

UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

300618

1

29

**PROTECCION CONTRA INCENDIO POR MEDIO DE SISTEMAS
DE ROCIADORES AUTOMATICOS**

**TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO**

PRESENTA:

JOSE CARLOS ALVAREZ HERNANDEZ
DIRECTOR DE TESIS: ING. JORGE GARCIA ACEVEDO

MEXICO D.F. A 31 DE ENERO DE 1991



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.

INTRODUCCION

Esta tesis tiene como finalidad presentar en forma completa una secuencia para el cálculo de sistemas de protección contra incendio por medio de rociadores automáticos incluyendo:

1. Los conceptos básicos relacionados con el tema.
2. Los criterios empleados en el cálculo, respaldándose con el argumento teórico o práctico en que se basan
3. Una secuencia de cálculo práctica y un ejemplo representativo.
4. Ecuaciones, gráficas y tablas necesarias para el cálculo y se describe su uso.
5. Un programa para computadora IBM PC o compatible, el cual puede ser usado Para hacer el cálculo con gran ahorro de tiempo y mayor exactitud.
6. El cálculo se realiza a partir de un componente del sistema que es la válvula de alarma.

El capítulo I es una pequeña introducción sobre la importancia de la protección contra los incendios, y muestra la efectividad de los sistemas de rociadores para la prevención de estos.

En el capítulo II se mencionan algunos conceptos básicos sobre lo que es el fuego, que elementos son necesarios para su formación, así como sus diferentes maneras de extinción

En el capítulo III se comienza a tratar específicamente de lo que son los sistemas de rociadores , sus componentes y los diversos tipos que existen, como antes mencionamos se considerará el sistema de rociadores desde lo que es el sistema de tuberías aéreas, es decir, no se tomará en cuenta el sistema de suministro de agua.

En el capítulo IV se enumeran y explican los criterios de diseño y códigos aplicables para el cálculo. En este capítulo se encuentran las tablas y figuras que serán de utilidad en capítulos posteriores para el cálculo de los sistemas.

El capítulo V puede dividirse en 2 partes , la primera presenta un procedimiento de cálculo sistematizado que busca llevar de la mano al ingeniero que vaya a diseñar y calcular el sistema . Como se mencionó , esta tesis pretende ser un manual que permita, siguiendo las normas internacionales de protección contra incendio , se puedan calcular rápidamente sistemas de rociadores, siguiendo tan sólo la secuencia mostrada en esta parte del capítulo.

En la segunda parte del capítulo se presenta el cálculo completo de un ejemplo ilustrativo, siguiendo el procedimiento anteriormente mencionado. Esto , con el objeto de hacer más claro el cálculo y poder resolver alguna duda que hubiese surgido en la primera parte de este capítulo.

El capítulo VI es el instructivo para el uso del programa en computadora que se anexa. Este programa sigue todas las normas y criterios mencionados en la tesis. Se presenta un sistema para calcular , este es idéntico al ejemplo calculado en el capítulo anterior, con el fin de mostrar la similitud entre los resultados.

Por último .se presentan un apéndice y la bibliografía con la cual se realizó este trabajo, cabe aclarar que, al no haber criterios de diseño y códigos aplicables en México se utilizaron las normas internacionales así como la experiencia adquirida en la práctica a través del cálculo y diseño de sistemas que se utilizan sobre todo en compañías transnacionales.

INDICE

CAPITULO I

PROTECCION CONTRA INCENDIO

A. IMPORTANCIA DE LA PROTECCION CONTRA INCENDIO	8
B. HISTORIA Y ESTADISTICA DE LOS SISTEMAS DE ROCIADORES	17
C. DONDE SON REQUERIDOS	19

CAPITULO II

EL FUEGO

A. QUIMICA Y FISICA DEL FUEGO	23
1. Atomos	23
2. Moléculas	23
3. Gravedad específica	24
4. Densidad de vapor	25
5. Presión de vapor y punto de ebullición	25
6. Flotación	26
7. Reacciones endotérmicas y exotérmicas	26
B. TETRAEDRO DEL FUEGO	27
C. COMBUSTION IGNICION Y EXPLOSIONES	29
1. Combustión	29
2. Reacciones oxidantes	29
3. Explosiones	30
4. Ignición	31

