por las moléculas ionizadas del material que ha sido suficientemente excitado por la presión eléctrica para permitir el flujo de electrones. Mientras que los electrones fluyen de átomo en átomo a una velocidad de alrededor de 186,000 millas por segundo, el aire que los rodea se va calentando rápidamente. Mientras que se calienta el aire, repentinamente se expande y empuja en contra del aire frío, formándose una onda de presión. Esta onda de presión es transmitida a otras moléculas de aire hasta que alcanza nuestros oídos y escuchamos un sonido de las chispas con la mínima caída de voltaje, una ruptura en los espacios largos, altos voltajes y únicamente un trueno si la onda de presión es generada por una tremenda chispa la cual está alumbrando. La energía es suficiente para iniciar las reacciones redox dependiendo de la estabilidad de las sustancias en o cerca del espacio y la cantidad de energía que puentea el espacio. En el caso de producir luz, la reacción redox resulta de la oxidación atmosférica del nitrógeno a dióxido de nitrógeno y tetraóxido de nitrógeno.

Otra forma de energía eléctrica que puede iniciar reacciones redox es la electricidad estática, aunque no existe nada estático en el sentido estacionario, se tiene una mejor denominación como electricidad friccional o de fricción, debido a que es generado por el roce entre dos materiales entre sí. De estos dos materiales, uno debe de ser un excelente aislante y el otro un excepcional donador de electrones, para que en este tipo de electricidad la fricción vigorosa entre la superficie de uno con la del otro cause la extracción de electrones de la superficie del material donador y el forzamiento a que entren estos electrones en la superficie del aislante, creándose al mismo tiempo una presión eléctrica

### **FRICCIÓN MECÁNICA**

La electricidad de fricción se lleva a cabo debido a la frotación entre ciertos materiales y frotando rápidamente casi cualquier sustancias sólidas entre sí con suficiente presión, esto producirá calor por fricción mecánica. Este calor, es una indicación de la energía repartida a las moléculas de la superficie por la acción de fricción y puede crecer bajo las condiciones apropiadas hasta que la temperatura del material esté abajo de su punto de ignición.

### **SUPERFICIE CALIENTE**

Cualquier superficie que tenga suficiente energía en forma de calor puede llevar a cabo una reacción redox, siempre y cuando, la temperatura de la superficie esté por encima del punto de ignición del material que esta en contacto con ella. Cualquier masa es capaz de reservar o guardar energía y su capacidad de almacenaje es directamente proporcional a la masa total, así mismo, a su estructura molecular. Por esta razón, si la masa es pequeña o no se a reemplazado o incrementado la energía, el material en contacto se comportará como un reductor de temperatura y estará por abajo del punto de ignición del material en contacto.

Un amplio margen de condiciones podrían resultar por el contacto de una superficie caliente dependiendo del material de ambas superficies y de la energía disponible. Estas condiciones podrían variar con un cambio no visible en el contacto entre estos materiales, ciertamente dependiendo de la cantidad total de energía disponible y del

punto de ignición de la superficie en contacto. Un ejemplo claro de esto sería poner un hierro en una superficie caliente en donde no se notará efecto alguno, si ponemos lana de acero caliente en oxígeno puro, resultará en una combustión completa del acero. Por otra parte, si ponemos nitroglicerina en una superficie a 300 °F (149 °C) no se observará más allá que la evaporación del agua, sin embargo, si se pone en una superficie a una temperatura de 600 °F (316 °C) producirá explosiones dramáticas. Entre estos dos casos extremos encontramos lo que ocurre si vertimos azúcar en una superficie caliente de una estufa, el azúcar se carbonizará y se producirá una gran cantidad de humo únicamente.

Cuando las superficies calientes contienen suficiente energía producirán energía radiada en forma de luz, por lo que es posible entonces aproximar la temperatura de brillantar los objetos por la emisión de color.

<b>Color</b>	<b>Temperatura Aproximada °C</b>
Rojo sensible	500 - 600
Rojo oscuro	600 - 800
Rojo brillante	800 - 1000
Rojo amarillento	1000 - 1200
Amarillo brillante	1200 - 1400
Blanco	1400 - 1600

### **COMPRESION**

La fase gaseosa de varios solventes puede encenderse por una compresión repentina del volumen encerrado. La máquina de diesel esta diseñada bajo este principio, ya que la compresión debe de ser extremadamente rápida para que el calor generado del repentino forcejeo de las moléculas no se pierda, sino que incremente la temperatura del gas comprimido arriba de su punto de ignición.

En orden de tener el golpe de energía de compresión transformado a la fase gas en forma de incremento de temperatura, pequeña o no la fuga de esa fase gaseosa es permitida alrededor del medio de compresión. El medio de compresión puede ser un pistón mecánico o un golpe de presión extremadamente alto, atrapando la fase gaseosa en el entorno atmosférico. Se dice que la compresión es adiabática si no existe pérdida de calor durante el choque, lo que es prácticamente imposible. Mientras que la ignición por compresión se piensa que únicamente se destina a las máquinas de diesel; han sido reportados casos que ocurrieron en edificaciones, inclusive en lugares abiertos

### **IMPACTO**

El impacto es ciertamente una forma de poner una gran cantidad de energía en una masa en un tiempo muy corto. Un martillo o un peso cayendo puede generar una gran cantidad de energía cinética. Al igual que en la ignición por compresión, la energía debe proporcionar una parte del punto de ignición del material y debido a la naturaleza del impacto esto debe suceder en un sólo punto. Los millones de moléculas en este punto pueden reaccionar por la energía aplicada y dirigirse al punto de ignición. Los

materiales en estado líquido regularmente no reaccionan al impacto, aunque existen notables excepciones, la nitroglicerina es una de ellas. Una gran cantidad de sólidos son sensibles al impacto, siendo todos ellos materiales cristalinos, que cuando una cantidad suficiente de energía cinética fractura algunos cristales a lo largo de sus enlaces altamente estresados, provoca la oxidación y produce resultados devastadores.

## OPTICO

No hay discusión de que la luz no es una forma de energía o que la luz solar no es una abundante fuente de energía, por lo que, si concentramos solo una pequeña parte de esta energía por medio de un lente bajo las condiciones apropiadas, podremos incrementar la temperatura de un punto dado de masa arriba de su punto de ignición e iniciar la combustión. El lente no necesariamente debe de ser redondo, con solo tener la figura apropiada y con las condiciones propicias cualquier material transluciente puede concentrar la energía radiada del sol y originar la combustión.

La figura apropiada puede ser cualquier superficie curva y las condiciones propicias serán aquellas que favorezcan el incremento de temperatura. Por otro lado el aislamiento no se requiere en sentido estricto y no habrá efectos de enfriamiento por corrientes de aire, obviamente la substancia que recibe la energía concentrada deberá ser combustible. Existen también aquellos materiales los cuales poniéndolos en contacto uno con otro, solo requieren una ligera cantidad de energía óptica para hacerlos reaccionar. Un ejemplo de estos materiales podría ser el del hidrógeno y cloro mezclados en un cuarto oscuro, comportándose completamente estables en la obscuridad, pero que con una ligera cantidad de luz de sol disparará la reacción, aún sin el uso de un lente.

## GRADOS DE COMBUSTION ANORMALES

Las reacciones de combustión pueden proceder en un grado muy lento (decaimiento) o en un grado muy rápido (detonación) o por lo mismo hay un sin número de grados de reacciones entre estos límites. Referente a la combustión, varios términos son frecuentemente mal empleados, por lo que los términos correctos en el orden del incremento de los grados de reacción son:

**Combustión:** Una rápida oxidación con evolución de calor y luz

**Deflagración:** Una muy rápida oxidación con evolución de calor y luz, además de la generación de una muy baja onda de presión

**Explosión:** Una muy rápida oxidación con evolución de un considerable calor acompañado de efectos destructivos muy violentos debido a la media velocidad de la onda de choque. Todos los productos de las reacciones son gases.

**Detonación:** Una reacción de oxidación extremadamente rápida, casi instantánea, con una evolución de calor considerable, acompañada al mismo tiempo de un efecto destructivo muy violento e intenso y alta velocidad de onda de choque. Todos los productos de las reacciones son gases

## DETONACION Y EXPLOSION

De las definiciones anteriores podemos observar que una detonación es una explosión extremadamente rápida, la cual es por sí misma una reacción de combustión muy rápida, entonces, por definición una detonación es una combustión ultra rápida. El tiempo total de iniciación hasta completar la reacción depende de una característica del material llamada velocidad de detonación. Ambos, el contenedor y el estado físico, que es la densidad compactada del material, afectan la velocidad de detonación; en general, mientras más fuerte sea el contenedor y más alta la densidad, más rápida será la propagación de la detonación a través del material.

La nitroglicerina es un buen ejemplo de como la temperatura afecta el grado final:

<b>Temperatura Aproximada °C</b>	<b>Acción</b>
182	Se calienta con fumarolas amarillas
193	Evaporación lenta
199	Evaporación rápida
216	Deflagración
227	Deflagración rápida
241	Algunas veces hay detonación (residuo)
257	Siempre hay detonación (residuo)
266	Detonación completa
288	Detonación completa con flama

Por esta razón, parecería que al producir una detonación, el grado inicial de reacción excederá la característica del punto de inicio, sino es así, el explosivo podría quemarse lentamente, rápidamente o simplemente explotar. La temperatura, así como los límites, afectarán el punto de inicio de la reacción de detonación. Esto es, que entre más alta sea la temperatura de la masa justo antes de que sea aplicada a la energía de inicio, más fácilmente reaccionará

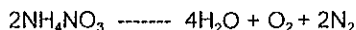
Muchos materiales que detonan lo hacen aún con la ausencia de un agente oxidante, en efecto, estos contienen sus propios agentes oxidantes en forma de átomos oxidantes. Estos átomos están unidos a la molécula total por enlaces altamente estresados, sabiendo que, entre más estresados estén los enlaces más fácil será su ruptura, en otras palabras, entre más estrechamente estén unidos y mejor ganen electrones los átomos, más inestable es la sustancia, por lo tanto, más frecuentemente serán enriquecidos en nitrógeno y oxígeno. El nitrógeno con la tendencia de múltiple valencia y el oxígeno con el potencial de ganar electrones, hacen finos componentes para materiales explosivos.

Los materiales modernos hechos para fines detonantes, largos y cortos, tienden a ser orgánicos complejos, compuestos que contienen nitrógeno-oxígeno. Los materiales están adaptados para una mejor seguridad en su manejo y diseñados para ser detonados apropiadamente. Estos materiales se basan en materiales descubiertos debido a que han explotado o detonado accidentalmente durante algunas experimentaciones. Algunos de los explosivos orgánicos nitrógeno-oxígeno son

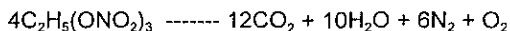
Nombre común	Fórmula
Trinitrotolueno	$C_6H_2(NO_2)CH_3$
Acido pícrico	$C_6H_2(NO_2)_3OH$
Nitroglicerina	$C_3H_5(NO_3)_3$
Tetril	$C_6H_2(NO_2)_4NCH_3$
Trinitroanisol	$C_6H_2(NO_2)OCH_3$

Hay algunos compuestos orgánicos que también explotarán o detonarán, estos también, en su mayoría contienen átomos de nitrógeno y oxígeno. Los compuestos de cloro y oxígeno llamados clorados, cuando se mezclan con sulfuros, fosfuros y varios compuestos orgánicos que son muy explosivos y solo requieren una muy pequeña energía de fricción para iniciar su alta velocidad de reacción. Los compuestos clorados son por su naturaleza excelentes agentes oxidantes.

Las reacciones de explosión y detonación tienen la característica común de producir grandes volúmenes de productos gaseosos y no sólidos. La reacción de detonación del nitrato de amonio es la siguiente:



mientras que la reacción de detonación de la nitroglicerina:



La onda de choque producida por la repentina generación de esos grandes volúmenes de gases calientes ha sido medida a varios cientos de miles de libras por pulgada. Los grados de expansión de 15,000 a 20,000 a uno, no son raros, ya que debido a la alta presión y temperatura, estos gases tienden a ser muy reactivos. Esta característica lleva a reacciones secundarias. En un desastre repentino el oxígeno caliente y altamente reactivo está disponible para empezar la oxidación de compuestos normalmente estables, resultando en un nuevo fuego o la consecución del que está en progreso. De esta manera, tan dañino como un fertilizante orgánico en la forma de nitrato de amonio, puede prácticamente barrer toda una ciudad cuando la estabilidad de ese compuesto inorgánico está desordenado y desarrollando oxígeno considerablemente.

de fuego que pueda ocurrir y de la naturaleza del proceso o del contenido interno en una edificación. Como ya se mencionó anteriormente, los extinguidores están diseñados para cumplir con fuego de tamaño limitado y es prácticamente necesario en que la propiedad esté equipada con un sistema de rociadores automáticos o algún otro tipo de sistema adecuado. Los extinguidores portátiles se deberán mantener completamente cargados del químico seleccionado y en los lugares previamente establecidos, es por esto que deberán estar conscientemente localizados en donde estén fácilmente accesibles y disponibles en el caso de incendio, como en las salidas del área o en los pasillos de acceso común, no deberán ser obstruídos con nada tanto físico como visual. En áreas muy grandes en donde se tenga elección de extinguidores para el uso específico, se deberá marcar muy estrictamente el tipo de extinguidor, que es y para que tipo de fuego puede ser utilizado.

Los tipos de fuegos que hay son los de clase A, B, C y D definidos a continuación:

Clase A: Son fuegos en materiales ordinariamente combustibles, tales como, madera, papel, telas, hule y varios plásticos.

Clase B: Fuegos en líquidos inflamables, gases y grasas.

Clase C: Fuegos que involucran equipo eléctrico energizado, en donde, la no conductividad eléctrica de la media de extinción es importante (Cuando el equipo eléctrico no está energizado los extinguidores para la clase A y B pueden ser utilizados con seguridad.

Clase D: Fuegos en metales combustibles, tales como, magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio.

Otras condiciones que se deben tomar en cuenta para que el equipo de extinguidores funcione son las siguientes

Temperatura: Debe ser considerada la temperatura del ambiente en la que operaran los extinguidores.

Peso total: Los extintores deberán ser seleccionados para que la puedan ser utilizados físicamente por una persona, ya que el usuario puede ser una mujer.

Corrosión: Los extintores pueden estar expuestos a una atmósfera corrosiva por lo que tendrán que ser protegidos para su correcto funcionamiento.

Agente de reacción: Se deberá contemplar la posibilidad de reacciones adversas, contaminación u otros efectos de un agente extintor en procesos de fabricación.

### **Consideraciones de salud y seguridad**

En la selección de los extinguidores las consideraciones estarán dadas a daños de salud y seguridad involucrados en el uso y en el mantenimiento descrito a continuación:

Los extinguidores de bromotrifluorometano contienen un agente extintor el cual no es tóxico en su estado normal. Por otra parte, cuando se aplica a un incendio se producirán compuestos en descomposición. Es muy peligroso utilizar este tipo de extintores en lugares no ventilados, tales como, pequeños cuartos, closets, vehículos motorizados o cualquier otro lugar cerrado.

Los extintores de dióxido de carbono contienen un agente extintor el cual no soportará vida alguna cuando se usa en concentraciones suficientes para extinguir un incendio, ya que, utilizarlo en cualquier lugar no ventilado puede diluir el oxígeno suministrado. Una prolongada ocupación de dichos espacios puede resultar en la pérdida del sentido debido a la falta de oxígeno.

Los extinguidores de agua a presión, de espuma y dióxido de carbono presentan un fuerte peligro si son utilizados en equipo eléctrico energizado. Mientras que los extinguidores con químicos secos utilizados en pequeñas áreas no ventiladas reducirá altamente la visibilidad y fácilmente sellan los ductos de aire.

La mayoría de los fuegos originan productos tóxicos en descomposición de la combustión y algunos materiales pueden producir gases altamente tóxicos. El fuego puede también consumir el oxígeno disponible o producir una peligrosa y alta exposición al calor convectivo o radiado. Todo lo anterior afecta el grado al cual un incendio puede ser alcanzado con los extinguidores.

### BOCA DE INCENDIO EQUIPADA

Las bocas de incendio equipadas son uno de los tipos de sistemas de mangueras de posible utilización en la lucha contra incendios. Una boca de incendio equipada (BIE) debe considerarse, dentro de un sistema de mangueras, como una toma de agua provista de los elementos, en un punto fijo de una red de incendios, necesarios para transportar y proyectar agua desde el mismo hasta el lugar del fuego, incluyendo los elementos de soporte, medición de presión y protección del conjunto.

Una boca de incendio equipada está constituida por un conjunto de válvula, manguera y lanza, conectado permanentemente a un abastecimiento de agua (fig. 3.2.1).

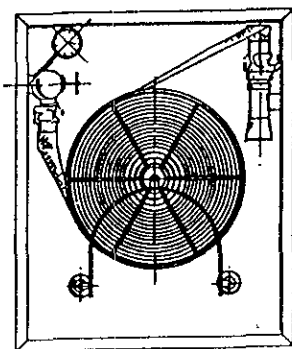


Fig. 3.2.1 Boca de incendio equipada.  
(soporte de devanadora)

La protección proporcionada por las bocas de incendio equipadas puede considerarse desde los siguientes puntos de vista:

- Medio de primera intervención.

- Medio para sofocar conatos, o en caso de incendio declarado, para una acción inmediata a cargo del equipo de primera intervención. En este caso las BIE serán el complemento de un sistema de mangueras de mayor capacidad (hidrantes) o de un sistema de rociadores automáticos.

- Medio fundamental de extinción interior. Si las características del establecimiento lo permiten, las BIE pueden ser el medio fundamental de extinción. Si las exigencias relativas al caudal y al alcance no pueden ser cumplidas por las BIE, éstas no podrán ser el medio fundamental de extinción. En todo caso las BIE son mangueras que deben permitir una cierta rapidez de intervención, por ello:

\* Siempre se intercalarán en el interior del riesgo protegido.

\* Su distribución será tal, que existan BIE próximas a todo punto de riesgo protegido.

\* Sus características permitirán una fácil utilización. Entre estas características cabe destacar la facilidad de extensión y un caudal y presión de funcionamiento adecuados.

\* Deberá existir un equipo del personal permanente, con un entrenamiento especializado para su inmediata utilización.

\* Exigencias de alcance de chorros y de caudales grandes.

### **Características**

- BIE de 25 mm

Por el tamaño y tipo de manguera que emplea se destacan las siguientes características:

\* No exige la extensión total de la manguera para comenzar a arrojar agua.

\* La extensión de la manguera es fácil, al no ser colapsable.

\* Al ser bajos los caudales conducidos, la fuerza de reacción es baja, por lo que puede ser utilizada por una sola persona. Así mismo los daños producidos por la extinción son reducidos.

- BIE de 45 mm

Por el tamaño y tipo de manguera que emplea, se destacan las siguientes características:

\* Es necesaria la extensión total de la manguera para su utilización

\* Esta boca presenta dificultades de extensión de la manguera al ser colapsable



\* Al ser altos los caudales conducidos, la fuerza de reacción es alta. Esta característica unida a la dificultad de extensión, hace que para su manejo se requieran dos o más personas. Además, los daños que ocasiona durante la extinción pueden ser elevados

De estas características se desprende la necesidad de formación del personal que vaya a utilizar este tipo de BIE y, en general, mangueras de 45 mm.

## CAPITULO IV

### INFORMACION GENERAL: "SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMATICOS" DE ACUERDO A LA N.F.P.A. CODIGO 13



Esta instrucción técnica es una edición en español del Código N.F.P.A. 13-1991. La National Fire Protection Association tiene el correspondiente derecho de copia sobre este documento.

La edición de 1991 supone una completa reorganización del código de una forma más cómoda para el usuario. Esto conlleva la distribución del contenido en un orden más lógico y conciso.

Los cambios más importantes en cuanto al contenido son la clasificación de los tipos de construcción en dos grupos básicos, algunas modificaciones en las curvas área - densidad y nuevas restricciones para el diseño de los sistemas calculados por tablas. Entre los restantes cambios cabe citar la incorporación de nuevos requisitos para algunos materiales de tubería no metálicos.

El objetivo de este código es proporcionar un grado razonable de protección contra incendios a las personas y a los bienes materiales, mediante la normalización de requisitos de diseño, instalación y prueba de los sistemas de rociadores, sobre la base de sólidos principios de ingeniería, datos de ensayo y experiencias de campo. Este código intenta que continúe el excelente comportamiento que han demostrado los sistemas de rociadores a la hora de afrontar las necesidades de una tecnología cambiante. Este código no se opone a las nuevas tecnologías ni al uso de soluciones alternativas, siempre que el nivel de seguridad que aquí se establece no se vea disminuido. Los materiales o componentes de los que no se hace mención específica en este código deben utilizarse de completo acuerdo con todas las condiciones, requisitos y limitaciones de sus listados.

Un sistema de rociadores automáticos es un sistema especializado de protección contra incendios, que exige para su diseño e instalación un buen nivel de conocimientos y experiencia.

Debido a que en México no se cuenta con un código de protección y seguridad contra incendios, la protección, selección de materiales y equipos, diseño, instalación, supervisión y mantenimiento, se ha basado en los códigos de la N.F.P.A. En el caso de los sistemas de rociadores automáticos, específicamente es el código 13 de la misma institución.

**Nota:** La N.F.P.A. no aprueba, inspecciona ni certifica ninguna instalación, procedimiento, equipo ni material, y tampoco aprueba ni evalúa laboratorios de ensayo. Al determinar la aceptabilidad de instalaciones, procedimientos, equipos o materiales, la autoridad competente puede basar su aceptación en que cumplan los códigos de la N.F.P.A. o con otras normas apropiadas. En ausencia de tales normas, dicha autoridad puede exigir una prueba evidente de que la instalación, el procedimiento o el uso son adecuados. Asimismo, la autoridad competente puede remitirse a los procedimientos de listado o etiquetado de una entidad dedicada a la evaluación de productos, que pueda determinar que la producción más actual de los elementos listados cumpla con las normas apropiadas.

**Autoridad competente (Authority having jurisdiction).** La autoridad competente, es el organismo, oficina o persona responsable de la aprobación de un equipo, una instalación o un procedimiento.

**Aprobado (Approved).** Aceptable para la autoridad competente

**Listado (Listed).** Equipo o material incluido en una lista publicada por una entidad reconocida por la autoridad competente, dedicada a la evaluación de productos, que realiza inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales incluidos en las listas y cuya inclusión significa que los equipos o materiales cumplen unas normas adecuadas, o que han sido ensayados y hallados aptos para su uso de una manera especificada

#### 4.1. DEFINICIONES GENERALES

**Sistema de rociadores automáticos.** Un sistema de rociadores para fines de protección contra incendio, es un sistema de tubería subterránea y aérea diseñada de acuerdo con los estándares de ingeniería de protección contra incendio. La instalación incluye un abastecimiento de agua, tal como, un tanque elevado o cisterna, bomba contra incendio, una reserva de un tanque a presión o la conexión a la tubería de agua pública de la ciudad. La porción de los rociadores no subterráneos es una cadena de tuberías de tamaño especial o hidráulicamente diseñadas para ser instaladas en edificios, estructuras o áreas, en donde los rociadores se conectan en una forma sistemática. El sistema incluye una válvula de control y un accesorio para actuar una alarma cuando el sistema se encuentre en operación. El sistema es usualmente activado por calor de fuego, descargando agua sobre el área del incendio.

**Control de Incendio (Fire Control).** Limitación de la extensión de un incendio mediante descarga de agua, cuyo objeto es disminuir la velocidad de desprendimiento de calor y mojar los combustibles adyacentes, controlando al mismo tiempo la temperatura de los gases en el nivel del techo, para evitar daños estructurales.

**Supresión de incendio (Fire Supression).** Drástica reducción de la velocidad de desprendimiento de calor de un incendio y evitación de su reavivamiento mediante la aplicación directa y suficiente de agua, através del penacho de humo y gases de combustión, sobre aquella superficie del combustible que esté ardiendo.

**Sistema de rociadores (Sprinkler System).** Un sistema de rociadores, como medio de protección contra incendios, es un sistema integrado de tuberías enterradas y aéreas, diseñado de acuerdo con los códigos de protección contra incendios. La instalación incluye uno o más abastecimientos automáticos de agua. La parte aérea del sistema de rociadores consiste en una red de tuberías especialmente dimensionadas o calculadas hidráulicamente, instalada en un edificio, estructura o zona, generalmente a nivel del techo, a la cual se conectan los rociadores según una configuración sistemática. La válvula de corte de cada sistema está situada en su tubería de acometida. El montante de cada sistema de rociadores lleva incluido un dispositivo que acciona una alarma cuando el sistema entra en funcionamiento. El sistema se activa generalmente por el calor que desprende el fuego, y descarga agua sobre la zona incendiada.

**Nota:** El diseño e instalación de los medios de abastecimientos de agua, tales como depósitos elevados, bombas contra incendios, depósitos de presión y tuberías enterradas, está descrito por los siguientes códigos de la N.F.P.A. N.F.P.A. 22, "Standard for water tanks for private fire protection"; N.F.P.A. 20, "Standard for the installation of centrifugal fire pumps"; N.F.P.A. 24, "Standard for the installation of private fire service mains and their appurtenances".

a) Se considera que cada sistema de rociadores tiene una sola válvula de corte en el montante del sistema.

**Sistema calculado hidráulicamente (Hydraulically Designed System).** Sistema calculado de forma que los diámetros de sus tuberías se eligen en función de las pérdidas de carga, para conseguir una densidad de descarga predeterminada [en l / min \* m<sup>2</sup> (gpm \* ft<sup>2</sup>)], o en una presión o un caudal mínimos predeterminados por cada rociador, de forma que la descarga se distribuya con un razonable grado de uniformidad sobre un área especificada.

**Sistema calculado por tablas de tuberías (Pipe Schedule System).** Sistema en el que los diámetros de sus tuberías se determinan por medio de una tabla que corresponde a la clasificación de la actividad. Cada tubería puede abastecer, en función de su diámetro, un número determinado de rociadores.

**Compartimiento (Compartment).** Expresión utilizada para designar un espacio completamente cerrado por las paredes y el techo. Los cerramientos del compartimiento pueden tener aberturas a un espacio contiguo si el dintel de las aberturas está a una distancia del techo de 200 mm (8 in) como mínimo

**Falso techo termosensible (Drop-Out Ceiling).** Falso techo formado por paneles listados, opacos o translúcidos, que son sensibles al calor y que cuando sufren su efecto se desprenden de sus soportes. Este tipo de falso techo se instala bajo los rociadores.

**Barrera térmica (Thermal Barrier).** Material en el que el aumento de la temperatura media de su cara no expuesta a los 15 minutos de exposición al fuego, no excede los 121 °C (250 °F), de acuerdo con la curva normalizada tiempo-temperatura del código N.F.P.A.

**Material no combustible (Noncombustible Material).** Material que, de la forma en que se utiliza y bajo las condiciones previstas, cuando se somete a la acción del fuego o del calor no entra en ignición, ni se quema, ni mantiene la combustión, ni desprende vapores inflamables. Los materiales que hayan superado el ensayo ASTM E 136 "Standard Test Method for Behavior of Materials in a Vertical Tube Furnace at 750 °C", se consideran no combustibles.

**Material limitadamente combustible (Limited Combustible Material).** Material de construcción que no cumple con la definición de material no combustible y que, de la forma en que se utiliza, tiene un poder calorífico no superior a 8,140 kJ/kg (3,500 BTU/Lb) y cumple con las condiciones citadas en uno de los párrafos a) o b) que siguen. Los materiales susceptibles de que su combustibilidad o su índice de propagación de llama crezcan por encima de los límites aquí establecidos al sufrir los efectos del tiempo, de la humedad o de las condiciones atmosféricas, serán considerados combustibles.

a) Materiales que tienen un sustrato no combustible con un recubrimiento superficial cuyo espesor no es superior a 3.2 mm (1/8 in) y cuyo índice de propagación de llama no es superior a 50 (Según la norma de ensayo ASTM E84).

b) Materiales distintos a los descritos en a) y que, de la forma y espesor con que se utilizan, no tienen un índice de propagación de llama superior a 25 (según la norma de ensayo ASTM).

Ni presentan evidencia de combustión progresiva continuada, y cuyo composición es tal que las superficies que se verían expuestas haciendo cortes en el material en cualquier plano no tendrían un índice de propagación de llama superior a 25 (según la norma de ensayo ASTM E84) ni presentarían evidencia de combustión progresiva continuada

**Riesgo de incendio de gran intensidad (High Challenge Fire Hazard).** Riesgo de incendio característico del almacenamiento en altura.

**Almacenamiento en altura (High Piled Storage).** Almacenamiento en pilas compactas, en palets, en estanterías con o sin baldas o en cajones, con una altura superior a 3.7 mts (12 ft)

**Almacenamiento mixto (Miscellaneous Storage).** Almacenamiento cuya altura no sobrepasa los 3.7 m (12 ft) y que es accesorio de otra actividad clasificada según se define en el punto de clasificación de riesgo. Los criterios de protección para almacenamientos mixtos están dentro del objetivo de este código

**Recintos pequeños (Small Rooms).** Locales cuya actividad está clasificada como Riesgo Ligero, de construcción no obstructiva y cuya superficie en planta no es superior a 74.3 m<sup>2</sup> (800 ft<sup>2</sup>).

## 4.2. TIPOS DE SISTEMAS

**Sistema de tubería mojada (Wet Pipe System).** Sistema constituido por rociadores automáticos situados en una red de tuberías que contiene agua y que está a un abastecimiento, de manera que el agua se descarga de forma inmediata por los rociadores que se abren por la acción del calor procedente del fuego.

**Sistema de tubería seca (Dry Pipe system).** Sistema integrado por rociadores automáticos situados en una red de tuberías que contiene aire o nitrógeno a presión, cuya liberación (debida, por ejemplo, a la apertura de un rociador) permite que la presión del agua abra una válvula, denominada válvula de tubería seca. Como consecuencia, el agua penetra en la red de tuberías y se descarga por los rociadores que están abiertos.

**Sistema de acción previa (Preaction System).** Sistema compuesto por rociadores automáticos situados en una red de tuberías llena de aire, que puede estar o no a presión, además de un sistema suplementario de detección de incendios, instalado en las mismas zonas que los rociadores. La activación del sistema de detección abre una válvula que permite que el agua penetre en la red de tuberías y se descargue por los rociadores que pueden estar abiertos.

**Sistema de diluvio (Deluge System).** Sistema constituido por rociadores abiertos, instalados en una red de tuberías conectada a un abastecimiento de agua por medio de una válvula, que se abre cuando entra en funcionamiento un sistema de detección de incendios instalado en las mismas zonas que los rociadores. Al abrirse la válvula, el agua penetra en la red de tuberías y se descarga por todos los rociadores instalados en ella.

**Sistema combinado de tubería seca y acción previa (Combined Dry Pipe-Preaction System).** Sistema integrado por rociadores automáticos instalados en una red de tuberías que contiene aire a presión y por un sistema suplementario de detección de incendio instalado en las mismas zonas que los rociadores. El funcionamiento del sistema de detección activa los mecanismos de disparo, que abren las válvulas de tubería seca simultáneamente y sin pérdida de presión de aire en el sistema. El funcionamiento del sistema de detección provoca también la apertura de los purgadores de aire situados en el extremo de la tubería de distribución, lo que precede, normalmente, a la apertura de los rociadores. El sistema de detección sirve también como sistema automático de alarma de incendio.

**Sistema anticongelación (Antifreeze System).** Sistema de rociadores de tubería mojada que está constituido por rociadores automáticos instalados en una red de tuberías que contiene una solución anticongelante y está conectada a un abastecimiento de agua. La solución anticongelante se descarga, seguida inmediatamente de agua, ante el funcionamiento de los rociadores abiertos por la acción del calor procedente del fuego.

**Sistema de circulación en circuito cerrado (Circulating Closed-Loop System).** Sistema de rociadores de tubería mojada que dispone de conexiones ajenas a la protección de incendios, formando una red de tuberías en circuito cerrado cuyo objeto es aprovechar las tuberías del sistema de rociadores para el transporte de agua de calefacción o de refrigeración. El agua del sistema no se usa ni se descarga, sino que solamente se recircula.

#### 4.3. COMPONENTES DEL SISTEMA

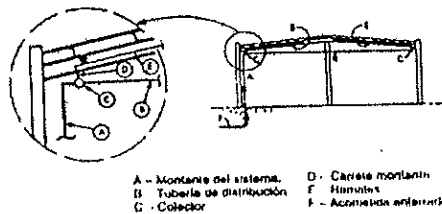
**Ramales (Branch lines).** Tuberías en las que están situados los rociadores, ya sea directamente o por medio de los montantes.

**Colectores (Cross Mains).** Tuberías que alimentan a los ramales, ya sea directamente o por medio de los montantes.

**Montantes (Risers).** Tuberías verticales de abastecimiento.

**Dispositivos de supervisión (Supervisory Devices).** Dispositivos cuya función es supervisar la operatividad de los sistemas de rociadores automáticos.

**Montante del sistema (System Riser).** Tubería aérea de alimentación conectada directamente al abastecimiento de agua.



**Figura 4.3.**  
**Sección vertical de un edificio que muestra los componentes del sistema de tuberías para rociadores**

#### 4.4. Cámaras y almacenes frigoríficos

**4.4.1.** Para evitar la formación de hielo y escarcha dentro de las tuberías instaladas en cámaras frigoríficas cuya temperatura sea igual o inferior a 0 °C (32 °F), se necesita una instalación y mantenimiento cuidadosos y algunas disposiciones especiales para las tuberías y dispositivos.

Siempre que se presente la ocasión, en los sistemas existentes conviene instalar accesorios tales como los que se especifican en 4.4.2. y se ilustran en las figuras A 4.4.2 a) y b), así como conexiones de limpieza.

Cuando sea posible conviene que los montantes se sitúen en cajas de escalera u otras áreas no refrigeradas. Esto reduciría el riesgo de formación de hielo o escarcha dentro de la tubería del montante.

Conviene que los conectores se conecten a los montantes o a las tuberías de distribución mediante bridas. En general, conviene instalar accesorios enbridados en puntos adecuados para un fácil desmontaje del sistema. Los soportes de anillo partido articulado o de otros tipos fácilmente desmontables facilitarían esta tarea.

Como no conviene dejar que el agua penetre en las tuberías de los rociadores en lugares en los que el riesgo de congelación sea constante, o en los que la temperatura sea mantenerse igual o inferior a 4.4 °C (40 °F), es importante que, en el momento de la instalación del sistema, se dispongan medios para realizar las pruebas de disparo de las válvulas de tubería seca que den servicio al sistema. El código NFPA 13A, "Recommended Practice for the Inspection, Testing and Maintenance of Sprinkler Systems" contiene directrices en esta materia.

**4.4.2.** En las cámaras frigoríficas deben disponerse accesorios para la inspección visual del interior de las tuberías, en todos los puntos en los que se produzca lo siguiente

- a) Conexión de un colector a un montante o a una tubería de distribución.
- b) Cambio de dirección de una tubería de distribución.
- c) Paso de un montante o de una tubería de distribución desde una zona caliente a una zona fría, a través de una pared o de un piso.

**A.4.4.2.** La unión de las tuberías y los accesorios mediante manguitos partidos articulados puede facilitar la separación de las tuberías para su inspección interna.

- a) Esto se puede llevar a cabo instalando una brida ciega en un accesorio (T o cruz) en el montante o en el colector o un carrete en bridada desmontable de 600 mm (24 in.) de longitud en la tubería de distribución, como se muestra en la figura A.4 4.2.a). Tales accesorios, junto con las conexiones para limpieza por flujo de agua que se indican en 10.4.3.2., permiten la inspección de los colectores en toda su longitud. Los ramales se pueden inspeccionar desconectándolos de los colectores.
- b) Esto se puede realizar instalando carretes con tapa, de 50 mm. (2 in.) o bridas ciegas en los accesorios.
- c) Esto puede conseguirse, en los pasos a través de un piso, mediante una T con brida ciega en la zona fría y en los pasos a través de una pared, mediante un carrete enbridado desmontable, de 600 mm (24 in.) de longitud, en la zona caliente tal como se ilustra en la figura A.4 4.2 b).

**4.4.3.** Debe instalarse una alarma local de baja presión de aire en los sistemas de rociadores que den suministro a zonas de congelación.



4.4.4. Las tuberías que pasen por cámaras frigoríficas se deben instalar en pendiente.

4.4.5. El suministro de aire para los sistemas debe tomarse de la cámara de mas baja temperatura o a través de un deshidratador químico, para evitar la entrada de humedad en el sistema. El uso de nitrógeno comprimido en botellas en lugar de aire es aceptable.

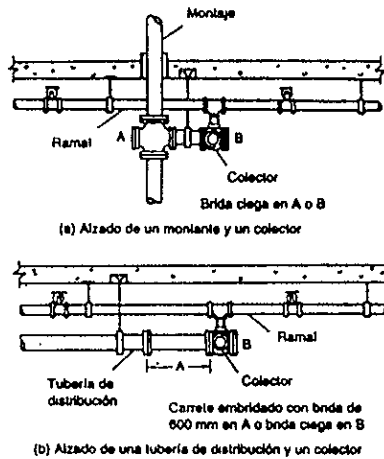


Figura A.4.4.2. a)

Accesorios para facilitar la inspección de las tuberías de distribución, montantes y colectores en zonas de congelación

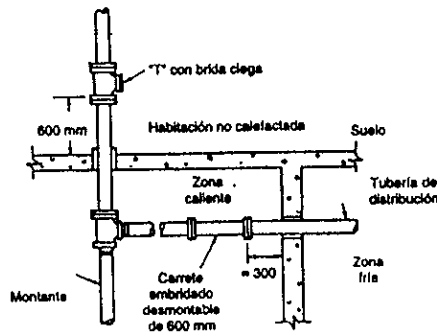
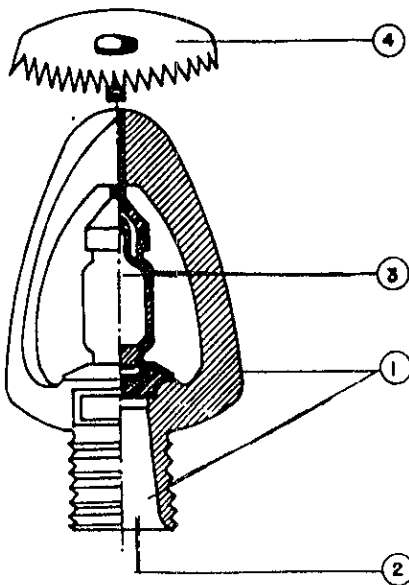


Figura A.4.4.2. b)

Accesorios en una tubería de distribución o en un montante que pase a través de una pared o de un piso desde una zona caliente a una zona fría



1. Cuerpo del rociador
2. Orificio de salida de agua
3. Elemento termosensible
4. Deflector

Figura 1. Rociador automático

Cabezas rociadoras.

Ramales. Tuberías en las que están directamente situadas las cabezas rociadoras.

Tuberías de distribución. Tuberías que alimentan a los colectores desde la tubería vertical.

Tubería vertical o ascendente. Tubería en la que está situada la válvula de alarma del sistema de rociadores.

Válvula de alarma. Válvula de retención o antiretorno, para montaje vertical, dotada de los medios necesarios para producir una alarma cuando fluya agua a través de ella.

Válvula de control. Válvula de corte, de tipo indicador, para abrir o cerrar el paso al sistema de rociadores.

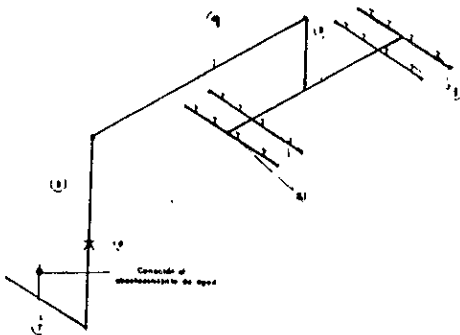


Figura 2. Instalación de rociadores

- |                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Cabezas rociadoras      | 5. Tubería vertical o ascendente |
| 2. Ramales                 | 6. Válvula de alarma             |
| 3. Colector                | 7. Válvula de control            |
| 4. tubería de distribución |                                  |

### 5.3. TIPOS DE ROCIADORES

Los rociadores se clasifican en los siguientes grupos y tipos:

#### 5.3.1. Según el elemento termosensible

Según el elemento termosensible los rociadores automáticos de agua se clasifican en (fig. 3):

a) Elemento fusible, cuya parte termosensible está constituida por la aleación eutéctica de metales de bajo punto de fusión (Bs, Pb, Sn, Cd, Ag y Sb).

b) Ampolla de vidrio, cuyo interior contiene un líquido de alto coeficiente de dilatación (alcohol, cetona, etc.), y una pequeña burbuja de aire.

c) Elemento bimetálico (Rociadores On-Off).

#### 5.3.2. Según la temperatura de tarado

Para las distintas aplicaciones existen temperaturas de tarado variables, siendo el margen habitual el comprendido entre 57 y 343 °C (135 a 650 °F). La elección de la temperatura de tarado es un parámetro de gran importancia en el diseño de una instalación, para que el sistema de rociadores automáticos garantice la adecuada protección en el local en el que esté instalado.

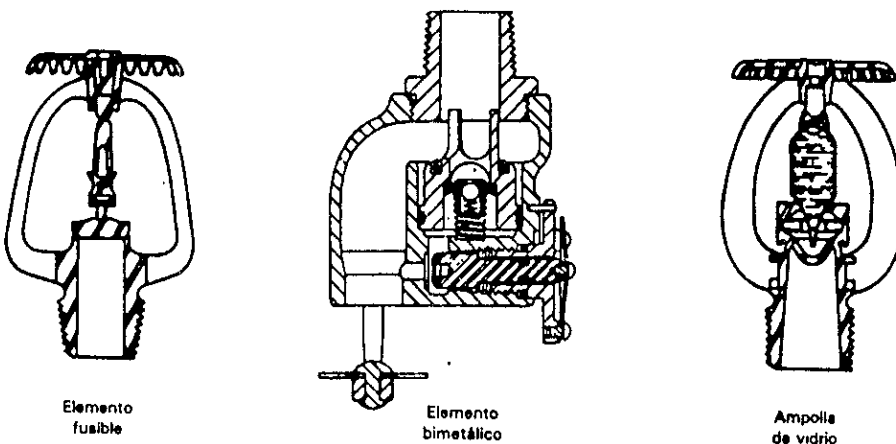


Figura 3. Clasificación de rociadores según el elemento termosensible

### 5.3.3. Según el diámetro nominal de la cabeza

Debido a las diferentes necesidades de agua precisas para la protección de las distintas clases de riesgos, existen cabezas rociadoras de diferentes diámetros, siendo los únicos admitidos los expuestos en el cuadro 1.