5. EJEMPLO	31
D. TIPOS DE FUEGO	36
1. Definiciones	34
2. Fuego tipo A	35
3. Fuego tipo B	36
4. Fuego tipo C	36
5. Fuego tipo D	36
E. EXTINCION DEL FUEGO	36
1. Enfriamiento	37
2. Sofocamiento	37
3. Separación	38
4. Inhibición de la reacción en cadena	38
5. Agentes extintores para incendios	38

CAPITULO III

DESCRIPCION Y DEFINICIONES

A. DESCRIPCION DE SISTEMA DE ROCIADORES	40
B. ROCIADORES AUTOMATICOS	41
1. Tipos de rociadores	42
a. Tipo hacia abajo (colgante)	42
b. Tipo hacia arriba(montantes)	42
2. Tipos de sistemas de rociadores	43
a. Sistema de rociadores tipo húmedo	43
b. Sistemas de rociadores tipo seco	44
c. Sistemas de rociadores automáticos tipo diluvio	44
d. Sistemas de preacción	45

CAPITULO IV

CRITERIOS DE DISEÑO Y CODIGOS APLICABLES

A. TIPOS DE RIESGO	48
1. Riesgo Ligero	48
2. Riesgo Ordinario	48
a. Riesgo Ordinario tipo 1.	49
b. Riesgo Ordinario tipo 2.	49
c. Riesgo Ordinario tipo 3.	50
3. Riesgo Extra	50
a. Riesgo Extra grupo 1.	50
b. Riesgo Extra grupo 2.	51
c. Areas prohibidas	51
B. AREA DE PROTECCION POR ROCIADOR	51
C. AREA MAXIMA A SER PROTEGIDA POR UN SOLO SISTEMA DE ROCIADORES	52
D. REQUERIMIENTOS DE AGUA SEGUN EL TIPO DE RIESGO	52
1. Densidad	52
2. Cantidad de agua requerida	53
E. TUBERIAS:(NFPA 13 CAP 3)	53
1. Material	53
2. Tamaño de Tuberías	54
a. Riesgo Ligero	54
b. Riesgo Ordinario	54
c. Riesgo Extra	54
F. ROCIADORES	56
1. Elección del tipo de rociador	56

2. Espacio, Localización y Posición de los rociadores:	57
G. FORMULAS UTILIZADAS	58
1. Pérdidas por fricción	58
2.-Balance de flujo en cruces de tuberías	58
H. INFORMACION NECESARIA	58

CAPITULO V

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

PRIMERA PARTE (Procedimiento de cálculo)	70
A. Descripción del área de protección	70
B. Determinación del sistema de protección	70
C. Clasificación del riesgo del área a proteger.	70
D. Características del riesgo	70
E. Cálculo del número de rociadores del área a proteger	70
F. Arreglo real de los rociadores según la configuración del área a proteger	71
G. Determinación del número de rociadores en área remota	71
H. Gasto requerido en área remota.	71
I. Isométrico del sistema de rociadores	72
J. Cálculo de las pérdidas por fricción:	72
SEGUNDA PARTE (Ejemplo utilizando el procedimiento de cálculo)	74

CAPITULO VI

INSTRUCTIVO PARA APLICACION DEL PROGRAMA DE CALCULO

A. OBJETIVO	83
B. DEFINICIONES	83
C. NUMERACION DEL SISTEMA	85
D. EL PROGRAMA DE CALCULO	85
APENDICE (PROGRAMA DE COMPUTADORA)	99
CONCLUSIONES	104
BIBLIOGRAFIA	105

CAPITULO I

PROTECCION CONTRA INCENDIO

A. IMPORTANCIA DE LA PROTECCION CONTRA INCENDIO

1. Efectos del fuego en construcciones
2. Efectos del fuego en las personas
3. El precio del fuesgo
4. La importancia de la prevención de incendios

B. HISTORIA Y ESTADISTICA DE LOS SISTEMAS DE ROCIADORES

C. DONDE SON REQUERIDOS

A. IMPORTANCIA DE LA PROTECCION CONTRA INCENDIO

El rápido crecimiento de la industria y del comercio (con el consiguiente aumento de riesgos de incendio), han planteado la necesidad de disponer de medios cada vez mas eficaces de protección contra el fuego. Una protección de incendios tan simple como los cubos de agua, las tomas de agua fijas interiores y los equipos de mangueras han demostrado no ser lo mas adecuado, a no ser que el fuego se descubra en sus etapas iniciales ya que el humo y el fuego no permiten maniobrar fácilmente para el combate del mismo.

Aunque el control del fuego se ha visto facilitado por las mejoras en las técnicas de construcción se había progresado poco en la reducción de las pérdidas causadas por incendios tardíamente descubiertos, hasta la aparición del rociador automático.

1. EFECTOS DEL FUEGO EN CONSTRUCCIONES

Desde el punto de vista de la construcción de un edificio, el calor producido por el fuego es un verdadero destructor. El calor es el factor que dispersa el fuego, intensifica la reacción química y crea o causa daño estructural.

El calor producido por el fuego será transferido por sus componentes estructurales y la colocación física del edificio, por tres métodos:

- a) Conducción
- b) Convección
- c) Radiación.

Por ejemplo, el acero desprotegido transmitirá el calor por conducción, hacia los materiales combustibles y si la cantidad de calor transmitido es

suficientemente grande, puede provocar que el acero pierda su firmeza y forma estructural. El vidrio por su transparencia permite que el calor sea transferido por radiación; cuando el vidrio desprotegido llegue a fracturarse por aumento de la presión causada por el fuego ó a derretirse por el calor, ya no formará una barrera física y el calor será transmitido por convección.

Los sistemas de ventilación y calefacción que están desprotegidos ó no están propiamente instalados, permitan que el humo y el calor se dispersen por convección y conducción. Las escaleras abiertas y desprotegidas (donde no haya puertas en cada piso para formar una barrera), los conductos de lavado y los ductos del elevador actuarán como chimeneas para el aire supercalentado que se irá hacia arriba por los conductos verticales abriendo dispersando el fuego. Las puertas que sirvan de barrera al fuego y al humo que no están bien colocadas se caerán a causa del calor ó si no se caen, pero no están cerradas herméticamente, transmitirán el calor y el humo a los cuartos contiguos por convección del aire calentado. Los sistemas de rociadores automáticos pueden ser neutralizados por el calor. Si el sistema está mal instalado o un cambio de uso ha introducido un contenido de combustible con un riesgo mayor, sin la modificación correspondiente del sistema, se puede hacer muy poco para detener el fuego; si las cabezas de los rociadores están obstruidas por almacenamiento, están corroídas ó no están colocados dentro de todos los espacios cerrados, el fuego puede sobrepasar el sistema ó ir más allá de su capacidad para absorber el calor producido y el calor se dispersará sin poder ser detenido.

Las precauciones tomadas para la construcción de un edificio de almacenamiento y protección de material se convierte en una trampa para sus ocupantes cuando el fuego comienza dentro de éste. Las construcciones resistentes al fuego sin la ayuda de protección automática y sin el sistema de detección, se convierte en un incinerador. La construcción sostiene el fuego dentro del edificio, pero también

crea una temperatura mas alta en un periodo de tiempo mas corto, creándose así un alto riesgo para la vida.

2. EFECTOS DEL FUEGO EN LAS PERSONAS

Podemos tomar grandes precauciones para proteger un edificio del fuego, con construcciones resistentes a éste y llevando a cabo inspecciones periódicas. De cualquier manera la gente es más difícil de proteger y controlar.

La gente puede resistir el fuego y sus componentes por un periodo de tiempo muy corto, debido a la necesidad que tienen de oxígeno, su poca tolerancia al calor y su incapacidad para soportar los gases tóxicos, que son componentes de fuego. Simplemente la gente no puede ser controlada y probada para saber cuáles serán sus reacciones ante el fuego, por lo tanto, estamos luchando contra el factor humano que causa el fuego y el factor que sucumbe ante los mas simples efectos del mismo. ¿Por qué?. ¿Por qué las personas son fácilmente atrapadas por el fuego?. La primera razón, es el efecto de combustible no quemado, gases tóxicos y nuevos componentes químicos encontrados en el humo. La composición del humo en cualquier fuego varía dependiendo del tipo de combustible usado.