TIPO ROCIADOR	DIAMETRO	NOMINAL	FACTOR K
	Pulgadas	mm	(métrico)
Pequeño orificio	3 / 8	9.5	40
Standard	1 / 2	12.7	81
Gran orificio	17 / 32	13.5	115
Gota gorda	0.64	16.3	161

**Cuadro 1**  
**Clasificación de rociadores según el diámetro nominal**

### 5.3.4. Según el tipo de deflector y descarga

#### a) "Old type" o Convencional (fig. 4)

Rociadores cuya estructura fué desarrollada en 1925 por Mather and Platt Ltd., modificando un diseño Grinnell. La característica fundamental es que del agua descargada una cantidad comprendida entre el 40 y el 60% se dirige hacia la cubierta, cayendo posteriormente en forma de gotas de gran tamaño. Por ello, la distribución del agua y el tamaño de las gotas es irregular (fig. 5). Se utiliza indistintamente en posición montante o colgante.

#### b) "Standard" o Pulverizador

Rociadores desarrollados a comienzos de los años cincuenta, similares en todos sus aspectos a los rociadores "Old Type" o convencionales, excepto en el diseño del deflector. La descarga de este tipo de rociadores es tal que toda el agua arrojada se dirige en forma pulverizada hacia el suelo, no mojando la cubierta (fig 6) La distribución y el tamaño de gota son mucho más regulares que en el caso de rociadores "Old Type". Los deflectores son diferentes para posición montante o colgante.

#### c) "Large Drop" o gota gorda

Rociadores desarrollados en los años setenta para una necesidad más especial que se hizo visible en el desarrollo de incendios con gran desprendimiento de calor, por ejemplo en almacenes de bobinas de plástico o aerosoles. Sólo se fabrican con diámetros de 0.64 in., para posición montante. El deflector de estos rociadores pulveriza el agua en forma de gotas más gruesas que los "standards" o pulverizadores, para aumentar la capacidad de penetración de los mismos

Las instalaciones con este tipo de rociadores deben diseñarse y calcularse bajo criterios específicos, diferentes a los empleados con otro tipo de rociadores automáticos. Se

utilizarán siempre que sea precisa una descarga por cabeza rociadora superior a 225 l/min.

**d) "Sidewall" o de pared**

Son rociadores con deflectores asimétricos, especiales para ser situados próximos a muros o paredes, de forma que solo una pequeña porción del agua descargada lo haga sobre la pared. Se fabrican con deflectores diferentes para posición colgante o montante.

**5.3.5. Según la posición**

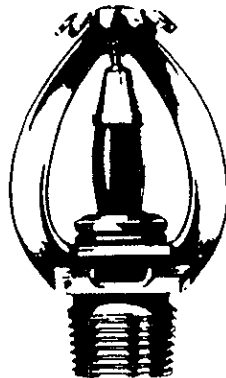
**a) "Upright" o Montante**

Es el rociador pulverizador diseñado para ser colocado con el deflector hacia arriba, es decir, en la parte más alta, por encima del ramal de distribución. Es el tipo de rociador más utilizado, por su efectividad, en la protección de almacenes industriales o públicos en los que no existen falsos techos, o para la protección de los espacios entre la cubierta y el falso techo. En el deflector de estos rociadores deberían estar grabadas las siglas SSU, excepto en los "Old Type".

**b) "Pendent" o Colgante**

Es el rociador pulverizador diseñado para ser colocado con el deflector hacia abajo, es decir en la parte más baja, por debajo del ramal de distribución. Es el tipo de rociador utilizado para proteger almacenes industriales o públicos con falso techo. No es recomendable la utilización de estos rociadores para proteger locales sin falso techo o los huecos entre la cubierta y el falso techo. En el deflector de estos rociadores deberían estar grabadas las siglas SSP, excepto en los "Old Type"

**c) Horizontal. Solo en rociadores de pared.**



**Figura 4. Rociador tipo convencional**

### 5.3.6. Según el tipo de respuesta

En ésta clasificación se considera el Índice de Tiempo de Respuesta (I.T.R.) de las cabezas rociadoras. El I.T.R. es una medida de sensibilidad térmica de las cabezas; cuanto más sensible es a la elevación de la temperatura una cabeza rociadora, menor es su I.T.R.. El I.T.R. tiene unidades de  $(s.m)^{1/2}$ .

#### a) Rociadores de respuesta ordinaria.

En ésta clasificación entran todos los rociadores con I.T.R. mayor de  $100(s.m)^{1/2}$ . En ella entran los rociadores convencionales y pulverizadores, gota gorda y, en general, los no incluidos en las dos divisiones siguientes.

#### b) Rociadores de respuesta rápida.

Son entre otros.

**"Quick Response"**. Son rociadores de tipo "Standard" o pulverizador en los que se ha mejorado la sensibilidad del elemento termosensible. Actualmente no existe ningún rociador "quick response" adecuadamente ensayado o aprobado, por lo que se desconoce la influencia de su apertura temprana respecto al desarrollo del fuego. Su I.T.R. es de, aproximadamente,  $27 (s.m)^{1/2}$ .

**"Early Supresion-Fast Response" (ESFR)**. Los ESFR son rociadores actualmente en desarrollo, similares a los de gota gorda, en los que se ha conseguido menores tiempos de respuesta con mejoras en sus elementos termosensibles. Se están desarrollando para su utilización de ocupación de riesgo extra de almacenamiento. Las condiciones para cálculo, diseño e interrelación de sistemas ESFR son diferentes a las empleadas en los otros sistemas. El I.T.R. de una cabeza rociadora es de, aproximadamente,  $27 (s.m)^{1/2}$ .

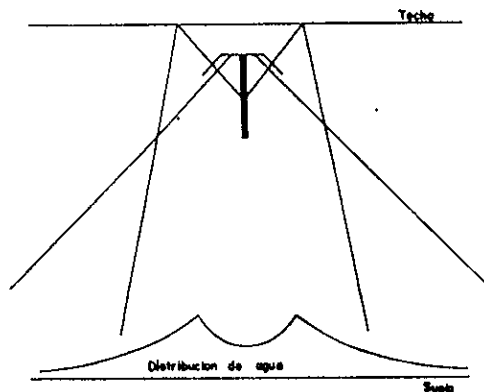


Figura 5. Gráfico de descarga de un rociador tipo convencional

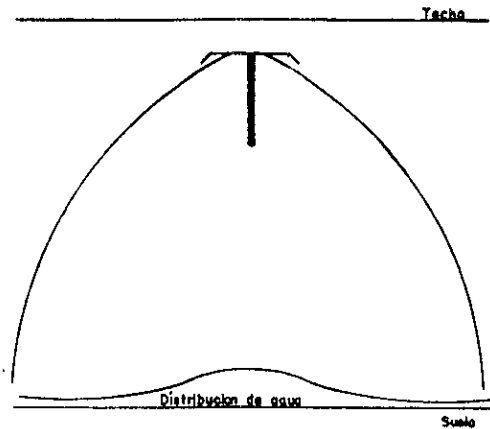


Figura 6. Gráfico de descarga de un rociador tipo pulverizador

### 5.3.7 Según el tipo de sistema

#### a) Rociadores para sistemas de tubería húmeda:

Montantes

Colgantes

#### b) Rociadores para sistemas de tubería seca:

Colgantes

#### c) Rociadores abiertos para sistemas de inundación total.

Estas cabezas no tienen elemento termosensible, por lo que dichos sistemas funcionarán normalmente asociados a instalaciones de detección automática de incendios.

### 5.3.8. Según su fiabilidad

Según ciertos laboratorios de ensayos, los rociadores de agua también pueden clasificarse, en función de su fiabilidad, en:

#### a) Obsoleto

Es un rociador que fue aprobado pero que, en base a estadísticas de siniestros y a resultados de ensayos a escala real, ha demostrado no ser adecuado para la protección de los riesgos para los que fue diseñado. Este tipo de rociador debe reemplazarse. La clasificación obsoleto está expresada en los listados de aprobación UL.

## **b) En servicio**

Es un rociador de fabricación moderna que se considera útil para instalarse como protección de los riesgos para los que ha sido diseñado

### **5.3.9. Otros tipos**

#### **a) Cabeza rociadora con "Venturi", para espuma de baja expansión.**

#### **b) Disimulado**

Se trata de un rociador de tipo colgante, inserto en el falso techo, cuyo deflector se sitúa en el mismo plano del falso techo, por encima del área a proteger. Este rociador está protegido por un cilindro metálico.

#### **c) Cancelado**

Es el mismo tipo de rociador que el anterior, con la excepción de que el deflector está tapado por un círculo metálico unido al cilindro de protección por una soldadura metálica cuya temperatura de fusión es inferior a la de activación de la cabeza rociadora

#### **d) De fusible visto**

Es un rociador que se instala sobre el falso techo. Todo el equipo, excepto el elemento fusible, se encuentra situado dentro de un cilindro metálico. El deflector está unido al orificio de salida de agua por un sistema de cadenas. Cuando se activa el elemento termosensible, el círculo inferior cae, así como el deflector, por acción de la presión de agua.

#### **e) De estanterías**

Se usan para disposiciones "in-rack". Son cabezas rociadoras "standards" o pulverizadoras, equipadas con un disco montado por encima del elemento termosensible, para evitar que la apertura de una cabeza situada en el nivel superior moje a dicho elemento e impida sus apertura.

## **5.4. LOCALIZACION DE LAS INSTALACIONES DE ROCIADORES AUTOMATICOS DE AGUA**

Cuando sea preciso, deberán instalarse sistemas de rociadores automáticos de agua para proteger todos aquellos locales en los que los elementos constructivos o los materiales presentes sean combustibles; extendiendo la protección a una unidad de riesgo completa. Entendiéndose por unidad de riesgo aquella en que la distancia a otros edificios o instalaciones sea suficiente para impedir la transmisión de un incendio o las compartimentaciones respecto a locales próximos o contiguos tengan la adecuada resistencia al fuego.

Los sistemas de rociadores automáticos serán de conveniente instalación para proteger



## Requisitos de Instalación

### 5.6. Requisitos Básicos.

Estos requisitos de instalación son específicos para una disposición normal de los elementos estructurales. Habrá casos en los que los elementos estructurales tengan una disposición que no esté contemplada específicamente en los requisitos. Aplicando los principios de diseño básicos, los diseños resultantes para tales tipos de construcción pueden diferir de los casos específicos, siempre que no se superen los límites máximos establecidos para la distribución y la situación de los rociadores.

**5.6.1.** Los requisitos para la distribución, la situación y la posición de los rociadores se basan en los principios siguientes:

- a) Los rociadores deben cubrir la totalidad del establecimiento.
- b) Los rociadores deben estar situados que no se supere el área máxima de cobertura por rociador
- c) Los rociadores deben estar situados y colocados de manera que el tiempo de respuesta y la distribución de agua sean satisfactorios.

**Excepción No. 1:** Cuando los rociadores se sometan a ensayos específicos y los resultados de ensayo demuestran que ciertas desviaciones respecto al espacio libre requerido entre el rociador y los elementos estructurales no menoscaban la capacidad del rociador para controlar o suprimir el fuego, se permite su situación y colocación de acuerdo con los resultados del ensayo.

**Excepción No.2:** Se permite que la distancia entre los rociadores y el techo supere la distancia máxima especificada, siempre que se demuestre, mediante ensayos o cálculos.

Este código contempla una protección completa, con rociadores en todas las zonas. Otros códigos de la NFPA que requieren la instalación de rociadores pueden no exigir rociadores en ciertas zonas. Conviene seguir los requisitos en tanto en cuanto sean aplicables. Conviene consultar en cada caso a la autoridad competente.

Si un edificio, o una parte de él es de construcción combustible o contiene materiales combustibles, conviene instalar barreras resistentes al fuego normalizadas para separar las zonas protegidas con rociadores de las zonas contiguas sin rociadores. Es conveniente proteger todas las aberturas de acuerdo con los códigos correspondientes y no es aconsejable situar tuberías de rociadores en zonas sin rociadores, a menos que este código permita que la zona de que se trate no esté protegida con rociadores.

Al diseñar el abastecimiento de agua para un sistema de cobertura parcial, conviene tener en cuenta que, si se produce un incendio en la zona no protegida y se propaga a la zona protegida con rociadores, pueden abrirse más rociadores que en el caso de que el edificio estuviese totalmente protegido. Un incendio que se inicie en una zona no protegida puede desbordar la capacidad del sistema de cobertura parcial.

Cuando se instalen rociadores solamente en los pasillos, conviene distribuirlos a lo largo de ellos con una distancia máxima entre ellos de 4.6 m. (15 ft.) y de forma que haya un rociador enfrente del centro de cada puerta o de cada par de puertas contiguas, que dé al pasillo y un rociador suplementario en el interior de cada recinto contiguo al pasillo, instalado sobre la abertura de la puerta. Si el rociador del recinto contiguo constituye una protección completa para ese recinto, no se requiere un rociador suplementario en el pasillo contiguo a la puerta.

### 5.6.2. Límites de la superficie protegida.

**5.6.2.1. Sistemas.** La superficie máxima en planta que pueden proteger en cada planta los rociadores abastecidos por un montante de sistema o de sistema combinado es la siguiente:

Riesgo ligero	4800 m <sup>2</sup> (52000 ft <sup>2</sup> )
Riesgo ordinario	4800 m <sup>2</sup> (52000 ft <sup>2</sup> )
Riesgo extra	
Calculado por tablas:	2300 m <sup>2</sup> (25000 ft <sup>2</sup> )
Calculado hidráulicamente:	3700 m <sup>2</sup> (40000 ft <sup>2</sup> )
Almacenamiento	
Almacenamiento en altura (capítulo IV) y almacenamientos regidos por otros códigos de la NFPA	3700 m <sup>2</sup> (40000 ft <sup>2</sup> )

**Excepción No. 1:** La superficie de las entreplantas no debe ser incluida en la superficie indicada arriba.

**Excepción No. 2:** Cuando un único sistema proteja una actividad de riesgo extra, un almacenamiento en altura, un almacenamiento regido por otros códigos de la NFPA y, además, zonas de riesgo ordinario ligero, la superficie protegida en el riesgo extra o en el almacenamiento no debe ser superior a la superficie en planta establecida para ese riesgo, y la superficie protegida total no debe ser superior a 4800 m<sup>2</sup> (52,000 ft<sup>2</sup>).

**5.6.2.1. Rociadores.** El área máxima de cobertura debe de ser acorde con los valores dados en la tabla 5.6.2.2.

**Tabla 5.6.2.2. Área máxima de cobertura de los rociadores (m<sup>2</sup>(ft<sup>2</sup>))**

Tipo de construcción	Riesgo Ligero	Riesgo Ordinario	Riesgo Extra (5)	Almacenamiento en altura (6)	Rociadores de gota gorda (7)	Rociadores ESFR (7)
Construcción no obstructiva (1)	20.9 (225)(2)	12.1 (130)	9.3 (100)	9.3 (100)	12.1 (130)	9.3 (100)
Construcción obstructiva no combustible	20.9 (225)(2)	12.1 (130)	9.3 (100)	9.3 (130)	12.1 (130)	9.3 (100)
Construcción obstructiva combustible	15.6 (168)(3,4)	12.1 (130)	9.3 (100)	9.3 (100)	9.3 (100)	S / D

Nota 1: La construcción de cerchas de madera está clasificada como construcción obstructiva a efectos de la determinación y el área de cobertura de los rociadores.

Nota 2: En las actividades de riesgo ligero, el área de cobertura por rociador en los sistemas calculados por tablas no debe ser superior a 18.6 m<sup>2</sup> (200 ft<sup>2</sup>).

Nota 3: En los elementos estructurales ligeros distanciados menos de 0.9 m (3 ft) o más entre centros, si el área máxima de cobertura es 12.1 m<sup>2</sup> (130 ft<sup>2</sup>).

Nota 4: En los elementos estructurales pesados distanciados 0.9 m (3 ft) o más entre centros, el área máxima de cobertura es 20.9 m<sup>2</sup> (225 ft<sup>2</sup>).

Nota 5: En las actividades de riesgo extra:

- 1) El área de cobertura por rociador en los sistemas calculados por tablas no debe ser superior a 8.4 m<sup>2</sup> (90 ft<sup>2</sup>).
- 2) El área de cobertura por rociador en los sistemas calculados hidráulicamente con densidades inferiores a 10.2 lt/min\*m<sup>2</sup> (0.25 gpm/ft<sup>2</sup>) puede ser superior a 9.3 m<sup>2</sup> (100 ft<sup>2</sup>), pero no superior a 12.1 m<sup>2</sup> (130 ft<sup>2</sup>).

Nota 6: En almacenamientos en altura:

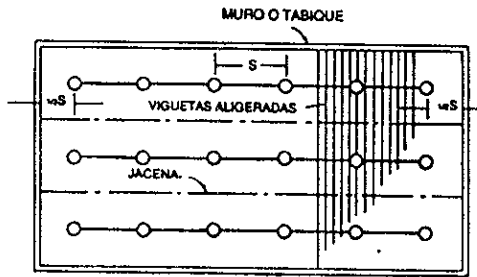
- 1) El área de cobertura por rociador puede ser superior a 9.3 m<sup>2</sup> (100 ft<sup>2</sup>), pero no a 12.1 m<sup>2</sup> (130 ft<sup>2</sup>), en los sistemas diseñados hidráulicamente de acuerdo con NFPA 231 y 231C con densidades inferiores a 10.2 lt/min\*m<sup>2</sup> (0.25 gpm/ft<sup>2</sup>).
- 2) Cuando se especifica en otras áreas de cobertura en los criterios de diseño o en cualquier otra parte de éste o de otros códigos de la NFPA, deben adoptarse esas áreas de cobertura.
- 3) Si la protección comprende rociadores de gota gorda, utilícese la columna de rociadores de gota gorda de la tabla.

Nota 7. Para los rociadores de gota gorda y ESFR, el área mínima de cobertura por rociador es 7.4 m<sup>2</sup> (80 ft<sup>2</sup>).

S/D: Sin datos en los códigos actuales.

A.5.6.2.2. Los ensayos de rociadores de gota gorda en áreas de cobertura superiores a 9 m<sup>2</sup> (100 ft<sup>2</sup>) son escasos en número y conviene considerar con cuidado el empleo de áreas de cobertura de tamaño superior al citado (véase la figura A.5 6.2.2.)

Vigetas sobre jácenas o entramadas con jácenas;  
ramales espaciados uniformemente entre las jácenas  
espaciado máximo: 12.1 m<sup>2</sup> (130 ft<sup>2</sup>) por rociador  
L x S < 12.1 m<sup>2</sup> (130 ft<sup>2</sup>).



Leyenda:

L = distancia entre ramales, max. 4.6 m (15 ft)

S = distancia entre rociadores de un ramal, max. 4.6 m (15 ft)

Y = distancia máxima entre jacenas

Y		L		S (máx)	
3.28 m	10'9"	3.28 m	10'9"	3.61 m	12'1"

Y		L		S (máx)	
3.30 m	10'10"	3.30 m	10'10"	3.60 m	12'0"
3.61 m	12'1"	3.61 m	12'1"	3.28 m	10'9"

5.6.2.3. El área de cobertura por rociador debe determinarse como sigue: A lo largo de los ramales. Determínese la distancia desde el rociador de que se trate, hasta el rociador siguiente (o hasta la pared o el obstáculo correspondiente, si se trata del último rociador del ramal), agua es arriba y agua es abajo. Elijase la distancia mayor de entre las dos siguientes: dos veces la distancia hasta la pared o la distancia hasta el rociador siguiente. Llámese "S" a esa distancia.

Entre los ramales. Determínese la distancia perpendicular al rociador entre ramales (o hasta la pared o el obstáculo correspondiente, si se trata del último ramal), a ambos lados del ramal en el que está situado el rociador del que se trate. Elijase la distancia mayor entre las dos siguientes: dos veces la distancia hasta la pared u obstáculo, o la distancia hasta el rociador siguiente. Llámese "L" a ésta distancia.

Area de cobertura del rociador = S x L

**Excepción:** Los recintos pequeños el área de cobertura de cada rociador es la superficie del recinto dividida entre el número de rociadores instalados en él.

# CAPITULO VI

## CLASIFICACIONES DE RIESGO DE ACUERDO A LA N.F.P.A. Y TIPOS DE CONSTRUCCION EXISTENTES

### VI.- GENERALIDADES

#### 6.1. INTRODUCCION

**Clasificación de riesgo.** La clasificación de riesgo de acuerdo a la N.F.P.A. Código 13, se limita a las instalaciones de rociadores automáticos y a sus abastecimientos de agua. No está pensada para que sirva como una clasificación general de los riesgos de cada actividad.

Se pretende que los ejemplos de actividades incluidos en los listados correspondientes a cada clasificación de riesgo sean representativos de la actividad normal en cada caso. Al seleccionar y clasificar una actividad concreta conviene tener en cuenta la posible existencia de combustibles en cantidades no habituales o de características anormales, así como la posibilidad de que se produzcan cambios en sus características de combustibilidad.

La clasificación de Riesgo Ligero está pensada para que incluya las viviendas. Sin embargo, con esto no se pretende excluir el empleo de rociadores residenciales listados en las viviendas o en las partes de otra actividad que se destinen a vivienda.

#### 6.2. TIPOS DE RIESGO

**6.2.1 Actividades de Riesgo Ligero.** Actividades o partes de otra actividad en las que la cantidad y/o combustibilidad del contenido es baja y en las que son previsibles incendios con velocidad de desprendimiento de calor relativamente baja.

**6.2.1.1.** Las actividades de Riesgo Ligero corresponden a ocupaciones similares a las siguientes.

- Asilos y casas de convalecencia.
- Bibliotecas, excepto los recintos con gran densidad de libros.
- Centros educativos.
- Centros penitenciarios.
- Clubes sociales.
- Desvanes desocupados
- Hospitales
- Iglesias
- Museos

Oficinas, incluso las de proceso de datos.  
Porches y marquesinas de construcción combustible, pero sin combustibles debajo.  
Teatros y auditorios, excluidos los escenarios y prosenios.  
Viviendas.  
Zonas de comedor de los restaurantes.

### **6.2.1.2 Actividades de Riesgo Ordinario**

**6.2.1.2.1. Riesgo Ordinario (Grupo 1).** Actividades o partes de otra actividad en las que la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, la altura de las pilas no supera los 2.4 m (12 ft) de altura y son previsible incendios con velocidad de desprendimiento de calor moderada.

Las actividades de Riesgo Ordinario (Grupo 1) comprenden ocupaciones similares a las siguientes:

Aparcamientos de automóviles.  
Fabricación de bebidas (no destiladas).  
Fabricación de componentes electrónicos.  
Fabricación de conservas  
Fabricación y proceso de productos lácteos.  
Fabricación de vidrio y sus derivados.  
Lavanderías  
Tahonas.  
Zonas de servicio de los restaurantes

**6.2.1.2.2. Riesgo Ordinario (Grupo 2).** Actividades o partes de otra actividad en la que la cantidad y la combustibilidad del contenido son entre moderadas y altas, la altura de las pilas no supera los 3.7 m (12 ft) de altura y son previsible incendios con velocidad de desprendimiento de calor entre moderada y alta.

Las actividades de Riesgo Ordinario (Grupo 2) comprenden ocupaciones similares a las siguientes:

Bibliotecas (salas con gran densidad de libros).  
Centros mercantiles (centros comerciales, grandes almacenes, supermercados).  
Cuadras de caballos  
Destilerías.  
Escenarios de teatros y auditorios.  
Fabricación de neumáticos.  
Fabricación de pasta de papel y de papel  
Fabricación de productos de confitería.  
Transformación de papel.  
Fabricación de productos de piel  
Fabricación de productos textiles.  
Fabricación de productos químicos (ordinarios)  
Fabricación de tabaco y sus manufacturas  
Imprenta y artes gráficas.  
Mecanización de la madera.

Montaje de productos de madera.  
Mecanizado de metales.  
Molinos de cereales.  
Molinos de piensos.  
Muelles y embarcaderos.  
Oficinas de correos.  
Talleres metalúrgicos.  
Talleres de reparación de automóviles  
Tintorerías

### 6.2.1.3. Actividades de Riesgo Extra

2.1.3.1 Actividades o partes de otra actividad en las que la cantidad y la combustibilidad de su contenido son muy altas y existen líquidos inflamables y combustibles, polvo, fibras en suspensión u otros materiales que conllevan la probabilidad de incendios de rápido desarrollo y gran velocidad de desprendimiento de calor.

Las actividades de Riesgo Extra implican una gran variedad de factores que pueden provocar incendios graves. Para evaluar la gravedad de las actividades de Riesgo Extra deben utilizarse los siguientes criterios:

**Riesgo Extra (Grupo 1)** comprende las actividades descritas en 2.1.3.1. con existencia nula, o en cantidades escasas, de líquidos inflamables o combustibles

**Riesgo Extra (Grupo 2)** comprende las actividades descritas en 2.1.3.1 con existencia de líquidos inflamables o combustibles en cantidades entre moderada e importantes, o en las que se realizan recubrimientos de combustibles de manera generalizada.

Las actividades de Riesgo Extra (Grupo 1) comprenden ocupaciones similares a las siguientes

Extrusión de metales.  
Fabricación de tableros contrachapados y aglomerados.  
Imprentas que usen tintas con punto de inflamación inferior a 38 °C (100 °F)  
Fundición.  
Preparación para la hilatura (selección, apertura, mezcla, tratamiento, cardado y peinado) de algodón, fibras sintéticas, desechos de lana y borra.  
Recuperación, composición, secado, triturado y vulcanizado de caucho.  
Serrerías.  
Tapizado con plásticos espumosos  
Zonas de uso de líquidos hidráulicos combustibles.

Las actividades de Riesgo extra (Grupo 2) comprenden ocupaciones similares a las siguientes:

Aplicación pulverizada de líquidos inflamables  
Pintura y barnizado por cortina.  
Pintura y barnizado por inmersión

Limpieza con disolventes.

Procesamiento de plásticos.

Saturación de asfaltos.

Templado en aceite en depósito abierto.

Montaje de caravanas o casas prefabricadas (con carrocería o cerramientos recubiertos y con interiores combustibles).

#### **6.2.1.4. Riesgo Especial**

2.1.4.1. Otros códigos de la N.F.P.A. contienen criterios de diseño de sistemas de rociadores para el control y la supresión de incendio en riesgos específicos. Estos códigos conforman la siguiente relación (aunque no se limitan a ella): NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code; NFPA 30B, Code for the Manufacture and Storage of Aerosol Products, NFPA 40, Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film; NFPA 58, Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases; NFPA 81, Standard for the Fur Storage, Fumigation and Cleaning; NFPA 231, Standard for General Storage; NFPA 231C, Standard for Rack Storage for Materials; NFPA 231D, Standard for Storage of Rubber Tires; NFPA 231E, Recommended Practice for the Storage of Baled Cotton; NFPA 231F, Standard for the Storage of Roll Paper; NFPA 232, Standard for the Protection of Records; y NFPA 409, Standard on Aircraft Hangars.

Otros códigos de la NFPA contienen criterios de diseño para el control y la supresión de incendio. Mientras estos códigos pueden constituir la base de los criterios de diseño, el presente código describe los métodos de diseño, instalación, fabricación cálculo y evaluación de los abastecimientos de agua que deban utilizarse en el diseño específico del sistema.

La clasificación de riesgo de los almacenamientos mixtos, tal como se define en este capítulo, debe hacerse de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 6.2.1.4.1.**  
**Clasificación de riesgo para almacenamientos mixtos**  
**de altura no superior a 3.7 m (12 ft)**

<b>Clasificación de los productos</b>	<b>Palets y cajones</b>	<b>Estanterías</b>
<b>I</b>	<b>RO-1</b>	<b>RO-1</b>
<b>II</b>	<b>RO-1</b>	<b>RO-1</b>
<b>III</b>	<b>RO-2</b>	<b>RO-2</b>
<b>IV</b>	<b>RO-2</b>	<b>RO-2</b>
<b>Plásticos, Grupo A</b>	<b>RE-1</b>	<b>RE-2</b>

La clasificación de los productos y los métodos de almacenamiento que se citan en la tabla anterior son los definidos en NFPA 231 y NFPA 231C.



La correspondencia de los términos es la siguiente:

Palets y cajones:	Palletized and Bid Box
Estanterías:	Racks
RO (Riesgo Ordinario):	OH (Ordinary Hazard)
RE (Riesgo Extra):	EH (Extra Hazard)

Si una edificación se protege con una instalación de rociadores automáticos, deben instalarse rociadores en todas sus zonas. Cuando se instalen sistemas de rociadores de cobertura parcial, deben cumplirse los requisitos de este código en tanto en cuanto sean aplicables. La autoridad competente debe ser consultada en cada caso.

### 6.3. Tipos de Construcción

**Construcción Obstructiva (Obstructed Construction).** Construcción cuyas vigas, cerchas y otros elementos dificultan la circulación de calor y la descarga de agua, de tal manera que afectan materialmente a la capacidad de los rociadores para controlar o suprimir el incendio.

**Construcción no obstructiva (Unobstructed Construction).** Construcción cuyas vigas, cerchas y demás elementos no dificultan la circulación de calor ni la descarga de agua, de manera que no afectan materialmente a la capacidad de los rociadores para controlar o suprimir el incendio. La construcción no obstructiva está formada por elementos estructurales horizontales que no son macizos, cuyos huecos constituyen por lo menos el 70% de la superficie de su sección longitudinal y cuyo espesor no supera la menor de las dimensiones de sus huecos. También se considera no obstructiva toda construcción cuyos elementos estructurales estén distanciados más de 2.3 m (7 1/2 ft) entre centros.

A continuación se citan varios ejemplos de construcción obstructiva. Las definiciones tienen por objeto servir de guía al usuario para identificar cada tipo de construcción.

**a) Construcción de vigas y jácenas (Beam and Girder Construction).** Este término designa, a los efectos de éste código 13, un tipo de construcción en el que las cubiertas y los pisos, sean o no combustibles, están sostenidos por vigas de madera con un espesor nominal igual o superior a 100 mm (4 in), o por vigas de hormigón o de acero distanciadas de 1 a 2.3 m (3 a 7 1/2 in) entre centros, y las vigas, a su vez, están sostenidas por jácenas o forman un entramado con ellas

**b) Construcción de techo reticulado (Panel Construction).** Este término designa, a los efectos de éste código, a los techos divididos en compartimentos, por medio de elementos capaces de retener el calor, para ayudar al funcionamiento de los rociadores, con una superficie máxima de 28 m<sup>2</sup> (300 ft<sup>2</sup>) por cada compartimiento. Las vigas distanciadas entre sí más de 2.3 m (7.5 ft) y que forman un entramado con jácenas se consideran como construcción de techo reticulado, si cumplen con el límite de 28 m<sup>2</sup> de superficie máxima por compartimiento.

A continuación se citan varios ejemplos de construcción no obstructiva. Las definiciones tienen por objeto servir de guía al usuario para identificar cada tipo de construcción.

**a) Construcción de viguetas de celosía (Bar Joist Construction).** Este término designa un tipo de construcción formado por elementos de acero con forma de cercha, que sostiene un piso o una cubierta combustible o no combustible. También se consideran viguetas de celosía los elementos de madera con forma de cercha, formados por dos cordones (superior e inferior), de canto no superior a 100 mm (4 in) y con alma formada por tubos o barras de acero.

**b) Techos de rejilla abierta (Open Grid Ceilings).** Techos calados en los que la menor de las dimensiones de las aberturas no es inferior a 6.5 mm (1/4 in), cuyo espesor no es superior a la menor de las dimensiones de las aberturas y cuyas aberturas constituyen por lo menos el 70% de su superficie.

**c) Construcción de techo liso (Smooth Ceiling Construction).** Este término a los efectos de éste manual, comprenden los siguientes elementos:

- 1) Losas planas de hormigón armado, sostenidas por viguetas de hormigón, con una distancia entre centros inferior a 0.9 m (3 ft).
- 2) Vanos lisos continuos entre vigas de madera, hormigón o acero, con una distancia entre centros superior a 2.3 m (7.5 ft) y apoyados sobre pilares, jácenas o cerchas.
- 3) Placas de cubiertas o de piso lisas, apoyadas directamente sobre jácenas o cerchas con una distancia entre centros superior a 2.3 m (7.5 ft).
- 4) Techos lisos de una pieza, hechos de mortero sobre malla metálica, de un espesor no inferior a 19 mm (3/4 in) o de materiales de resistencia al fuego equivalente, y fijados en la parte inferior de viguetas de madera, cerchas de madera o viguetas de celosía.
- 5) Vigas de acero aligeradas, cualquiera que sea su distancia entre centros.
- 6) Cubiertas lisas abovedadas, tales como placas plagadas en fuelle, paraboloides hiperbólicos, sillas de montar, domos y bóvedas semicirculares
- 7) Falsos techos de construcción combustible o no combustible
- 8) Techos lisos de una pieza, de resistencia al fuego inferior a la especificada en (4), fijados a la parte inferior de viguetas de madera, cerchas de madera o viguetas de celosía

## CAPITULO VII

# COMPONENTES Y MECANISMOS DE FUNCIONAMIENTO

**7.0. Aspectos generales.** Este capítulo establece los requisitos para el uso correcto de los componentes de los sistemas de rociadores y los procedimientos de diseño para su perfecto funcionamiento.

**7.1. Componentes y mecanismos de funcionamiento del sistema.**

**7.2. Rociadores**

**7.2.1. Sólo deben instalarse rociadores nuevos.**

**7.2.2. Características de descarga.** El factor K, la descarga con respecto a un rociador de 1/2" y, la identificación de los rociadores con distintos diámetros deben cumplir con lo establecido en la tabla 7.2.2.

**Tabla 7.2.2.**  
**Rociadores: Identificación y características de descarga**

Diámetro nominal del orificio (in)	Tipo de Orificio	Factor K (*)		Porcentaje descarga respecto a 1/2 in nominal	Tipo de rosca NPT (in)	Pivote Indicador	Mercado del diametro nominal rociador
		SI	US				
1/4	Pequeño	18.2-21.0	1.3-1.5	25	1/2	Sí	Sí
5/16	Pequeño	25.2-28.0	1.8-2.0	33.3	1/2	Sí	Sí
3/8	Pequeño	36.4-40.6	2.6-2.9	50	1/2	Sí	Sí
7/16	Pequeño	56.0-61.6	4.0-4.4	75	1/2	Sí	Sí
1/2	Normal	70.0-81.2	5.3-5.8	100	1/2	No	No
17/32	Grande	103.6-115	7.4-8.2	140	3/4 o 1/2	No	No
5/8	Ex.Grande	154-161	11.0-11.5	200	1/2 o 3/4	Sí	Sí
5/8	Gota gorda	154-161	11.0-11.5	200	1/2 o 3/4	Sí	Sí
3/4	ESFR	189-203	13.5-14.5	250	3/4	Sí	No

(\*) El factor K es la constante de la fórmula  $Q=K(P)^{1/2}$ , en la que:  
Q = caudal en L/min (gpm) y P = presión en bar (psi)

En actividades de Riesgo Ligero que no requieran el caudal de agua que puede descargar un rociador con orificio nominal de 1/2" se pueden instalar rociadores con un orificio más pequeño, con las siguientes limitaciones:

- a) El sistema debe ser calculado hidráulicamente.
- b) Los rociadores de orificio pequeño solo deben instalarse en sistemas de tubería mojada.
- c) Debe instalarse un filtro en los rociadores de orificio inferior a a 10 mm (3/8 in)

En los sistemas nuevos no se deben instalar rociadores de orificio nominal superior a 1/2" y rosca NPT de 1/2 in.

### 7.2.3. Características de temperatura

La información concerniente a la temperatura máxima que se pueda dar en un lugar concreto de una instalación puede obtenerse mediante un termómetro que registre la máxima temperatura que se alcance. Conviene que éste termómetro permanezca varios días en el emplazamiento de que se trate, con la planta en funcionamiento.

**Tabla 7.2.3.1.**  
**Rociadores: Temperatura de tarado, clasificación y código de colores**

Temperatura máxima a nivel del techo		Temperatura de tarado		Clasificación de temperatura	Código de color en los brazos	Código de color en la ampolla
°C	°F	°C	°F			
38	100	55 a 77	135 a 170	Ordinaria	Incol., negro	Naranja/rojo
66	150	79 a 107	175 a 225	Intermedia	Blanco	Amari/verde
107	225	121 a 149	250 a 300	Alta	Azúl	Azúl
149	300	163 a 191	325 a 375	Extra alta	Rojo	Púrpura
191	375	204 a 246	400 a 475	Super alta	Verde	Negro
246	475	260 a 302	500 a 575	Ultra alta	Naranja	Negro
329	625	343	650	Ultra alta	Naranja	Negro

En la tabla 7.2.3.1. se indican las temperaturas de tarado normalizadas de los rociadores automáticos. Los rociadores deben llevar sus brazos pintados de acuerdo con el código de colores que se indica en la tabla 7.2.3.1.

En los rociadores de ampolla, el líquido que contenga la ampolla debe de ser de color codificado, según el código de la tabla 7.2 3.1.

#### **7.2.4. Recubrimientos especiales**

En aquellos lugares en los que haya productos químicos, humedad o vapores corrosivos capaces de dañar los rociadores, deben de instalarse rociadores resistentes a la corrosión. Ejemplo de tales lugares son las fábricas de papel, las industrias de empaquetado, las industrias de curtidos, las fábricas de lejías, las fábricas de fertilizantes orgánicos, las fundiciones, las forjas, las instalaciones de fumigación, las fábricas de escabeche, los establos, los almacenes de baterías, las salas de electrólisis, las salas de galvanizado, las cámaras de vapor de cualquier tipo incluidos los hornos de secado al vapor, los almacenes de sal, los parques de locomotoras, las zonas expuestas a la interperie tales como muelles y embarcaderos en ambientes salinos, las zonas cubiertas por pasos elevados, las zonas contiguas a los equipos de blanqueo en las fábricas de harina, todas las zonas de almacenes frigoríficos en los que se utilice un sistema directo de expansión de amoníaco, y todas las zonas de cualquier fábrica en las que abunden los vapores corrosivos.

Los recubrimientos contra la corrosión solo deben ser aplicados por el fabricante de los rociadores. No se deben pintar los rociadores, ha menos que lo haga el fabricante, y todos los rociadores que se hallan pintado deben sustituirse por rociadores nuevos, listados y de las mismas características, incluidos su diámetro de orificio, sus características térmicas y sus características de descarga. La pintura de los rociadores puede retrasar la respuesta térmica del elemento termosensible, dificultar el movimiento de las piezas móviles y dejar inservible el rociador. Además, una capa de pintura invita a la aplicación de capas sucesivas, aumentando así el riesgo de que el rociador quede inservible. No se debe aplicar ningún recubrimiento decorativo a los rociadores, salvo los efectuados por el fabricante, y solo deben utilizarse rociadores listados con tales acabados.

#### **7.2.5. Embellecedores**

Los embellecedores no metálicos deben ser listados. Los embellecedores que se utilicen con los rociadores empotrados o enrasados deben formar, con el rociador mismo y con sus restantes accesorios, un conjunto listado. El uso de embellecedores inadecuados con rociadores empotrados o enrasados pueden alterar gravemente el patrón de descarga y destruir la efectividad del rociador.

Protectores y escudos antilluvia. Los rociadores expuestos a daños mecánicos deben dotarse con protectores listados. Es conveniente que los rociadores situados bajo rejillas caladas se protejan con escudos antilluvia, instalados sobre el rociador, y cuya dimensión más pequeña no sea inferior a cuatro veces la distancia entre el escudo y el elemento fusible. Los rociadores especiales que lleven incorporado el escudo no necesitan cumplir con ésta recomendación si están listados para el uso de que se trate.

#### **7.2.6. Juego de rociadores de repuesto**

En el establecimiento debe mantenerse un juego de rociadores de repuesto (nunca menos de 6), de manera que cualquier rociador que haya actuado o que haya sufrido cualquier tipo de daño, pueda ser reemplazado inmediatamente. Los rociadores de repuesto deben ser de los mismos tipos y temperaturas de tarado que los rociadores

del sistema. Los rociadores deben guardarse en un armario situado en un lugar adecuado para que la temperatura a la que estén sometidos nunca sea superior a 38 C (100 F). En el armario debe guardarse también una llave especial de rociadores, para su sustitución (montaje y desmontaje).

El juego de rociadores de repuesto debe abarcar todos los tipos de rociador y todas las temperaturas de tarado de los rociadores del sistema. El número de rociadores de repuesto debe ser el que sigue:

- a) En los sistemas que no tengan más de 300 rociadores, no menos de 6 rociadores de repuesto.
- b) En los sistemas que tengan entre 300 y 1,000 rociadores, no menos de 12 rociadores de repuesto.
- c) En los sistemas que tengan más de 1,000 rociadores, no menos de 24 rociadores de repuesto.

### 7.3. Tuberías y tubos

**7.3.1.** Las tuberías y los tubos que se utilicen en los sistemas de rociadores deben cumplir o superar las exigencias de las normas citadas en la tabla 7.3.1., o cumplir con lo establecido en los apartados 7.3.2. a 7.3.5.

**7.3.2.** Cuando se empleen las tuberías de acero relacionadas en la tabla 7.3.1. y se unan mediante soldadura, como se cita en 7.5.2., o mediante acoplamientos ranurados por deformación, como se cita en 7.5.3., el espesor de pared nominal mínimo de las tuberías, para presiones de hasta 20.7 bar (300 psi) debe ser como sigue:

"Cédula" 10, en tuberías de hasta 125 mm (5 in).

3.4 mm (0.134 in), en las tuberías de 150 mm (6 in).

4.78 mm (0.188 in), en las tuberías de 200 y 250 mm (8 y 10 in).

A.7.3.2. Véase la tabla A.7.3.2.

**7.3.3.** Cuando se empleen las tuberías de acero citadas en la tabla 7.3.1., y se unan mediante acoplamientos ranurados por mecanizado, el espesor de pared mínimo de las tuberías, para presiones de hasta 20.7 bar (300 psi) debe ser como sigue:

"Cédula" 30, en las tuberías de 200 mm (8 in) o de mayor diámetro

"Cédula" 40, en las tuberías de menos de 200 mm (8 in).

**Excepción:** Las limitaciones de presión y el espesor de pared de las tuberías de acero listadas especialmente de acuerdo con 7.3.5. deben de ser acordes con las exigencias del listado.

(\*) En terminos de las normas citadas en la tabla 7.3.1.

**7.3.4.** Cuando se empleen tubos de cobre, como los especificados en las normas relacionadas en la tabla 7.3.1., en un sistema de rociadores, deben tener un espesor de pared de tipo K, L, o M.

A.7.3.4. Véase la tabla A 7.3.4.

**7.3.5.** Se autoriza el empleo de otros tipos de tuberías y tubos que hayan sido investigados en cuanto a su adecuación a las instalaciones de rociadores y que estén listados para éste empleo, entre los que se pueden citar el polibutileno, el cloruro de polivinilo clorado (CPVC) y aceros diferentes de los citados en la tabla 7.3.1 , siempre que se instalen de acuerdo con las limitaciones de sus listados, incluidas las instrucciones de instalación. No se deben listar tubos ni tuberías para su uso en partes (secciones parciales) de una actividad clasificada.

**Tabla 7.3.1.  
Materiales y dimensiones de las tuberías y de los tubos**

<b>Materiales y dimensiones</b>	<b>Norma</b>	<b>Materiales y dimensiones</b>	<b>Norma</b>
Tuberías de hierro (soldadas, sin soldadura)		Tuberías de cobre (estirados, sin soldadura)	
Tuberías de acero soldadas longitudinalmente y de acero estrado sin soldadura, especificaciones para tuberías de clase negra y galvanizadas.....	ANSI / ASTM A120	(*) Especificaciones para tubos de cobre sin soldadura.....	ASTM B75
(*) Especificaciones para tuberías de acero clase negra y galvanizadas, soldadas y sin soldadura, para protección contra incendios .....	ASTM A795	(*) Especificaciones para tubos de cobre para agua, sin soldadura .....	ASTM B88
(*) Especificaciones para tuberías de acero soldadas longitudinalmente y de acero estrado sin soldadura..	ANSI / ASTM A53	Especificaciones para los requisitos generales para los tubos de cobre forjado sin soldadura y de aleación de cobre.....	ASTM B251
Tubos de acero forjado.....	ANSI B36.10	Metal para soldadura con aleación de latón y zinc (clasificación BCuP-3 o BCuP-4).....	AWS A5 8
Especificaciones para tubos de acero soldados por resistencia eléctrica.....	ASTM A135	Metal para soldadura 95 5 (estaño antimonio grado 95TA).....	ASTM B32
		(*) Indica tubos o tuberías aptos para curvar de acuerdo con las normas ASTM	

**Tabla A.7.3.2.**  
**Dimensiones de las tuberías de acero**

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Cédula 10 (1) Diámetro Interior		Espesor	
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
25	1	33.4	1,315	27.9	1,097	2.8	0.109
32	1 ¼	42.2	1,660	36.6	1,442	2.8	0.109
40	1 ½	48.3	1,900	42.7	1,682	2.8	0.109
50	2	60.3	2,375	54.8	2,157	2.8	0.109
65	2 ½	73.0	2,875	66.9	2,635	3.0	0.120
80	3	88.9	3,550	88.8	3,260	3.0	0.120
90	3 ½	101.6	4,000	95.5	3,760	3.0	0.120
100	4	114.3	4,500	108.2	4,260	3.0	0.120
125	5	141.6	5,563	134.5	5,295	3.4	0.134
150	6	168.3	6,625	161.5	6,357	3.4	0.134
200	8	219.1	8,625	209.5	8,249	4.8	0.188
250	10	273.1	10,750	263.4	10,370	4.8	0.188

NOTA 1: Cédula 10 definido para tuberías de diámetro nominal 125 mm en ASTM A 135.

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Cédula 30 Diámetro Interior		Espesor	
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
25	1	33.4	1,315	----	----	----	----
32	1 ¼	42.2	1,660	----	----	----	----
40	1 ½	48.3	1,900	----	----	----	----
50	2	60.3	2,375	----	----	----	----
65	2 ½	73.0	2,875	----	----	----	----
80	3	88.9	3,550	----	----	----	----
90	3 ½	101.6	4,000	----	----	----	----
100	4	114.3	4,500	----	----	----	----
125	5	141.6	5,563	----	----	----	----
150	6	168.3	6,625	----	----	----	----
200	8	219.1	8,625	205.0	8,071	7.0	0.277
250	10	273.1	10,750	257.6	10.14	7.8	0.307

NOTA 1: Cédula 10 definido para tuberías de diámetro nominal 125 mm en ASTM A 135.



Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Cédula 40			
mm	in	mm	in	Diámetro Interior		Espesor	
				mm	in	mm	in
25	1	33.4	1,315	26.6	1,049	3.4	0.133
32	1 ¼	42.2	1,660	35.1	1,380	3.6	0.140
40	1 ½	48.3	1,900	40.9	1,610	3.7	0.145
50	2	60.3	2,375	52.5	2,067	3.9	0.154
65	2 ½	73.0	2,875	62.7	2,469	5.2	0.203
80	3	88.9	3,550	77.9	3,068	5.5	0.216
90	3 ½	101.6	4,000	90.1	3,548	5.7	0.226
100	4	114.3	4,500	102.3	4,026	6.0	0.237
125	5	141.6	5,563	128.2	5,047	6.6	0.258
150	6	168.3	6,625	102.3	4,026	6.0	0.280
200	8	219.1	8,625	-----	-----	-----	-----
250	10	273.1	10,750	-----	-----	-----	-----

NOTA 1: Cédula 10 definido para tuberías de diámetro nominal 125 mm en ASTM A 135.

**A.7.3.5.** Entre otros tipos de tubería y tubos que han sido investigados y listados para su uso en los sistemas de rociadores, figuran las tuberías de acero y las tuberías y accesorios termoplásticos. Aunque estos productos pueden presentar ventajas, tales como mayor facilidad de manejo e instalación, economía, reducción de pérdidas de carga y mejor resistencia a la corrosión, es importante reconocer que también tienen limitaciones, que han de ser tenidas en cuenta por quienes contemplen su uso o aplicación

En el caso de las tuberías de acero ligero, los estudios de corrosión muestran que, en comparación con las tuberías cédula 40, su vida útil puede ser más corta, y el acortamiento está en relación directa con su espesor de pared. Los listados particulares de estos productos contienen más información en cuanto a su resistencia a la corrosión.

Con respecto a las tuberías y accesorios termoplásticos, si estos elementos sufren temperaturas elevadas, más altas que aquellas para las que están listados, pueden deformarse o fallar. Por consiguiente, hay que tener cuidado al emplazar estos sistemas, para asegurarse que la temperatura ambiente, teniendo en cuenta las variaciones estacionales, no supera su temperatura nominal. También debe considerarse el riesgo de que la tubería se vea sometida a temperaturas elevadas durante un incendio. La subsistencia de una tubería termoplástica en caso de incendio depende, sobre todo, del efecto de refrigeración producido por la descarga de los rociadores a los que abastece.

Dado que la descarga puede no producirse simultáneamente con la elevación de la temperatura ambiente y que en algunas circunstancias puede retrasarse durante un

tiempo que supere la tolerancia de la tubería, generalmente es necesario proteger la tubería con una envoltura resistente al fuego (algunos listados permiten el uso de tuberías sin protección con rociadores residenciales o de respuesta rápida, pero solo bajo criterios de instalación específicos y limitados). Si la tubería necesita protección, ésta se describe en la información de listado de cada producto y deben seguirse las especificaciones contenidas en él. Otro aspecto de igual importancia es el mantenimiento de la protección a lo largo del tiempo. Si, por ejemplo, se retiran uno o varios paneles de un falso techo, la tubería que discurre por encima puede fallar en caso de incendio. De manera similar, si se redistribuyen las aberturas que existen que existen en un falso techo protector, la tubería puede verse sometida a un calor más intenso del que corresponde al listado y el sistema puede quedar al borde del fallo. También conviene tener en cuenta el riesgo de que la envoltura de protección se desprenda en caso de terremoto.

Aunque los listados de las tuberías termoplásticas no prohíben su instalación en espacios ocultos combustibles en los que no se requiera protección con rociadores y aunque el número de incendios iniciados en estos espacios es estadísticamente bajo, conviene reconocer que si se produce un incendio en un espacio oculto combustible, puede provocar el fallo del sistema de tuberías.

En la investigación de tuberías y tubos diferentes de los descritos en la tabla 7.3.1, conviene tener en cuenta muchos factores, entre los que cabe destacar los siguientes:

- a) Presión nominal.
- b) Resistencia a la flexión entre soportes.
- c) Estabilidad vertical sin soportes.
- d) Movimiento durante el funcionamiento de los rociadores.
- e) Corrosión química y electrolítica (interna y externa).
- f) Resistencia a los fallos cuando estén sometidos a altas temperaturas.
- g) Métodos de unión (resistencia, estabilidad, peligro de incendio).
- h) Características físicas relativas a su integridad en caso de incendio.

**7.3.6. Curvado de tuberías.** Se permite el curvado de tuberías de acero cedula 40, y de cobre tipo K y L, cuando las curvaturas se conformen sin golpes, rozaduras, distorsiones, disminución de diámetro ni deformaciones perceptibles de la sección. El radio mínimo de curvatura debe ser de seis veces el diámetro de la tubería para las de diámetro igual o inferior a 50 mm (2 in), y cinco veces el diámetro de la tubería para las de diámetro igual o superior a 70 mm (2 1/2 in).

**Tabla A.7.3.4.**  
**Dimensiones de los tubos de cobre**

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Tipo K			
mm	in	mm	in	Diámetro interior		Espesor	
				mm	in	mm	in
20	¾	22.2	0.875	18.9	0.745	1.7	0.065
25	1	28.6	1.125	25.3	0.995	1.7	0.065
32	1 ¼	34.9	1.375	31.6	1.245	1.7	0.065
40	1 ½	41.3	1.625	37.6	1.481	1.8	0.072
50	2	54.0	2.125	49.8	1.959	2.1	0.083
65	2 ½	66.7	2.625	61.8	2.435	2.4	0.095
80	3	79.4	3.125	73.8	2.907	2.8	1.109
90	3 ½	92.1	3.625	86.0	3.385	3.0	1.120
100	4	104.8	4.125	98.0	3.857	3.4	1.134
125	5	130.2	5.125	122.0	4.805	4.1	1.160
150	6	155.6	6.125	145.8	5.741	4.9	1.192
200	8	206.4	8.125	192.6	7.583	6.9	1.271
250	10	257.3	10.130	240.0	9.449	8.6	1.338

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Tipo L			
mm	in	mm	in	Diámetro interior		Espesor	
				mm	in	mm	in
20	¾	22.2	0.875	19.9	0.785	1.1	0.045
25	1	28.6	1.125	26.0	1.025	1.3	0.050
32	1 ¼	34.9	1.375	32.1	1.265	1.4	0.055
40	1 ½	41.3	1.625	38.2	1.505	1.5	0.060
50	2	54.0	2.125	50.4	1.985	1.8	0.070
65	2 ½	66.7	2.625	62.6	2.465	2.0	0.080
80	3	79.4	3.125	74.8	2.945	2.3	0.090
90	3 ½	92.1	3.625	87.0	3.425	2.5	0.100
100	4	104.8	4.125	99.2	3.905	2.8	0.110
125	5	130.2	5.125	123.8	4.875	3.2	0.125
150	6	155.6	6.125	148.5	5.845	3.6	0.140
200	8	206.4	8.125	196.2	7.725	5.1	0.200
250	10	257.3	10.130	244.5	9.625	6.4	0.250

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Tipo M			
mm	in	mm	in	Diámetro interior		Espesor	
				mm	in	mm	in
20	¾	22.2	0.875	20.6	0.811	0.8	0.032
25	1	28.6	1.125	26.8	1.055	0.9	0.035
32	1 ¼	34.9	1.375	32.8	1.291	1.1	0.042
40	1 ½	41.3	1.625	38.8	1.527	1.2	0.049
50	2	54.0	2.125	51.0	2.009	1.5	0.058
65	2 ½	66.7	2.625	63.4	2.495	1.7	0.065
80	3	79.4	3.125	75.7	2.981	1.8	0.072
90	3 ½	92.1	3.625	87.9	3.459	2.1	0.083
100	4	104.8	4.125	99.9	3.935	2.4	0.095
125	5	130.2	5.125	124.6	4.907	2.8	0.109
150	6	155.6	6.125	149.4	5.881	3.1	0.122
200	8	206.4	8.125	197.7	7.785	4.3	0.170
250	10	257.3	10.130	246.4	9.701	5.4	0.212

#### 7.4. Accesorios

7.4.1. Los accesorios que se utilicen en los sistemas de rociadores automáticos deben cumplir o superar las exigencias o las normas relacionadas en la tabla 7.4.1. o cumplir con lo establecido en 7.4.2

7.4.2. Se autorizan otros tipos de accesorios que hayan sido investigados en cuanto a su adecuación para los sistemas de rociadores y que estén listados para este empleo, entre los que se pueden citar los de polibutileno, cloruro de polivinilo clorado (CPVC) y aceros diferentes de los citados en la tabla 7.4.1. siempre que se instalen de acuerdo con las limitaciones de su listado, incluidas las instrucciones de instalación.

A.7.4.2. No conviene instalar accesorios ni acoplamientos de tuberías con juntas de goma en lugares en los que la temperatura ambiente pueda subir de 66 °C (150 °F), a menos que estén listados para estas condiciones de servicio. Si el fabricante establece limitaciones más estrictas para un determinado compuesto de junta, conviene seguir sus recomendaciones.

7.4.3. Los accesorios deben ser "extra heavy pattern" (\*) cuando deban soportar presiones superiores a 12.1 bar (175 psi).

**Excepción No. 1:** Cuando la presión no sea superior a 20.7 bar (300 psi) se pueden usar accesorios de fundición (standard weight pattern" (\*) de 50 mm (2in) y menores

**Excepción No. 2:** Cuando la presión no sea superior a 20.7 bar (300 psi) se pueden usar accesorios de fundición (standard weight pattern" (\*) de 150 mm (6in) y menores

**Excepción No. 3:** Se permite el uso de los accesorios con cualquier presión en el sistema que no sobrepase los límites especificados en sus listados.

(\*) Según los términos de las normas citadas en la tabla 7.4.1.

**Tabla 7.4.1.  
Materiales y dimensiones de los accesorios**

Materiales y dimensiones	Norma
Fundición	
Accesorios roscados de fundición gris Clase 125 y 250 .....	ANSI B16.4
Tuberías y accesorios embridados de fundición gris .....	ANSI B16.1
Fundición maleable	
Accesorios roscados de fundición maleable Clase 150 y 300 .....	ANSI B16.3
Acero	
Accesorios de acero forjado para soldadura a tope .....	ANSI B16.9
Preparación de extremos para tuberías, válvulas, bridas y accesorios .....	ANSI B16.25
Especificaciones para accesorios de tuberías de acero forjado, acero al carbono y aleación de acero para temperaturas moderadas y elevadas .....	ASTM A234
Bridas y accesorios embridados de acero .....	ANSI B16.5
Accesorios de acero forjado para uniones soldadas por solape y roscadas .....	ANSI B16.11
Cobre	
Accesorios de cobre y bronce forjado para unión por soldadura blanda y por compresión.....	ANSI B16.22
Accesorios de bronce fundido para unión por soldadura blanda y por compresión .....	ANSI B16.18

**7.4.4. Manguitos y tuercas de unión.** No se deben utilizar tuercas de unión roscadas en tuberías de diámetro superior a 50 mm (2 in). Los manguitos y tuercas de unión no roscados deben ser de un tipo listado específicamente para su uso en sistemas de rociadores

**A.7.4.4.** Las uniones flexibles listadas son aceptables y se recomiendan en las instalaciones de rociadores en estanterías, para reducir el riesgo de daños. Cuando se empleen tubos flexibles, deben instalarse de manera que queden protegidos contra daños materiales.

**7.4.5. Accesorios y tuercas de reducción.** Siempre que varíe el diámetro de la tubería se debe usar un accesorio reductor de una sola pieza

**Excepción:** Para reducir el diámetro de las bocas de los accesorios se pueden usar tuercas de reducción cuando no existan accesorios normalizados del diámetro necesario.

## **7.5. Unión de tuberías y accesorios**

### **7.5.1. Uniones roscadas**

**7.5.1.2.** Todas las tuberías y accesorios roscados deben tener roscas acordes con la norma ANSI/ASME B1 20.1. Las tuberías de acero de espesor de pared inferior a cédula 30 (para tuberías de 200 mm (8 in) o mayores) o cédula 40 (para tuberías menores de 200 mm (8 in)) no se deben unir por medio de accesorios roscados.

**Excepción:** Se permiten los conjuntos roscados que hayan sido investigados en cuanto a su adecuación para las instalaciones de rociadores automáticos, y que estén listados para este uso.

**A.7.5.1.2.** Algunas tuberías de acero de espesor de pared que el especificado en 7.5.1.2. han sido listadas para su uso en sistemas de rociadores si se unen con accesorios roscados. La vida útil de estos productos puede ser significativamente menor que las tuberías de acero cédula 40, por lo que conviene determinar si su vida útil es suficiente para la aplicación que se pretende.

Estas roscas deben ser comprobadas por el instalador mediante galgas adecuadas, acordes con las "Basic Dimensions of Ring Gauges for USA (American) Standard Taper Pipes Threads, NPT", según la norma ANSI/ASTM B1.20.1. Tabla 8.

Lo expuesto en éste último párrafo no impide el empleo de tuberías, accesorios y soportes acordes con otras formas.

Los elementos de sellado (masilla, teflón, etc.) sólo deben aplicarse sobre las roscas macho.

### **7.5.2. Unión por soldadura**

**A.7.5.2.** Véanse las figuras A 7.5 2. a) y b)

**7.5.2.1.** Los métodos de soldadura que cumplan con todos los requisitos de la norma AWS D10.9 "Specification for Qualification of Welding Procedures and Welders for Piping and tubing, Level AR-3", son aceptables para la unión de tuberías de protección contra incendios. Las tuberías de rociadores deben soldarse en taller.

**Excepción:** Sólo se permite la soldadura in situ de tuberías de rociadores en el interior de edificaciones nuevas en construcción, cuando la construcción ni el contenido sean combustibles y el trabajo de soldadura se haga de acuerdo con el código NFPA 51B "Standard for Fire Prevention in Use of Cutting and Welding Processes".

**7.5.2.2.** A los efectos de este código, el término "taller", en la expresión "soldado en taller", significa:

a) Un taller de soldadura en el establecimiento del instalador o fabricante.

b) Una zona de soldadura aprobada, en la edificación en el que estén instalando los rociadores.

**7.5.2.3.** Los accesorios que se utilicen para unir tuberías deben ser accesorios listados fabricados, o hechos en taller de acuerdo con la tabla 7.4.1. Tales accesorios, unidos mediante un procedimiento de soldadura certificado, como se describe en esta sección, son productos aceptables, siempre que los materiales empleados y su espesor sean compatibles con el resto de las secciones de este código. No son necesarios accesorios de unión cuando los extremos de las tuberías sean soldados a tope.

**A.7.5.2.3.** Los manguitos de conexión de rosca macho, dimensionados y contorneados, listados, cumplen con la definición de accesorios fabricados.

**7.5.2.4.** No se debe hacer soldadura alguna mientras la parte de la tubería que va a ser soldada esté bajo los efectos de la lluvia, nieve, agua nieve o viento fuerte.

**7.5.2.5.** Cuando se haga una soldadura debe cumplirse lo siguiente:

a) Los orificios para injertos deben practicarse en las tuberías antes de soldar los accesorios y de forma que su diámetro se ajuste al diámetro interior de éstos.

b) Deben retirarse los discos de material sobrante producidos en el corte.

c) Los orificios practicados en las tuberías deben ser taladros lisos, y los restos de limaduras y soldadura deben retirarse del interior

d) Los accesorios no deben penetrar el diámetro interior de las tuberías.

e) No se debe soldar placas de acero en los extremos de las tuberías ni de los accesorios.

f) No se deben modificar los accesorios.

g) No se debe soldar ningún tipo de soporte ni elemento de fijación(tuercas, varillas, ojetes, perfiles angulares, etc.) a las tuberías ni a los accesorios.

**7.5.2.6.** Cuando se reduzca el tamaño de una tubería en un tramo del tendido, se debe utilizar el accesorio reductor diseñado para tal fin

**7.5.2.7.** No se permite el corte ni la soldadura con llama para modificar ni reparar los sistemas de rociadores.

### **7.5.2.8. Certificaciones**

**7.5.2.8.1.** El instalador o suministrador debe preparar y certificar el procedimiento de trabajo antes de realizar cualquier soldadura. Se requiere la certificación del procedimiento de soldadura que se va a utilizar y la cualificación de los soldadores y de

los operarios de las máquinas de soldar y se deben cumplir y superar las exigencias de la norma "American Welding Society Standard AWS D10.9", Level AR-3.

**7.5.2.8.2.** Los instaladores y los suministradores serán responsables de todas las soldaduras que realicen. Todo instalador o suministrador debe tener establecido un procedimiento escrito de garantía de calidad, que asegure el cumplimiento de las exigencias de 7.5.2.5. Este procedimiento debe estar a la disposición de la autoridad competente.

### **7.5.2.9. Registros**

7.5.2.9.1 Al finalizar cada trabajo, todos los soldadores y operarios de máquinas de soldar deben hacer una marca, con su identificación, junto a la soldadura que hayan realizado

7.5.2.9.2. El instalador o suministrador debe guardar, a disposición de la autoridad competente, registros acreditados de los procedimientos acreditados y de los soldadores y operarios de máquinas de soldar que hayan realizado cada trabajo, con sus marcas de identificación. En estos registros constarán la fecha y los resultados de la certificación del procedimiento de soldadura y de la cualificación del nivel de los operarios.

### **7.5.3. Uniones ranuradas**

7.5.3.1. La unión ranurada de tuberías debe realizarse mediante un conjunto listado de ranuras, accesorios y juntas de estanqueidad. Las ranuras practicadas en las tuberías, ya sea por deformación o por mecanizado, deben ser dimensionalmente compatibles con los accesorios.

7.5.3.2 Los accesorios ranurados que se utilicen en sistemas de tubería seca, incluidas sus juntas de estanqueidad, deben ser listadas específicamente para tal servicio.

7.5.4 Unión mediante soldadura fuerte o soldadura blanda. La unión de las tuberías de cobre se realizará mediante soldadura fuerte.

Excepción No. 1: Se permite la unión mediante soldadura blanda en los sistemas de tubería húmeda con tuberías a la vista, en actividades de riesgo ligero, si la temperatura de tarado de los rociadores es ordinaria o intermedia.

Excepción No. 2 Se permite la unión mediante soldadura blanda en los sistemas de tubería húmeda en actividades de riesgo ligero y riesgo ordinario (Grupo 1), independientemente de la temperatura de tarado de los rociadores cuando las tuberías vayan ocultas

El riesgo de incendio inherente a los trabajos de soldadura fuerte y blanda debe ser prevenido y combatido adecuadamente



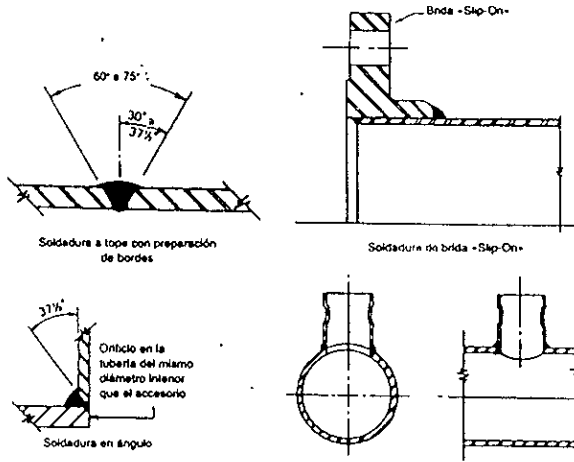


Figura A.7.5.2. a)  
Uniones soldadas aceptables

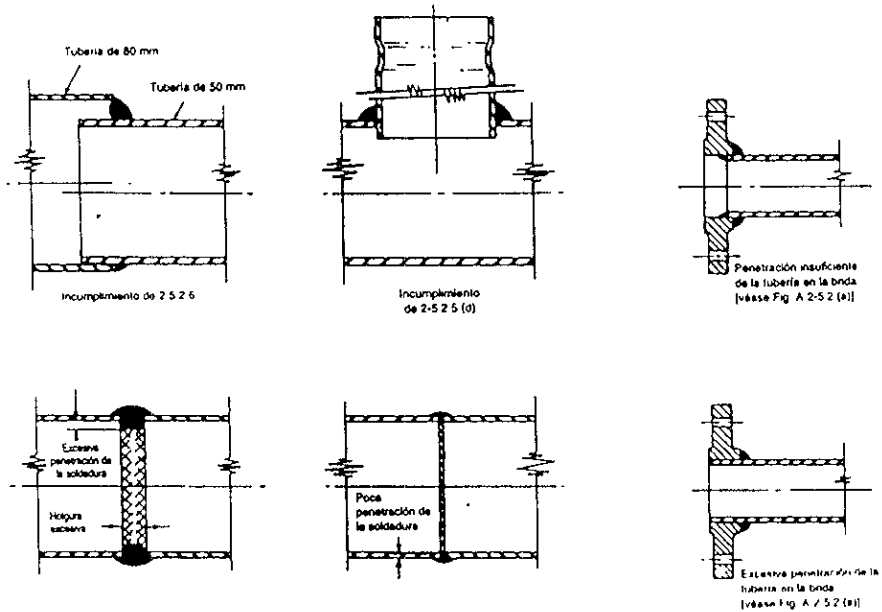


Figura A.7.5.2. b)  
Uniones soldadas no aceptables

7.5.4.1. No se deben utilizar decapantes de alta corrosividad. La acción corrosiva persistente de los decapantes de autolimpieza, después de terminados los trabajos de soldadura fuerte o blanda, ha ocasionado fugas por los asientos de los rociadores.

7.5.5. Otros tipos. Se permiten otros métodos de unión que hayan sido investigados en cuanto a su adecuación para los sistemas de rociadores y que estén listados para este servicio, siempre que se instalen de acuerdo a sus limitaciones de su listado, comprendidas las instrucciones de instalación.

7.5.6. Preparación de bordes. después de la operación de corte, los extremos de la tubería deben quedar limpios de rebabas y limaduras. Las tuberías que se utilicen con accesorios listados y la preparación de sus bordes deben ser acordes con las instrucciones de instalación de fabricante de los accesorios y con los listados de éstos.

## **7.6. Soportes**

7.6.1. Aspectos generales. Los tipos de soporte deben ser acordes con los requisitos que se citan a continuación:

a) Que los soportes estén diseñados para sostener cinco veces el peso de la tubería llena de agua, más 115 kg (250 lb) en todos los puntos de soporte de las tuberías.

b) Que estos puntos sean suficientes para soportar el peso del sistema de rociadores.

c) Que los componentes de los soportes sean de materiales férreos.

Cuando lo exija la autoridad competente, se deben presentar cálculos detallados, indicando los esfuerzos que se desarrollan tanto en los soportes como en las tuberías y los coeficientes de seguridad aplicados.

A 7.6.1 Véanse las figuras A.7.6.1.

7.6.1.1. Los componentes de los soportes que vayan unidos directamente a la tubería o a la estructura del edificio deben ser listados.

7.6.1.2. Los soportes y sus componentes deben ser de materiales férreos.

7.6.1.3. Las tuberías de los rociadores deben ser firmemente soportadas por la estructura del edificio, que debe ser capaz de sostener la tubería llena de agua más una sobrecarga de 115 kg (250 lb) en cada punto de soporte.

7.6.1.4. Cuando se instalen tuberías de rociadores bajo conductos de servicio, las tuberías deben fijarse a la estructura del edificio o a los soportes de los conductos, si dichos soportes pueden sostener el peso del conducto más la carga especificada en 7.6.1.3.

7.6.1.5. En los soportes trapeziales, la sección mínima de vano angular o tubular de acero, entre viguetas o entre correas, debe ser tal que el módulo de sección de la barra del trapecio, sea igual o superior al que exige la tabla 7.6.1.5.

Se permite cualquier otro tamaño y forma para la barra del trapecio, siempre que el módulo de sección resultante sea igual o mayor. Todos los perfiles angulares deben instalarse con su ala mayor en posición vertical. La barra del trapecio debe asegurarse para que no se desplace. Cuando una tubería se suspenda mediante un trapecio tubular cuyo diámetro sea inferior al suyo, deben instalarse, en ambos extremos, soportes de anillo, de abrazadera o de horquilla, del tamaño correspondiente al de la tubería suspendida.

La tabla 7.6.1.5. se basa en una carga correspondiente a una tubería de 5 m (15ft) llena de agua, más 115 kg (250 lb), situada en el punto medio del vano de la barra del trapecio, con una tensión de flexión máxima permisible de 1,055 kgf/cm<sup>2</sup> (15 KSI). Si la carga no se aplica en el centro, para el dimensionamiento de la barra de trapecio se puede utilizar una longitud de trapecio equivalente, obtenida mediante la fórmula:

$$L = (4ab) / (a + b)$$

en la que "L" es la longitud equivalente, "a" es la distancia desde uno de los soportes hasta la carga y "b" es la distancia desde el otro soporte hasta la carga. Cuando haya que sostener tuberías de alimentación múltiples o cuando se dispongan soportes trapeciales múltiples en paralelo, pueden sumarse los módulos de sección requeridos o disponibles.

El tamaño de las varillas y de los anclajes de soporte necesarios para sostener los perfiles angulares o los tubos de acero indicados en la tabla 7.6.1.5., debe estar acorde con lo establecido en 7.6.4.

**7.6.1.7.** Ni las tuberías de los rociadores ni sus soportes deben utilizarse para sostener componentes ajenos al sistema.

**A.7.6.1.7.** Las normas que regulan el soporte de las tuberías de rociadores tienen en cuenta el peso de las tuberías llenas de agua incrementado con un coeficiente de seguridad. No se tiene en cuenta margen alguno para el soporte de componentes ajenos al sistema.

## **7.6.2. Soportes para hormigón**

**7.6.2.1.** Para el soporte de tuberías bajo elementos constructivos de hormigón, se permite el uso de taquetes de expansión, instalados en posición horizontal, en los laterales de las vigas. Si el hormigón contiene áridos gruesos (grava o cascajo), se permite el uso de taquetes de expansión en posición vertical para el soporte de tuberías de hasta 100 mm (4 in) de diámetro.

**7.6.2.2.** Para el soporte de tuberías de 125 mm (5 in) y de mayor diámetro, si se utilizan taquetes de expansión en posición vertical, éstos deben alternarse con soportes fijados directamente a los elementos estructurales, tales como cerchas ó jácenas, o a los laterales de las vigas de hormigón. Si no hay elementos estructurales adecuados, se permite que las tuberías de 125 mm (5 in) y de mayor diámetro se soporten enteramente mediante taquetes de expansión en posición vertical, siempre que no estén distanciados entre ellos más de 3 m (10ft).

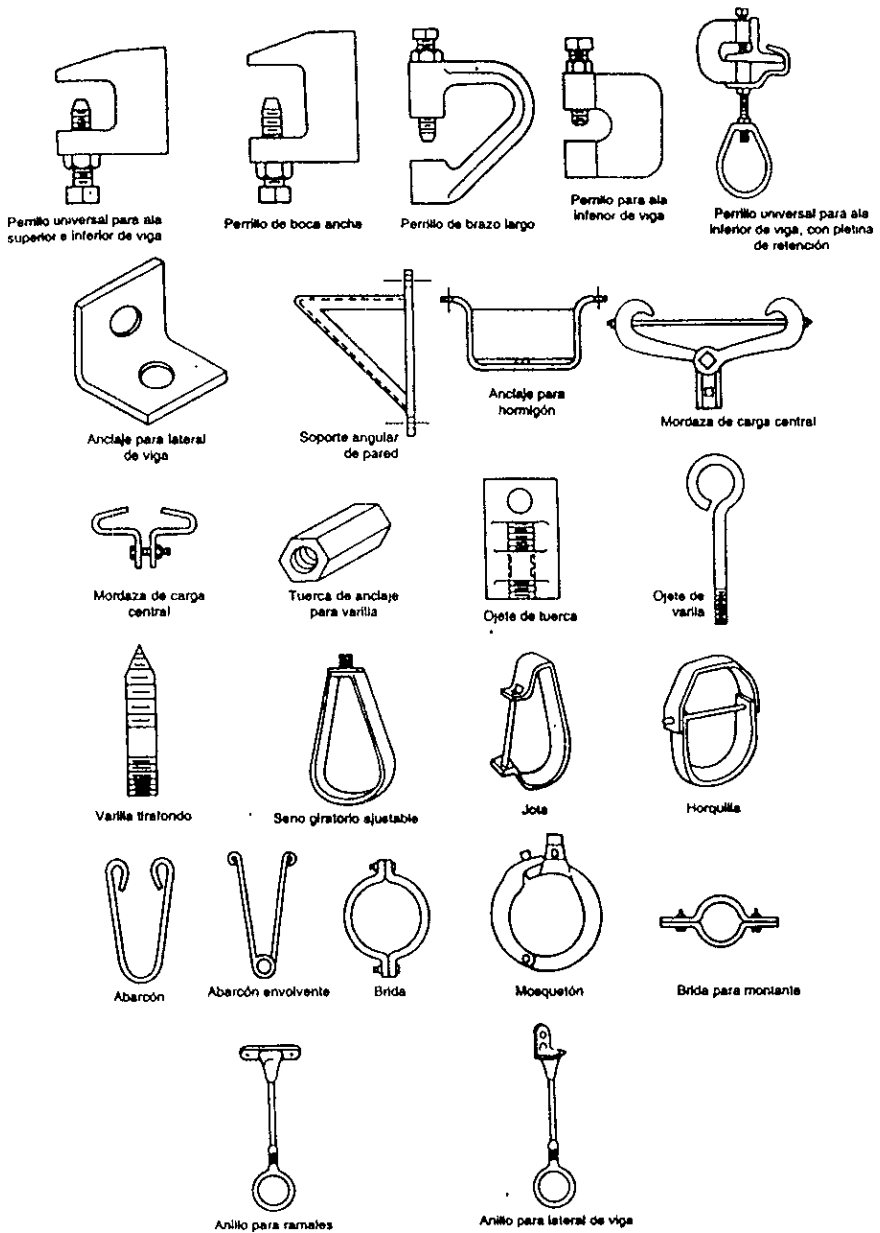


Figura A.7.6.1.  
 Tipos comunes de soporte aceptables

**Tabla 7.6.1.5.**  
**Módulo de sección requerido para soportes trapeziales (in<sup>3</sup>)**

Vano de trapecio	Diámetro de la tubería suspendida (in)											
	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10
1 ft 6 in	.08	.09	.09	.09	.10	.11	.12	.13	.15	.18	.24	.32
	.08	.09	.09	.10	.11	.12	.13	.15	.18	.22	.30	.41
2 ft 0 in	.11	.12	.12	.13	.13	.15	.16	.17	.20	.24	.32	.43
	.11	.12	.12	.13	.15	.16	.18	.20	.24	.29	.40	.55
2 ft 6 in	.14	.14	.15	.16	.17	.18	.20	.21	.25	.30	.40	.54
	.14	.15	.15	.16	.18	.21	.22	.25	.30	.36	.50	.68
3 ft 0 in	.17	.17	.18	.19	.20	.22	.24	.26	.31	.36	.48	.65
	.17	.18	.18	.20	.22	.25	.27	.30	.36	.43	.60	.82
4 ft 0 in	.22	.23	.24	.25	.27	.29	.32	.34	.41	.48	.64	.87
	.22	.24	.24	.26	.29	.33	.36	.40	.48	.58	.80	1.09
5 ft 0 in	.28	.29	.30	.31	.34	.37	.40	.43	.51	.59	.80	1.08
	.28	.29	.30	.33	.37	.41	.45	.49	.60	.72	1.00	1.37
6 ft 0 in	.33	.35	.36	.38	.41	.44	.48	.51	.61	.71	.97	1.30
	.34	.35	.36	.39	.44	.49	.54	.59	.72	.87	1.20	1.64
7 ft 0 in	.39	.40	.41	.44	.47	.52	.55	.60	.71	.83	1.13	1.52
	.39	.41	.43	.46	.51	.58	.63	.69	.84	1.01	1.41	1.92
8 ft 0 in	.44	.46	.47	.50	.54	.59	.63	.68	.81	.95	1.29	1.73
	.45	.47	.49	.52	.59	.66	.72	.79	.96	1.16	1.61	2.19
9 ft 0 in	.50	.52	.53	.56	.61	.66	.71	.77	.92	1.07	1.45	1.95
	.50	.53	.55	.59	.66	.74	.81	.89	1.08	1.30	1.81	2.46
10 ft 0 in	.56	.58	.59	.63	.68	.74	.79	.85	1.02	1.19	1.61	2.17
	.56	.59	.61	.65	.74	.82	.90	.99	1.20	1.44	2.01	2.74

Los valores de la línea superior son para tubería "cédula 10"; los de la línea inferior son para tubería "cédula 40".

**Nota:** La tabla está basada en una tensión de flexión máxima permisible de 15 KSI (1,055 kgf / cm<sup>2</sup>), con una carga correspondiente a 15 ft (5 m) de tubería llena de agua, más 250 lb (115 kg), concentrada en el punto medio del vano del trapecio.

Tabla no convertida al sistema internacional

**7.6.2.3.** No se deben colocar taquetes de expansión en falsos techos de yeso o de materiales de consistencia similar. En hormigón de escorias no se deben usar taquetes de expansión, excepto para los ramales, en los que deben alternarse con pernos pasantes o con soportes fijados a las vigas.

**7.6.2.4.** Cuando se usen taquetes de expansión en posición vertical, los agujeros deben taladrarse de tal forma que proporcionen un contacto uniforme con el taquete en todo su contorno. La profundidad del agujero no debe ser inferior a la especificada para el tipo de taquete que se utilice. Los agujeros para los taquetes de expansión en los

laterales de las vigas de hormigón deben estar situados por encima de la línea central de la viga o por encima de los redondos de la armadura de la parte inferior de la viga.

### **7.6.3. Anclajes instalados a pistola o mediante soldadura**

**7.6.3.1** Los anclajes instalados a pistola, los anclajes soldados y las herramientas utilizadas para instalarlos deben ser listados. El diámetro de la tubería, la posición de instalación y el material de construcción en el que se instalen deben ser acordes con sus listados particulares. No es conveniente utilizar anclajes colocados a pistola en acero de menos de 5 mm (3/16 in) de espesor total.

**7.6.3.2.** Deben ensayarse muestras representativas del tipo de hormigón en el que se van a colocar los anclajes, para comprobar que éstos pueden soportar, como mínimo la carga siguiente:

- 340 kg (750 lb) para tuberías de 50 mm (2 in) o de menor diámetro.
- 450 kg (1,000 lb) para tuberías de 65, 75 o 90 mm (2 1/2, 3 o 3 1/2 in)
- 550 kg (1,200 lb) para tuberías de 100 o 125 mm (4 o 5 in).

**7.6.3.3.** La capacidad del hormigón para soportar los anclajes varía ampliamente según el tipo de áridos, la calidad del hormigón y lo adecuado de la colocación.

### **7.6.4. Varillas y abarcones**

**7.6.4.1.** El diámetro de varilla de los soportes debe ser el mismo que el aprobado para su uso con el conjunto soporte y el diámetro de las varillas no debe ser inferior al indicado en la tabla 7.6.4.1.

**Excepción:** Se permiten varillas de diámetro más pequeño cuando el conjunto soporte haya sido ensayado y listado por un laboratorio de ensayo y se instale observando los límites que, en cuanto a diámetros de tubería, se indiquen en su listado particular. El diámetro de las varillas roscadas no debe ser inferior al diámetro de pie de la rosca.

**7.6.4.2. Abarcones.** El diámetro de varilla de los abarcones no debe ser inferior al que se indica en la tabla 7.6.4.2. Los clavos roscados (falsos tornillos) sólo deben colocarse en posición horizontal, como, por ejemplo, en el lateral de una viga, y sólo deben utilizarse con abarcones.

**7.6.4.3.** El diámetro de varilla de los ojetes no debe ser inferior al que se indica en la tabla 7.6.4.3. Si se fijan ojetes en elementos estructurales de madera, cada ojete debe dotarse con una arandela plana, grande, en contacto directo con el elemento estructural, además de la arandela de presión citada en 7 6 4 3 1

**Tabla 7.6.4.1.**  
**Diámetro de las varillas de los soportes**

Diámetro de la tubería		Diámetro de la varilla	
mm	in	mm	in
Hasta 100 inclusive	Hasta 4 inclusive	9.5	3 / 8
125, 150 y 200	5, 6 y 8	13	1 / 2
250 y 300	10 y 12	16	5 / 8

**Tabla 7.6.4.2.**  
**Diámetro de las varillas de los abarcones**

Diámetro de la tubería		Diámetro de la varilla	
mm	in	mm	in
Hasta 50 inclusive	Hasta 2 inclusive	8	5 / 16
70 a 150	2 1/2 a 6	10	3 / 8
200	8	13	1 / 2

**Tabla 7.6.4.3.**  
**Diámetro de las varillas de los ojetes**

Diámetro de la tubería		Diámetro de la varilla			
mm	in	con ojete doblado		con ojete soldado	
		mm	in	mm	in
Hasta 100 inclusive	Hasta 4 inclusive	10	3 / 8	10	3 / 8
125, 150 y 200	5, 6 y 8	12	1 / 2	12	1 / 2
250 y 300	10 y 12	19	3 / 4	12	1 / 2

**7.6.4.3.1.** Los ojetes deben asegurarse con arandelas de presión, para que no se muevan lateralmente. La parte roscada de las varillas no debe ser conformada ni doblada.

**7.6.4.5. Tornillos.** Las dimensiones de los tornillos para las bridas de techo y para los abarcones no deben ser inferiores a las que se indican en la tabla 7.6.4.5.