El compuesto tóxico más común en la naturaleza es el monóxido de carbono, un gas incoloro e inodoro. El Sistema circulatorio del hombre eligirá monóxido de carbono en vez de oxígeno, si ambos gases están presentes, ya que este posee mayor afinidad por la hemoglobina (célula transportadora de oxígeno en la sangre), cuando el monóxido de carbono es absorbido por el cuerpo, el primer órgano que siente sus efectos es el cerebro, ya que es el órgano que más oxígeno utiliza, consecuentemente el pensamiento se vuelve confuso y la muerte resulta por envenenamiento por monóxido de carbono, quizá sin que la víctima haya visto el fuego. Los reportes de Coroner muestran el hecho de que el envenenamiento por

monóxido de carbono es la causa mas importante cuando hay posiblemente otros factores no asociados directamente con el fuego, como la intoxicación.

Si el riesgo por el monóxido de carbono es evadido, la víctima atrapada en el fuego sufre peligro de sofocación. La sofocación es provocada debido a que el fuego utiliza el oxígeno existente a una mayor velocidad que la víctima, y se continuará quemando en una atmósfera que contiene menos oxígeno del que un hombre necesita para sobrevivir; el calor representa un tercer factor al problema de supervivencia, el intenso calor producido por la reacción de combustión levanta ampollas y destruye la piel y el tejido muscular en un periodo muy corto de tiempo; cuando la temperatura del aire llega a un punto cercano a los 200 ºF las posibilidades de sobrevivir son practicamente nulas, los pulmones y conductos del sistema respiratorio, que están formados por tejidos muy sensibles, sucumben rápidamente debido al aire sobrecalentado, y el cuerpo responde automáticamente con medidas de protección; las medidas protectoras se presentan como reacciones involuntarias de los músculos que intentan mantener al cuerpo sin ingerir el aire caluroso y dañino, la respiración se vuelve difícil y al rehusarse a respirar el aire caliente, se crea un conflicto con el cuerpo que está demandando oxígeno.

Para confundir mas a la víctima, el humo denso e irritante no le permite ver salidas en las que podría encontrarse a salvo, las partículas de combustible no quemadas dentro del humo hacen que los ojos lloren y aumentan la mucosidad en la nariz, además de que no permiten ver alrededor.

Al iniciarse un incendio el humo se va hacia el techo .Conforme el incendio va progresando, el nivel de oscuridad del humo va aumentando hasta que el cuarto está completamente lleno de una espesa y oscura masa, siendo imposible el ver una señal encendida de salida, cuando el cuarto ó corredor no es más que una masa negra y movable de humo, aire sobrecalentado y gases tóxicos. Queda ahora

contestada la pregunta de por qué el pánico cunde rápidamente y la gente se queda atrapada por confundir salidas con closets, o se queda confundida hasta que el fuego acaba con sus defensas para convertirse en una cifra más de las estadísticas de incendios. El precio es muy alto.

3. EL PRECIO DEL FUEGO

Cada año las estadísticas de pérdidas causadas por incendios son publicadas por la Asociación Nacional para la Protección Contra Incendios.

Una manera muy usual de hacer una comparación con las pérdidas ocurridas en años anteriores es la cantidad de dinero que se perdió en el siniestro, las pérdidas por incendios en otros países son comparadas también y el número de muertos por incendio es registrado; de cualquier modo, el análisis estadístico más interesante se encuentra en America Burning en el reporte del Presidente de la Comisión para Prevención y Control del Fuego.

"Durante la próxima hora ocurrirán aproximadamente más de 300 incendios en E.U.A.. Cuando éstos sean apagados más de 300 000 dólares en propiedad habrán sido destruidos, por lo menos una persona habrá muerto, 34 estarán heridas, algunas de ellas, dañadas o desfiguradas para toda la vida."

Esto significa que mas de 12 000 personas morirán en incendios cada año, 300,000 estarán heridas y el costo del incendio será de por lo menos 11.4 billones de dólares al año. Este estimado incluye pérdidas o daños de propiedad, gastos del departamento de bomberos, gastos médicos debido a la atención de pacientes con quemaduras, seguro de los gastos de las compañías operativas y la pérdida de la productividad.