Quando el espesor de la plancha del techo y el espesor de la brida no permitan el uso de tornillos de 50 mm (2 in) de longitud, se autoriza el uso de tornillos de 45 mm (1 3/4 in), siempre que los soportes no estén distanciados entre ellos más de 3 m (10 ft). Quando el espesor de las vigas o de las viguetas no permita el uso de tornillos de 65 mm (2 1/2 in) de longitud, se autoriza el uso de tornillos de 50 mm (2 in), siempre que los soportes no estén distanciados entre ellos más de 3 m (10 ft). Las dimensiones de

los pernos o de los tirafondos que se utilicen para instalar ojeteros o bridas en los laterales de las vigas no deben ser inferiores a las indicadas en la tabla 7.6.4.6.

**Tabla 7.6.4.5.**  
**Dimensiones de los tornillos para bridas de techo y abarcones**

Diámetro de la tubería	Bridas de 2 tornillos
Hasta 2 in	Tornillo para madera 18 x 1 1/2 in

Diámetro de la tubería	Bridas de 3 tornillos
Hasta 2 in	Tornillo para madera 18 x 1 1/2 in
2 1/2, 3, 3 1/2 in	Tirafondos 3/8 x 1 1/2 in
4, 5, 6 in	Tirafondos 1/2 x 2 in
8 in	Tirafondos 5/8 x 2 in

Diámetro de la tubería	Bridas de 4 tornillos
Hasta 2 in	Tornillo para madera 18 x 1 1/2 in
2 1/2, 3, 3 1/2 in	Tirafondos 3/8 x 1 1/2 in
4, 5, 6 in	Tirafondos 1/2 x 2 in
8 in	Tirafondos 5/8 x 2 in

Diámetro de la tubería	Abarcones
Hasta 2 in	Clavo roscado 16 x 2 in
2 1/2, 3, 3 1/2 in	Tirafondos 3/8 x 2 1/2 in
4, 5, 6 in	Tirafondos 1/2 x 3 in
8 in	Tirafondos 5/8 x 3 in

Tabla no convertida al sistema internacional.

Cuando el espesor de las vigas o de las viguetas no permita el uso de tornillos de 65 mm (2 1/2 in) de longitud se permite el uso de tornillos de 50 mm (2 in), siempre que los soportes no estén distanciados entre sí más de 3 m (10 ft).

**Tabla 7.6.4.6.**  
**Diámetro mínimo de los pernos y tirafondos**

Diámetro de las tuberías		Diámetro del perno o tirafondo		Longitud de tirafondo para vigas de madera	
mm	in	mm	in	mm	in
Hasta 50 inclusive	Hasta 2 inclusive	10	3 / 8	65	2 1/2
	2 1/2 a 6 inclusive				
70 a 150	8 inclusive	12	1 / 2	75	3
200	8	16	5 / 8	75	3



Los tornillos para madera deben colocarse con destornillador. Los clavos no son un medio de fijación aceptable para los soportes.

Los tornillos situados en el lateral de una viga o vigueta de madera no deben estar a menos de 65 mm (2 1/2 in) de su borde inferior si sostienen ramales, ni a menos de 75 mm (3 in) si sostienen tuberías de alimentación. Esta exigencia no es aplicable a los listones de espesor igual o superior 50 mm (2 in) que reposen sobre la parte superior de vigas de acero. El espesor mínimo de la plancha y la anchura mínima de la cara inferior de las vigas o viguetas en las que se instalen varillas tirafondos deben ser los que se indican en la tabla 7.6.4.9.

No se deben usar varillas tirafondos para sostener tuberías de diámetro superior a 150 mm (6 in). Todos los agujeros para varillas tirafondos deben taladrarse previamente con un diámetro 3 mm (1/8 in) inferior al diámetro máximo de pie de rosca del tirafondo.

**Tabla 7.6.4.9.**  
**Espesor mínimo de plancha y**  
**anchura mínima de vigas y viguetas**

Diámetro de la tubería	Espesor nominal de la plancha		Anchura nominal de la viga o vigueta	
	mm	in	mm	in
Hasta 50 mm (2 in)	76	3	51	2
De 65 a 90 mm (2 1/2 a 3 1/2 in)	102	4	51	2
100 a 125 mm (4 y 5 in)	102	4	76	3
150 mm (6 in)	102	4	102	4

## 7.7. Válvulas

### 7.7.1. Tipos de válvulas que deben instalarse.

7.7.1.1. Todas las válvulas que controlen las conexiones a los abastecimientos de agua y a las tuberías de abastecimiento a los rociadores no deben cerrarse en menos de 5 segundos cuando sean accionadas a la máxima velocidad posible desde la posición de apertura total.

Se permite instalar una válvula de compuerta enterrada, listada, equipada con un poste indicador, también listado. Se permite instalar un conjunto de válvula de corte listado, con un indicador de posición fiable, conectado a una estación de supervisión remota. Se permite instalar una válvula de compuerta enterrada, alojada en una arqueta aprobada a prueba de tráfico, dotada con una llave de T y aceptada por la autoridad competente.

7.7.1.2. Cuando la presión de agua sea superior a 12.1 bar (175 psi) deben instalarse válvulas cuya RWP ("Rated Working Pressure") o PC ("Pressure Class") sea adecuada.

**7.7.1.3.** Las válvulas de mariposa tipo "wafer" que tengan componentes que sobresalgan del cuerpo de la válvula deben instalarse de forma que no entorpezcan el funcionamiento de los demás componentes del sistema.

**7.7.2. Válvulas de drenaje y válvulas de prueba.** Las válvulas de drenaje y las válvulas de prueba deben ser aprobadas.

**7.7.3. Identificación de las válvulas.** Todas las válvulas de corte, de drenaje y de prueba deben dotarse con señales de identificación, hechas de metal o de plástico rígido, resistentes a la interperie y marcados con caracteres indelebles. La señal debe sujetarse con un alambre o una cadena resistente a la corrosión, o con otro medio aprobado.

**7.7.4.** Cuando exista más de una fuente de abastecimiento de agua, una válvula check deberá ser instalada en cada conexión, excepto en los tanques en los que se utilicen bombas contra incendio.

## **7.8. Conexiones para bomberos**

**7.8.1.** Las conexiones para bomberos deben ser acoplamientos giratorios locos, de rosca hembra, compatibles con las roscas utilizadas por los bomberos locales. Las conexiones deben estar equipadas con tapas o tapones aprobados.

## **7.9. Alarmas de flujo de agua**

**7.9.1.** Los dispositivos de alarma de flujo deben estar aprobados para éste servicio y han de estar contruídos y ser instalados de modo que cualquier descarga de agua que tenga lugar en el sistema, con un caudal igual o superior a la descarga de un solo rociador, cuyo diámetro de orificio sea el más pequeño de los instalados en el sistema, produzca una alarma acústica, audible en el establecimiento, dentro de los 5 minutos siguientes al comienzo de la descarga.

### **7.9.2. Detectores de flujo**

**7.9.2.1. Sistemas de tubería mojada.** El dispositivo de alarma para un sistema de tubería mojada debe estar formado por una válvula de retención y alarma aprobada u otro detector de flujo aprobado, con los accesorios necesarios para producir la alarma.

**7.9.2.2. Sistemas de tubería seca.** El sistema de alarma para un sistema de tubería seca debe estar formado por accesorios de alarma para la válvula de tubería seca. Cuando la válvula de tubería seca esté situada aguas abajo de una válvula de alarma de tubería mojada, se puede conectar el mecanismo activador de la alarma de la válvula de tubería seca a las alarmas del sistema de tubería mojada.

**7.9.2.3. Sistemas de acción previa y de diluvio.** El dispositivo de alarma para los sistemas de acción previa y de diluvio debe estar formado por alarmas activadas independientemente por el sistema de detección y por el flujo de agua.

Los detectores de flujo tipo paleta sólo deben instalarse en los sistemas de tubería mojada.

El flujo repentino de agua cuando se abre la válvula puede dañar seriamente el dispositivo.

### **7.9.3. Accesorios: aspectos generales.**

**7.9.3.1.** Toda unidad de alarma debe incluir un elemento mecánico (alarma, bocina o sirena) o eléctrico (gong, campana, altavoz, bocina o sirena). Las alarmas acústicas se instalan normalmente en el exterior del edificio. A veces es conveniente instalar gongs, campanas, bocinas o sirenas eléctricas, en el interior del edificio, o una combinación de ellas en el interior y en el exterior.

**7.9.3.2.** Las unidades de alarma situadas en el exterior, ya sean hidromecánicas o eléctricas, deben ser resistentes a la interperie y estar protegidas. Es conveniente que los dispositivos de alarma estén situados e instalados de modo que todos sus componentes sean accesibles para su inspección, desmontaje y reparación y que estén bien fijados.

**7.9.3.3.** Todas las tuberías que vayan a los elementos hidromecánicos deben ser de acero galvanizado, de bronce o de cualquier otro material resistente a la corrosión, que sea aceptable y tener un diámetro no inferior a 20 mm (3/4 in).

### **7.9.4. Accesorios eléctricos**

**7.9.4.1.** Los accesorios eléctricos de alarma que formen parte de un sistema de señalización auxiliar, de estación central, de protección local, particular o de estación remota, se deben instalar de acuerdo con los siguientes códigos de la N.F.P.A.

**a) NFPA 71, "Standard for the installation, Maintenance, and Use of Signaling Systems for Central Station Service"**

**b) NFPA 72, "Standard for the installation, Maintenance, and Use of Protective Signaling Systems"**

No son recomendables los interruptores de alarma acústica por corte de la corriente eléctrica. No obstante, si se instalan estos medios, conviene que al interrumpirse eléctricamente la alarma, se encienda una señal luminosa bien visible en las proximidades del montante o del panel de control de las alarmas. Conviene que ésta señal permanezca encendida mientras esté interrumpido el circuito eléctrico.

**7.9.4.2.** Los dispositivos de alarma eléctrica situados a la interperie deben estar aprobados para este uso.

El tiempo de autonomía más bajo de los que se indican para cada clasificación de riesgo en la tabla 8.2.2. sólo es aceptable cuando el sistema disponga de una alarma de flujo conectada con una estación remota (NFFPA 72C) o una estación central (NFFPA 71). La presión residual mínima requerida por la tabla 8.2.2. debe darse a la altura del rociador más elevado. La presión adicional necesaria al nivel de la acometida para compensar la altura de los rociadores es 0.1 bar por metro (0.433 psi / ft) de elevación sobre la acometida.

**Tabla 8.2.2.  
Demanda de agua para sistemas de rociadores  
calculados por tablas**

Clasificación de Riesgo	Presión residual mínima requerida		Caudal aceptable en la base del montante		Tiempo de autonomía min
	bar	psi	L / min	gpm	
Ligero	1	15	1890 - 2840	500 - 750	30 - 60
Ordinario 1	1.4	20	2650 - 3785	700 - 1000	60 - 90
Ordinario 2	1.4	20	3220 - 5680	850 - 1500	60 -90

**Nota:** Para los riesgos extra grupo 1, 2 y riesgo especial los requerimientos de presión y caudal para rociadores y mangueras deberán ser determinados por la autoridad competente y el tiempo de autonomía será de 60 a 120 minutos.

**8.2.2.2.** El caudal más bajo de los que se indican para cada clasificación de riesgo en la tabla 8.2.2. solo es aceptable cuando el edificio sea de construcción no combustible o cuando los sectores potenciales de incendio estén limitados por el tamaño del edificio o por elementos compartimentadores, de manera que no existan sectores diáfanos de superficie superior a 280 m2 (3,000 ft2) para Riesgo Ligero o 370 m2 (4,000 ft2) para Riesgo Ordinario

### **8.2.3. Demanda de agua del sistema: método de cálculo hidráulico.**

#### **8.2.3.1. Aspectos generales**

**8.2.3.1.1.** La demanda de agua mínima para los sistemas de rociadores calculados hidráulicamente, mediante el procedimiento "control del fuego según el riesgo de la actividad", debe determinarse añadiendo la demanda para mangueras según la tabla 8.2.3. a la demanda para rociadores determinada según 8 2 3.1.2. El abastecimiento de agua debe satisfacer ésta demanda durante el tiempo mínimo de autonomía especificado en la tabla 8.2.3.

Los códigos NFPA que hayan desarrollado criterios de diseño área / densidad o de otro tipo y demandas de agua específicas para el control o la supresión de fuego en actividades clasificadas como Riesgo Especial tienen preferencia, para esos casos, sobre el presente código. Si los depósitos abastecen solamente a los rociadores, no se requiere añadir la demanda de las mangueras interiores y exteriores. Si las bombas toman el agua de una red contra incendios privada y abastecen solamente a los

rociadores, no es necesario que se dimensionen incluyendo la demanda de las mangueras interiores y exteriores. La demanda de las mangueras debe tenerse en cuenta al evaluar el abastecimiento disponible.

Conviene que los criterios de diseño, tanto los métodos área/densidad como otros métodos apropiados y la determinación de la demanda de agua, se basen en estudios de ingeniería con fundamento científico, que pueda comprender ensayos de incendio, cálculos teóricos y resultados obtenidos con modelos de ordenador.

**Tabla 8.2.3.**  
**Demanda de agua y tiempo de autonomía para mangueras**

Clasificación de Riesgo	Mangueras Interiores		Total combinado mangueras interiores y exteriores		Tiempo de autonomía
	L / min	gpm	L / min	gpm	min
Ligero	190 o 380	50 o 100	380	100	30
Ordinario	190 o 380	50 o 100	950	250	60 -90
Extra	50 o 380	50 o 100	1890	500	90 -120

**8.2.3.1.2.** La demanda de agua exclusiva para rociadores debe determinarse mediante las curvas de área / densidad de la fig. 8.2.3., de acuerdo con el método establecido en 8.2.3.2 o mediante el método del recinto patrón establecido en 8.2.3.3., a criterio del proyectista. Cuando el diseño incluya áreas especiales, como se describe en 8.2.3.4., se requieren cálculos hidráulicos específicos para ellas, además de los requeridos por 8.2.3.2. o 8.2.3.3.

**8.2.3.1.3.** Independientemente de cuál de los métodos se utilice, deben aplicarse las siguientes restricciones:

a) En actividades de Riesgo Ligero y Ordinario, para áreas supuestas de funcionamiento inferiores a 140 m<sup>2</sup> (1,500 ft<sup>2</sup>), debe utilizarse la densidad de descarga correspondiente a 140 m<sup>2</sup> (1,500 ft<sup>2</sup>). En actividades de Riesgo Extra, para áreas supuestas de funcionamiento inferiores a 230 m<sup>2</sup> (2,500 ft<sup>2</sup>) debe utilizarse la densidad de descarga correspondiente a 230 m<sup>2</sup> (2,500 ft<sup>2</sup>).

b) En edificios o construcciones que tengan espacios ocultos de construcción combustible sin rociadores, el área supuesta de funcionamiento mínima debe de ser de 280 m<sup>2</sup> (3,000 ft<sup>2</sup>).

Existen excepciones como en los espacios ocultos de construcción combustible completamente rellenos con aislamiento no combustible. En las actividades de Riesgo Ligero u Ordinario que cuenten con falsos techos no combustible o limitadamente combustibles, fijados directamente a la parte inferior de viguetas de madera maciza, de modo que se formen espacios ocultos entre las viguetas, de volumen no superior a 4.8 m<sup>2</sup> (160 ft<sup>2</sup>) También espacios ocultos cuyas superficies expuestas tengan un índice de propagación de llama no superior a 25 (según la norma de ensayo ASTM E84) y

cuyos materiales, en la forma en que se instalan en el espacio oculto, esté demostrado que no propagan el fuego.

Esta sección se incluye para compensar el posible retraso en el funcionamiento de los rociadores ante incendios iniciados en los espacios ocultos de construcción combustible existentes en las armaduras de madera, en las cámaras de ladrillo y en las construcciones de tipo ordinario (según NFPA 220, "Standard on Types of Building Construction"). Esta sección está pensada para aplicarse solamente cuando los materiales desnudos del espacio oculto sean limitadamente combustibles o de manera ignifugada, como se define en NFPA 703 "Standard for Fire Retardant impregnated Wood and Fire Retardant Coatings for Building Materials"

c) La demanda de agua para los rociadores instalados en estanterías y para las cortinas de agua, debe añadirse a la demanda de los rociadores de techo en el punto de conexión. Las demandas deben equilibrarse a la presión más alta.

No es necesario que la demanda de los rociadores instalados en espacios ocultos o bajo espacios como conductos y tableros de separación se sume a la demanda de rociadores de techo.

d) Cuando la instalación de bocas de incendio equipadas interiores esté prevista o sea requerida por otros códigos, a la demanda de agua para los rociadores debe sumarse una demanda para mangueras de 190 l/min (50 gpm) para una sola boca de incendio o 380 l/min (100 gpm) para una instalación con varias bocas de incendio. La demanda para mangueras debe incorporarse en incrementos de 190 l/min (50 gpm), comenzando en la boca de incendio más lejana, añadiendo cada incremento a la presión requerida por el diseño del sistema de rociadores en ese punto.

e) En los sistemas de tubería mojada cuyos montantes dispongan de conexiones de mangueras para bomberos dotadas con válvula, no es necesario añadir la demanda de agua de los rociadores a la demanda de agua del sistema de mangueras, determinada según NFPA 14, "Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems"

Existen excepciones cuando la demanda de agua de los rociadores, combinada con la de las mangueras según la tabla 8.2.3., supere las exigencias de NFPA 14, esta mayor demanda debe ser la utilizada en el diseño. En los edificios parcialmente protegidos por rociadores, la demanda de los rociadores, sin incluir la demanda de las mangueras según la tabla 8.2.3., debe añadirse a las exigencias de NFPA 14.

f) La demanda de las mangueras exteriores debe añadirse a la demanda de los rociadores y de las mangueras interiores en el punto más próximo al montante del sistema de los dos siguientes: la conexión a la red pública o un hidrante exterior.

g) El tiempo de autonomía más bajo de los que se indican, para cada clasificación de riesgo, en la tabla 8.2.3., solo es aceptable cuando el sistema disponga de una alarma de flujo conectada con una estación remota o una estación central

h) Si las bombas, los depósitos de gravedad o los depósitos de presión abastecen solamente a los rociadores, no es necesario tener en cuenta la demanda para las mangueras interiores y exteriores al dimensionar tales bombas o depósitos

**8.2.3.1.4.** La demanda total de agua requerida por el sistema debe determinarse de acuerdo con los métodos de cálculo hidráulico que se presentarán en el siguiente capítulo.

#### **8.2.3.1.5. Capacidad**

La capacidad requerida de un tanque a presión deberá estar de acuerdo a las tablas 8.2.2. y 8.2.3., y además, deberá incluir la capacidad extra requerida para llenar los sistemas de tubería seca cuando sean instalados. Los requerimientos mínimos cuando los tanques persurizados no son la única fuente de abastecimiento deberán constar de lo siguiente:

Riesgo ligero.- Cantidad de agua disponible no menor a 2,000 galones.

Riesgo ordinario 1 y 2.- Cantidad de agua disponible no menor a 3,000 galones.

Riesgo extra 1, 2 y especial.- Se determinará por la autoridad competente.

**Nota:** En México no se cuenta con una red de agua especializada por parte de alguna dependencia federal o municipal, por lo que no hay conexión con la red local del departamento de bomberos.

#### **8.2.3.2. Método área-densidad**

**8.2.3.1.1.** La demanda de agua exclusiva para rociadores debe calcularse con las curvas área-densidad de la figura 8.2.3. Los cálculos deben satisfacer cualquier punto de la curva área-densidad correspondiente a la clasificación de riesgo, según se indica a continuación:

a) Riesgo ligero	Curva área-densidad 1
b) Riesgo Ordinario (Grupo 1)	Curva área-densidad 2
c) Riesgo Ordinario (Grupo 2)	Curva área-densidad 3
d) Riesgo Extra (Grupo 1)	Curva área-densidad 4
e) Riesgo Extra (Grupo 2)	Curva área-densidad 5

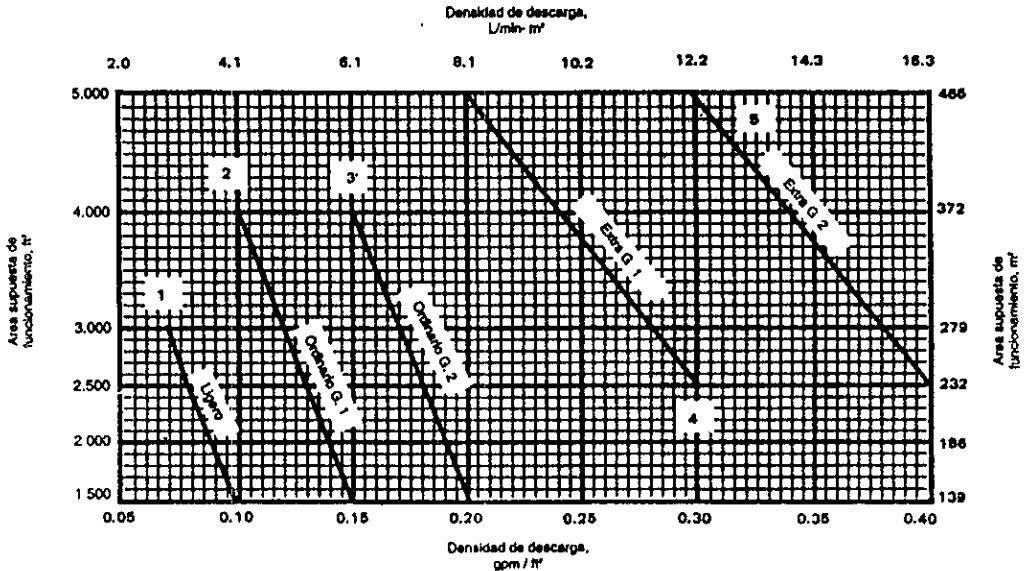
No es necesario cumplir con todos los puntos de la curva correspondiente

**8.2.3.2.2.** Las densidades y áreas indicadas en la figura 8.2.3. deben emplearse exclusivamente con rociadores pulverizadores. Para su empleo con otros tipos de rociadores véase la sección 8.3.

Como excepción se permite el empleo de rociadores de respuesta rápida con las curvas área-densidad 1 (Riesgo Ligero), 2 y 3 (Riesgo Ordinario). También se permite el empleo de rociadores pulverizadores de pared con la curva área-densidad 1 (Riesgo Ligero) y, si están listados específicamente, con las curvas 2 y 3 (Riesgo Ordinario).

**8.2.3.2.3.** En los sistemas de tubería seca, el área supuesta de funcionamiento debe incrementarse en un 30 por ciento, sin modificar la densidad de descarga

Cuando se utilicen rociadores de alta temperatura en actividades de Riesgo Extra, se puede reducir el área supuesta de funcionamiento en un 25 por ciento sin modificar la densidad de descarga, pero nunca a menos de 185 m<sup>2</sup> (2,000 ft<sup>2</sup>)



### 8.2.3.3. Método del recinto

**8.2.3.3.1.** La demanda de agua exclusiva de los rociadores debe basarse en el recinto que provoque la mayor demanda. La densidad de descarga debe ser la que corresponda al tamaño del recinto, según la tabla 8.2.3. Para utilizar este método todos los recintos deben estar delimitados por paredes de resistencia al fuego, igual al tiempo de autonomía indicado en la tabla 8.2.3.

Este capítulo permite el cálculo de los rociadores en el recinto mayor, siempre que de dicho cálculo resulte la demanda hidráulica mayor, considerando los distintos recintos y sus espacios comunicados. Por ejemplo si el recinto más grande tiene cuatro rociadores y un recinto más pequeño tiene dos, pero éste se comunica a través de aberturas sin protección con otros tres recintos, cada uno de los cuales tiene otros dos rociadores, hay que calcular, también, el recinto más pequeño y el grupo de espacios comunicados con él. Los pasillos son recintos y hay que considerarlos como tales.

Las paredes pueden interrumpirse a la altura de un falso techo sólido y no es necesario que se prolonguen hasta un forjado superior, de resistencia al fuego clasificada, para que pueda aplicarse a esta sección.

Si el recinto es más pequeño que el área más pequeña reflejada en la curva correspondiente de la figura 8.2.3., debe aplicarse lo dispuesto en 8.2.3.1 3. a)

**8.2.3.3.3.** La protección mínima de las aberturas debe ser como se expone a continuación:



a) **Riesgo Ligero:** puertas automáticas o con mecanismo de autocierre. Cuando las aberturas no estén protegidas, los cálculos deben incluir los rociadores del recinto más dos rociadores en el espacio comunicado más próximo a cada una de las aberturas sin protección, a menos que dicho espacio solo tenga un rociador, en cuyo caso los cálculos deben incluir el funcionamiento de ese rociador. La elección de los rociadores del recinto y de su espacio comunicado que se han de incluir en el cálculo debe ser la que produzca la mayor demanda hidráulica posible.

Quando las aberturas no estén protegidas, los cálculos deben incluir los rociadores del recinto más dos rociadores en el espacio comunicado más próximo a cada una de las aberturas sin protección, a menos que dicho espacio sólo tenga un rociador, en cuyo caso los cálculos deben incluir el funcionamiento de ese rociador. La elección de los rociadores del recinto y de su espacio comunicado que se han de incluir en el cálculo debe ser la que produzca la mayor demanda hidráulica posible.

b) **Riesgo Ordinario y Extra:** puertas automáticas o con mecanismo de autocierre y con resistencia al fuego adecuada para el cierre del recinto.

#### **8.2.3.4. Métodos especiales**

**8.2.3.4.1.** Si el área de diseño es un patinillo de servicio vertical de un edificio, el número máximo de rociadores que es necesario incluir en el cálculo es 3. Cuando se utilice el método del recinto y el área considerada sea un pasillo protegido por una fila de rociadores, el número máximo de rociadores que es necesario incluir en el cálculo es 5. Si el área considerada es un pasillo protegido por una sola fila de rociadores y las aberturas no están protegidas, el área de diseño debe incluir todos los rociadores del pasillo, hasta un máximo de siete.

### **8.3. Procedimientos de diseño especiales**

**8.3.1. Aspectos generales.** Todos los procedimientos de diseño especiales utilizan los métodos de cálculo hidráulico descritos en 9.4, excepto en lo que se especifique

#### **8.3.2. Rociadores de respuesta rápida y supresión temprana (QRES).**

#### **8.3.3. Rociadores de gota gorda**

##### **A. 8.3.3. Véase la tabla A.8.3.3**

**8.3.3.1.** Debe conseguirse la protección especificada en la tabla A.5.3.3. o en los códigos NFPA apropiados en términos de presión mínima de funcionamiento

**Tabla A.8.3.3**  
**Rociadores de gota gorda: presión mínima de funcionamiento**  
**y número de rociadores de diseño para varios tipos de riesgo**

Tipo de riesgo	Tipo de sistema	Presión mínima de funcionamiento [bar (psi)]			Demanda para mangueras L/min(gpm)	Tiempo de autonomía
		1.7 (25)	3.4 (50)	5.2 (75)		
<b>Almacenamiento en palets:</b>						
Productos clase I, II y III hasta 7.6 m (25 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	15	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	2
	Seco	25	Nota 4	Nota 4		
Productos clase IV hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	20	15	Nota 4	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
Plásticos no expandidos hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	25	15	Nota 4	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
Plásticos expandidos hasta 5.5 m (18 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 2.4 m (8 ft).	Mojado	No aplica	15	Nota 4	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
Palets de madera hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	15	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco	25	Nota 4	Nota 4		
<b>Almacenamiento en pilas compactas:</b>						
Productos clase I, II y III hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	15	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco	25	Nota 4	Nota 4		
Productos clase IV y plásticos no expandidos hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	No aplica	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
<b>Almacenamiento en estanterías de doble fila, con pasillos de 1.7m (5.5 ft) de anchura mínima.</b>						
Productos clase I, II y III hasta 7.6 m (25 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 1.5 m (5 ft).	Mojado	20	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco	30	Nota 4	Nota 4		
Productos clase I y II hasta 9.2 m (30 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 1.5 m (5 ft).	Mojado	20 + 1 nivel estanterías	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco	30 + 1 nivel estanterías	Nota 4	Nota 4		
Productos clase I, II y III hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	15	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco	25	Nota 4	Nota 4		

Tipo de riesgo	Tipo de sistema	Presión mínima de funcionamiento [bar (psi)]			Demanda para mangueras L/min(gpm)	Tiempo de autonomía
		1.7 (25)	3.4 (50)	5.2 (75)		
Número de rociadores de diseño						
Productos clase I, II y III hasta 7.6 m (25 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	15 + 1 nivel estanterías 25 + 1 nivel estanterías	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco		Nota 4	Nota 4		
Productos clase IV hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	No aplica	20	15	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
Productos clase IV hasta 7.6 m (25 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	No aplica	20 + 1 nivel estanterías	15 + 1 nivel estanterías	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
Plásticos no expandidos hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	No aplica	30	20	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
Plásticos no expandidos hasta 7.6 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	No aplica	30 + 1 nivel estanterías	20 + 1 nivel estanterías	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
Productos clase IV y plásticos no expandidos hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 1.5 m (5 ft).	Mojado	No aplica	15	Nota 4	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
Productos clase IV y plásticos no expandidos hasta 7.6 m (25 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 1.5 m (5 ft).	Mojado	No aplica	15 + 1 nivel estanterías	Nota 4	1,900 (500)	2
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica		
<b>Almacenamiento de bobinas de papel en posición vertical</b>						
Papel de alto gramaje en filas cerradas, flejado en filas abiertas o flejado o no flejado en filas normales, hasta 7.9 m (26 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 10.4 m (34 ft).	Mojado	No aplica	15	Nota 4	0	4
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica	(Nota 7)	(Nota 7)
Papel de cualquier gramaje, excepto el de gramaje ligero, en filas cerradas o flejado o no flejado en filas normales, hasta 6.1 m (20 ft) de altura, con un espacio libre máximo hasta el techo de 3.0 m (10 ft).	Mojado	No aplica	15	Nota 4	0	4
	Seco	No aplica	25	Nota 4	(Nota 7)	(Nota 7)

Tipo de riesgo	Tipo de sistema	Presión mínima de funcionamiento [bar (psi)]			Demanda para mangueras L/min(gpm)	Tiempo de autonomía
		1.7 (25)	3.4 (50)	5.2 (75)		
Archivos:						
Papel de gramaje medio totalmente envuelto por una o varias capas de papel de alto gramaje o papel de gramaje ligero con dos o más capas de papel de alto gramaje, en filas cerradas, flejado en filas abiertas o no flejado en filas normales, hasta 7.9 m (26 ft) de altura con un espacio libre máximo hasta el techo de 10.4 m (34 ft)	Mojado	No aplica	15	Nota 4	0	4
	Seco	No aplica	No aplica	No aplica	(Nota 7)	(Nota 7)
Archivos de papel y/o cintas de ordenador en estanterías de acero de varios niveles, de hasta 1.5 m (5 ft) de ancho y con pasillos de 0.76 m (30 in) o mayor anchura, sin pasarelas en los pasillos, hasta una altura de 4.6 m (15 ft), con un espacio libre máximo hasta el techo de 1.5 m (5 ft)	Mojado	15	Nota 4	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco	25	Nota 4	Nota 4		
Igual que arriba, pero con pasarelas de metal desplegado o de rejilla metálica en los pasillos, con un 50% de superficie abierta como mínimo	Mojado	No aplica	15	Nota 4	1,900 (500)	1 1/2
	Seco	No aplica	15	Nota 4		

#### Notas.

- 1 Construcción de viguetas de madera vistas, con sectorización de todos los canales entre viguetas, abarcando toda la altura del canto, a intervalos no superiores a 6.1 m (20 ft). Si los canales no están sectorizados o los elementos sectorizadores están dispuestos a intervalos superiores a 6.1 m (20 ft), incrementese la presión mínima de funcionamiento en un 40 %.
2. Véase NFPA 231 "Standard for Genral Storage".
3. En el almacenamiento en estanterías, utilícense únicamente palets de madera convencionales, no palets cautivos.
4. Puede utilizarse la presión mayor, pero no puede reducirse el número de rociadores de diseño respecto al requerido para la presión menor.
- 5 Véase NFPA 231F "Storage for the Storage of Roll Paper".
- 6 Instálense rociadores para estanterías de acuerdo con NFPA 231C, "Standard for Rack Storage"
- 7 La demanda para mangueras y el tiempo de autonomía en los almacenamientos de papel puede variar según las circunstancias locales. Véase NFPA 231F "Standard for the Storage of Roll Paper"

y de número de rociadores que se deben incluir en el área de diseño. Los sistemas de rociadores de gota gorda deben diseñarse de manera que la presión mínima de funcionamiento no sea inferior a 1.7 bar (25 psi). Se permiten presiones más bajas en un riesgo particular cuando se haya comprobado su efectividad mediante ensayos de incendio a escala real.

A efectos de diseño, la presión máxima de descarga en el rociador hidráulicamente más alejado debe ser de 6.5 bar (95 psi).

El diámetro nominal de las tuberías de los ramales (incluidos los carretes montantes) no debe ser inferior a 32 mm (1 1/4 in) ni superior a 50 mm (2 in). Los tramos iniciales pueden ser de 65 mm (2 1/2 in) como excepción. Cuando los ramales tengan un diámetro superior a 50 mm (2 in), el rociador debe ser alimentado mediante un carrete montante que lo eleve 330 mm (13 in) si la tubería es de 65 mm (2 1/2 in) y 380 mm (15 in) si la tubería es de (3 in). Estas distancias deben medirse desde el eje de la tubería hasta el deflector. Como alternativa, los rociadores pueden estar desplazados horizontalmente un mínimo de 305 mm (12 in).

**Tabla A.8.3.4.**  
**Datos para el uso de los rociadores ESFR**

Tipo de almacenamiento	Productos almacenados	Altura máxima de almacenamiento m (ft)	Altura máxima del recinto * m (ft)
Almacenamiento en estanterías (filas simples, dobles o múltiples) y en bastidores portátiles. (No contenedores abiertos por arriba o pilas compactas ni palets) (*).	Plásticos con embalaje de cartón (expandidos o no expandidos) y productos de clase I a V, encapsulados o no encapsulados (*).	7.6 (25)	9.1 (30)
Bobinas de papel en posición vertical, en filas abiertas, normales o cerradas, flejadas o no flejadas (*).	Papel de gramaje alto.	6.1 (20)	9.1 (30)
Bobinas de papel en posición vertical, en filas abiertas, normales o cerradas, flejadas o no flejadas (*).	Papel de gramaje alto.	6.1 (20)	9.1 (30)
Almacenamiento de aerosoles.	Véase NFPA 30B		

Nota: La altura máxima del recinto debe medirse hasta la cara inferior de la placa de la cubierta o del falso techo.

(\*). Según los términos de NFPA 231, 231C y 231F

La demanda de las mangueras y el tiempo de autonomía deben cumplir con lo exigido para las actividades de Riesgo Extra según la tabla 8.2.3.

### **8.3.4. Rociadores de supresión temprana y gran velocidad de respuesta (ESFR)**

8.3.4.1. Los rociadores ESFR son adecuados para los riesgos que figuran en la tabla A.5.3.5. y sólo pueden utilizarse en otras clasificaciones de riesgo u otras configuraciones específicas cuando hayan superado ensayos de incendio a escala real o de otro tipo adecuado. Los sistemas de rociadores ESFR deben diseñarse de manera que la presión mínima de funcionamiento no sea inferior a 3.4 bar (50 psi).

El área de diseño debe estar constituida por el área cubierta por 12 rociadores, formada por 3 ramales de 4 rociadores cada uno, que provoque la mayor demanda hidráulica. El diseño debe abarcar una superficie mínima de 90 m<sup>2</sup> (960 ft<sup>2</sup>). Deben instalarse bocas de incendio pequeñas (bocas de 38 mm (1 1/2 in)). No se requiere que la demanda de las mangueras se añada a la demanda total de agua. El tiempo de autonomía del abastecimiento de agua debe ser, como mínimo, de 60 minutos.

### **8.3.5. Protección contra incendios exteriores**

8.3.5.1. Las tuberías deben calcularse hidráulicamente de acuerdo con la sección 9.4, de manera que se consiga una presión de 0.5 bar (7 psi), como mínimo, en cada rociador, cuando estén funcionando todos los rociadores situados frente al incendio exterior.

Si el sistema es de diluvio deben incluirse en el cálculo todos los rociadores, aunque estén situados en diferentes fachadas. Cuando el abastecimiento de agua alimente a otros sistemas de protección contra incendios, debe tener la capacidad suficiente para suministrar la demanda total de dichos sistemas, así como la demanda del sistema de protección contra incendios exteriores.

8.3.7. **Cortinas de agua.** Los rociadores de una cortina de agua, debe diseñarse hidráulicamente de manera que se consiga una descarga de 37 L/min (3 gpm), sin que ningún rociador descargue menos de 57 L / min (15 gpm). El número de rociadores que debe incluirse en el cálculo de la cortina es el correspondiente a la longitud paralela a los ramales en el área determinada según 9.4. La demanda de estos rociadores debe añadirse a la demanda del área supuesta de funcionamiento de los sistemas calculados hidráulicamente o a la demanda de agua determinada según la tabla 8.2.2. Los abastecimientos deben ajustarse, en cualquier caso, a la más alta presión de demanda

# CAPITULO IX

## PLANOS Y CALCULOS

### 9.1. Planos de montaje

**9.1.1. Planos de diseño.** Antes de instalar o modificar cualquier sistema de rociadores conviene presentar los planos de diseño a la autoridad competente para su revisión, con el fin de evitar errores o posteriores malentendidos. Cualquier desviación conforme a los planos aprobados requiere el permiso de la autoridad competente.

Conviene que los planos de diseño contengan toda la información, de entre la que se cita a continuación, que sea necesaria para obtener una clara representación del sistema, del riesgo y de la actividad.

- a) El nombre del propietario y el del ocupante.
- b) La localización y la dirección del establecimiento.
- c) La orientación geográfica.
- d) El tipo de construcción y la actividad que se desarrolla en el mismo.

**Nota:** Conviene incluir los datos correspondientes a riesgos especiales, porque pueden requerir la aplicación de normas especiales.

- e) La altura del edificio en m (ft).
- f) Si está previsto utilizar la red pública como abastecimiento, el diámetro de la tubería y la presión en bar (psi). Si se trata de una tubería alimentada por un solo extremo, la dirección y la distancia hasta el anillo de abastecimiento más próximo.
- g) La distancia desde el equipo de bombeo o depósito más próximo.
- h) Si no se dispone de información actualizada y fiable, conviene realizar una prueba de caudal de la tubería de abastecimiento de la red pública. En el plano de diseño conviene especificar quién realizó la prueba, el día y la hora, la situación en los hidrantes en los que se realizó la prueba y se midieron las presiones estática y residual, el diámetro de la tubería de alimentación de dichos hidrantes y los resultados de la prueba, indicando el diámetro y el número de las bocas de hidrante que se abrieron. Conviene incluir, además, los datos que indiquen la presión mínima en la conexión con la red pública.

- i) En las ciudades pequeñas, los datos correspondientes a la red pública, para facilitar la revisión de los planos.
- j) Los muros y puertas resistentes al fuego, las ventanas sin protección, las grandes aberturas sin protección en los suelos y los espacios ocultos.
- k) La distancia hasta las edificaciones vecinas que supongan un riesgo de incendio exterior, su tipo de construcción y la actividad que se desarrolla en ellos (por ejemplo: parques de almacenamiento de madera, fabricación de ladrillo, oficinas resistentes al fuego, etc.).
- l) La distancia entre rociadores, el número de rociadores en cada planta o en cada sector de incendio y el número de rociadores total, el número de rociadores en cada montante y en cada sistema planta por planta, la superficie total protegida por cada sistema en cada planta, el número total de rociadores en cada sistema de tubería seca, de acción previa o de diluvio, y si se trata de una ampliación de una instalación ya existente, el número de rociadores ya instalados.
- m) La capacidad de los sistemas de tubería seca, incluida la de las tuberías, y si se trata de una ampliación de un sistema de tubería seca ya existente, la capacidad del sistema existente y la de la ampliación.
- n) El espesor o clase, el diámetro y el material de las tuberías enterradas previstas.
- o) Los datos que indiquen si el edificio está situado en una zona sometida a inundaciones o terremotos que hayan de tenerse en cuenta al diseñar el sistema de rociadores.
- p) El nombre y la dirección de la persona o entidad que presenta el plano.

9.1.1.1. Los planos de montaje deben estar dibujados a una escala especificada, en hojas de tamaño normalizado; debe haber un plano de cada planta y los planos deben contener la información correspondiente a todos los apartados de la siguiente lista que conciernen al diseño del sistema:

- a) El nombre del propietario y del ocupante.
- b) La localización y la dirección del establecimiento.
- c) La orientación geográfica
- d) Si fuese necesario para una mayor claridad, una vista en sección longitudinal o un croquis que abarque toda la altura y que muestre, además, el tipo de construcción del techo y el método de construcción de las tuberías no metálicas
- e) La situación de los tabiques.
- f) La situación de los muros resistentes al fuego.



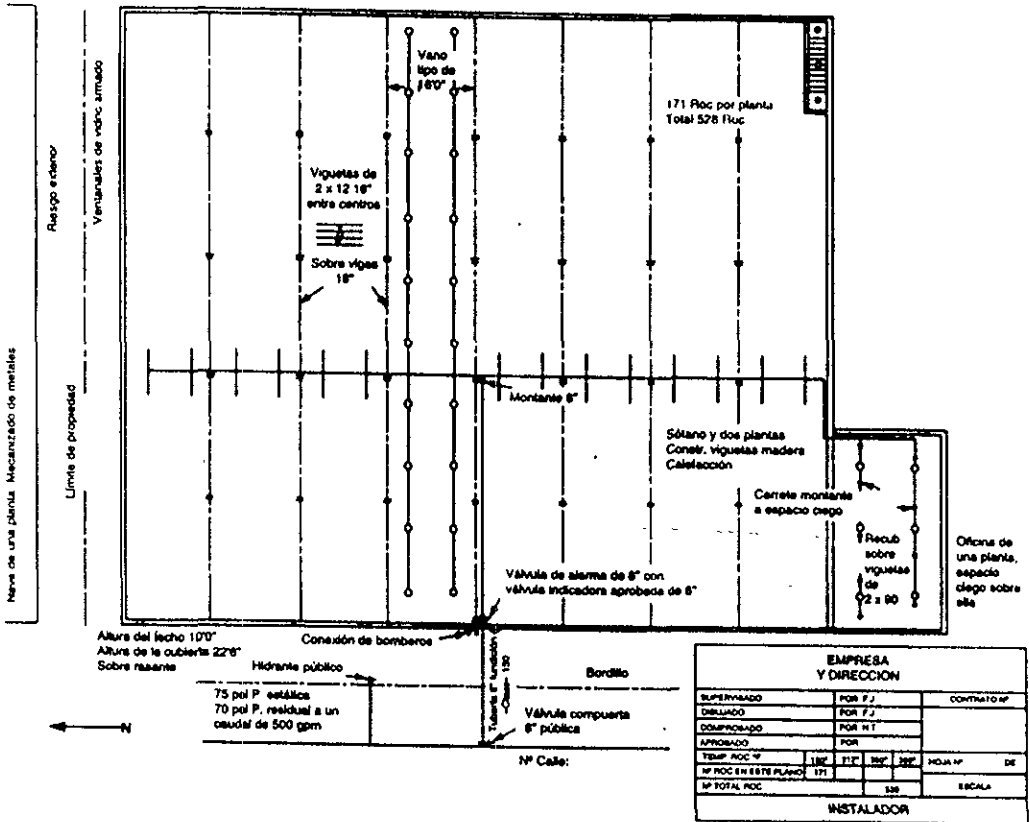


Figura A.9.1.1.  
Ejemplo de plano de diseño

- g) La clase de riesgo de cada zona o recinto.
- h) La situación y el tamaño de los espacios ocultos, desvanes, lavabos y cuartos de baño.
- i) Todos los huecos cerrados, de pequeñas dimensiones, en los que no se vayan a instalar rociadores.
- j) El diámetro de la tubería de la red pública, indicando si tiene alimentación en anillo o por un solo extremo y, en este último caso, la dirección y la distancia hasta el anillo de abastecimiento más próximo. El resultado de las pruebas de la red pública y la altura del sistema respecto del hidrante de prueba. Véase 10.2.1.
- k) Otra fuentes de abastecimiento de agua, indicando su presión estática o su elevación.
- l) La marca, el tipo y el diámetro nominal de los orificios de los rociadores.
- m) La temperatura de tarado y la situación de los rociadores de alta temperatura.
- n) La superficie total protegida por cada sistema en cada planta.
- o) El número de rociadores en cada montante por planta.

- p) El número total de rociadores en cada sistema de tubería seca, de acción previa, combinado de tubería seca y acción previa o de diluvio.
- q) La capacidad aproximada, en L (US gal), de cada sistema de tubería seca.
- r) El tipo y la clasificación de espesor de pared de las tuberías.
- s) El diámetro nominal de las tuberías y la longitud de los tramos (longitud de cada tramo cortado o dimensiones entre centros).

**Nota:** Cuando se utilicen ramales idénticos, solo es necesario indicar las dimensiones de uno de ellos.

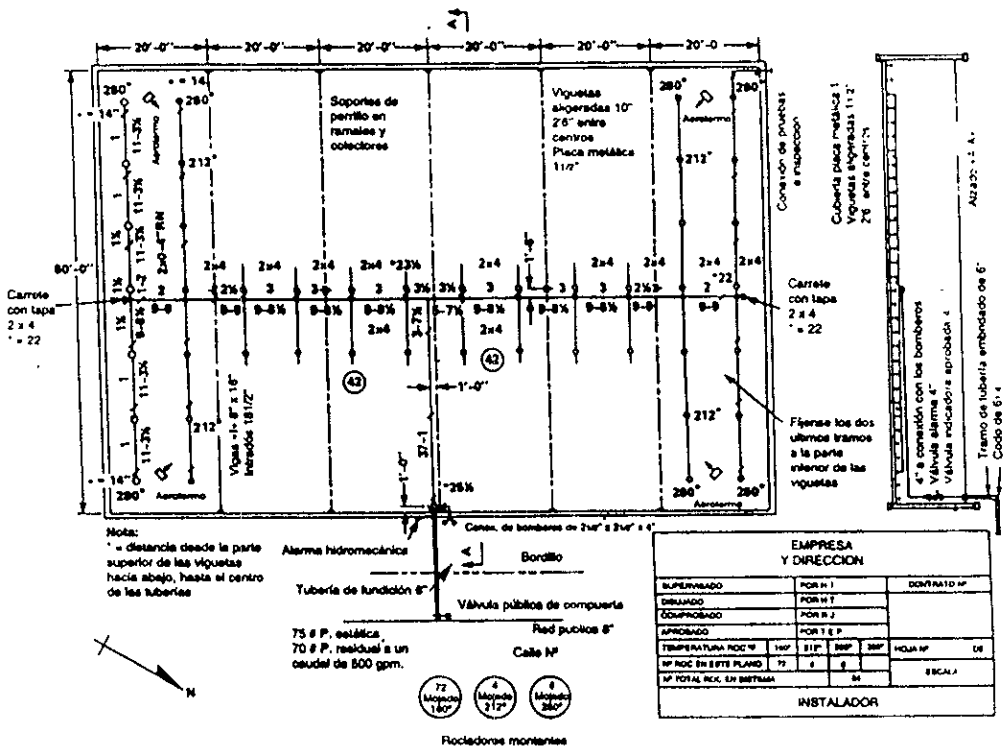


Figura A.9.1.  
Ejemplo de plano de montaje

- t) La situación y las dimensiones de los carretes montantes.
- u) El tipo de accesorios y juntas y la situación de todas las soldaduras y codos. El instalador debe especificar en los planos las secciones que hayan de ser soldadas en taller y el tipo de accesorios o montajes que vayan a utilizarse.
- v) El tipo y la situación de los soportes, manguitos anclajes y métodos de sujeción de los rociadores, cuando proceda.
- w) Todas las válvulas de corte, válvulas de retención, tuberías de drenaje y conexiones de prueba.
- x) La marca, el tipo, el modelo y el diámetro de las válvulas de alarma o de tubería seca.
- y) La marca, el tipo, el modelo y el diámetro de las válvulas de acción previa o de diluvio.
- z) La clase y la situación de las alarmas acústicas.
- aa) El diámetro y la situación de las bocas de incendio, de las mangueras y de los equipos correspondientes.
- bb) El diámetro de las tuberías enterradas y su longitud, situación, espesor de pared, material de fabricación y punto de conexión a la red pública; el tipo de válvulas, contadores y arquetas y la profundidad a la que está situada de la parte superior de las tuberías bajo rasante.
- cc) Los medios dispuestos para limpieza por flujo de agua. Véase .....
- dd) Cuando el equipo que se vaya a instalar sea la ampliación de un sistema ya existente, los planos deben incluir la parte y la información del sistema ya instalado que sean suficientes para aclarar técnicamente la situación.
- ee) En los sistemas calculados hidráulicamente, los datos de la placa de características hidráulicas.
- ff) Una representación gráfica de la escala utilizada en todos los planos.
- gg) El nombre y la dirección del instalador.
- hh) Los puntos de referencia para los cálculos hidráulicos: los indicados en el plano deben corresponderse con los puntos de referencia que lleven la misma identificación en las hojas de cálculo hidráulico
- ii) La densidad mínima de descarga de agua, el área de diseño, la demanda de los rociadores en estanterías y la demanda de las mangueras interiores y exteriores

- t) La situación y las dimensiones de los carretes montantes.
- u) El tipo de accesorios y juntas y la situación de todas las soldaduras y codos. El instalador debe especificar en los planos las secciones que hayan de ser soldadas en taller y el tipo de accesorios o montajes que vayan a utilizarse.
- v) El tipo y la situación de los soportes, manguitos anclajes y métodos de sujeción de los rociadores, cuando proceda.
- w) Todas las válvulas de corte, válvulas de retención, tuberías de drenaje y conexiones de prueba.
- x) La marca, el tipo, el modelo y el diámetro de las válvulas de alarma o de tubería seca.
- y) La marca, el tipo, el modelo y el diámetro de las válvulas de acción previa o de diluvio.
- z) La clase y la situación de las alarmas acústicas.
- aa) El diámetro y la situación de las bocas de incendio, de las mangueras y de los equipos correspondientes.
- bb) El diámetro de las tuberías enterradas y su longitud, situación, espesor de pared, material de fabricación y punto de conexión a la red pública; el tipo de válvulas, contadores y arquetas y la profundidad a la que está situada de la parte superior de las tuberías bajo rasante.
- cc) Los medios dispuestos para limpieza por flujo de agua. Véase .....
- dd) Cuando el equipo que se vaya a instalar sea la ampliación de un sistema ya existente, los planos deben incluir la parte y la información del sistema ya instalado que sean suficientes para aclarar técnicamente la situación.
- ee) En los sistemas calculados hidráulicamente, los datos de la placa de características hidráulicas.
- ff) Una representación gráfica de la escala utilizada en todos los planos.
- gg) El nombre y la dirección del instalador
- hh) Los puntos de referencia para los cálculos hidráulicos: los indicados en el plano deben corresponderse con los puntos de referencia que lleven la misma identificación en las hojas de cálculo hidráulico.
- ii) La densidad mínima de descarga de agua, el área de diseño, la demanda de los rociadores en estanterías y la demanda de las mangueras interiores y exteriores

- jj) El caudal total del agua y la presión requerida por cada sistema, calculados en un punto de referencia común.
- kk) La altura geométrica relativa de los rociadores, de los puntos de unión y de los puntos de abastecimiento o de referencia.
- ll) Si en el diseño se utiliza el método del recinto, todas las aberturas sin protección existentes en las paredes del piso protegido.
- mm) El cálculo de cargas para dimensionar las fijaciones rígidas antiterremoto y detalles de las fijaciones
- nn) El tarado de las válvulas reductoras de presión.
- oo) La información concerniente a los trenes antirreflujo (fabricante, diámetro, tipo).
- pp) La información concerniente a la solución anticongelante utilizada (tipo y cantidad).

9.1.1.2. En los planos de montaje de los sistemas de rociadores automáticos con conexiones ajenas a la protección contra incendios deben utilizarse símbolos especiales, adecuadamente definidos, para las tuberías auxiliares, bombas, intercambiadores de calor, válvulas, filtros y dispositivos similares, distinguiendo claramente estos elementos y sus tendidos de tuberías de los correspondientes al sistema de rociadores. Cada pieza del sistema auxiliar debe llevar identificado el número de modelo, el tipo y el nombre del fabricante. Véase la figura A 9.1 1.2 a) y b).

## 9.2. Formularios para el cálculo hidráulico

9.2.1. **Aspectos generales.** Los cálculos hidráulicos deben presentarse en unos formularios compuestos por una hoja resumen, las hojas de cálculo detalladas y una hoja de gráficos (veáanse los ejemplos de formularios en las figuras 9 2.2 a), 9 2.3. y 9.2.4.).

9.2.2. **Hoja resumen.** La hoja resumen debe contener la siguiente información, cuando proceda:

- a) La fecha
- b) La localización del establecimiento.
- c) El nombre del propietario y el del ocupante.
- d) El número del edificio u otro tipo de identificación pertinente
- e) La descripción del riesgo.
- f) El nombre y la dirección del instalador o proyectista
- g) El nombre de la entidad que aprueba el proyecto.



h) Los parámetros de diseño:

1. Area de diseño en m<sup>2</sup> (ft<sup>2</sup>).
2. Densidad mínima de aplicación de agua, en lpm/m<sup>2</sup> (gpm/ft<sup>2</sup>).
3. Area de cobertura por rociador, en m<sup>2</sup> (ft<sup>2</sup>).

i) La demanda total de agua según los cálculos, incluido el caudal extra para mangueras interiores, hidrantes exteriores, cortinas de agua y rociadores de protección contra incendios exteriores.

j) El caudal para rociadores en estanterías, en lpm (gpm)

k) Los límites (dimensiones, caudal y presión) para rociadores de cobertura ampliada u otros rociadores especiales.

Véase las figuras A.9.2.2. a) y b).

**9.2.3. Hojas de cálculo detalladas.** Las hojas de cálculo detalladas (manuscritas o impresas por ordenador) deben contener la siguiente información:

- a) El número de hoja.
- b) Una descripción de los rociadores y su factor de descarga (K).
- c) Los puntos de referencia para los cálculos hidráulicos.
- d) El caudal en L/min (gpm).
- e) El diámetro de las tuberías.
- f) La longitud de las tuberías entre los centros de los accesorios
- g) La longitud equivalente de tubería de los accesorios y demás dispositivos.
- h) Las pérdidas de carga en bar/m (psi/ft) de tubería.
- i) Las pérdidas de carga totales entre los puntos de referencia.
- j) La demanda para rociadores en estanterías, ajustada con la demanda de los rociadores de techo.
- k) La presión por diferencia de elevación entre los puntos de referencia en bar (psi).
- l) La presión requerida en cada punto de referencia en bar (psi)
- m) La presión de velocidad y la presión normal, si están incluidas en los cálculos

Figura A.9.2.2. a) Hoja resumen

<b>CALCULOS HIDRAULICOS</b>	
<b>PARA:</b>	
<b>EMPRESA:</b>	_____
<b>DIRECCION:</b>	_____
-	
<b>LOCALIDAD:</b>	_____
<b>CONTRATO No.</b>	
<b>FECHA:</b>	
<b>DATOS DE DISEÑO:</b>	
<b>CLASIFICACION DE RIESGO:</b>	
<b>DENSIDAD:</b>	
<b>AREA SUPUESTA DE FUNCIONAMIENTO:</b>	
<b>COBERTURA POR ROCIADOR:</b>	
<b>ROCIADORES ESPECIALES:</b>	
<b>No. DE ROCIADORES CALCULADOS:</b>	
<b>DEMANDA DE ROCIADORES EN ESTANTERIAS:</b>	
<b>DEMANDA DE MANGUERAS:</b>	
<b>DEMANDA TOTAL DEL SISTEMA:</b>	
<b>NOMBRE DEL INSTALADOR:</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTISTA:</b>	
<b>DIRECCION:</b>	
<b>AUTORIDAD COMPETENTE:</b>	



NOMBRE DEL CONTRATO GRUPO 1 / 1 500 #										HOJA 2 DE 3	
PASO #	IDENTIFICACION Y SITUACION DE BOQUILLAS	CAUDAL (gpm)	DIAMETRO DE TUBERIA	ACCESORIOS	LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA	PERDIDA DE CARGA PSI/FT	DESOLOSE DE PRESION	PRESION NORMAL	D=0.15 GPM / $\phi$ NOTAS K=5.60	COMENTARIOS	
1	BL-1	q	1		L 13.0	C=120	Pt 11.9	Pt	K=5.60		
		Q 19.5			A		Ph	Pv			
					T 13.0		$\Delta P$ 1.6	Pn			
2		q 20.7	1/4		L 13.0	.125	Pt 13.5	Pt	K=5.65 $\sqrt{13.5}$		
		Q 40.2			A		Ph	Pv			
					T 13.0		$\Delta P$ 1.6	Pn			
3		q 22	1/2		L 13.0	.132	Pt 15.1	Pt	K=5.65 $\sqrt{15.1}$		
		Q 62.2			A		Ph	Pv			
					T 13.0		$\Delta P$ 1.7	Pn			
4	CB CM	q 23.2	1/2	ZT-16	L 20.5	.237	Pt 16.8	Pt	K=5.65 $\sqrt{16.8}$	4	
		Q 85.4			A 16.0		Ph	Pv			
					T 36.5		$\Delta P$ 8.6	Pn			
5	COL A RAM 3	q	2		L 10.0	.07	Pt 25.4	Pt	K = $\frac{854}{23.4}$ K=16.95	5	
		Q 85.4			A		Ph	Pv			
					T 10.0		$\Delta P$ .7	Pn			
6	RAM 2 COL A RAM 3	q 86.6	2 1/2		L 10.0	.109	Pt 26.1	Pt	K=16.95 $\sqrt{26.1}$	6	
		Q 132.0			A		Ph	Pv			
					T 10.0		$\Delta P$ 1.1	Pn			
7	RAM 3 COL	q 88.4	2 1/2		L 70.0	.233	Pt 27.2	Pt	K=16.95 $\sqrt{27.2}$		
		Q 260.4			A		Ph	Pv			
					T 70.0		$\Delta P$ 16.3	Pn			
8	COL A AB	q	3	CS	L 119.0	.081	Pt 43.5	Pt	K=15 x .433	8	
		Q 260.4			VA 15 A		Ph 6.5	Pv			
					VC 1 T 140.0		$\Delta P$ 11.3	Pn			
9	SUBT A RED PUBLICA	q	3	CS	L 50.0	C=150 TIPO "M"	Pt 61.3	Pt	COBRE 21 x 1.51 = 32	9	
		Q 260.4			VC 1 A 92.0		Ph	Pv			
					T 15 T 82.2		$\Delta P$ 5.0	Pn			
		q			L		Pt 66.3	Pt			
		Q			A		Ph	Pv			
					T		$\Delta P$	Pn			
		q			L		Pt	Pt			
		Q			A		Ph	Pv			
					T		$\Delta P$	Pn			
							Pt				

Figura A.9.2.2. b)  
Hoja de cálculos

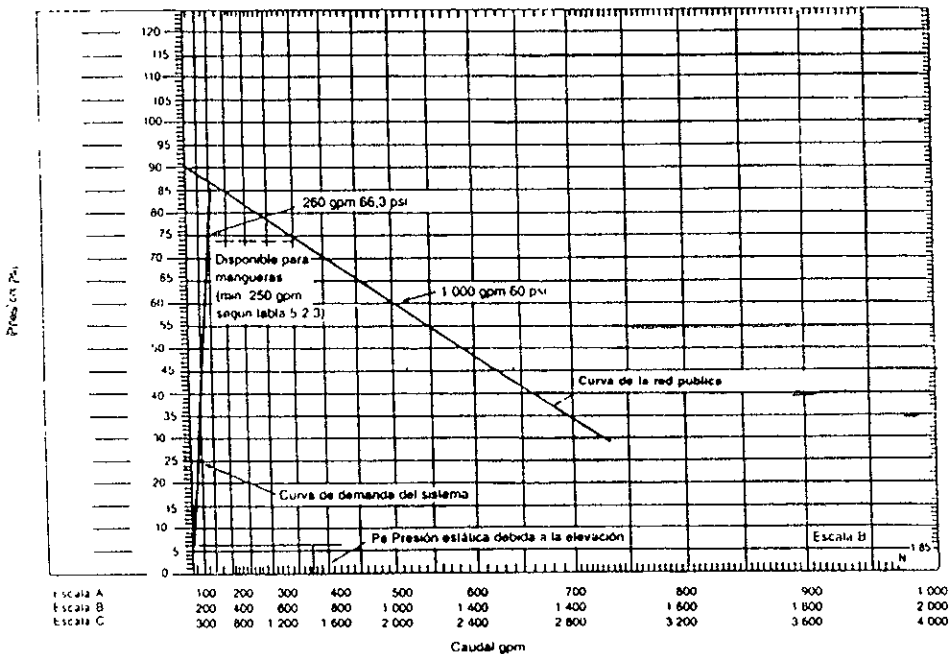


Figura 9.2.2. b) Gráfico hidráulico

n) Notas que indiquen los puntos de partida, referencias de otras hojas o cualquier otra aclaración de datos.

o) Un diagrama para añadir a los cálculos de los sistemas en parrilla, en el que se indiquen la dirección del agua y los caudales en las líneas, con los rociadores funcionando en el área hidráulicamente más desfavorable.

p) Los cálculos del factor K equivalente para rociadores instalados en carretes bajantes o carretes laterales, en los que los cálculos no comienzan en el rociador.

Véase la figura 9.2.3.

Véase la figura 9.2.3. (o)

**9.2.4. Hojas de gráficos.** Debe hacerse una representación gráfica de cálculo hidráulico completo, sobre papel semilogarítmico, que incluya las siguientes curvas de presión-caudal.

a) Curva de abastecimiento de agua.

b) Curva de la demanda del sistema de rociadores.

c) Curva de la demanda de los rociadores en estanterías (cuando proceda)

d) Curva de la demanda de las mangueras (cuando proceda).

Véase la figura A.9.2.4.

**9.3. Información sobre el abastecimiento de agua.** Se debe incluir, también, la siguiente información:

- a) La situación y la elevación del manómetro de prueba de las presiones estática y residual, respecto del punto de referencia del montante.
- b) La situación del punto de medida del caudal.
- c) La presión estática en bar (psi).
- d) La presión residual en bar (psi).
- e) El caudal en L/min (gpm).
- f) La fecha.
- g) La hora
- h) La identificación de quien realice la prueba o suministre la información.
- i) Otras fuentes de abastecimiento de agua, indicando su presión o su elevación.

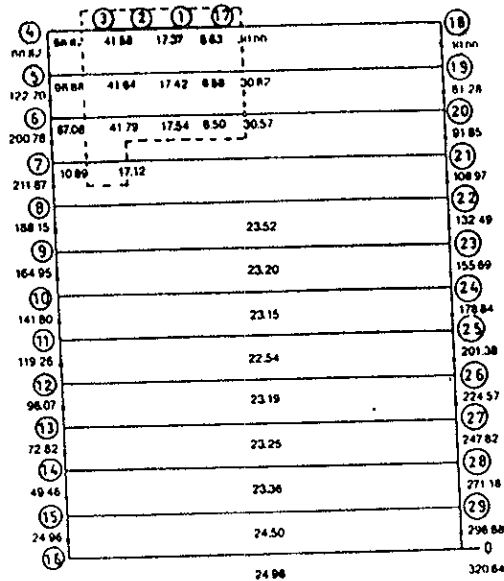


Figura A.9.2.3. o) Diagrama de flujos y caudales de un sistema en parrilla

Nombre y Dirección \_\_\_\_\_

Referencia	Tipo y situación de la boquilla	Caudal	Diámetro de la tubería	Accesorios	Longitud equivalente de tubería	Pérdida de carga	Presión requerida	Presión normal	Notas
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	
		q			Long.		Pt	Pt	
		Q			Acces.		$\Delta P$	Pv	
					TOTAL		Ph	Pn	

Figura A.9.2.3.  
Ejemplo de hoja de cálculo detallada

## Ejemplo de hoja de cálculo detallada

### 9.4. Métodos de cálculo hidráulico

**9.4.1. Aspectos generales.** Las reglas de diseño de los sistemas calculados hidráulicamente (ya se trate de sistemas nuevos o de ampliaciones de sistemas ya existentes) difieren de las reglas de diseño de los sistemas calculados por tablas salvo en que los sistemas siguen teniendo una limitación de superficie y las tuberías no deben tener un diámetro nominal inferior a 25 mm (1 in), si son de acero o 20 mm (3/4 in) si son de cobre o de un material no metálico listado para su uso en las instalaciones de rociadores. Por otra parte, el diámetro de las tuberías, el número de rociadores por ramal y el número de ramales por colector solo están limitados por el abastecimiento de agua disponible. Sin embargo, debe cumplirse la distancia entre rociadores y todas las demás reglas establecidas en éste y en los demás códigos aplicables.

**9.4.1.1.** Al hacer una ampliación de un sistema de rociadores no es necesario aumentar el diámetro de las tuberías ya instaladas para compensar los rociadores añadidos, siempre que la ampliación se calcule hidráulicamente y que los cálculos incluyan al sistema ya existente en la parte y en la medida y en la medida que tenga que abastecer de agua a la ampliación.

### 9.4.2. Fórmulas

**9.4.2.1. Fórmula de la pérdida de carga.** Las pérdidas de carga por rozamiento en las tuberías deben determinarse mediante la fórmula de Hazen-Williams:

$$AP = 6.05 * [(Q)^{1.85}/(C^{1.85})(d^{4.87})] * 10^{-5}$$

en la que:

AP = Pérdida de carga por longitud de tubería en bar/m.

Q = Caudal en L/min.

C = Coeficiente de pérdida de carga (o de Hazen-Williams).

d = Diámetro interior real de la tubería en mm.

En unidades U.S:

$$AP = 4.52 Q^{1.85} / (C^{1.85} * d^{4.87})$$

en la que:

AP = Pérdida de carga por longitud de tubería en psi/ft.

Q = Caudal en gpm

C = Coeficiente de pérdida de carga (o de Hazen-Williams)

d = Diámetro interior real de la tubería en in.

**9.4.2.2. Fórmula de presión de velocidad.** La presión de velocidad debe determinarse mediante la fórmula:

$$P_v = 2.25 Q^2 / d^4$$

en la que:

Pv = Presión de velocidad en bar.

d = Diámetro interior en mm.

Q = Caudal en L / min.

En unidades U S :

$$Pv = 0.001123 Q^2 / d^4$$

Pv = Presión de velocidad en psi.

d = Diámetro interior en in.

Q = Caudal en gpm

Tabla 9.4.2.

Símbolo o Abreviatura	Significado
P	Presión en bar (psi).
gpm	Galones por minuto.
L/min	Litros por minuto.
q	Incremento de caudal en L/min (gpm) que ha de añadirse en un lugar determinado.
Q	Caudal total en un lugar dado, en L/min (gpm).
Pt	Presión total en bar (psi) en un punto de una tubería.
AP	Pérdida de carga.
Ph	Presión debida a la diferencia de altura entre los puntos indicados. Puede ser positiva o negativa. Si es negativa, debe utilizarse el signo (-). Si es positiva no es necesario el signo.
Pv	Presión de velocidad en bar (psi) en un punto de una tubería.
Pn	Presión normal en bar (psi) en un punto de una tubería.
C	Codo de 90 grados.
CC	Codo de 45 grados.
C5	Codo de radio largo.
Cr	Cruz.
T	T (el flujo gira 90 grados).
VC	Válvula de compuerta.
VM	Válvula de mariposa.
VD	Válvula de diluvio.
VA	Válvula de alarma.
VTS	Válvula de tubería seca.
VRC	Válvula de retención de clapeta.
VRW	Válvula de retención de mariposa tipo "wafer".
F	Filtro.
psi	Libras por pulgada cuadrada.
v	Velocidad del agua en la tubería, en m/s (ft/s).

9.4.2.3. Fórmula de la presión normal. La presión normal debe determinarse mediante la fórmula.

$$P_n = P_t - P_v$$

en la que:

$P_n$  = Presión normal en bar.

$P_t$  = Presión total en bar.

$P_v$  = Presión de velocidad en bar.

**9.4.2.4. Nudos de ajuste hidráulico.** Las presiones en los nudos de ajuste hidráulico deben estar ajustadas con una tolerancia de 0.03 bar (0.5 psi). Para los cálculos se debe tomar la presión más alta en cada punto de unión y los caudales totales ajustados.

### 9.4.3. Longitud equivalente de tubería para válvulas y accesorios.

**9.4.3.1.** Para determinar la longitud equivalente de tubería de las válvulas y de los accesorios debe utilizarse la tabla 9.4.3.1., a no ser que los datos del fabricante indiquen que otros factores son apropiados. Cuando los accesorios para injerto tipo silla de montar tengan una pérdida de carga superior a la que se indica en la tabla 9.4.3.1, ésta pérdida debe incluirse en los cálculos hidráulicos.

**9.4.3.2.** La tabla 9.4.3.1. solo debe utilizarse con un coeficiente de Hazen-Williams  $C = 120$ . Para otros valores de  $C$ , los valores de la tabla 9.4.3.1. deben multiplicarse por los factores indicados en la tabla 9.4.3.2.

**9.4.3.3.** Deben facilitarse a la autoridad competente los valores específicos de la pérdida de carga o las longitudes equivalentes de tubería de las válvulas de alarma, válvulas de tubería seca, válvulas de diluvio, filtros y demás elementos

### 9.4.4. Métodos de cálculo

A.9.4.4. Véase la figura A.9.4.4.

**Tabla 9.4.3.1.**

**Longitudes equivalentes de tubería para un coeficiente de Hazen - Williams  
 $C = 120$**

VALVULAS Y ACCESORIOS	VALVULAS Y ACCESORIOS EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA RECTA EN min. (ft)						
	20 mm 3/4 in	25 mm 1 in	32 mm 1 1/4 in	40 mm 1 1/2 in	50 mm 2 in	65 mm 2 1/2 in	80 mm 3 in
Codo de 45°	0.3 (1)	0.3 (1)	0.3 (1)	0.6 (2)	0.6 (2)	0.9 (3)	0.9 (3)
Codo normal de 90°	0.6 (2)	0.6 (2)	0.9 (3)	1.2 (4)	1.5 (5)	1.8 (6)	2.1 (7)
Codo 90° de radio largo	0.3 (1)	0.6 (2)	0.6 (2)	0.6 (2)	0.9 (3)	1.2 (4)	1.5 (5)
T ó cruz (flujo gira 90°)	0.9 (3)	1.5 (5)	1.8 (6)	2.4 (8)	3.0 (10)	3.7 (12)	4.6 (15)
Válvula de mariposa	---	---	---	---	1.8 (6)	2.1 (7)	3.0 (10)
Válvula de compuerta	---	---	---	---	0.3 (1)	0.3 (1)	0.3 (1)
Válvula de retención (*)	---	1.5 (5)	2.1 (7)	2.7 (9)	3.4 (11)	4.3 (14)	4.9 (16)

VALVULAS Y ACCESORIOS	VALVULAS Y ACCESORIOS EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE TUBERIA RECTA EN min. (ft)						
	90 mm 3 1/2 in	100mm 4 in	125mm 5 in	150mm 6 in	200mm 8 in	250mm 10 in	300mm 12 in
Codo de 45°	0.9 (3)	1.2 (4)	1.5 (5)	2.1 (7)	2.7 (9)	3.4 (11)	4.0 (13)
Codo normal de 90°	2.4 (8)	3.0 (10)	3.7 (12)	4.3 (14)	5.5 (18)	6.7 (22)	8.2 (27)
Codo 90° de radio largo	1.5 (5)	1.8 (6)	2.4 (8)	2.7 (9)	4.0 (13)	4.9 (16)	5.5 (18)
T ó cruz (flujo gira 90°)	5.2 (17)	6.1 (20)	7.6 (25)	9.1 (30)	10.7(35)	15.2 (50)	18.3 (60)
Válvula de mariposa	---	3.7 (12)	2.7 (9)	3.0 (10)	3.7 (12)	5.8 (19)	6.4 (21)
Válvula de compuerta	0.3 (1)	0.6 (2)	0.6 (2)	0.9 (3)	1.2 (4)	1.5 (5)	1.8 (6)
Válvula de retención (*)	5.8 (19)	6.7 (22)	8.2 (27)	9.8 (32)	13.7 (45)	16 8 (55)	19.8 (65)

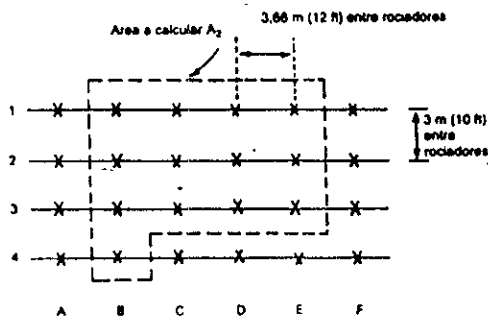
(\*) Debido a las variaciones en el diseño de las válvulas de retención, las longitudes equivalentes de esta tabla se deben tomar como valores aproximados.

Nota: Esta tabla se aplica a todos los tipos de tubería relacionados en la tabla 9.4 4.5.

**Tabla 9.4.3.2.**  
**Factores de corrección de la longitud equivalente de tubería para valores de C distintos de 120**

Valor de C	100	130	140	150
Factor de corrección	0.713	1.16	1.33	1.51

Nota. Esta tabla se basa en que la pérdida de carga en el accesorio es independiente del factor C de la tubería.



**Figura A.9.4.4.**

**Nota 1:** En los sistemas en parrilla, el rociador (o rociadores) suplementarios del ramal 4 pueden situarse en cualquier lugar adyacente desde B a E, a criterio del proyectista

**Nota 2:** En los sistemas en árbol y en anillo, conviene que el rociador suplementario del ramal 4 se sitúe lo más cerca posible del colector.



---

Ejemplo:

Considérese un área hidráulicamente desfavorable de 139 m<sup>2</sup> (1,500 ft<sup>2</sup>), con una cobertura por rociador de 11.1 m<sup>2</sup> (120 ft<sup>2</sup>). El número de rociadores que habrá de calcular será:

$$\begin{aligned}\text{Número de rociadores} &= \text{Área de diseño} / \text{Área por rociador} \\ &= 139 / 11.1 \text{ (1,500 / 120)} = 12.5 \text{ Calcúlese } 13\end{aligned}$$

$$\text{Número de rociadores por ramal} = (1.2 * (A)^{1/2}) / S$$

En donde:

A = Área de diseño

S = Distancia entre rociadores en el ramal

$$\begin{aligned}\text{No. rociadores / ramal} &= (1.2 * (139)^{1/2}) / 3.66 = (1.2 * (1,500)^{1/2}) / 12 \\ &= 3.87\end{aligned}$$

---

**9.4.4.1.** El área de diseño ha de ser, para todos los sistemas, el área de mayor demanda hidráulica según los criterios de 8.2.3.

**a)** Cuando en el diseño se utilice el método área-densidad, el área de diseño debe ser un área de forma rectangular, uno de cuyos lados ha de ser paralelo a los ramales y medir, al menos, 1.2 veces la raíz cuadrada del área supuesta de funcionamiento (A) utilizada. El área de diseño puede abarcar rociadores de ambos lados del colector. Cuando el número de rociadores sea fraccionario, debe tomarse el número entero inmediatamente superior.

En los sistemas cuyos ramales tengan un número de rociadores insuficiente para cumplir con el requisito  $lr = (1.2 * (A)^{1/2})$ , el área de diseño debe ampliarse con rociadores de los ramales contiguos, alimentados por el mismo colector.

**b)** Cuando el diseño se basa en el método del recinto véase 8.2.3.3.. El cálculo debe basarse en el recinto (incluido en su caso, su espacio comunicado) que provoque la mayor demanda hidráulica.

**A.9.4.4.1.** Véanse las figuras A 9 4.4.1. a) y b)

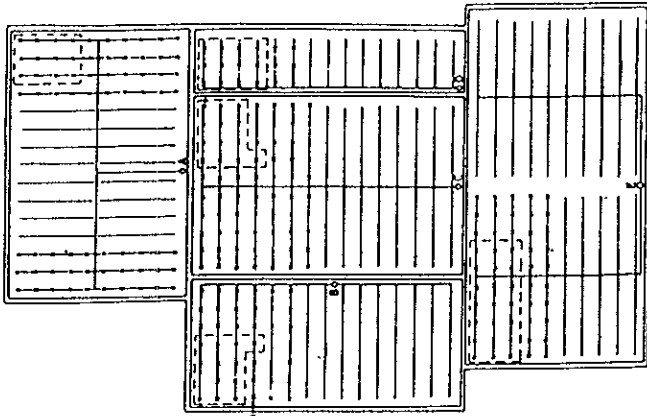


Figura A.9.4.4.1. a)

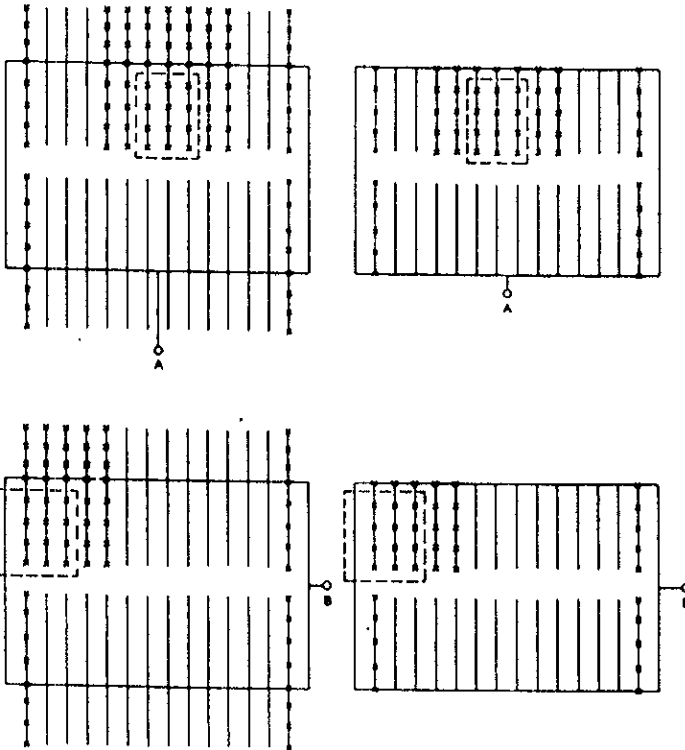


Figura A.9.4.4.1. b)  
Ejemplo del área de mayor demanda hidráulica

9.4.4.2. En los sistemas en parrilla, el proyectista debe comprobar que se está considerando el área de mayor demanda hidráulica. Deben presentarse, como mínimo, dos juegos de cálculos adicionales, para demostrar que la pérdida de carga provocada por la demanda del área de diseño es superior a la provocada por las áreas inmediatamente contiguas a ambos lados, a lo largo de los mismos ramales.

Se aceptan los programas de ordenador que demuestren la superioridad de las pérdidas de carga provocadas por la demanda del área de diseño con un sólo juego de cálculos.

A.9.4.4.2. Véase la figura A.9.4.4.2.

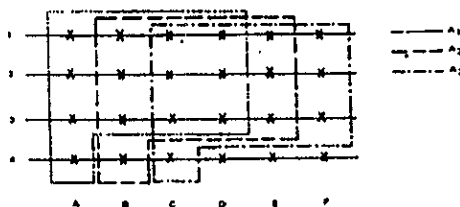
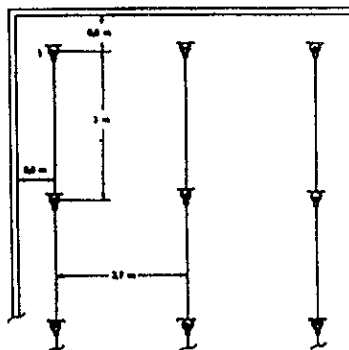


Figura A.9.4.4.2.  
Ejemplo de determinación del área hidráulicamente más desfavorable en un sistema en parrilla



1 A lo largo de los ramales	0.6m, 3.0 m S = 3.0	2 ft 10 ft S = 10
2 Entre ramales	0.6 m, 3.7 m L = 3.7	2 ft, 12 ft L = 12
3. Cobertura	30 x 3.7 = 11.1 m <sup>2</sup>	10 x 12 = 120 ft <sup>2</sup>

Figura A.9.4.4.3. a)  
Área de cobertura de los rociadores

### **Area de cobertura de los rociadores**

**9.4.4.3.** Las tuberías del sistema deben calcularse hidráulicamente, según densidades de descarga y áreas supuestas de funcionamiento acordes con la curva de la figura 8.2.3. que corresponda a la actividad de que se trate

a) La densidad de descarga debe calcularse sobre la base del área supuesta de funcionamiento. El área de cobertura por rociador que ha de considerarse en el diseño y en los cálculos hidráulicos debe determinarse de acuerdo con 5.6.2.3.

Véase la figura A.9.4.4.3. a)

b) Cuando haya rociadores instalados por encima y por debajo de un falso techo o en el caso de que más de dos áreas se abastezcan de un grupo de ramales común, los ramales y su abastecimiento deben calcularse para que puedan suministrar la demanda de agua mayor.

Esta subsección se refiere a un falso techo construido de forma que, si se produce un incendio arriba o debajo de él, es razonablemente seguro que solo funcionarán los rociadores de ese lado. Si el falso techo es lo suficientemente abierto o está construido de manera que se pueda esperar que funcionen los rociadores instalados por encima y por debajo de él, en los cálculos debe considerarse el funcionamiento de todos los rociadores.

**9.4.4.4.** Todos los rociadores del área de diseño, así como los restantes rociadores del sistema diseñado hidráulicamente, deben descargar un caudal por lo menos igual a la densidad mínima de descarga estipulada, multiplicada por el área de cobertura de cada rociador. Los cálculos deben comenzar en el rociador hidráulicamente más desfavorable. La descarga de cada rociador debe basarse en la presión calculada en él.

Cuando el área de aplicación sea igual o superior a 140 m<sup>2</sup> (1,500 ft<sup>2</sup>), se permite omitir en los cálculos hidráulicos la descarga de los rociadores situados en cuartos de baño y dependencias pequeñas similares, que estén comprendidas dentro del área de aplicación y que requieran solamente un rociador. Sin embargo, los rociadores situados en estas dependencias pequeñas deben poder descargar las densidades mínimas, de acuerdo con la figura 8.2.3.

Cuando se instalen rociadores por encima y por debajo de obstáculos tales como conductos y tableros anchos, se permite la omisión de la demanda de uno de los niveles de rociadores en los cálculos correspondientes al diseño hidráulico en el nivel del techo dentro del área de aplicación. En cualquier caso, debe calcularse la combinación que provoque la mayor demanda hidráulica.

Cuando no resulte evidente por comparación que el diseño elegido es el hidráulicamente más desfavorable conviene presentar cálculos adicionales. El área más alejada no tiene por qué ser la más desfavorable hidráulicamente.

**9.4.4.5.** Calcúlense las pérdidas de carga con la fórmula de Hazen-Williams, utilizando los valores de C de la tabla 9.4.4.5.

a) Inclúyanse las tuberías, los accesorios y los elementos tales como válvulas, contadores y filtros y calcúlense los cambios de altura que afecten a la descarga de los rociadores.

Las tuberías de drenaje que unan ramales no deben incluirse en los cálculos hidráulicos.

b) Calcúlese la pérdida de carga en las T y en las cruces en las que se produzca un cambio de dirección del chorro, tomando como base la longitud equivalente del tramo de tubería en el que esté incluido el accesorio. Una T situada en el extremo superior de un carrete montante debe incluirse en el ramal, una T situada en la base de un carrete montante debe incluirse en el carrete y una T o una cruz de unión entre un colector y una tubería de distribución debe incluirse en el colector. No se debe tener en cuenta ninguna pérdida de carga en el accesorio debida a los chorros que atraviesen una T o una cruz sin cambiar de dirección.

**Tabla 9.4.4.5.**  
**Coefficiente C de Hazen - Williams para**  
**varios tipos de tuberías y tubos**

TUBERIA	VALOR DE C (*)
Función gris o dúctil sin recubrir	100
Acero de clase negra (sistemas secos, incluidos los de acción previa)	100
Acero de clase negra (sistemas húmedos, incluidos los de diluvio)	120
Galvanizada (todas)	120
De plástico (todas)	120
Fundición gris o dúctil cementada interiormente	140
Cobre o acero inoxidable	150

(\*) La autoridad competente puede recomendar otros valores de C.

c) Calcúlese la pérdida de carga en los codos de reducción tomando como base la longitud equivalente de la tubería de la salida más pequeña. Utilícese la longitud equivalente del codo normal en los giros de 90° bruscos, tales como los codos roscados. Utilícese la longitud equivalente del codo de radio largo en los giros de 90° de trazado suave, tales como los codos embridados, soldados o de junta mecánica ranurada. (Véase la tabla 9.4.3.1.).

d) No se debe tener en cuenta la pérdida de carga en un accesorio conectado directamente a un rociador.

e) Deben incluirse las pérdidas de carga en una válvula reductora de presión sobre la base de presión normal de entrada. Deben utilizarse los datos de pérdida de carga que figuren en la información del fabricante.