4. LA IMPORTANCIA DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

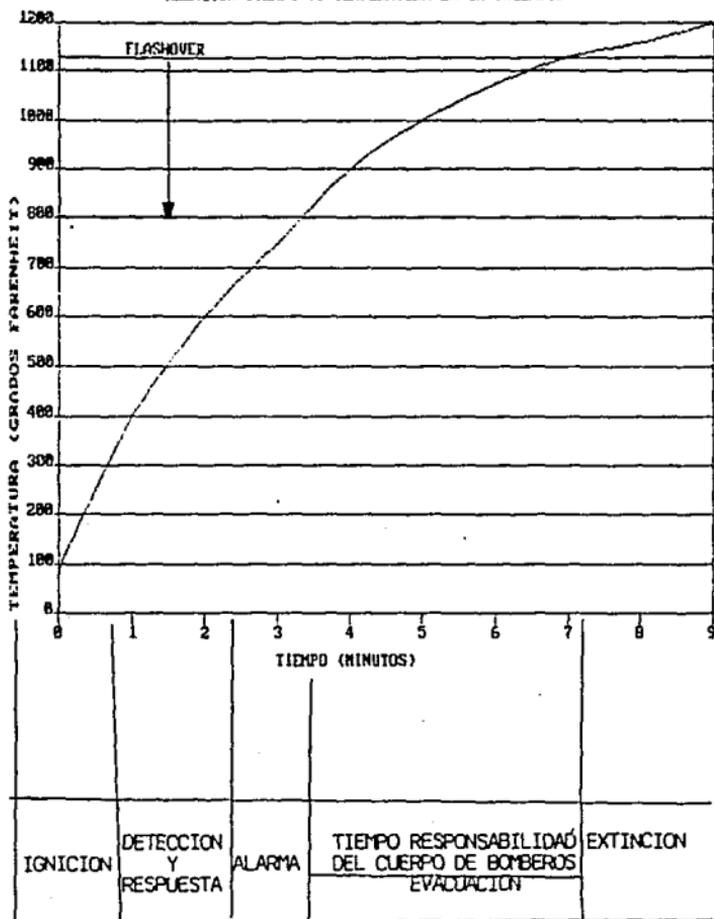
¿Qué tan importante es la prevención de incendios?. Hoy en día en el servicio de incendios, menos del 10% del presupuesto total y de la mano de obra son utilizados para programas de prevención de incendios. El monto de dinero, normalmente es gastado en mano de obra para luchar contra el fuego y en aparatos para controlarlo después de que éste ha comenzado; este tipo de programas están basados en el tiempo, tiempo para una alarma oportuna, la capacidad del material con que el edificio está construido para mantener el fuego dentro de éste por un determinado tiempo, y tiempo para que la fuerza de bomberos llegue a la escena del incendio y empiece a extinguirlo. Pero, ¿Qué tan bien funciona este método?

Para contestar esta pregunta veamos la siguiente gráfica que muestra la relación de tiempo y temperatura con la que el fuego avanza en una situación típica de incendio; esta gráfica está basada en la curva tiempo-temperatura estandar. (Nota: esta información está basada en el Bureau Nacional de Medidas, y otras agencias de pruebas y datos obtenidos por pruebas conducidas a determinar la relación entre el crecimiento del fuego y los diversos tipos de compuestos del combustible que lo compone).

El tiempo real y la temperatura variará dependiendo del tipo, cantidad y estructura física del combustible, la construcción física del edificio, y del tipo de construcción involucrado.