**9.4.4.6.** No deben utilizarse placas de orificio ni rociadores de diferentes diámetros de orificio para equilibrar el sistema.

Se acepta el uso de rociadores de diferentes diámetros de orificio en aplicaciones especiales, tales como protección contra incendios exteriores, recintos y huecos pequeños o descarga orientada. Se acepta el uso de rociadores de diferentes diámetros de orificio en actividades de Riesgo Ligero en las que se utilicen rociadores de cobertura ampliada en una parte de la superficie protegida.

No se considera equilibrado utilizar rociadores de diferentes diámetros de orificio cuando haya áreas que requieran diferente protección, ya que esto trae dificultades al volver a poner el sistema en servicio después de haber funcionado, ya que no siempre está claro qué rociadores deben instalarse en cada sitio

**9.4.4.7.** La presión de velocidad  $P_v$ , puede incluirse o no en los cálculos a criterio del proyectista. Si se incluyen las presiones de velocidad, deben considerarse tanto en los ramales como en los colectores, en donde proceda.

Cuando se incluya en los cálculos la presión de velocidad conviene partir de las siguientes suposiciones:

a) A lo largo de una tubería, en cualquier salida por la que fluya agua, excepto en la salida final, solo puede actuar la presión normal ( $P_n$ ). En la salida final puede actuar la presión total ( $P_t$ ) Se consideran salidas finales las siguientes:

1. El último rociador activo de un ramal ciego.
2. El último ramal activo de un colector ciego
3. Cualquier rociador de un ramal en parrilla en el que se produzca una bifurcación de flujo.
4. Cualquier ramal de un sistema en anillo en el que se produzca una bifurcación de flujo.

b) A lo largo de una tubería, en cualquier salida por la que fluya agua, excepto en la salida final, la presión actuante que provoca la salida del agua es igual a la presión total ( $P_t$ ) menos la presión de velocidad ( $P_v$ ) agua arriba

c) Para hallar la presión normal ( $P_n$ ) en cualquier salida, supóngase un caudal de descarga en la salida de que se trate y calcúlese la presión de velocidad ( $P_v$ ) del caudal total aguas arriba. Como la presión normal ( $P_n$ ) es igual a la presión total menos la presión de velocidad ( $P_v$ ), el valor de la presión normal ( $P_n$ ) así calculado debe producir un caudal de salida aproximadamente igual al supuesto; si no es así, supóngase un nuevo valor y repítense los cálculos

**9.4.4.8.** La presión de funcionamiento mínima de cualquier rociador debe ser de 0.5 bar (7 psi) La presión de funcionamiento mínima que se especifique en el listado de un rociador para una aplicación concreta.

**9.5. Tablas de tuberías.** No deben utilizarse tablas de tuberías, excepto en los sistemas ya existentes y en los sistemas nuevos o en las ampliaciones de sistemas ya existentes que se describen en el capítulo 8.

**9.5.1. Aspectos generales.** El dimensionamiento por tablas no debe aplicarse a los sistemas calculados hidráulicamente. Los sistemas con rociadores cuyo diámetro de orificio sea distinto de 1/2 in o con tuberías diferentes de las que figuran en la tabla 7.3.1.; los sistemas para Riesgo Extra, Grupos 1 y 2 y los sistemas de protección contra incendios exteriores, deben ser calculados hidráulicamente.

Los sistemas calculados por tablas tienen una efectividad demostrada, pero sólo si se utilizan rociadores cuyo diámetro de orificio sea 1/2 in. Si se utilizan rociadores de diámetro de orificio diferente puede ser necesario hacer cálculos para comprobar que pueden descargar el caudal de agua requerido con el abastecimiento disponible.

**9.5.1.1.** El número de rociadores automáticos alimentados por una tubería de diámetro determinado en una planta no debe ser superior al número indicado en las secciones 9.5.2., 9.5.3. o 9.5.4 para la actividad que se trate.

**9.5.1.2. Diámetro de los montantes.** Cada montante de sistema debe tener el diámetro suficiente para alimentar a todos los rociadores a los que abastezca en cualquier planta, según las tablas normalizadas de tuberías que figuran en 9.5.2, 9.5.3. y 9.5.4

Cuando el tipo de construcción u otros condicionantes hagan necesario utilizar tramos de tubería anormalmente largos o instalar muchos angulos en las montantes, en las tuberías de distribución o en los colectores, puede ser necesario utilizar tuberías de diámetro mayor que el requerido por las tablas, para compensar el aumento en las pérdidas de carga.

**9.5.1.3. Pisos de rejilla, pisos con grandes aberturas horizontales, entresuelos y plataformas grandes.** Las construcciones que tengan pisos de rejillas o pisos con grandes aberturas horizontales sin protección y sin barreras aprobadas, deben considerarse como una sola área en lo que se refiere al diámetro de las tuberías, y tanto las tuberías de distribución como los montantes deben tener el diámetro correspondiente al número total de rociadores

**9.5.1.4. Cajas de escalera.** Las cajas de escalera, las torres y demás construcciones con pisos incompletos, si están alimentadas por montantes independientes, deben ser consideradas como una sola área en lo referente al diámetro de las tuberías

## **9.5.2. Tablas para actividades de Riesgo Ligero**

**9.5.2.1. Los ramales no deben tener más de 8 rociadores a cada lado del colector.** Cuando sea necesario instalar más de 8 rociadores en un ramal, se pueden instalar hasta 9 rociadores dimensionando los dos últimos tramos en 25 y 32 mm (1 in y 1 1/4 in) respectivamente y el resto según las tablas. Se pueden instalar hasta 10 rociadores en un ramal dimensionando los dos últimos tramos en 25 y 32 mm (1 in y 1 1/4 in) y alimentando el décimo rociador mediante una tubería de 65 mm (2 1/2 in)

**9.5.2.2.** Los diámetros de las tuberías deben ser acordes con los de la tabla 9.5.2.2. Toda área que requiera un número de rociadores superiores al especificado para tuberías de 90 mm (3 1/2 in) en la tabla 9.5.2.2. y que carezca de elementos compartimentadores (no necesariamente muros resistentes al fuego) debe alimentarse por medio de tuberías de distribución o montantes dimensionados para actividades de Riesgo Ordinario.

**Tabla 9.5.2.2.**  
**Tabla de tuberías para actividades de Riesgo Ligero:**  
**diámetros de tubería y número de rociadores**

ACERO		COBRE	
25 mm 1"	2 rociadores	25 mm 1"	2 rociadores
32 mm 1 1/4 "	3 rociadores	32 mm 1 1/4 "	3 rociadores
40 mm 1 1/2"	5 rociadores	40 mm 1 1/2"	5 rociadores
50 mm 2"	10 rociadores	50 mm 2"	10 rociadores
65 mm 2 1/2"	30 rociadores	65 mm 2 1/2"	30 rociadores
80 mm 3"	60 rociadores	80 mm 3"	60 rociadores
90 mm 3 1/2"	100 rociadores	90 mm 3 1/2"	100 rociadores
100 mm 4"	Véase.....	100 mm 4"	Véase. ....

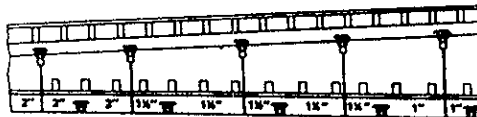
**9.5.2.3.** Cuando se instalen rociadores por encima y por debajo de falsos techos ( véase las figuras 9.5 2.3. a), b) y c)) y dichos rociadores se alimenten de un grupo común de ramales o de ramales diferentes de un mismo colector, tales ramales no deben tener más de ocho rociadores por encima y ocho rociadores por debajo de cualquier falso techo, a cada lado del colector. El diámetro de las tuberías, hasta 65 mm (2 1/2 in) inclusive, debe ser indicado en la tabla 9.5 2.3., tomándose el mayor número de rociadores que pueda encontrarse en cualquier par de niveles contiguos

**Tabla 9.5.2.3.**  
**Rociadores instalados por encima y por debajo de falsos techos:**  
**diámetros de tubería y número de rociadores**

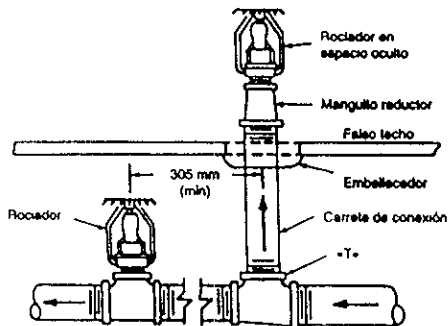
ACERO		COBRE	
25 mm 1"	2 rociadores	25 mm 1"	2 rociadores
32 mm 1 1/4 "	4 rociadores	32 mm 1 1/4 "	4 rociadores
40 mm 1 1/2"	7 rociadores	40 mm 1 1/2"	7 rociadores
50 mm 2"	15 rociadores	50 mm 2"	18 rociadores
65 mm 2 1/2"	50 rociadores	65 mm 2 1/2"	65 rociadores

**9.5.2.3.1.** Cuando el número total de rociadores instalados por encima y por debajo de un falso techo supere el número especificado en la tabla 9.5.2.3. para tuberías de 65 mm (2 1/2 in), el diámetro de la tubería que alimente a dichos rociadores debe aumentarse a 80 mm (3 in) y dimensionarse, a partir de ese punto, de acuerdo con el diámetro especificado en la tabla 9.5.2 2 para el número de rociadores que haya por encima o por debajo del falso techo, tomándose el que sea mayor.

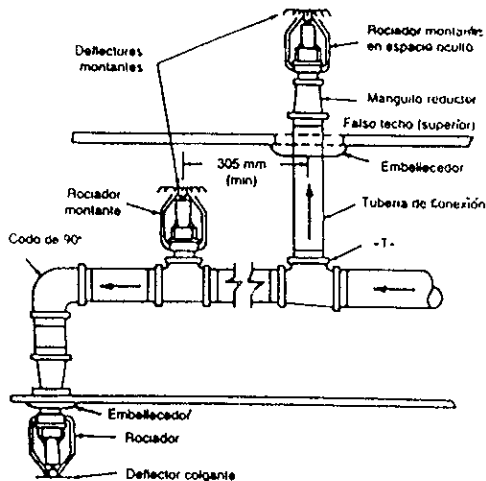




**Figura 9.5.2.3. a)**  
**Disposición de los ramales para abastecer a rociadores instalados por encima y por debajo de un falso techo**



**Figura 9.5.2.3. b)**  
**Rociador instalado sobre un carrete montante conectado a un ramal situado en un sector de incendio inferior al suyo**



**Figura 9.5.2.3. c)**  
**Disposición de los ramales para abastecer a rociadores instalados por encima y por debajo de falsos techos**

**9.5.3.3.** Cuando se instalen rociadores por encima y por debajo de falsos techos y dichos rociadores se alimenten de un grupo común de ramales o de ramales diferentes de un mismo colector, tales ramales no deben tener más de 8 rociadores por encima y 8 rociadores por debajo de cualquier falso techo, a cada lado del colector. El diámetro de las tuberías, hasta 80 mm (3 in) inclusive, debe ser el indicado en la tabla 9.5.3.3., tomándose el mayor número de rociadores que pueda encontrarse en cualquier par de niveles contiguos [Véanse las figuras 9.5.2.3. a), b) y c)].

**Tabla 9.5.3.3.  
Rociadores instalados por encima y por debajo de falsos techos:  
diámetros de tubería y número de rociadores**

ACERO		COBRE	
25 mm 1"	2 rociadores	25 mm 1"	2 rociadores
32 mm 1 1/4 "	4 rociadores	32 mm 1 1/4 "	4 rociadores
40 mm 1 1/2"	7 rociadores	40 mm 1 1/2"	7 rociadores
50 mm 2"	15 rociadores	50 mm 2"	18 rociadores
65 mm 2 1/2"	30 rociadores	65 mm 2 1/2"	40 rociadores
80 mm 3"	60 rociadores	80 mm 3"	65 rociadores

**9.5.3.3.1.** Cuando el número total de rociadores, encima y debajo del falso techo, supere el número especificado en la tabla 9.5.3.3. para tuberías de 80 mm (3 in), la tubería que alimenta a dichos rociadores debe incrementarse a 90 mm (3 1/2 in) y dimensionarse, a partir de ese punto, de acuerdo en lo especificado en las tablas 9.5.2.2. o 9.5.3.2. a) para el número de rociadores que haya por encima o por debajo del falso techo, considerando el que sea mayor.

Quando la distancia entre los rociadores que protegen el área ocupada sea superior a 3.7 m (12ft) o la distancia entre los ramales sea superior a 3.7 m (12 ft), los ramales se deben dimensionar según el procedimiento de los dos siguientes que requiera un mayor diámetro de tubería: la tabla 9.5.3.2 b), teniendo en cuenta sólo los rociadores que protegen el área ocupada o el párrafo 9.5.3.3.

Por ejemplo, una tubería de acero de 80 mm (3 in), que se autoriza que alimente a 40 rociadores en un área de Riesgo Ordinario, puede alimentar a un total de 60 rociadores cuando no más de 40 de ellos protejan el espacio ocupado por debajo del falso techo.

**9.5.4.** Los sistemas para actividades de Riesgo Extra deben calcularse hidráulicamente.

**9.5.4.1. Tabla para actividades de Riesgo Extra.** Esta tabla de diámetros de tubería se reedita sólo como guía para sistemas ya existentes. Los sistemas nuevos para actividades de Riesgo Extra deben calcularse hidráulicamente de acuerdo a lo establecido en 9.5.4.

**9.5.5. Sistema de diluvio.** Los sistemas de rociadores abiertos y los sistemas de diluvio deben calcularse hidráulicamente, de acuerdo con los códigos correspondientes.

**Tabla 9.5.4.1.**  
**Tabla de tuberías para actividades de Riesgo Extra:**  
**diámetros de tubería y número de rociadores**

ACERO		COBRE	
25 mm 1"	1 rociadores	25 mm 1"	1 rociadores
32 mm 1 1/4 "	2 rociadores	32 mm 1 1/4 "	2 rociadores
40 mm 1 1/2"	5 rociadores	40 mm 1 1/2"	5 rociadores
50 mm 2"	8 rociadores	50 mm 2"	8 rociadores
65 mm 2 1/2"	15 rociadores	65 mm 2 1/2"	20 rociadores
80 mm 3"	2740 rociadores	80 mm 3"	30 rociadores
90 mm 3 1/2"	40 rociadores	90 mm 3 1/2"	45 rociadores
100 mm 4"	55 rociadores	100 mm 4"	65 rociadores
125 mm 5"	90 rociadores	125 mm 5"	100 rociadores
150 mm 6"	150 rociadores	150 mm 6"	170 rociadores

**9.5.6. Sistemas de protección contra incendios exteriores.** Los rociadores de protección contra incendios exteriores deben calcularse hidráulicamente, utilizando la tabla 9.5.6 y el correspondiente número-guía de la clasificación de riesgos de incendio exterior (véase NFPA 80A).

En la tabla 9.5.6. se indica el caudal de los rociadores de ventana y de cornisa, para el diseño de sistemas de protección contra incendios exteriores. Los caudales se dan en función de los números guía extraídos de la tabla 2-3 de NFPA 80A, "Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures", edición de 1987. La sección A de la tabla corresponde a los rociadores de ventana. El diámetro del orificio se elige de acuerdo con el nivel en que está situado el rociador. La sección B de la tabla corresponde a los rociadores de cornisa.

**Tabla 9.5.6.**  
**Protección contra incendios exteriores**

<b>SECCION A - ROCIADORES DE VENTANA</b>					
<b>Número-guía</b>	<b>Nivel de rociador</b>	<b>Diámetro de orificio in</b>	<b>Coefficiente de descarga (factor K) SI (U.S.)</b>	<b>Caudal de descarga (Q) L/min (gpm)</b>	<b>Caudal de descarga por unidad de superficie de ventana (*) L/min*m2 (gpm/ft2)</b>
Hasta 1.50	Los dos niveles superiores	3/8	39.2 (2.8)	28 (7.4)	12.1 (0.30)
	Los dos niveles siguientes	5/16	26.6 (1.9)	18.9 (5.0)	8.2 (0.20)
	Los dos niveles siguientes	1/4	19.6 (1.4)	14 (3.7)	6.0 (0.15)
De 1.50 a 2.20	Los dos niveles superiores	1/2	78.4 (5.6)	56 (14.8)	24.1 (0.59)
	Los dos niveles siguientes	7/16	58.8 (4.2)	42 (11.1)	18.1 (0.44)
	Los dos niveles siguientes	3/8	39.2 (2.8)	28 (7.4)	12.1 (0.30)
De 2.21 a 13.5	Los dos niveles superiores	5/8	156.8 (11.2)	112 (29.6)	48.2 (1.18)
	Los dos niveles siguientes	17/32	112.0 (8.0)	80.2 (21.2)	34.6 (0.85)
	Los dos niveles siguientes	1/2	78.4 (5.6)	56 (14.8)	24.1 (0.59)

(\*) Sobre 2.3 m<sup>2</sup> (25 ft<sup>2</sup>) de superficie de ventana.

<b>SECCIÓN B - ROCIADORES DE CORNISA</b>		
<b>Número - guía</b>	<b>Diámetro de orificio in</b>	<b>Caudal de descarga por unidad de longitud L/min*m2 (gpm/ft2)</b>
Hasta 1.5	3/8	9.31 (0.75)
De 1.51 a 2.20	1/2	18.63 (1.50)
De 2.21 a 13.15	5/8	37.26 (3.00)

# CAPITULO X

## ABASTECIMIENTO DE AGUA, RECEPCION DEL SISTEMA Y MANTENIMIENTO

### 10.0 Abastecimiento de agua

**10.1. Requisitos generales.** Todo sistema de rociadores automáticos debe disponer de, al menos, un abastecimiento automático de agua.

**10.1.1. Capacidad.** Los abastecimientos de agua deben ser fiables y capaces de suministrar el caudal y la presión requeridos durante el tiempo recomendado, según se establece en el capítulo VIII (procedimientos de diseño).

#### 10.1.2. Disposición de las conexiones

**10.1.2.1. Tuberías de abastecimiento enterrada.** En los sistemas calculados por tablas, la tubería de abastecimiento enterrada debe tener, al menos, el mismo diámetro que el montante del sistema.

**10.1.2.2. Conexión entre tuberías enterradas y aéreas.** La conexión entre las tuberías del sistema y las tuberías enterradas se debe hacer mediante una pieza de transición conveniente y debe estar fijada y anclada con elementos aprobados. La pieza de transición debe estar protegida contra la acción de agentes corrosivos o disolventes y contra daños.

**10.1.2.3. Acometidas que pasen através o por debajo de los cimientos.** Cuando las tuberías del sistema pasen enterradas através de los cimientos o por debajo de ellos, debe dejarse el espacio libre suficiente para evitar la rotura de las tuberías por asentamiento de la edificación.

Cuando el montante del sistema esté cerca de un muro exterior, conviene instalar accesorios enterrados de longitud adecuada para evitar que las uniones de la tubería queden situadas en el muro o debajo de él. Cuando la conexión pase enterrada através de los cimientos, conviene dejar alrededor de la tubería un espacio libre de 25 a 75 mm (1 a 3 in), relleno con masilla asfáltica u otro material similar, flexible e impermeable.

**10.1.3. Contadores.** Cuando otras autoridades requieran la instalación de contadores, los contadores que se instalen deben ser listados.

### 10.2. Tipos de abastecimiento

**10.2.1. Conexiones a redes generales de abastecimiento.** La conexión a una red general de abastecimiento fiable constituye un abastecimiento de agua aceptable. El caudal y la presión de una red pública deben determinarse apartir de los datos

obtenidos en las pruebas de flujo de agua (véase NFPA 24, Standard for the Installation of Private Service Mains and their Appurtenances”). La autoridad competente debe estar facultada para exigir que en los parámetros de las pruebas de flujo de agua se tengan en cuenta las fluctuaciones diarias y estacionales, los posibles cortes por inundaciones o heladas, una gran demanda industrial simultánea, la futura demanda de la red de abastecimiento y cualquier otro factor que pueda afectar al abastecimiento de agua.

**A.10.2.1. Abastecimiento de agua.** Al hacer pruebas hidráulicas cuyo objeto sea diseñar o evaluar la capacidad de los sistemas de rociadores, en el momento de las pruebas la capacidad del abastecimiento ha de ser representativa de la que pueda tener en el momento de un incendio. Por ejemplo: las pruebas de las redes públicas han de hacerse en un momento en el que haya una demanda normal sobre el sistema, por que es posible que el suministro fluctúe ampliamente de una estación a otra, ó incluso, de un día a otro. Hay que dejar un margen para las fluctuaciones estacionales y diarias, para los periodos de sequía y para las interrupciones del suministro por inundaciones o heladas durante el invierno. Las pruebas de los abastecimientos de agua que también alimenten habitualmente a instalaciones industriales han de hacerse cuando dichas instalaciones estén haciendo uso del abastecimiento. Ha de tenerse en cuenta el abanico de demanda de agua para usos industriales.

También conviene considerar los cambios de demanda sobre el abastecimiento que se puedan producir en el futuro. Por ejemplo, no es probable que la demanda sobre un gran abastecimiento urbano estabilizado cambie mucho en unos años. Sin embargo, en el caso de un polígono industrial en crecimiento, la demanda puede menoscabar rápidamente la calidad del abastecimiento, a medida que se instalen más plantas industriales.

#### **Prueba de abastecimiento de agua.**

Para determinar la validez de las redes públicas como abastecimiento de agua para los sistemas de rociadores automáticos generalmente es necesario realizar una prueba de caudal para comprobar la cantidad de agua que se puede descargar a la presión residual necesaria para obtener la presión residual requerida en el nivel de la cubierta (con el caudal trasladado hidráulicamente a la base del montante); es decir, a una presión correspondiente a la altura del edificio más la presión residual necesaria

El método adecuado para realizar estas pruebas consiste en utilizar dos hidrantes situados cerca del edificio. La presión estática se mide en el hidrante situado delante o más próximo al edificio y se deja fluir el agua por el segundo hidrante más próximo al edificio, preferiblemente el más alejado de la fuente de abastecimiento, si la tubería de abastecimiento está alimentada por un solo extremo. La presión residual es la registrada en el hidrante por el que no fluye agua.

El método para realizar las pruebas de caudal se ilustra en la figura A.10.2.1 y es el siguiente:

1. Conéctese un manómetro al hidrante A y mídase la presión estática.

2. Conéctese un segundo manómetro al hidrante B o sitúese un tubo de Pitot en la salida. Abrase completamente el hidrante B y léase la presión en ambos.

3. Utilícese la medida de B para calcular el caudal de descarga y léase el manómetro A para determinar la presión residual o la que va a existir en la tubería de rociadores más elevada del establecimiento.

La presión de agua para una altura (h) dada es  $[h(m) * 0.1]$  bar, o bien  $[h(ft) * 0.434]$  psi.

Al hacer pruebas de caudal hay que medir siempre el diámetro del orificio, tanto en los hidrantes como en las boquillas de las mangueras. Las salidas de los hidrantes son normalmente de 64 mm (2 1/2 in), pero algunas veces son menores y, ocasionalmente, mayores. La lanza de prueba normalizada de UL es de 29 mm (1 1/8 in) y de 44 mm (1 3/4 in) sin la boquilla, pero a veces las lanzas son de 25 mm (1 in) o de 32 mm (1 1/4 in) y sin la boquilla el orificio puede ser sólo de 38 mm (1 1/2 in).

El tubo de Pitot debe sostenerse a una distancia del orificio a una distancia del orificio aproximadamente igual a la mitad de su diámetro. El tubo debe mantenerse en el centro del chorro, excepto en las salidas de los hidrantes, en los que hay que explorar el chorro para obtener la presión media.



Figura A.10.2.1.

### Método para realizar las pruebas de caudal

#### 10.2.2. Bombas

**10.2.2.1. Aceptabilidad.** Una sola bomba contra incendios, controlada automáticamente e instalada de acuerdo con NFPA 20, "Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps", constituye una fuente de abastecimiento de agua aceptable

Una bomba de turbina vertical controlada automáticamente, que tome agua de un depósito, estanque, lago, río o pozo, cumple con los requisitos de 10.2.2.1.

**10.2.2.2. Supervisión.** Cuando una sola bomba constituya el único abastecimiento de los rociadores, debe disponer de un servicio de supervisión mediante un sistema de señalización de estación central, particular o de estación remota aprobado, o mediante un sistema equivalente.

Véanse las secciones que tratan de los servicios de supervisión y de alarma de flujo de los sistemas de rociadores en NFPA 71, "Standard for the Installation, Maintenance and Use of Central Station Signaling Systems" y en NFPA 72, "Standard for the Installation, Maintenance and Use of Local Protective Signaling Systems".

### 10.2.3. Depósitos de presión

**10.2.3.1. Aceptabilidad.** Un depósito de presión instalado de acuerdo con NFPA 22 "Standard for Water Tanks for Private Fire Protection" constituye una fuente de abastecimiento de agua aceptable.

Los depósitos de presión deben estar dotados de un medio aprobado para mantener automáticamente la presión de aire necesaria. Cuando un depósito de presión constituya el único abastecimiento de agua, debe estar dotado, también, de una alarma aprobada de baja presión de aire y de bajo nivel de agua. La línea de alimentación eléctrica de la alarma debe ser independiente de la del compresor de aire

Los depósitos de presión sólo deben abastecer al sistema de rociadores y a las mangueras conectadas a las tuberías del sistema.

**10.2.3.2. Capacidad.** La capacidad del depósito de presión, además de cumplir con 10.1.1., debe incluir, en su caso, la capacidad suplementaria que sea necesaria para llenar los sistemas de tubería seca o de acción previa. El volumen total debe estar basado en la capacidad de agua más la capacidad de aire exigida por 10.2.3.3

**10.2.3.3. Nivel de agua y presión de aire.** El depósito de presión debe mantenerse lleno de agua en sus dos tercios, con una presión manométrica de aire de al menos 5 bar (75 psi). Cuando el fondo del depósito esté situado por debajo del nivel de los rociadores más altos a los que abastezca, la presión manométrica del aire deberá ser, al menos, de 5 bar (75 psi) más el triple de la presión originada por la columna de agua del sistema de rociadores sobre el fondo del depósito.

La presión y la proporción de aire en el depósito se pueden determinar a partir de las siguientes fórmulas, en las que:

P = Presión del aire en el depósito de presión.

A = Proporción de aire en el depósito.

H = Altura del rociador más alto sobre el fondo del depósito.

Cuando el depósito está por encima del nivel del rociador más alto:

(En unidades S I )

(En unidades U S.)

$$P = (2 / A) - 1$$

$$[P = (30 / A) - 15]$$

$$\text{Si } A = 1 / 3, P = 6 - 1 = 5 \text{ bar}$$

$$(P = 90 - 15 = 75 \text{ psi})$$

$$\text{Si } A = 1 / 2, P = 4 - 1 = 3 \text{ bar}$$

$$(P = 60 - 15 = 45 \text{ psi})$$

$$\text{Si } A = 2 / 3, P = 3 - 1 = 2 \text{ bar}$$

$$(P = 45 - 15 = 30 \text{ psi})$$

Cuando el depósito está por debajo del nivel del rociador más alto:

$$P = \{(2 / A) - 1\} + (0.977H / A)$$

$$(P = \{[(30 / A) - 15] + (0.434H / A)\})$$



$$\text{Si } A = 1 / 3, P = 5 + 0.29H$$

$$(P = 75 + 1.30H)$$

$$\text{Si } A = 1 / 2, P = 3 + 0.19H$$

$$(P = 45 + 0.87H)$$

$$\text{Si } A = 2 / 3, P = 2 + 0.15H$$

$$(P = 30 + 0.65H)$$

Las presiones de aire citadas están calculadas para asegurar que la última porción de agua salga del tanque a una presión de 1 bar (15 psi) cuando la base del depósito esté al mismo nivel que el rociador más alto o a una presión adicional equivalente a la elevación, en su caso, del rociador más alto sobre la base del depósito.

La presión final necesaria en el depósito para sistemas calculados a partir de la tabla 8.2.3. será normalmente superior a 1 bar (15 psi), tal como se anticipaba en el párrafo anterior.

Para determinar la presión del depósito y la relación aire - agua en los sistemas calculados hidráulicamente, se emplea la siguiente fórmula:

$$P_i = [(P_f + 1) / A] - 1$$

$$(P_i = [(P_f + 15) / A] - 15)$$

en la que:

$P_i$  = Presión inicial del depósito.

$P_f$  = Presión final mínima necesaria para los cálculos hidráulicos (depósito vacío).

A = Proporción de aire en el depósito.

Ejemplo: Los cálculos hidráulicos indican que es necesaria una presión de 5 bar (75 psi) para abastecer al sistema. ¿Cuál debe ser la presión del depósito?

$$P_i = [(5 + 1) / 0.5] - 1$$

$$(P_i = [(75 + 15) / 0.5] - 15)$$

$$P_i = 12 - 1 = 11 \text{ bar}$$

$$(P_i = 180 - 15 = 165 \text{ psi})$$

En este caso, el depósito debe tener un 50% de aire y un 50% de agua y su presión debe ser de 11 bar (165 psi). Si la presión es demasiado alta, hay que aumentar también el volumen de aire en el depósito.

Situación de los depósitos de presión. Conviene que los depósitos de presión estén situados por encima del nivel más alto de los rociadores, pero también pueden instalarse en el sótano o en cualquier otro lugar.

**10.2.4. Depósitos de gravedad.** Un depósito elevado, instalado de acuerdo con NFPA 22, " Standard for Water Tanks for Private Fire Protection", constituye un abastecimiento de agua aceptable

### 10.3 Recepción del sistema

**10.3.1. Aprobación de los sistemas de rociadores.** El instalador debe cumplir con las siguientes obligaciones:

a) Comunicar a la autoridad competente y al representante del propietario la fecha y la hora en la que se van a realizar las pruebas.

b) Hacer todas las pruebas de recepción requeridas (véase 10.3.2.)

c) Rellenar y firmar el(los) correspondiente(s) certificado(s) de materiales y pruebas del instalador (véanse las figuras 10.3.1. a) y b)

### 10.3.2. Requisitos de recepción

**10.3.2.1. Limpieza de las tuberías por flujo de agua.** Las tuberías de distribución enterradas y las acometidas a los montantes del sistema deben limpiarse totalmente por flujo de agua antes de hacer la conexión a las tuberías de los rociadores. La operación debe durar el tiempo suficiente para conseguir una limpieza completa. El caudal mínimo no debe ser inferior a ninguno de los siguientes:

a) El caudal de demanda del sistema, calculado hidráulicamente, incluida, en su caso, la demanda para mangueras.

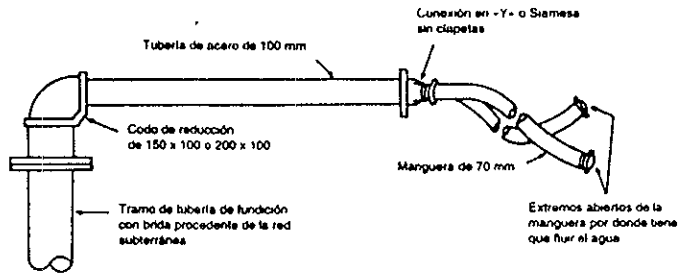
b) El caudal necesario para conseguir la velocidad de 3 m / s (10 ft / s) Véase la tabla 10.3.2.1.

c) El caudal máximo disponible en el sistema en condiciones de incendio.

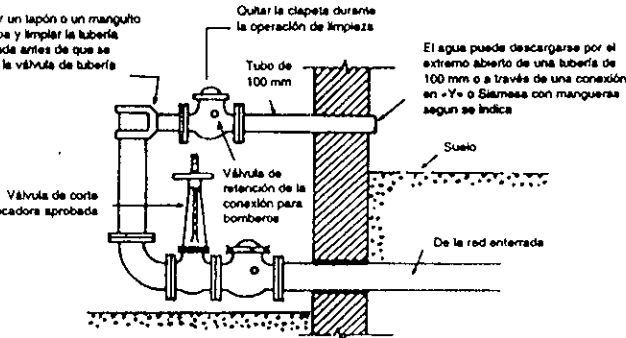
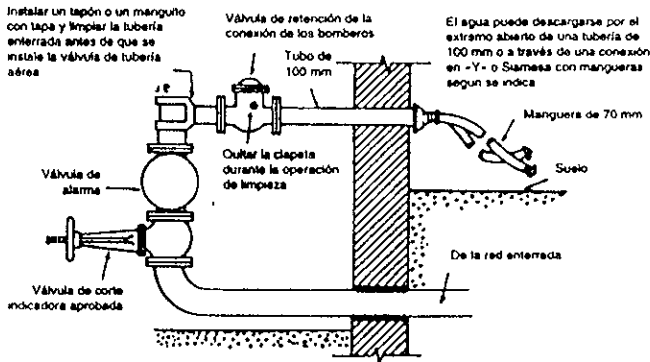
**Tabla 10.3.2.1.**  
**Caudal necesario para alcanzar una velocidad de 3 m/s (10 ft/s) en las tuberías**

Diámetro nominal de la tubería		CAUDAL	
mm	in	L/min	gpm
100	4	1.476	390
150	6	3.331	880
200	8	5.905	1.560
250	10	9.235	2.440
300	12	13.323	3 520

Las tuberías de alimentación enterradas y las conexiones a los montantes de los sistemas deben limpiarse por flujo de agua a través de los hidrantes situados en los extremos o a través de conexiones de limpieza accesibles desde el exterior, dejando fluir el agua hasta que salga limpia. Si el agua procede de más de una fuente o de una red en anillo, deben cerrarse las válvulas de seccionamiento, para que se produzca un caudal de alta velocidad en cada línea individual. Los caudales que se especifican en la tabla 10.3.2.1. producen una velocidad de, al menos, 3,05 m/s (10 ft/s), que es la necesaria para limpiar las tuberías y arrastrar los materiales extraños hasta una conexión exterior de limpieza (véase la figura 10.3.2.1)



Empleando una tubería horizontal de 100 mm y un accesorio reductor conectado a la base del montante



Empleando las conexiones para bomberos

Figura 10.3.2.1.  
Métodos de limpieza por flujo de agua de la acometida del sistema

### 10.3.2.2. Pruebas hidrostáticas

**10.3.2.2.1.** Todas las tuberías interiores y los accesorios que hayan de soportar la presión de trabajo del sistema deben ser probados hidrostáticamente a 13.8 bar (200 psi) y han de soportar esta presión, sin pérdidas durante dos horas. Las pérdidas vendrán indicadas por una caída en la presión del manómetro o por una fuga perceptible visualmente.

**Excepción No. 1:** Aquellas partes de los sistemas que en condiciones normales hayan de soportar presiones superiores a 10.3 bar (150 psi) deben ser probadas, tal y como se ha descrito, a una presión 3.4 bar (50 psi) superior a la presión de trabajo normal.

**Excepción No. 2:** Si el tiempo frío no permite hacer la prueba con agua, puede hacerse una prueba provisional con aire, tal como se indica en 10.3.2.3.

La presión de prueba debe leerse en un manómetro situado en el punto más bajo del sistema o de la parte del sistema que se esté probando.

**Ejemplo:** un sistema de rociadores se abastece de agua mediante una conexión a una red pública. En la conexión se instala una bomba cuya presión nominal es de 6.9 bar (100 psi). Con una presión normal máxima en la red pública de 4.8 bar (70 psi) en el punto más bajo del sistema o de la parte del sistema que se quiere probar y una presión de la bomba a caudal cero ("churn pressure") de 8.3 bar (120 psi), la presión para la prueba hidrostática es de  $4.8 + 8.3 + 3.4 = 16.5$  bar ( $70 + 120 + 50 = 240$  psi)

Conviene que los sistemas que hayan sufrido una modificación o reparación apreciable se prueben hidrostáticamente a una presión de, al menos, 3.4 bar (50 psi) por encima de la presión estática normal del sistema, durante dos horas.

Para reducir el riesgo de daños graves por agua en caso de rotura, la presión se puede mantener mediante una bomba pequeña, al tiempo que se mantiene cerrada la válvula de corte del sistema durante la prueba.

Las tuberías de polibutileno sufren una dilatación durante la presurización inicial. En este caso, una reducción en la presión manométrica no tiene por qué indicar necesariamente una fuga. La reducción de presión no ha de sobrepasar las especificaciones del fabricante ni los criterios de listado.

Durante la prueba, al presurizar sistemas con tuberías de termoplástico rígido, como CPVC, conviene que el sistema de rociadores se llene de agua. Conviene purgar de aire los rociadores más altos y alejados. No conviene utilizar nunca aire ni gas comprimido para probar sistemas con tuberías de termoplástico rígido.

**10.3.2.2.2. Aditivos.** No se deben usar aditivos, productos químicos corrosivos como silicato sódico y sus derivados, salmuera ni otros productos químicos durante la prueba hidrostática de los sistemas, ni con el fin de detener fugas.

**10.3.2.2.3.** El tramo de tubería comprendido entre la conexión exterior para bomberos y la válvula de retención debe someterse a la prueba hidrostática, igual que el resto del sistema.

**10.3.2.2.4.** Al hacer la prueba hidrostática de los sistemas de diluvio, en las conexiones de los rociadores se deben instalar tapones, que deben sustituirse por rociadores abiertos al terminar la prueba, o bien instalar rociadores automáticos cuyos elementos termosensibles deben retirarse al instalar la prueba.

**10.3.2.2.5.** Todas las tuberías enterradas deben someterse a una prueba hidrostática de acuerdo con NFPA 24 " Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and their Appurtenances". La fuga permitida debe estar dentro de los límites establecidos en NFPA 24 y debe registrarse en el certificado de prueba.

**10.3.2.2.6.** El agua utilizada en la limpieza o en las pruebas debe ser vertida o gestionada apropiadamente.

Las válvulas que aíslan la sección que se quiere probar pueden ser no estancas

**10.3.2.2.7. Válvulas de presión diferencial.** La clápetta de las válvulas de tipo diferencial debe mantenerse fuera de su asiento cuando sea sometida a presiones de prueba hidrostática, para evitar daños en la válvula.

**10.3.2.2.8. Prueba neumática de los sistemas secos.** Además de la prueba hidrostática normal, debe realizarse una prueba de pérdida de presión de aire a 2.8 bar (40 psi) durante 24 horas. Deben ser corregidas todas las fugas que provoquen una pérdida de presión superior a 0.1 bar (1 1/2 psi) en 24 horas.

### **10.3.3. Pruebas de funcionamiento del sistema**

**10.3.3.1.** Los detectores de flujo, incluidos sus circuitos de alarma, deben someterse a una prueba de flujo, utilizando para ello la conexión para pruebas de inspección, de manera que se produzca una alarma en el establecimiento dentro de los 5 minutos posteriores al comienzo del flujo.

**10.3.3.2.** Debe hacerse una prueba de funcionamiento de la válvula de tubería seca, sola y con el acelerador de apertura, si lo llevara incorporado, abriendo la conexión de pruebas de inspección. Debe medirse el tiempo de apertura de la válvula y el tiempo transcurrido hasta la descarga de agua por la conexión de pruebas. Los tiempos deben medirse desde el momento en que la conexión de pruebas esté completamente abierta. Los resultados deben registrarse en el certificado de materiales y pruebas del instalador para tuberías aéreas

**10.3.3.3.** Se debe probar el funcionamiento automático de los sistemas de diluvio y de acción previa de acuerdo con las instrucciones del fabricante También se deben probar, si el sistema dispone de ellos, los funcionamientos manual y por control remoto

**10.3.3.4. Pruebas de flujo del drenaje principal.** La válvula del drenaje principal debe abrirse y permanecer abierta hasta que se establezca la presión del sistema. Las

presiones estática y residual deben registrarse en el certificado de pruebas del instalador.

**10.3.3.5.** Se deben probar todas las válvulas de reducción de presión una vez terminada la instalación, para que quede garantizada una adecuada reducción de la presión de entrada, tanto máxima como normal.

**10.3.3.6.** Deben hacerse pruebas de funcionamiento de los sistemas de protección contra incendios exteriores una vez terminada la instalación, cuando tales pruebas no supongan un riesgo de daños por agua al edificio propio ni a los contiguos.

**10.3.3.7. Sistemas de circulación en circuito cerrado: información complementaria.** En el caso de los sistemas de rociadores que tengan conexiones ajenas a la protección contra incendios, al certificado de materiales y pruebas del instalador que se muestra en la figura \_\_\_\_\_ debe añadirse la siguiente información:

a) Certificación de que todos los dispositivos auxiliares, tales como aerotermos, bombas de recirculación, intercambiadores de calor, radiadores y luminarias, si forman parte del sistema, tiene una RWP ("Rated Working Pressure") de 175 psi (12.1 bar) o de 300 psi (21 bar), en el caso de que tengan que soportar presiones superiores a 175 psi (12.1 bar).

b) Que todos los componentes del sistema de rociadores y del sistema auxiliar han sido sometidos a la prueba de presión como si formasen parte de un único sistema de acuerdo con 10.3 2.2.

c) Que se han realizado las pruebas de flujo de agua y que las alarmas de flujo han funcionado con el equipo auxiliar en cada una de las posibles fases de funcionamiento.

d) Que con el equipo auxiliar en cada una de las posibles fases de funcionamiento y sin producirse salida de agua por los rociadores ni por la conexión de pruebas, las señales de alarma de flujo no han funcionado.

e) Que se han probado en campo, de forma apropiada, los controles de acceso de temperatura que ponen fuera de servicio el sistema auxiliar.