Hay que tomar en cuenta que mientras el tiempo transcurre, la temperatura aumenta desmesuradamente en los primeros minutos; conforme va aumentando la temperatura del aire dentro del edificio, pronto alcanza la temperatura para encender la mayoría de lo contenido en el interior, terminando cerca de los 800 °F. En este momento ocurre lo que se denomina Flashover. Flashover es el término usado cuando hay una repentina salida de gases de los distintos combustibles

RELACION TIEMPO VS TEMPERATURA EN UN INCENDIO



involucrados, y el cuarto o la estructura parece estar totalmente envuelto en llamas en un momento; una vez que una chispa ó una flama aparece, el fuego parece tomar un curso hacia un completo e intenso estado de destrucción. La temperatura despues del Flashover puede alcanzar temperaturas mayores a los 2000 °F dependiendo también del tipo y la cantidad de combustible presente. Las temperaturas en un fuego dentro de un lugar habitable, excederán a los 1 000 °F; despues de un corto tiempo, el fuego estará más allá de la fuerza de los bomberos, si hay alguna demora en la alarma despues de que este ha empezado. Esta gráfica ilustra la importancia de prever el fuego y así como el que no podemos basarnos sólo en un método para luchar contra el fuego, salvar la vida y proteger propiedades, sino en prevenirlo también.

Cuando la temperatura ha alcanzado los 200 °F, lo que puede ocurrir en dos minutos después de que el fuego empezó, las posibilidades de sobrevivir son casi nulas; puertas, ventanas y otras estructuras se empiezan a caer despues de los 500 °F (dependiendo de su resistencia) y el edificio se convierte en víctima del fuego.

A menos que actuemos para prevenir el fuego, estaremos forzados a tomar la actitud de salvar lo que haya quedado después de una noche de incendio.

Prevenir perdidas por incendios requiere organización, personal bien entrenado y la máxima utilización de información, educación y recursos humanos, es más deberían de existir leyes efectivas, reglamentos y medidas para prevenir incendios.

La prevención de incendios es necesaria e importante, es nuestra primera línea de defensa contra el fuego y lo mas importante, recuperar tiempo que es lo que marca la diferencia entre una pérdida menor y una tragedia mayor.

B. HISTORIA Y ESTADISTICA DE LOS SISTEMAS DE ROCIADORES

Los rociadores desde su origen en 1874 han demostrado ser el medio automático mas amplio y efectivo de protección contra el fuego; éstos son mas eficientes que los monitores e hidrantes en lugares donde el humo no permite ver la flama, los monitores e hidrantes causan mas daños ocasionados por el agua, así como mayor desperdicio.

La instalación de rociadores puede producir importantes ahorros en muchos de los costos como son: el uso de tipos de construcción mas económicas, menos espacio entre edificios, y en la mayoría de los casos reducción en el costo del seguro contra incendios.

La eficiencia de los rociadores se observa en estudios de fuegos industriales en los que se muestra que, en aquellos en que operaron rociadores 76% fueron extinguidos ó controlados por menos de 5 rociadores y 95% por menos de 25 rociadores, la efectividad de los sistemas de rociadores excede del 95%; en México estos tipos de sistemas son ampliamente utilizados por las empresas transnacionales, debido a que las normas de seguridad que las rigen las obligan a su uso. Por otra parte son contadas las industrias nacionales que utilizan estos sistemas de protección, debido al desconocimiento, pero principalmente porque en México no existen Normas claras que indiquen el uso de protección por medio de sistemas de rociadores, y menos, procedimientos para el diseño y cálculo de estos. Por lo general las compañías que se dedican a la seguridad industrial en su fase de diseño. toman como base las Normas Internacionales de protección como son : La norma de la NFPA (National Fire Protection Association), La norma de la FMS (Factory Mutual System) etc...

Los antepasados de los sprinklers ó rociadores automáticos fueron los sistemas de tuberías perforadas y los rociadores abiertos que se instalaron en buen número de industrias entre 1850 y 1880. Los sistemas no eran automáticos, las aberturas de descarga de las tuberías estaban a menudo taponadas con herrumbre y cuerpos extraños, y la distribución de agua era pobre.

Los rociadores abiertos, que representaron una mejora respecto a las tuberías perforadas, consistían en unos bulbos metálicos o alcachofas con numerosas perforaciones, unidos a las tuberías, con los que se pretendía obtener una mejor distribución del agua. Este sistema era ligeramente superior al de la tubería perforada.

La idea de protección a base de rociadores automáticos de modo que el calor del fuego pusiera en acción uno ó más rociadores, permitiendo la salida del agua, data de 1860. Sin embargo su aplicación práctica en los EE. UU., no comenzó hasta 1878, cuando se instaló el primer rociador automático en Parmelee; este rociador, muy elemental en comparación con los modernos, dió en general buenos resultados y demostró sin lugar a dudas que la protección por medio de estos sistemas era efectiva.

C. ¿DONDE SON REQUERIDOS ?

Se requieren rociadores donde hay materiales combustibles ya sea en los materiales de construcción o en los contenidos de un lugar, incluyendo los siguientes lugares:

1. Edificios no combustibles en donde los contenidos son combustibles incluyendo áreas en las que se utilizan o almacenan líquidos combustibles.
2. Edificios o estructuras construidas de material combustible donde hay cantidades apreciables de componentes combustibles.
3. Como protección básica en procesos peligrosos como aquellos en los que intervienen líquidos inflamables.
4. En lugares cerrados con techos o áticos bajos construidos de material combustible, excepto donde alguno de éstos esté bajo las traveses de soporte de un techo o piso combustible
5. Para la protección contra incendio de líquidos inflamables más densos que el agua. En muchos líquidos menos densos que el agua y con flash points bajos los rociadores no pueden extinguir el fuego pero ayudan en 2 funciones importantes:
 - a.- Previenen la expansión del fuego reduciendo su intensidad y manteniendo los alrededores fríos de manera que los materiales en la vecindad no lleguen a prenderse.

b.- Mantiene la estructura de almacenamiento fría previniendo colapsos y posibles rupturas del recipiente.

CAPITULO II

EL FUEGO

A. QUIMICA Y FISICA DEL FUEGO

1. Atomos
2. Moléculas
3. Gravedad específica
4. Densidad de vapor
5. Presión de vapor y punto de ebullición
6. Flotación
7. Reacciones endotérmicas y exotérmicas

B. TETRAEDRO DEL FUEGO:

C. COMBUSTION IGNICION Y EXPLOSIONES:

1. Combustión
2. Reacciones oxidantes
3. Explosiones
4. Ignición
5. Ejemplo

D. TIPOS DE FUEGO

1. Definiciones
2. Fuego tipo A
3. Fuego tipo B
4. Fuego tipo C
5. Fuego tipo D

E. EXTINCIÓN DEL FUEGO

- 1. Enfriamiento**
- 2. Sofocamiento**
- 3. Separación**
- 4. Inhibición de la reacción en cadena**
- 5. Agentes extintores para incendios**

A. QUIMICA Y FISICA DEL FUEGO

Podemos definir al fuego como una reacción que consiste en la rápida oxidación de un material combustible con la evolución de luz y calor, para tener un mejor entendimiento de la química y física del fuego, es necesario que revisemos algunos conceptos como son:

1. Átomos

Estos constituyen las partículas fundamentales de la composición química y sus dimensiones son sumamente reducidas. Las sustancias formadas por átomos de una sola clase se denominan elementos.

El átomo está formado por un núcleo compacto alrededor del cual se mueven los electrones, (unidades de materia cargadas negativamente).

El núcleo lo forman los protones (de carga positiva) y neutrones (sin carga)

Las sustancias cuyos electrones más externos están débilmente unidos generalmente son buenos conductores térmicos y eléctricos.

Aquellos cuyos electrones están más rigidamente unidos (no permitiendo su fácil transmisión) son buenos aislantes.

2. Moléculas

Son grupos de átomos combinados, estas moléculas difieren en propiedades físicas y químicas dependiendo del tipo, número y arreglo de átomos que conforman la molécula. Una molécula de un tipo de átomo es una sustancia elemental o un elemento, pero el número de posibles compuestos es casi ilimitado.

Los electrones de un átomo están en constante movimiento y sostenidos en órbitas definidas alrededor del núcleo por las fuerzas mutuas de atracción de la carga negativa de los electrones y la carga positiva de los protones, en el núcleo. Cuando los átomos se combinan para formar una molécula. Se supone que los núcleos de los átomos se acercan formando una masa nuclear relativamente compacta con los electrones en movimiento alrededor, los electrones en las órbitas mas alejadas son débilmente atraídos y se requiere menos trabajo para removerlos. Aquellas sustancias que tienen la mayoría de sus electrones cercanos al núcleo son malos conductores por la dificultad de remover sus electrones. Los mejores conductores como el cobre y la plata tienen electrones externos fáciles de remover de manera que la fuerza o voltaje requerido para establecer o mantener una corriente eléctrica (flujo de electrones) a través del conductor es menor que para sustancias con sus electrones fuertemente unidos, la energía requerida para mover una cantidad de electrones a través de la sustancia en contra de las fuerzas de captura de los electrones y de las colisiones aparece en forma de calor.