#### **10.3.4. Instrucciones**

**10.3.4.1.** El instalador proporcionará al propietario la siguiente documentación:

a) Toda la información escrita y las instrucciones proporcionadas por el fabricante en las que se describa el adecuado funcionamiento y mantenimiento de todos los equipos y dispositivos instalados.

b) La publicación NFPA 13 "Recommended Practice for the Inspection, Testing and Maintenance of Sprinkler Systems"

**10.3.4.2. Placas de características hidráulicas.** El instalador debe identificar los sistemas de rociadores calculados hidráulicamente mediante placas de metal o de

plástico rígido, grabadas con caracteres indelebles, resistentes a la interperie y aseguradas con cadenas, alambre resistente a la corrosión u otro medio aprobado. Tales placas deben situarse en la válvula de alarma, de tubería seca, de acción previa o de diluvio que abastezca el área diseñada hidráulicamente de que se trate. La placa debe contener la información siguiente:

- a) La situación del área o áreas de diseño.
- b) Las densidades de descarga sobre el área o áreas de diseño.
- c) El caudal y la presión residual requeridos en la base del montante.
- d) La demanda para mangueras que se ha añadido a la demanda de los rociadores.

Véase la fig. 10.3.4.2.

**10.3.4.3. Sistemas de circulación en circuito cerrado: pruebas de descarga.** Deben hacerse pruebas de descarga de los sistemas de rociadores que tengan conexiones ajenas a la protección contra incendios, utilizando las conexiones de prueba descritas en 7.7.2.. se deben instalar manómetros en los puntos críticos y se deben tomar lecturas en las distintas fases de funcionamiento del equipo auxiliar. Las señales de alarma de flujo de agua deben funcionar cuando se produzca una descarga de agua por las tuberías de prueba del sistema, con el equipo auxiliar en cada una de sus posibles fases de funcionamiento.

Este sistema según se indica en el plano No. .... de la Empresa.....de fecha..... para..... en.....contrato No..... está diseñado para una densidad de descarga de..... L/min*m2 (gpm*ft2) sobre un área máxima de..... m2 (ft2) cuando esté abastecido con un caudal de..... L/min (gpm) a una presión de..... bar (psi) en la base del montante. En el caudal citado se incluye un margen de .....L/min (gpm) para la demanda de las mangueras.
--

**Figura 10.3.4.2.**  
**Ejemplo de placas de características**

#### 10.4. Mantenimiento del sistema

##### 10.4.1. Aspectos generales

10.4.1.1. Todo sistema de rociadores instalado de acuerdo con este código debe ser adecuadamente mantenido, para que proporcione, al menos, el mismo nivel de prestaciones y protección que se haya previsto en el diseño. El propietario es

responsable de conservar el sistema y de mantenerlo en buenas condiciones de funcionamiento.

**A.10.4.1.1. Instalaciones fuera de servicio.** Antes de poner fuera de servicio una sección del sistema contra incendios para hacer las conexiones de un sistema de rociadores, hay que notificarlo a la autoridad competente, planificar minuciosamente el trabajo y reunir todos los materiales, para que se pueda realizar en el tiempo más corto posible. Una vez iniciado el trabajo en las conexiones, es conveniente terminarlo sin interrupciones y reponer la protección tan rápidamente como sea posible. Durante la interrupción del servicio hay que disponer líneas de manguera y extintores de emergencia y establecer un servicio de vigilancia complementario en las zonas afectadas.

Cuando el trabajo que se vaya a realizar implique el cierre de abastecimiento de agua de un número considerable de rociadores durante algunas horas, conviene hacer conexiones provisionales de abastecimiento para el sistema, de forma que se pueda mantener un nivel de protección razonable. Al emplear o reacondicionar sistemas antiguos, conviene reponer la protección todas las noches, siempre que sea posible. Conviene que, tanto la brigada contra incendios de la empresa como el servicio de bomberos, sean advertidos de la situación.

**Es conveniente que estas recomendaciones se sigan no sólo al conectar nuevas instalaciones, sino también al realizar cualquier trabajo que exija la interrupción del servicio como, por ejemplo, una reparación.**

**10.4.1.2.** Cuando el sistema de rociadores haya sufrido condiciones adversas, tales como congelación (si el sistema es mojado), daños estructurales, temblores de tierra intensos o exposición al fuego, el sistema comprendidos sus soportes, tuberías, alarmas y rociadores, debe ser inspeccionado y, si ha sufrido daños debe ser reparado o remplazado. Los rociadores de la zona incendiada deben ser substituidos.

**10.4.1.3.** Cuando se aplique cualquier tipo de recubrimiento a las tuberías de los rociadores, como por ejemplo lechada de cal u otro tipo de pintura, hay que poner cuidado en no pintar los rociadores.

Al pintar las tuberías de los rociadores u otros elementos en zonas cercanas a ellos, los rociadores se pueden proteger cubriéndolos con una bolsa de papel biodegradable, que conviene retirar inmediatamente después de que se haya acabado de pintar

**Lista de Mantenimiento.** Conviene que los apartados que figuran en la tabla A.10 4.1.1. se comprueben de forma rutinaria.



**Tabla A.10.4.1.1.**

<b>Elemento</b>	<b>Operación</b>	<b>Frecuencia</b>
Limpieza de tuberías por flujo de agua	Prueba	Cada cinco años
Conexiones para bomberos	Inspección	Mensual
Válvulas de corte	Inspección Inspección Inspección Mantenimiento	Semanal - Precinto Mensual - Bloqueo Mensual - Fin de carrera Anual
Drenaje principal	Prueba de flujo	Trimestral
Rociadores abiertos	Prueba	Anual
Manómetros	Tarado	
Rociadores	Ensayo	Cada cincuenta años
Rociadores de alta temperatura	Ensayo	Cada cinco años
Rociadores residenciales	Ensayo	Cada veinte años
Detectores de flujo	Prueba	Trimestral
Sistema de detección acción previa / diluvio	Prueba	Semestral
Sistema de acción previa / diluvio	Prueba	Anual
Soluciones anticongelantes	Prueba	Anual
Válvulas de tiempo frío	Apertura y cierre de válvulas	Otoño, cierre primavera, apertura
Sistemas secos acción previa / diluvio: presión de aire y presión de agua	Inspección	Semanal
Cuarto de válvulas	Inspección	Diaria - tiempo frío
Nivel de agua de sellado	Inspección	Trimestral
Drenajes de puntos inferiores	Prueba	Otoño
Válvulas de tubería seca	Prueba de disparo	Anual - primavera
Válvulas de tubería seca	Disparo a pleno caudal	Cada tres años primavera
Aceleradores de apertura	Prueba	Semestral

#### **10.4.2. Substitución de rociadores**

**10.4.2.1.** Cuando se substituye rociadores, los rociadores nuevos deben de ser del mismo tipo, diámetro de orificio y temperatura de tarado que los antiguos, a no ser que las condiciones exijan instalar un tipo de rociador diferente. En este caso, los nuevos rociadores deben de ser de tipo, diámetro de orificio y temperatura de tarado adecuados a las nuevas condiciones.

**10.4.2.2.** Los rociadores convencionales se pueden substituir por otros del mismo tipo o por rociadores montantes o colgantes de tipo apropiado

**10.4.2.3.** No se deben utilizar rociadores convencionales para substituir rociadores montantes ni colgantes.

**10.4.2.4.** Al substituir rociadores horizontales de pared y rociadores de cobertura ampliada debe ponerse el máximo cuidado en que se substituye por rociadores adecuados.

**10.4.2.5.** Los rociadores que hayan sido pintados o recubiertos por personas ajenas al fabricante deben ser substituidos y no se deben limpiar utilizando productos químicos, productos abrasivos ni otros medios (Véase...).

**10.4.2.6.** La substitución de los rociadores y boquillas pulverizadoras instalados en equipos de cocinas de tipo industrial debe hacerse como se indica en...

#### **10.4.3. Obstrucciones en la tubería**

**10.4.3.1.** Las rejillas instaladas a la entrada de las tuberías con toma directa de ríos, lagos, estanques, depósitos, aljibes no cubiertos y fuente de abastecimiento similares, se deben limpiar anualmente y cada vez que se realice algún trabajo en el abastecimiento de agua contra incendios (véase NFPA 24, "Standard for the Installation of Private Fire Services Mains and Their Appurtenances").

**10.4.3.2.** A intervalos no superiores a cinco años hay que realizar una inspección visual o mediante flujo de agua, de todos los sistemas, para eliminar los materiales extraños.

**10.4.3.3.** El drenaje principal debe probarse trimestralmente. En la prueba trimestral hay que registrar la presión estática. Después, hay que abrir completamente el drenaje principal y registrar la presión residual. Una caída significativa de la presión residual con respecto a la registrada en la prueba anterior indica una obstrucción o una válvula parcialmente cerrada. Una disminución gradual de la presión a lo largo de varias pruebas indica un incremento de la corrosión en la tubería de abastecimiento o un debilitamiento del suministro de agua.

**10.4.4. Prueba de los sistemas anticongelación.** Cada año, antes de que llegue la época de heladas, debe vaciarse la solución anticongelante de todo el sistema en recipientes adecuados y debe acondicionarse hasta que alcance el peso específico adecuado añadiéndole la cantidad de líquido concentrado que sea necesario. La solución resultante puede utilizarse para rellenar el sistema.



VALVULAS DE DILUVIO Y DE ACCIÓN PREVENIA	ACCIONAMIENTO		<input type="checkbox"/> NEUMÁTICO		<input type="checkbox"/> ELÉCTRICO		<input type="checkbox"/> HIDRÁULICO	
	SUPERVISIÓN TUBERÍA:				<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO	
	¿FUNCIONA LA VALVULA CON ACCIONAMIENTO MANUAL Y/O EN "DE ESTACION DE CONTROL REMOTE"?				<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO	
	¿MAY EN TODOS LOS CIRCUITOS DISPOSITIVOS DE "PUERTAS" EN LA (A NEGATIVO) EXPLICAR POR QUE				<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO	
MAIILA	MODELO	¿FUNCIONAN LAS ALARMAS DE SUPERVISIÓN DE CADA CIRCUITO?		¿LA VALVULA ES ADECUADA POR TODOS LOS CIRCUITOS?		TIEMPO MÁXIMO HASTA APERTURA DE VALVULA		
		SI	NO	SI	NO	min	s	
DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS	HIDROSTÁTICA: La prueba hidrostática se debe hacer a un mínimo de 14 bar (200 psi) durante 2 horas o 3.5 bar (50 psi) por encima de la presión estática que sobrepase los 10.5 bar (150 psi) durante 2 horas. Las válvulas diferenciales de clapeta de tubería seca se deben dejar abiertas durante la prueba para evitar daños. Hay que reparar cualquier fuga de las tuberías aéreas. NEUMÁTICA: Introducir aire a una presión de 2.5 bar (40 psi) y medir la caída de presión, que no debe sobrepasar de 0.1 bar (1.5 psi) en 24 horas. Probar los depósitos de presión al nivel normal de agua y presión normal de aire y medir la caída de presión del aire que no debe sobrepasar 0.1 bar (1.5 psi) en 24 horas.							
PRUEBAS	TODAS LAS TUBERIAS PROBADAS HIDROSTÁTICAMENTE A _____ BAR (MAYOR) _____ HORAS						EN CASO NEGATIVO EXPLICAR POR QUE	
	TUBERIA SECA PROFUNDA NEUMÁTICAMENTE <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
	EL EQUIPO FUNCIONA NORMALMENTE <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
	Como instalador de los rociadores, ¿certifica que no se han utilizado aditivos ni productos químicos corrosivos, selenio sódico ni sus derivados, salmuera ni otros productos químicos corrosivos para probar los sistemas ni para detener fugas? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
PRUEBA DE DRENAJE	LECTURA DEL MANÓMETRO SITUADO CERCA DE LA CONEXIÓN DE PRUEBA DE ADJUSTAMIENTO DE AGUA _____ BAR				PRESIÓN RESIDUAL CON LA VALVULA DE LA CONEXIÓN DE PRUEBA ABIERTA TOTALMENTE _____ BAR			
Ramal principal de abastecimiento enriado y ramales hasta las conexiones con los montantes del sistema lavados por flujo de agua antes de hacer las conexiones con las tuberías de los rociadores. COMPROBADO CON COPIA DEL IMPRESO U N° 85 B <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO LIMPIEZA POR FLUJO DE AGUA POR PARTE DEL INSTALADOR DE LAS TUBERIAS ENTERRADAS DE ROCIADORES <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO								
DISCOS CIEGOS	N° DE DISCOS CIEGOS INSTALADOS	SITUACION					N° DE DISCOS CIEGOS RETIRADOS	
SOLDADURA	TUBERIAS UNIDAS POR SOLDADURA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
	EN CASO AFIRMATIVO RESPONDER A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS							
	¿COMO INSTALADOR DE LOS ROCIADORES, ¿CERTIFICA QUE LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA CUMPLEN POR LO MENOS CON LOS REQUISITOS DEL AWS D10.9, AR 3? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
	¿CERTIFICA QUE LA SOLDADURA HA SIDO LLEVADA A CABO POR SOLDADORES CUALIFICADOS DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DEL AWS D10.9, AR 3? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
¿CERTIFICA QUE LA SOLDADURA HA SIDO LLEVADA A CABO DE ACUERDO CON UN PROCEDIMIENTO DOCUMENTADO DE CONTROL DE CALIDAD, HABIENDOSE RECUPERADO TODOS LOS DISCOS, QUE LAS ABERTURAS DEL INTERIOR DE LAS TUBERIAS HAN SIDO LIMADAS, QUE SE HAN ELIMINADO TODAS LAS REBASAS Y OTROS RESIDUOS Y QUE NO SE HAN SOBREDIMENSIONADO LOS DIÁMETROS INTERIORES DE LOS TUBOS? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO								
CORTES PARA INJERTOS	¿CERTIFICA QUE HA ESTABLECIDO UN CONTROL PARA ASEGURAR LA RECUPERACION DE TODOS LOS SOBRESANTES DE CORTES (DISCOS)? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
PLACA DE CARACT. HIDRAUL.	EXISTE PLACA DE CARACTERISTICAS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			EN CASO NEGATIVO EXPLICAR POR QUE				
OBSERVACIONES	FECHA DE ENTRADA EN SERVICIO CON TODAS LAS VALVULAS DE CORTE ABIERTAS							
FIRMAS	NOMBRE DEL INSTALADOR DE LOS ROCIADORES							
	PRUEBAS REVISADAS POR							
	POR LA PROPIEDAD (FIRMADO)				CARGO		FECHA	
	POR EL INSTALADOR (FIRMADO)				CARGO		FECHA	
DETALLES, NOTAS Y RECOMENDACIONES								

Figura 10.3.1. a) continuación  
 Certificado de materiales y pruebas del instalador para tuberías aéreas

**CERTIFICADO DE MATERIALES Y PRUEBAS DEL INSTALADOR PARA TUBERIAS ENTERRADAS**

<b>PROCEDIMIENTO</b>	
Una vez terminadas las obras se deben inspeccionar y probar por un representante del instalador bajo la supervisión de un representante de la propiedad. Tanto los detalles deben ser corregidos y el sistema tiene que estar en perfectos estado de servicio antes de que el personal del instalador abandone la obra.	
Se asignará un certificado y será firmado por ambos representantes. Se prepararán copias para las autoridades competentes. La propiedad y el instalador. Se entiende que la firma del representante de la propiedad en ningún caso presupone conformidad con el cumplimiento en cuanto a fabrica de materiales, falta de montaje o falta del cumplimiento con los requisitos de la autoridad competente o de las ordenanzas locales.	
NOMBRE DEL PROPIETARIO	FECHA
DIRECCION DEL PROPIETARIO	
PLANOS	ACEPTADOS POR (NOMBRE DEL ORGANISMO QUE APRUEBA)
	DIRECCION
	LA INSTALACION ES CONFORME <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO EL EQUIPO USADO ESTA APROBADO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO EN CASO NEGATIVO, EXPLICAR LAS DIFERENCIAS
INSTRUCCIONES	LA PERSONA ENCARGADA DEL EQUIPO CONTRA INCENDIOS HA SIDO INSTRUIDA SOBRE LA SITUACION DE LAS VALVULAS DE CONTROL Y SOBRE EL CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LOS NUEVOS EQUIPOS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO EN CASO NEGATIVO, EXPLICAR POR QUE
SITUACION DEL SISTEMA	LOFICOS A LOS QUE ABASTECE
TUBERIAS Y JUNTAS ENTERRADAS	TIPOS DE TUBERIA Y CLASE
	TIPO DE JUNTA
	LAS TUBERIAS CUMPLEN CON LA NORMA _____ <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO LOS ACCESORIOS CUMPLEN CON LA NORMA _____ <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO EN CASO NEGATIVO, EXPLICAR POR QUE
	LAS JUNTAS QUE NECESITEN ANCLAJE ESTAN SUJETAS CON ABRAZADERAS O FLEJES DE ACUERDO CON LA NORMA _____ <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO EN CASO NEGATIVO, EXPLICAR PORQUE
DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS	LIMPIEZA POR FLUJO DE AGUA: Dejar fluir el agua hasta que salga limpia, lo que vendrá indicado porque no quedan materiales extraños en los sacos de recogida en las salidas de hidrantes y drenajes. Lavar con un caudal no inferior a 1,478 L/min (300 gpm) para tuberías de 100 mm (4"), 3,331 L/min (880 gpm) para tuberías de 150 mm (6"), 6,906 L/min (1,560 gpm) para tuberías de 200 mm (8"), 9,235 L/min (2,440 gpm) para tuberías de 250 mm (10") y 13,328 L/min (3,520 gpm) para tuberías de 300 mm (12"). Cuando el abastecimiento de agua no sea suficiente para obtener estos caudales, se debe hacer la prueba al máximo caudal disponible.  HIDROSTATICA: Las pruebas hidroestáticas se deben hacer a no menos de 14 bar (200 psi) durante 2 horas ó 3.5 bar (50 psi) por encima de la presión estática que sobrepase los 10.5 bar (150 psi) durante 2 horas  FUGAS: Las tuberías nuevas unidas con juntas de goma no deben tener prácticamente fugas si el trabajo se ha hecho bien. En cualquier caso, el agua que escape por las juntas no debe superar los 2 L/hora por cada 100 juntas con independencia del diámetro de las tuberías. Se entiende que las fugas deben estar repartidas por las juntas. Si se produce dicha fuga en pocas juntas, la instalación no es satisfactoria y se debe reparar. La cantidad específica cada se puede aumentar en 30 mL/h por cada 25 mm de diámetro de tubería para cada válvula con asiento metálico que aleje la sección de pruebas. Si se prueban hidrantes de columna seca con la válvula principal abierta de modo que los hidrantes están sometidos a presión, se permite un aumento de las fugas de 150 mL/min (5 onzas por minuto) por cada hidrante
PRUEBAS DE FLUJO DE AGUA	TUBERIAS NUEVAS ENTERRADAS LLAMADAS POR FLUJO DE AGUA DE ACUERDO CON LA NORMA _____ <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO POR (COMPAÑIA QUE HA HECHO EL TRABAJO) EN CASO NEGATIVO, EXPLICAR POR QUE
	COMO SE HA OBTENIDO EL FLUJO DE AGUA <input type="checkbox"/> ABASTECIMIENTO PUBLICO <input type="checkbox"/> TANQUE O DEPOSITO <input type="checkbox"/> BOMBA CONTRA INCENDIOS
	CON QUE TIPO DE ABERTURA <input type="checkbox"/> SALIDA DE HIDRANTE <input type="checkbox"/> TUBERIA ABIERTA
	ACOMETIDAS LLAMADAS POR FLUJO SEGUN LA NORMA _____ <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO POR (COMPAÑIA QUE HA HECHO EL TRABAJO) EN CASO NEGATIVO, EXPLICAR POR QUE
	COMO SE HA OBTENIDO EL FLUJO DE AGUA <input type="checkbox"/> ABASTECIMIENTO PUBLICO <input type="checkbox"/> TANQUE O DEPOSITO <input type="checkbox"/> BOMBA CONTRA INCENDIOS
	CON QUE TIPO DE ABERTURA <input type="checkbox"/> CONEXION SIEMESA CON BRIDA Y ESPIGA <input type="checkbox"/> TUBERIA ABIERTA

(CONTINUA)

Figura 10.3.1. b)  
Certificado de materiales y pruebas del instalador para tuberías enterradas

PRUEBA HIDROSTÁTICA	¿TODAS LAS TUBERÍAS ENTERRADAS QUE VAS A SER PUESTAS EN SERVIDO HAN SIDO PRUEBADAS HIDROSTÁTICAMENTE DURANTE LAS OBRAS?		¿DÓNDE, PROBADA?	
			[ ] SI [ ] NO	
PRUEBAS DE FUGAS	CANTIDAD TOTAL MEDIDA DE FUGAS			
	LITROS	HORAS		
HIDRANTES	FUGAS PERMISIBLES			
	LITROS	HORAS		
VALVULAS DE CORTE	NUMERO DE HIDRANTES INSTALADOS	TIPO Y MARCA	FUNCIONAN TODOS SATISFACTORIAMENTE	
			[ ] SI [ ] NO	
OBSERVACIONES	LAS VALVULAS DE CORTE DE AGUA SE HAN DEJADO TOTALMENTE ABIERTAS EN CASO NEGATIVO, EXPLICAR POR QUE			
	[ ] SI [ ] NO			
FIRMAS	LOS RACORES DE LAS CONEXIONES PARA BOMBEROS Y LAS DE LOS HIDRANTES SON COMPATIBLES CON LOS DE LOS BOMBEROS LOCALES			
	[ ] SI [ ] NO			
OBSERVACIONES	FECHA DE ENTRADA EN SERVICIO			
FIRMAS	NOMBRE DEL INSTALADOR			
FIRMAS	PRUEBAS REVISADAS POR			
	POR LA PROPIEDAD (FIRMADO)	CARGO	FECHA	
FIRMAS	POR EL INSTALADOR (FIRMADO)	CARGO	FECHA	
OTRAS NOTAS Y EXPLICACIONES				

Figura 10.3.1. b) continuación  
Certificado de materiales y pruebas del instalador para tuberías enterradas

# CAPITULO XI

## EJEMPLO DE DISEÑO Y MEMORIA DE CALCULO

Caso práctico rociadores industria de componentes electrónicos.

### 1.- ACTIVIDAD

- Fabricación de componentes electrónicos

### 2.- EDIFICACION

- Existen tres edificios dedicados a los siguientes usos:
  - Oficinas
  - Fabricación
  - Almacén

Las características constructivas de la nave de fabricación son:

- Dimensiones:

Longitud:	30 m
Ancho:	20 m.
Altura:	4 - 8 m.

- Estructura: Metálica, con cerchas entre columnas transversalmente.
- Cubierta: Inclinada plana, apoyada sobre correas entre cerchas.

### 3.- SE REQUIERE

a) Diseñar sistema de rociadores para proteger la nave de fabricación, complementando con un sistema de BIE's (boca de incendio equipadas) interiores y columnas de hidrantes exteriores.

b) Determinar los requerimientos del abastecimiento de agua necesario para alimentar dichos sistemas.

El diseño del sistema tendrá los siguientes objetivos:

1er objetivo:

- 1 1 Clasificación de riesgo
- 1 2 Densidad de descarga
- 1 3 Area supuesta de funcionamiento
- 1 4 Tipo de sistema y rociador
- 1 5 Distancia máxima entre rociadores
- 1 6 Area máxima cubierta por rociador

2do. objetivo:

- 2.1 Cálculos hidráulicos de rociadores automáticos
- 2.2 Distribución de rociadores automáticos
- 2.3 Cálculos hidráulicos de hidrantes y BIE's
- 2.4 Distribución de hidrantes y BIE's

3er. objetivo:

- 3.1 Selección equipo de bombeo y de abastecimiento

## SOLUCION

1.1 Clasificación de riesgo.

- Riesgo Ordinario Grupo 1.

1.2 Densidad de descarga

Area a proteger: 600 m<sup>2</sup>

- Densidad de descarga: 6 lpm / m<sup>2</sup>

1.3 Area supuesta de funcionamiento.

- Af = 139 m<sup>2</sup>

1.4 Tipo de sistema y rociador.

- Sistema. Tubería mojada

- Tipo de rociador.

Temperatura máxima al nivel del techo: 35 °C

Temperatura de tarado: 75 °C

Diámetro nominal: 1 / 2 in.

Rociador: Fusible

Color: Nulo o negro

Factor de descarga: k = 80

Posición: Montante

1.5 Distancia máxima entre rociadores.

- Distancia máx. entre ramales y rociadores de un mismo ramal: 4.6 m.

- Distancia a paredes: 2.3 m. (Tabla NFPA)

1.6 Area máxima cubierta por rociador.

- Ac = 12 m<sup>2</sup> (Tabla NFPA)

2.1 Cálculo hidráulico de rociadores automáticos

Medidas de la edificación: 20 ancho x 30 largo

No. máximo de rociadores: Area ( m<sup>2</sup>) / Area máxima cubierta por rociador

No. máximo de rociadores. (20 x 30) / 12 = 50 rociadores

- Lo anterior proviene de los siguientes cálculos:



Rociadores = 20 m. ancho / 4.6 distancia máxima = 4.34 = 5

Distancia entre ramales (ancho) = 20 m. ancho / 5 rociadores = 4 m.

Rociadores = 30 m. largo / (12 m<sup>2</sup> Area máx. / 4 m. distancia máx) = 10 m.

Distancia entre ramales (largo) = 12 m<sup>2</sup> área máx. cobertura por rociador / 4 m.  
distancia entre ramales (ancho)  
= 3 m.

- Por tanto.

No. de rociadores totales = Rociadores ancho x rociadores largo

No. de rociadores totales = 5 x 10 = 50

Distancia entre paredes (ancho) = 2 m.

Distancia entre paredes (largo) = 1.5 m

Para obtener el número de rociadores considerados en el área más desfavorable:

$A_f = 139 \text{ m}^2$

No. de rociadores en operación =  $A_f / A_c$   
 $= 139 \text{ m}^2 / 12 \text{ m}^2 = 11.58$   
 $= 12$

Dimensiones área supuesta de funcionamiento:  $L = 1.2 \times (A_f)^{1/2}$   
 $L = 1.2 \times (139)^{1/2}$   
 $L = 14.14 \text{ m}^2$

Número de rociadores por ramal. 5

Demanda rociador más desfavorable:

$Q = A_c \times \text{Densidad de descarga}$

$Q = 12 \text{ m}^2 \times 6.1 \text{ lpm} / \text{m}^2$

$Q = 73.2 \text{ lpm}$

$P = (Q / K)^2 = (73.2 / 80)^2$

$P = 0.84 \text{ bar} (> 0.5 \text{ bar})$

Cálculo de sistema completo: Ver cálculo hidráulico de BIE's e hidrantes

Demanda del sistema:  $Q_{dem} = 2,553 \text{ lpm}$   
 $P_{dem} = 5.51 \text{ bar}$

## 2.2 Distribución de rociadores automáticos

Dimensionamiento tuberías: Ver planos y croquis isométrico.

## 2.3 Cálculo hidráulico del sistema de BIE's, hidrantes y demanda hidráulica total.

Nota: Ver puntos de cálculo establecidos en los planos y croquis.

Clasificación de riesgo: Ordinario Grupo 1.

$Q_{mangueras} (\text{interiores} + \text{exteriores}) = 950 \text{ lpm}$

Material utilizado:

- Mangueras 70 mm
- Mangueras 45 mm
- Lanzas 45 mm

Reparto de caudales:

- CHE 1: 700 lpm (2 líneas de 45 mm)
- BIE 1: 250 lpm

### Punto 30

350 lpm  $K1 = 197$

$$P_C = (Q / K)^2 = 3.16 \text{ bar}$$

$$P_B = P_C + Ah + AP_{mang\ 45\ mm}$$

$$Ah = 0.15 \text{ bar}$$

$$AP_{mang} = 0.7 \text{ bar}$$

$$P_B = 4.01 \text{ bar}$$

$$P_A = P_B - Ah + AP_{mang\ 70\ mm} \text{ (Bifurcación en el suelo)}$$

$$Ah = 0.075 \text{ bar}$$

$$AP_{mang} = 0.29 \text{ bar} (Q = 700 \text{ lpm})$$

$$P_A = 4.23 \text{ bar}$$

$$P_{30} = P_A + Ah + AP_{\text{hidrante}}$$

$$AP_{\text{hidrante}} = 0.2 \text{ bar}$$

$$Ah = 0.195 \text{ bar}$$

$$P_{30} = 4.23 + 0.195 + 0.2$$

$$P_{30} = 4.63 \text{ bar}$$

Punto 25

$$P_{25} = P_{30} + AP_{25}^{30} + Ah$$

$$Ah_{25}^{30} = 0$$

$$AP_{25}^{30} =$$

$$L_{\text{REAL}} : 63 \text{ m}$$

Accesorios: 1 C 90 RL : 1.8 m  
1 V. comp4" : 0.6 m

$$L_{\text{tot}}^{C=120} : 2.4 \text{ m.} \quad \text{-----} \quad L_{\text{tot}}^{C=140} : 1.33 \times 2.4$$

$$L_{\text{tot}} = 63 + 3.19 = 66.19 \text{ m.}$$

$$AP / 1 \text{ } j_{Q=700 \text{ lpm}}^{C=140} = 0.00223 \text{ bar / m}$$

$$AP = (AP / 1) * L_{\text{tot}} = 0.15 \text{ bar}$$

$$P_{25}^{\text{CHE1}} = 4.63 + 0.15 \text{ ----} P_{25} = 4.78 \text{ bar}$$

AJUSTE CAUDALES EN PUNTO 25

$$P_{25}^{\text{Roc}} = 4.3 \text{ bar} < P_{25}^{\text{CHE1}} \text{ ---- Ajuste rociador a CHE}$$

- Cálculo K equivalente sistema rociadores

$$K_{\text{eq}}^{\text{Roc}} = Q_{\text{Roc}} / (P_{25}^{\text{Roc}} - P_h^{\text{Roc}})^{1/2} = 1,385.2 / (4.3 - 0.86)^{1/2} = 746.85$$

$$Q_{\text{Roc}}^{\text{Ajust}} = K_{\text{Roc}} (P_{25}^{\text{CHE}} - P_h^{\text{Roc}})^{1/2} = 746.85 (4.78 - 0.86)^{1/2}$$

$$Q_{\text{Roc}}^{\text{Ajust}} = 1,478 \text{ lpm}$$

$$Q_{\text{CHE}} = 700 \text{ lpm}$$

---


$$Q_{\text{CHE}} + Q_{\text{TOT}}^{\text{Roc Aj}} = 2,178 \text{ lpm}$$

Punto 26

$$P_{26} = P_{25} + AP_{25}^{26} + Ah_{25}^{26}$$

$$Ah_{25}^{26} = 0$$

$$AP_{25}^{26} :$$

$$L_{\text{tot}} = \text{ m.}$$

Accesorios:

$$Q = 2,178 \text{ lpm}$$

$$AP = (AP / 1)_{2,178} \times L_{\text{tot}} = \text{ bar}$$

$$P_{26} = 4.78 + 0.055 + 0 = 4.835 \text{ bar}$$

- Cálculo de P26 para QBIE1 = 250 lpm (Condición de diseño)

Punto D  $Q_{\text{BIE1}} = 250 \text{ lpm} \text{ ---- } P_D = 1.4 \text{ bar}$

Punto E

$$P_E = P_D + AP_{\text{manguera}} + Ah_D^E$$

$$Ah_D^E = 0$$

$$(P_{\text{manguera}})_{Q=250 \text{ lpm}} = 0.38 \text{ bar}$$

$$P_E = 1.4 + 0.38 \quad P_E = 1.78 \text{ bar}$$

Punto 27

$$P_{27} = P_E + AP_E^{27} + Ah_E^{27}$$

$$Ah_E^{27} = 0$$

$$AP_E^{27} :$$

$$L_{\text{Real}} : 1 \text{ m}$$

$$\text{Diám} : 1 \frac{1}{2} \text{ (Diám int. = 41.8 mm)}$$

Accesorios	Codo 90°	1.2 m
	Válvula	0.3 (considero V. comp) 2"
	T	2.4 m

---

$$L_{\text{total acc}} : 3.9 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = 1 + 3.9 = 4.9 \text{ m}$$

$$(AP / 1)_{Q=250 \text{ lpm}} = 0.0305 \text{ bar / m}$$

$$AP = 0.0305 \text{ bar / m} \times 4.9 \text{ m} = 0.149 \text{ bar}$$

$$P_{27} = 1.78 + 0.149 + 0 = 1.929 \text{ bar}$$

Punto 28 (Punto de cambio material tubería)

$$P_{28} = P_{27} + Ah_{28}^{27} + AP_{28}^{27}$$

$$Ah_{28}^{27} = 0.1 \text{ bar}$$

$$(AP / 1)_{Q=250 \text{ lpm}} = 0.00961 \text{ bar / m}$$

$$L_{\text{Real}} = 1 \text{ m}$$

Accesorios :

$$L_{\text{total}} = 1 \text{ m} \text{ ---- } P = 0.00961 \text{ bar}$$

$$P_{28} = 1.929 \text{ bar} + 0.1 \text{ bar} + 0.00961 \text{ bar}$$

$$P_{28} = 2.04 \text{ bar}$$

Punto 26 (BIE 1)

$$P_{26} = P_{28} + AP_{26}^{28} + Ah_{26}^{28}$$

$$Ah_{26}^{28} = 0.17 \text{ bar}$$

$$AP_{26}^{28} =$$

$$L_{\text{Real}} = 14 \text{ m.}$$

Accesorios:	Válvula de compuerta:	0.3 m
	Codo RL 90°	: 1.2 m
	T	: 3.7 m
	<hr/>	
	$L^{C=120}_{\text{eq acces}}$	: 5.2 m

$$L^{C=140}_{\text{eq}} = L^{C=140}_{\text{eq}} \times 1.33 \quad : \quad 6.916 \text{ m}$$

Longitud total:  $L_t = 20.91 \text{ m}$

$$(AP / 1)^{C=140}_{Q=250 \text{ lpm}} = 0.00429 \text{ bar / m}$$

$$AP_{26}^{28} = 0.09 \text{ bar}$$

$$P_{26}^{BIE1} = 2.04 + 0.09 + 0.17$$

$$P_{26}^{BIE1} = 2.3 \text{ bar}$$

### Ajuste caudales en Punto 26

$$P_{26}^{BIE1} = 2.3 \text{ bar} < P_{26}^{Roc + CHE1} \text{ ---- Ajuste BIE1}$$

- Cálculo K equivalente BIE1

$$K_{26}^{BIE1} = Q_{26}^{BIE1} / (P_{26}^{BIE1} - P_{h26}^D)^{1/2} = 250 / (2.3 - 0.27)^{1/2}$$

$$K_{26}^{BIE1} = 157.47$$

$$Q_{Ajust}^{BIE1} = K_{eq}^{BIE1} * (P_{26}^{Roc + CHE1} - P_{h26}^D)^{1/2} = 157.47 * (4.835 - 0.27)^{1/2}$$

$$Q_{Ajust}^{BIE1} = 374.91 \text{ lpm}$$

$$Q_{Total} = Q_{CHE} + Q_{Roc}^{AJ} + Q_{BIE1}^{AJ} = 700 + 1,478 + 375$$

$$Q_{Total} = 2,553 \text{ lpm}$$

### Punto 29

$$P_{29} = P_{26} + AP_{26}^{29} + Ah_{26}^{29}$$

$$Ah_{26}^{29} = 0$$

$$(AP_{26}^{29} / 1)^{C=140} = 0.024 \text{ bar / m}$$

$$L_{real} = 23 \text{ m}$$

Accesorios:

Válvula Compuerta 4" . 0.6 m

T : 6.1 m

$$L_{acc}^{C=120} \approx 6.7 \text{ m}$$

$$L_{acc}^{C=140} \approx 1.33 \times 6.7 = 8.911 \text{ m}$$

$$L_{tot} \approx 23 + 8.92 = 31.92 \text{ m}$$

$$(AP / 1)^{29} = 0.024$$

$$AP = 0.766 \text{ bar}$$

$$P_{29} = 4.835 + 0.766 + 0$$

$$P_{29} = 5.6 \text{ bar}$$

Punto 31 (tubería 6")

$$P_{31} = P_{29} + AP_{29}^{31} - Ah_{29}^{31}$$

$$Ah_{29}^{31} = 0.17 \text{ bar}$$

$$L_{\text{Real}} = 8.7 \text{ m}$$

Accesorios.

Codo 90° 6" R. Largo : 2.7 m

$$\text{Para } C = 140 \quad L_{\text{eq acc}} = 1.33 \times 2.7 = 3.6 \text{ m}$$

---


$$L_{\text{total}} : L_{\text{real}} + L_{\text{eq}} = 12.3 \text{ m}$$

$$(AP / 1)^{C=140}_{\text{total}} = 0.003 \text{ bar / m}$$

$$AP_{029}^{31} = 0.003 \times 12.3 \text{ bar} = 0.039 \text{ bar}$$

$$P_{31} = 5.6 + 0.039 - 0.17$$

$$P_{31} = 5.47 \text{ bar}$$

ABA (Punto de demanda)

$$P_{\text{dem}} = P_{31} + AP_{\text{bomba}}^{31} - Ah_{\text{bomba}}^{31}$$

$$Ah_{\text{B}}^{31} = 0.002 \text{ bar}$$

$AP_{\text{B}}^{31}$ :

Long real	:	5.2 m
Accesorios:	1 C 90° RL 6":	2.7 m
(C = 120)	1 comp. 6"	0.9 m
	1 Antirret. 6"	9.8 m

---


$$(AP / 1)^{C=120}_{\text{total}} = 0.0033 \text{ bar / m}$$

$$(AP)_{\text{B}}^{31} = 0.0033 \times 18.6 = 0.062 \text{ bar}$$

$$P_{\text{dem}} = 5.47 + 0.062 - 0.02 \text{ bar}$$

$$P_{\text{dem}} = 5.51 \text{ bar}$$

PUNTO DE DEMANDA

$$Q_{\text{dem}} = 2,553 \text{ lpm}$$

$$P_{\text{dem}} = 5.51 \text{ bar}$$

## SELECCION Y EQUIPO DE BOMBEO

\* Tipo de bomba: Centrífuga horizontal cámara de partida horizontalmente.

\* Accionamiento: Motor eléctrico.  
Motor diésel.

\* Presuriz. Sist.: Bomba Jockey

Selección bomba.

$$P_{dem} = 5.6 \text{ bar}$$

$$Q_{dem} = 154 \text{ m}^3 / \text{h}$$

a) Calcular el punto nominal teniendo en cuenta que  $Q_{dem}$  estará en el rango de 120%  $Q_{nom}$  y 130%  $Q_{nom}$ .

$$Q_{nom} = 119 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$P_{nom} > 5.6 \text{ bar}$$

- De las curvas elegir una que cumpla:

1) Curva siempre decreciente con el caudal.

2) a  $Q = 0$   $P < 1.4 P_{nom}$

3) a  $150 Q_N$   $P > 0.65 P_{nom}$

4) Punto de demanda por debajo de la curva de la bomba elegida

## CALCULO DE ABASTECIMIENTO:

$$Q_{Demanda} : 2,553 \text{ lpm}$$

$$t_{Autonomia} : 60 \text{ min.}$$

$$\text{Volúmen A.C I} : 153.5 \text{ m}^3$$



## CONDICIONES DE ASPIRACION

Longitud colector aspiración: 5 m.

Tubería: Clase negra 8" : (Diám. 207.3 mm) C = 120

Accesorios.	1 codo 90 R largo	.	Leq = 4 m.
	1 Placa antivórtice	.	Leq = 0
	1 Válvula de compuerta	.	Leq = 1.2
	1 Cono reductor	.	Leq = 5 m.

---

$L_{Total} = 15.2 \text{ m.}$

$$\left( \frac{AP}{1} \right)_{asp}^{8" C=120} Q = 150\% Q_n = 0.002 \text{ bar / m}$$

$$AP_{asp} = 0.03 \text{ bar} = 0.3 \text{ m.c.a.}$$

Comprobamos la velocidad para el  $Q_{demanda}$

$$V = Q / S = (2,553 \text{ m}^3 / \text{min}) / (\text{Pi} * (0.2065 / 4)^2) * (\text{min} / 60 \text{ seg})$$

$$V = 1.27 \text{ m / s} < 1.8 \text{ m / s}$$

Comprobamos que  $NPSH_{disp} > NPSH_{req}$

Para la bomba al 150%  $Q_{nom}$  el  $NPSH_{req} = 6 \text{ m.c.a.}$

Nuestro sistema debe garantizar  $NPSH_{disp} > 1.1 \times 6 \text{ m.c.a.}$

(factor seguridad 10%)

$$NPSH_{disp} = 6.6 \text{ m c.a.}$$

$$6.6 = Z_{min} + (10 - 0.23) - (0.3 - 0)$$

$$Z_{min \text{ eje Bomba}} = -2.87 \text{ m.}$$

## ANALISIS ECONOMICO

Valor edificio: \$ 2,000,000.00

Valor equipo ensamble: \$ 280,000.00

Valor materia prima ensamble: \$ 800,000.00

Costo diario de producción: \$ 20,000.00

Costo equipo contra incendio: \$ 195,000 00

Seguro contra incendio:

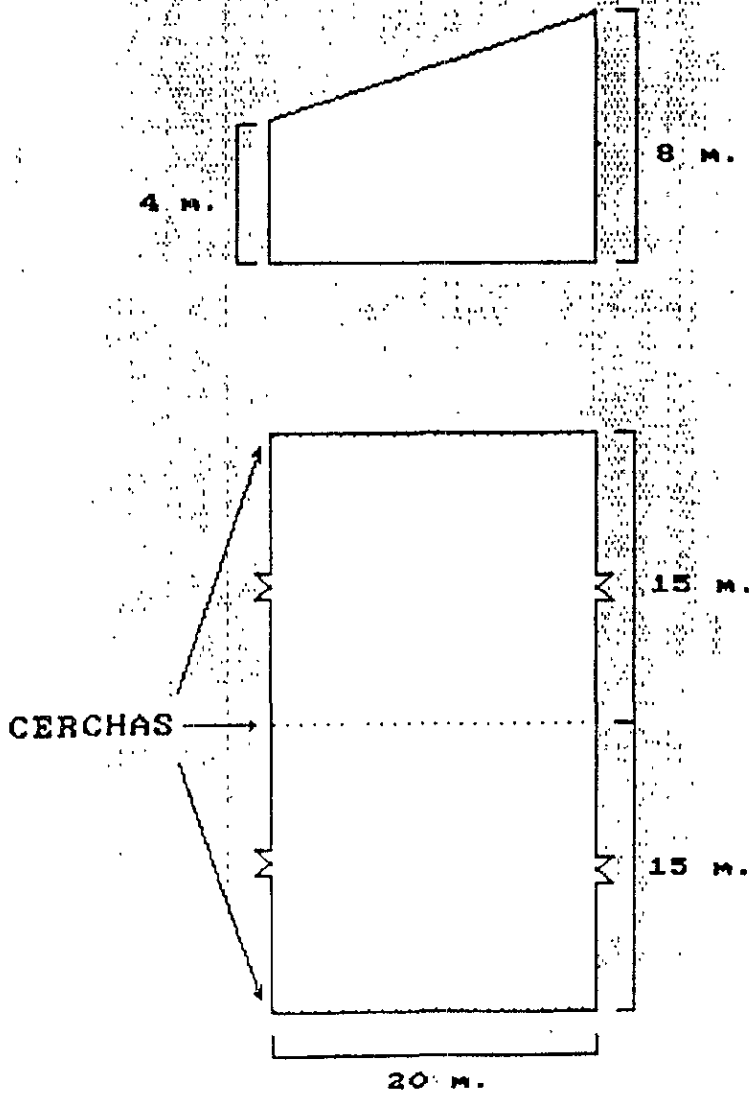
Costo anual con equipo contra incendio:	\$	3,595.00
Costo anual sin equipo contra incendio:	\$	11,983.00
Diferencia en costo con sistema contra incendio:	\$	8,388.00
Recuperación de pérdidas con seguro:	100%, daños contra incendio	
Costo / día por retraso en entregas	\$	4,000.00
Tiempo estimado de reestablecimiento de operaciones en caso de siniestro	10 días	
Costo de operación por 10 días	\$	200,000.00
Costo por retraso entregas por 10 días	\$	40,000.00
Costo total en caso de incendio estimando 10 días de reestablecimiento de producción	\$	240,000.00

La prima de cobertura contra incendio tiene una reducción del 70% cuando se tiene un sistema de rociadores automáticos.

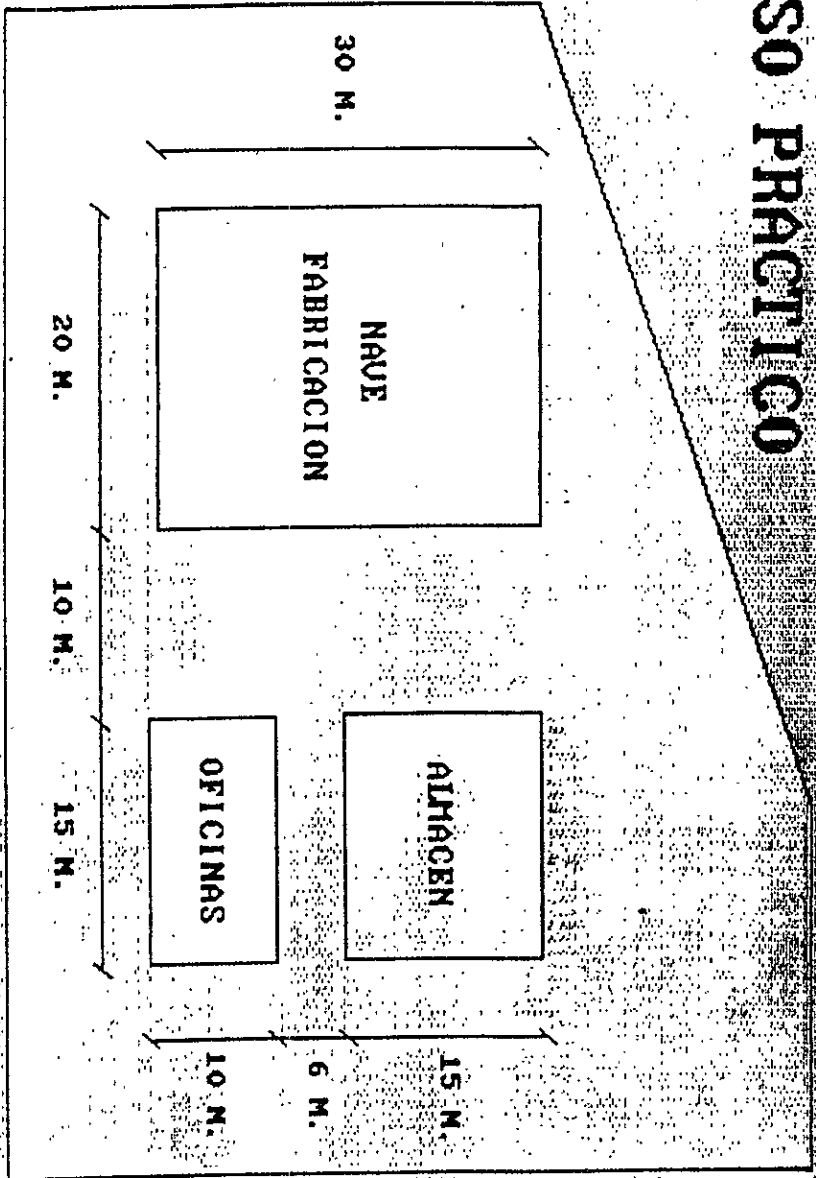
No se ha contemplado el costo que tendría el impacto de mantener el producto terminado fuera del mercado por un tiempo determinado, sin embargo, el costo por promoción de reestablecimiento del producto es alto

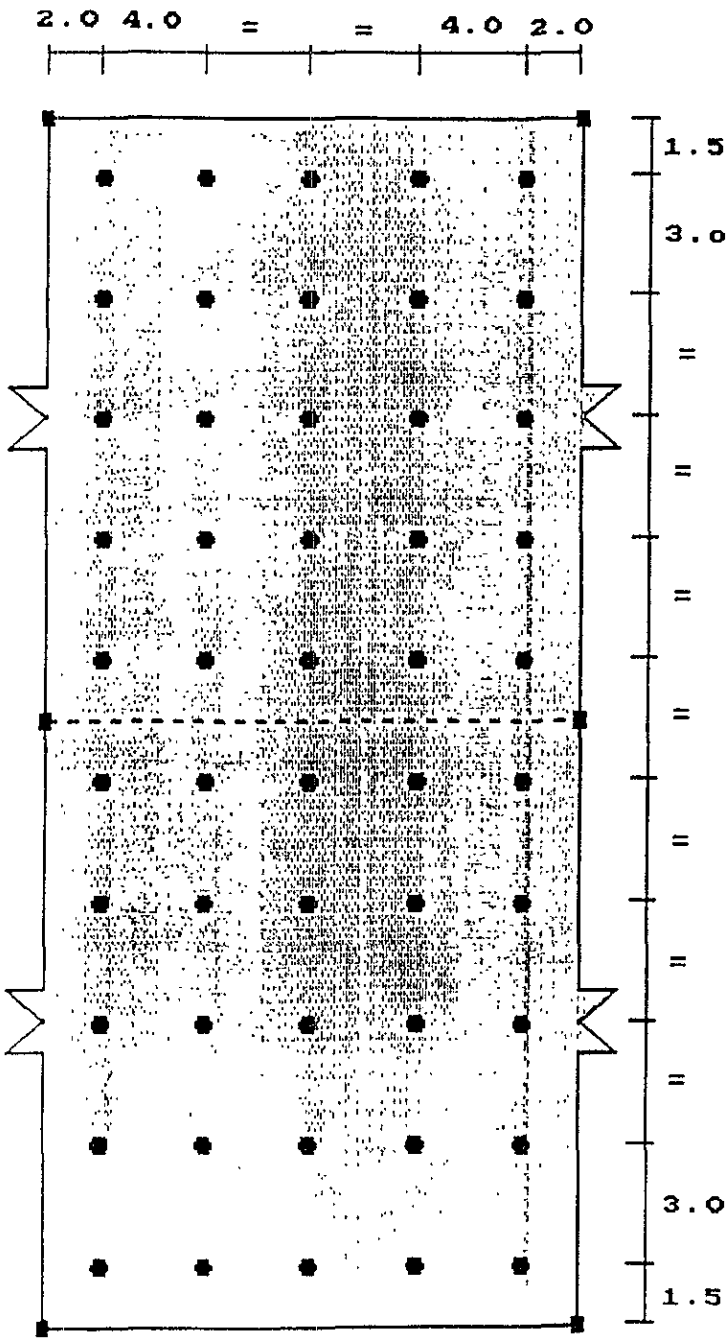
Los costos son estimados con un tipo de cambio del dolar norteamericano de \$8.10 pesos / dólar.

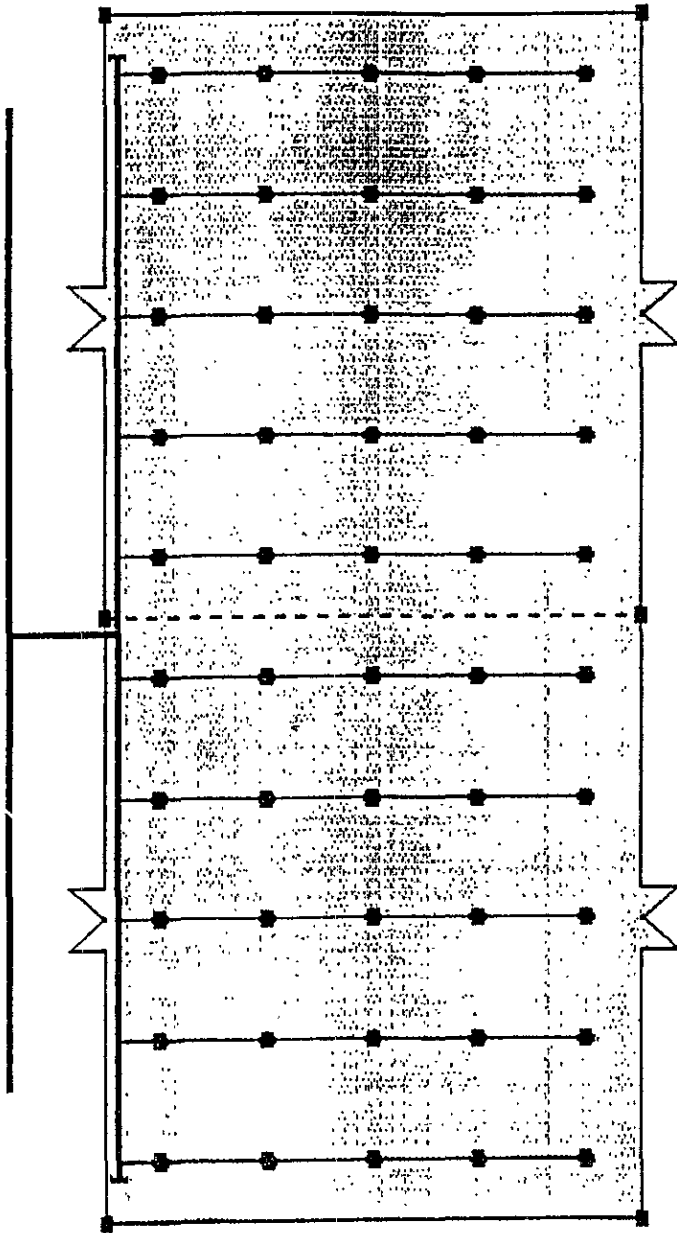
# CASO PRACTICO

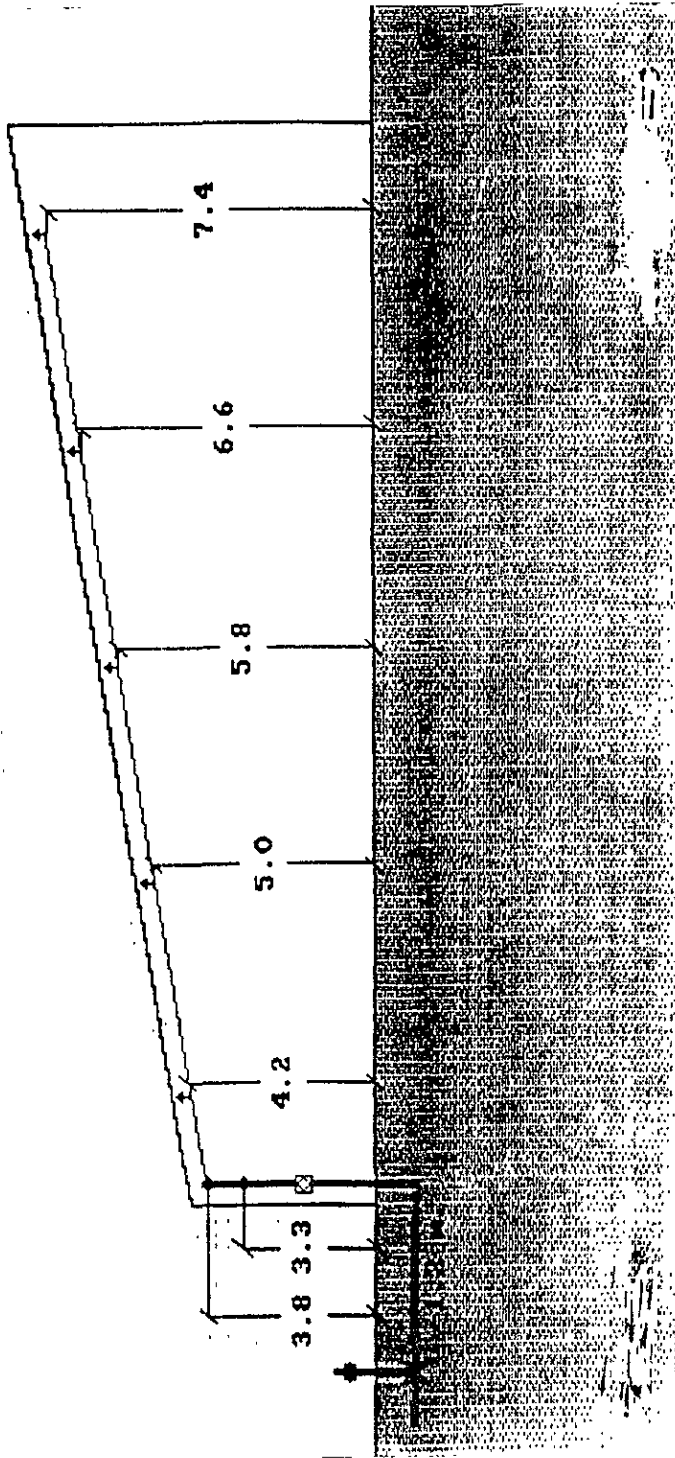


# CASO PRACTICO

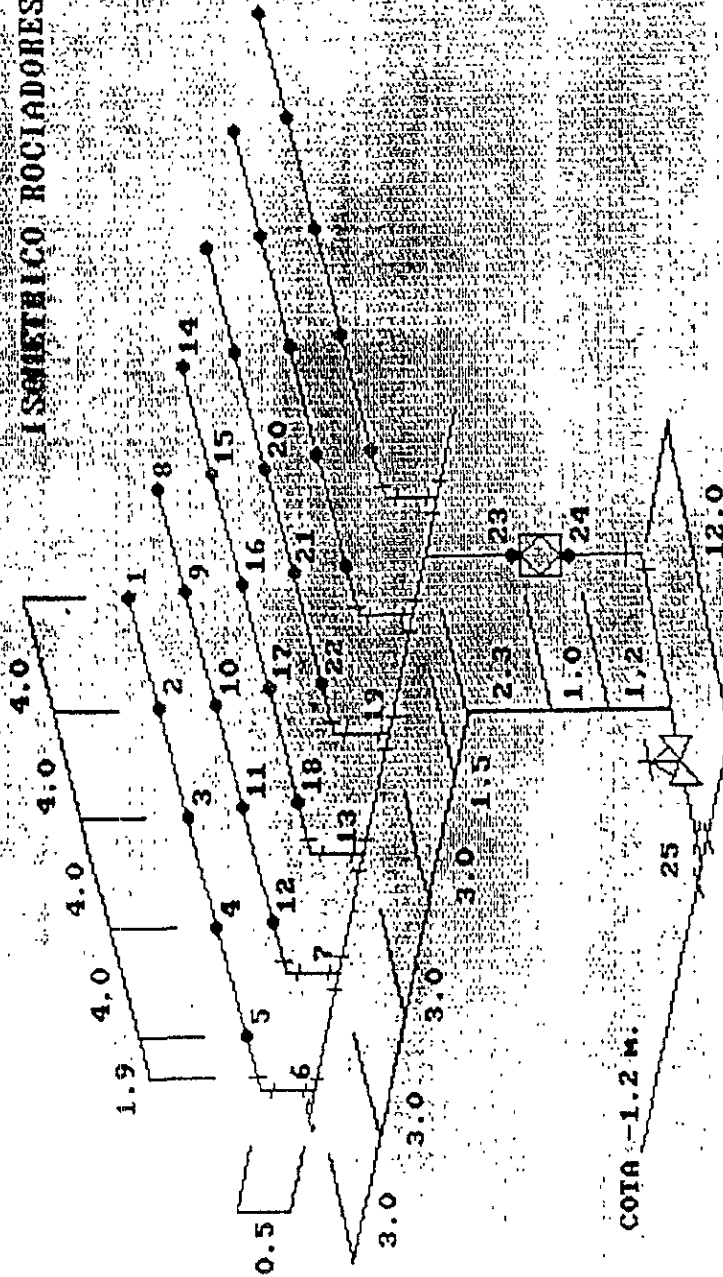








ISOMETRICO ROCIADORES

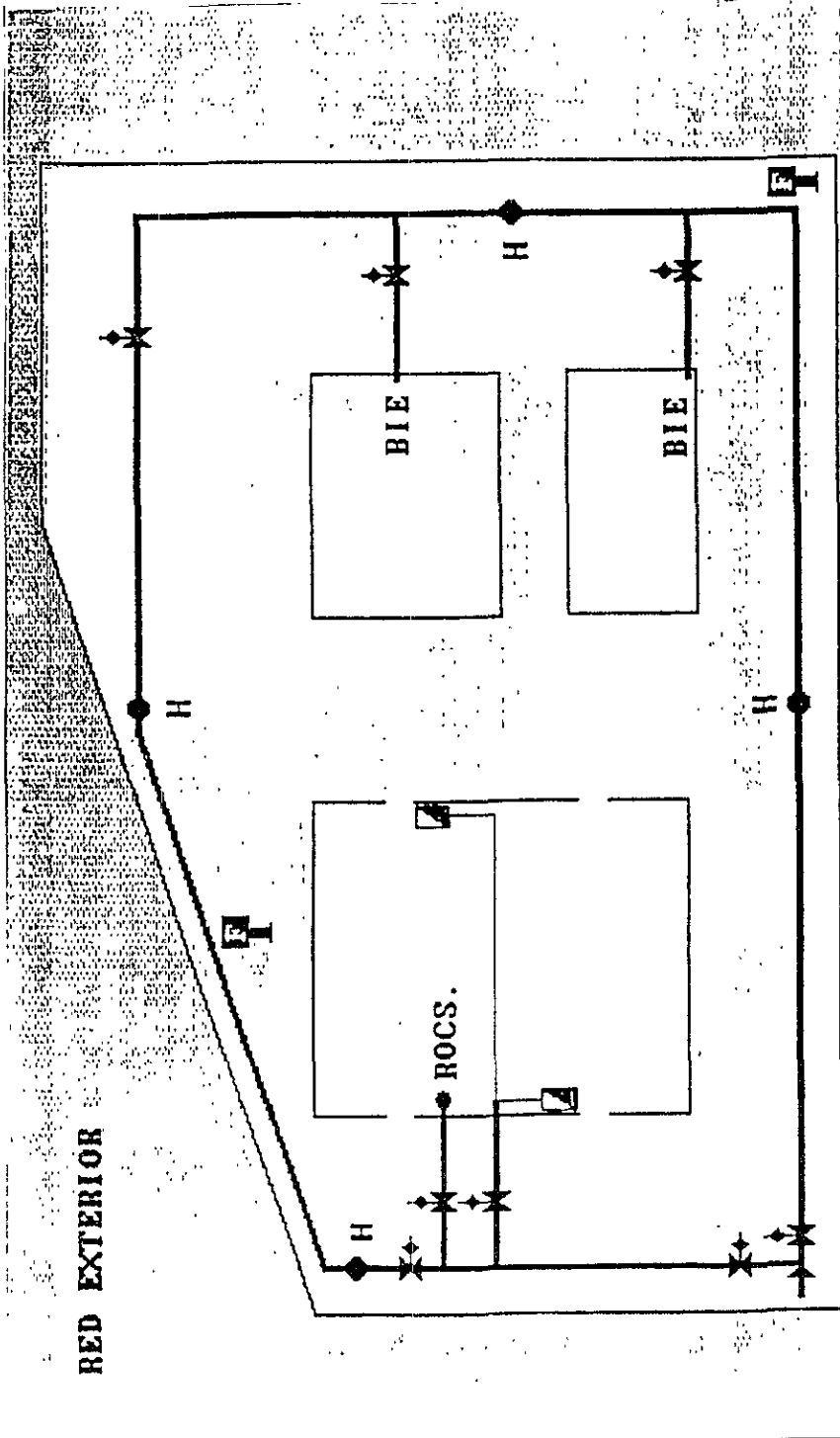


COIA - 1.2 M.

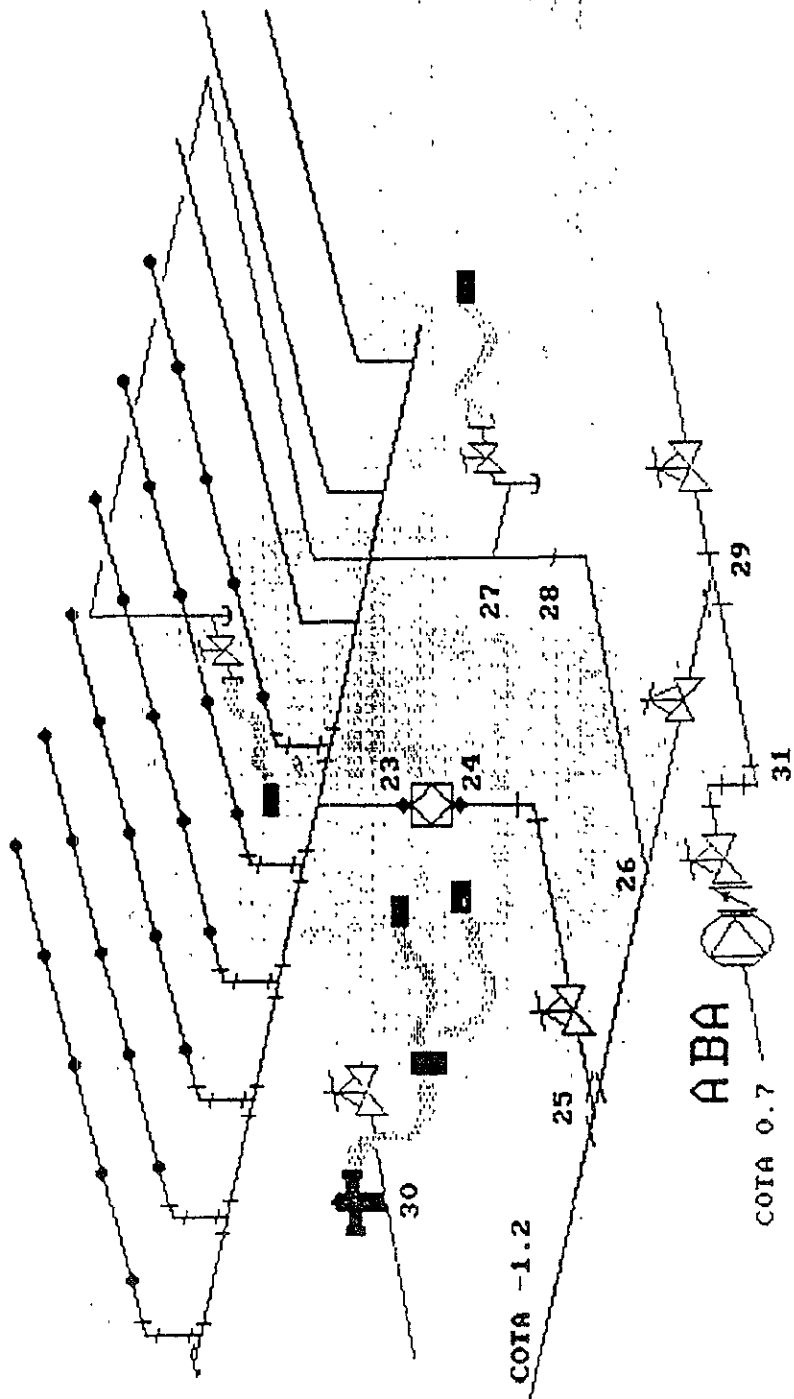
ABA

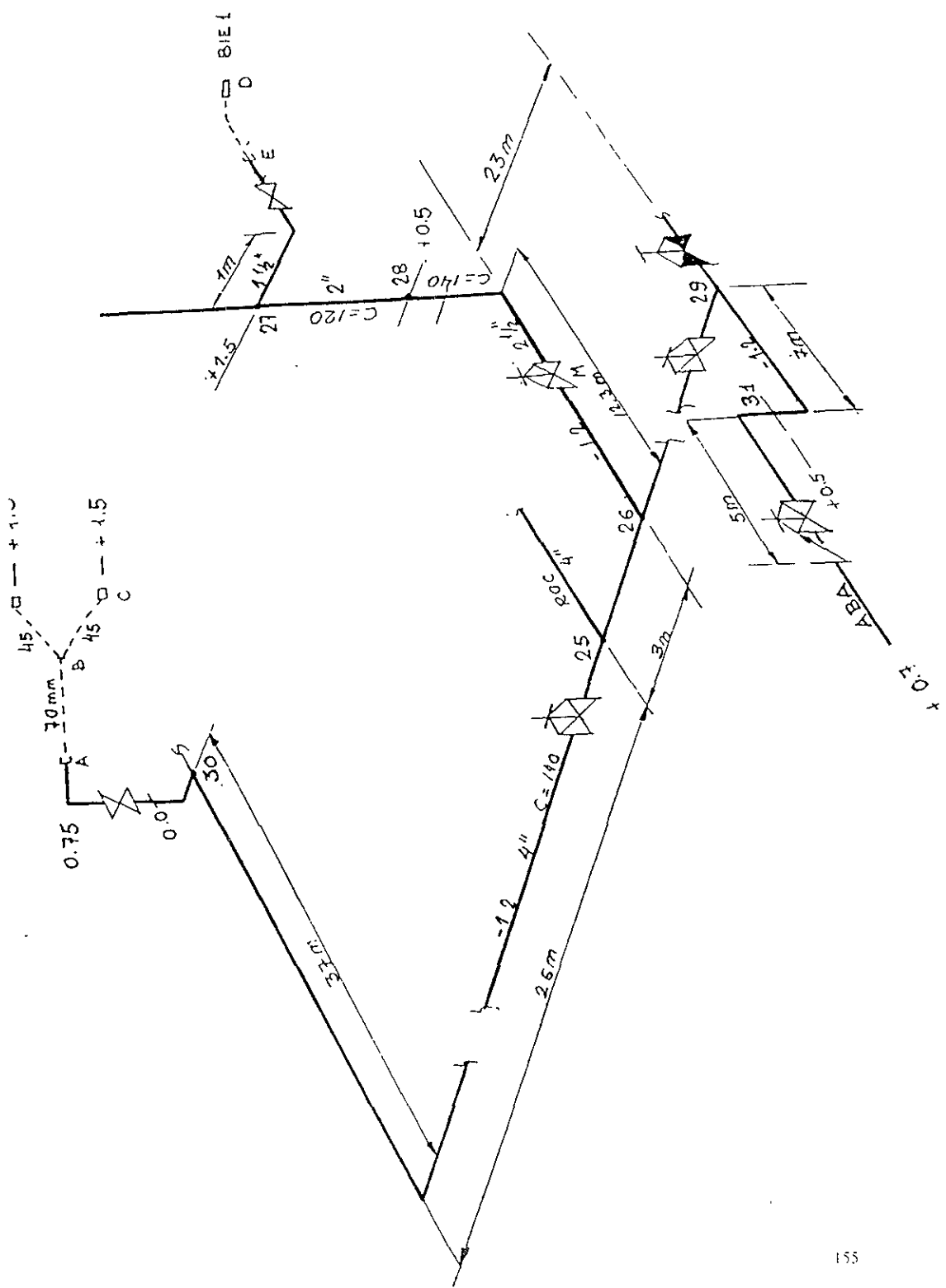
COIA 0.7 M.

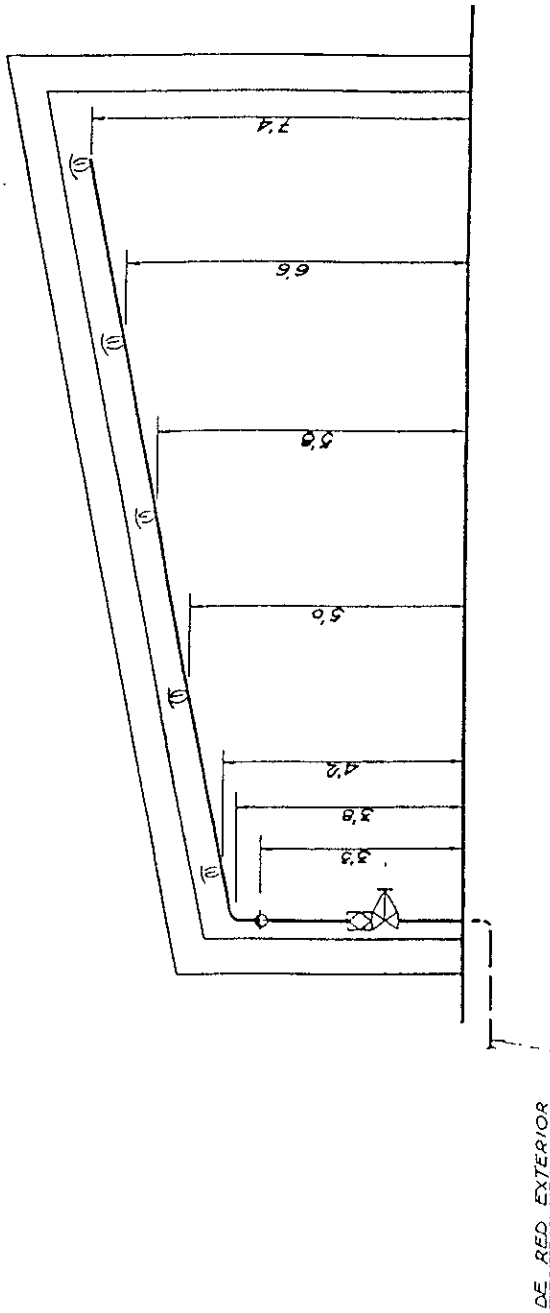




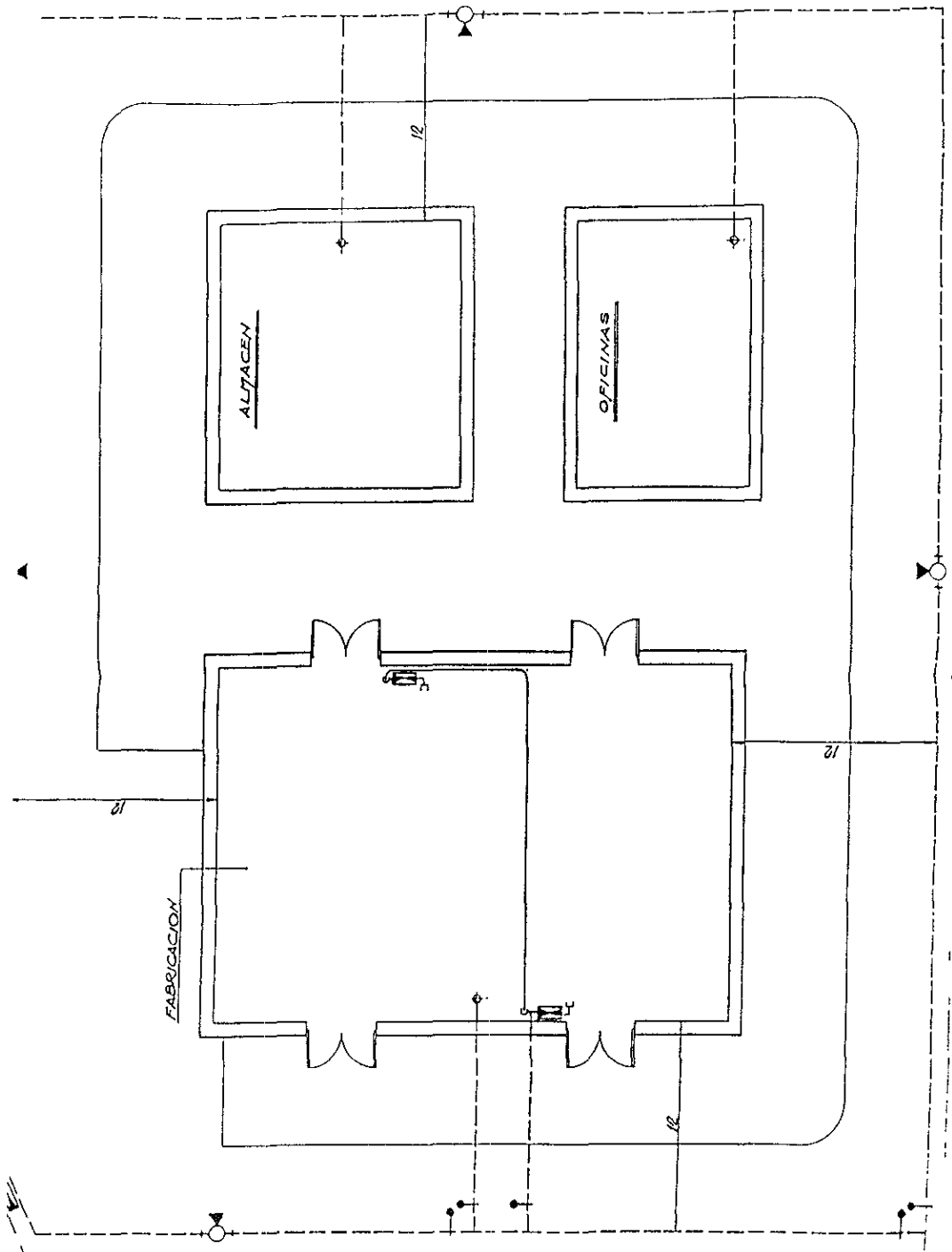
# ISOMETRICO MANGUERAS

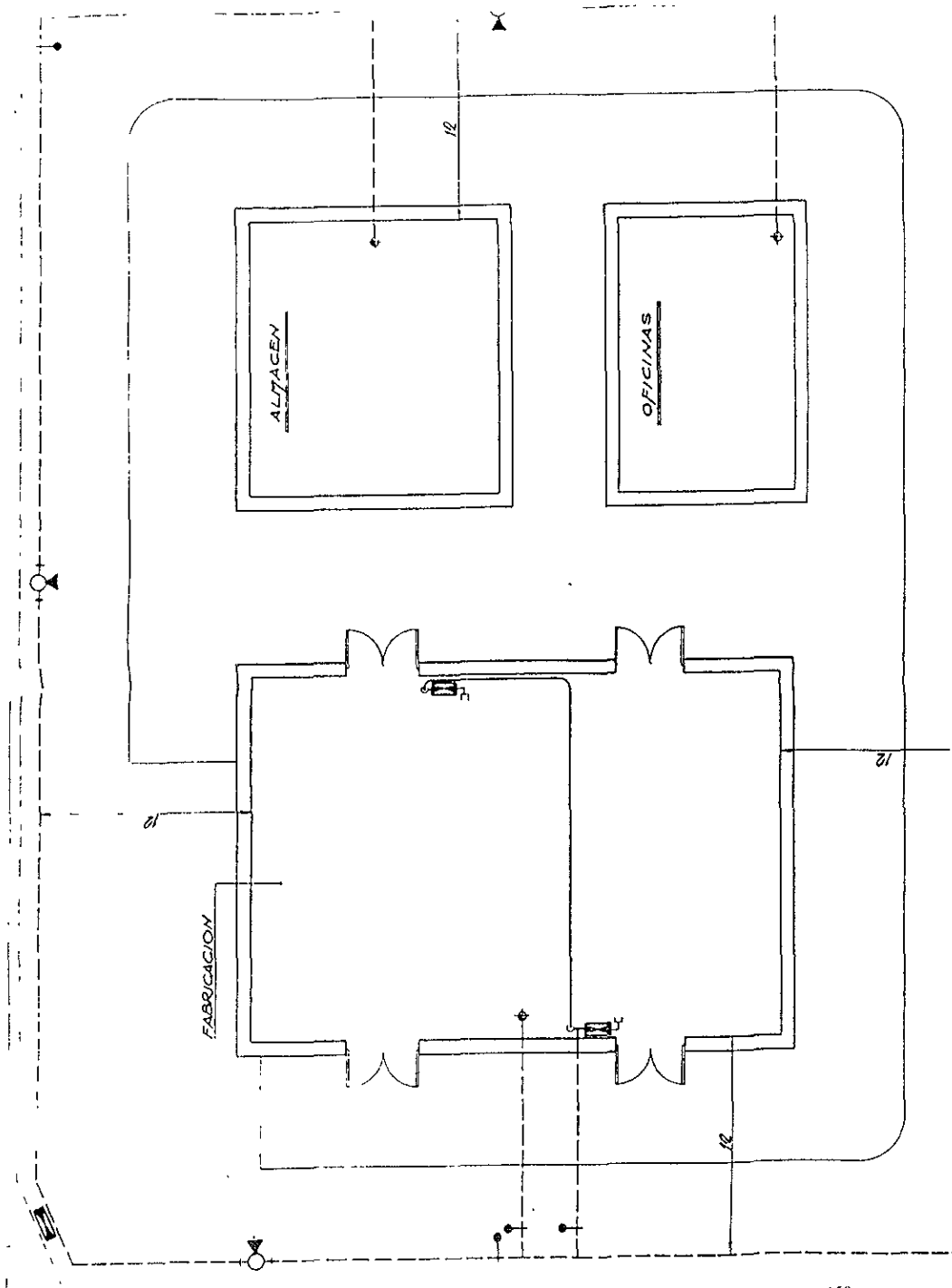






SECCION POR A  
Esc = 1:100





# CAPITULO XII

## CONCLUSIONES

Debido a la problemática de riesgo contra incendio que existe en la industria, en especial en las naves de fabricación y bodegas de almacenamiento, se pretende con ésta tesis plantear la mejor alternativa para poder controlar el siniestro lo más rápido y con la menor de las pérdidas posibles. Para entender esto, es fundamental tener conocimiento de lo que es el fuego, su origen, sus diversas clasificaciones, formas de propagación, métodos, sistemas, instalaciones y equipos para extinguirlo y prevenirlo. Las conclusiones sobre ésta tesis son las siguientes:

1. De acuerdo a la introducción anterior, podemos entonces pensar en la solución de la problemática a que nos enfrentamos en la industria al tener incendios en lugares cerrados, estas instalaciones deben de contar con acciones ya establecidas para lograr la extinción, ya que esto es de forma inmediata por las diversas causas que existen dentro del almacén que no dependen del factor humano (personal, material flamable en grandes cantidades, etc.)
2. Hay que estar muy concientes de que los métodos manuales de extinción, tales como, bocas de incendio equipadas con mangueras, hidrantes y extinguidores, son dependientes del factor humano, el cual sí no se dispone de un personal capacitado, o sencillamente no se encuentra el personal laborando en ese momento, el siniestro será realmente difícil de controlar, además de que al contar con estos sistemas de extinción se tiene un mucho mayor riesgo sobre el personal que se encuentra actuando en la supresión del fuego.
3. Un sistema de rociadores automáticos presenta la solución más eficaz y segura de supresión contra incendio, ya que este sistema proporciona una vigilancia total, además de tener un sistema de alarma. La mayor ventaja es que tiene una respuesta de acción muy rápida al igual que no se involucra a ninguna persona en la acción de extinción. Esta tesis proporciona las herramientas para elegir dentro de la gran diversidad de sistemas de rociadores automáticos los cuales se clasifican de acuerdo a la situación específica que se tenga, tipo de riesgo, construcción y actividad desarrollada en el sitio a proteger.
4. El sistema de rociadores automáticos se justifica cuando los costos de paro de producción son un punto importante en las finanzas de la empresa.
5. Aunque en México no se cuenta con una regulación mandatoria oficial para el diseño, instalación y equipos autorizados para protección contra incendios, es necesario recurrir a las normas establecidas por la National Fire Protection Association (N.F.P.A.), las cuales son muy específicas en cada una de las situaciones que se presenten de acuerdo a los diversos tipos de riesgo que existen en todas las actividades laborales
6. Con toda esta información y con todas las especificaciones bien establecidas se puede entonces hacer un diseño de las redes de rociadores automáticos en los almacenes industriales, claramente establecido por el código antes mencionado, manteniendo siempre un criterio bien definido de la forma de diseñar, instalar y seleccionar el equipo adecuadamente

## CAPITULO XII

### BIBLIOGRAFIA

- The Chemistry of Fire and Hazardous Materials  
Charles F. Turner and Joseph W. McCreery  
Allyn and Bacon, Inc 1981

- National Fires Codes  
Portable and Manual Fire Control Equipment  
Vol 8 1991  
National Fire Protection International

- National Fire codes  
Sprinkler Systems Installation  
Vol. 1 1991  
National Fire Protection International

Los siguientes documentos, o parte de ellos, se citan en este código. La edición que se indica para cada documento es la vigente a la fecha de publicación de este código por la N F P.A.

Publicaciones de la National Fire Protection Association (N F.P.A.)

- NFPA 13 "Sprinkler System Installation," 1991 Ed.
- NFPA 14 "Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems," 1990 Ed
- NFPA 20 "Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps," 1990 Ed
- NFPA 231 "Standard for General Storage," 1990 Ed.
- NFPA 231C "Standard for Rack Storage Materials," 1991 Ed.

Publicaciones del American National Standards Institute Inc. (ANSI) para tuberías y tanques de almacenamiento.

- ANSI B1 20.1 Pipe Threads, General Purpose, 1983
- ANSI B16 4 Cast iron Threaded Fittings, Classes 125 and 250
- ANSI B.16.22 Wrought Copper and Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings, 1989

Publicaciones de la American Society for Testing and Materials

- ASTM A53 Standard Specification for Welded Pipe, Steel, Black and Hot dipped, Zinc Coated and Seamless Steel Pipe, 1990
- ASTM A795 Specification for Black and Hot Dipped Zinc Coated (Galvanized) Welded and Seamless steel Pipe for pipe Protection Use, 1990