3. Gravedad específica

La gravedad específica de una sustancia es la relación entre el peso de ésta respecto al peso de otra sustancia siendo ambas del mismo volumen.

Por lo general se refiere a la relación entre el peso de un sólido o un líquido respecto a el peso de un volumen igual de agua, las escalas de los hidrómetros mas comunes se basan en una gravedad específica de 1 para el agua a 4 °C.

4. Densidad de vapor

Es la densidad relativa de un vapor o un gas (ausente de aire) comparado con el aire, un valor menor de 1 indica que el vapor o gas es mas ligero que el aire, un valor mayor a 1 indica que el vapor o gas es mas pesado que el aire. para calcular la densidad de vapor de un compuesto se puede utilizar la siguiente fórmula obteniendo buenos resultados.

Densidad de vapor de un compuesto = $\frac{\text{Peso molecular del compuesto}}{29}$

5. Presión de vapor y punto de ebullición

A causa del continuo movimiento de las moléculas de un líquido, movimiento mismo que depende de la temperatura del líquido, las moléculas están continuamente escapando de su superficie al espacio. Si el líquido esta contenido en un recipiente abierto. las moléculas (colectivamente llamadas vapor) salen de la superficie del líquido y se dice que el líquido se evapora, por otro lado. Si el líquido esta en un recipiente cerrado las moléculas quedan en el espacio entre la superficie del líquido y la tapa del recipiente, mientras tanto algunas moléculas en el espacio regresan al seno del líquido y se dice que se alcanza el equilibrio cuando es el mismo numero de moléculas que salen que las que entran al líquido, la presión ejercida por las moléculas que salen es llamado presión de vapor.

Conforme vaya aumentando la temperatura de un líquido aumenta tambien la presión de vapor de este, a la temperatura a la que la presión de vapor iguala a la presión atmosférica se lleva a cabo la evaporación.

6. Flotación

Es el empuje ascendente ejercido por el fluido circundante sobre un cuerpo o volumen de fluido. Si la flotación de cierta cantidad de gas es positiva, indica que es mas ligero que el fluido circundante y presentara un empuje ascendente.

Si la flotación es negativa, el gas es mas pesado y descenderá, la flotación del gas depende tanto de su peso molecular (densidad relativa) como de su temperatura.

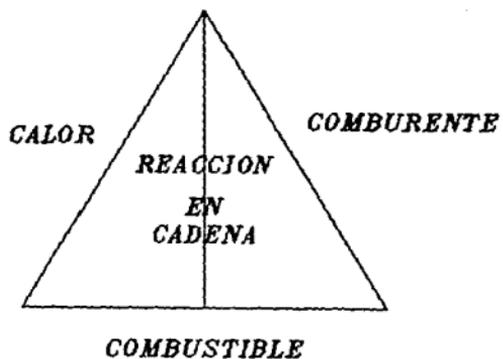
Al escapar del recipiente que lo contiene, un gas inflamable cuya densidad relativa sea superior a 2 tiende a descender a un nivel inferior y puede recorrer distancias importantes hasta alcanzar posibles focos de ignición, el PM del CO₂ es 44 y por ser mas pesado que el aire al salir de un extintor tiende a acumularse sobre el suelo. Generalmente un gas es mas ligero cuanto mayor es su temperatura, su densidad es menor. Por ello los productos calientes de la combustión tienden a elevarse.

7. Reacciones endotérmicas y exotérmicas

El calor de reacción es la energía absorbida o emitida durante una reacción. En las reacciones endotérmicas, las sustancias nuevas formadas contienen mas energía que las reaccionantes, por lo tanto hay absorción de energía. En cambio las reacciones exotermicas producen sustancias con menos energía que los materiales participantes en la reacción y por lo tanto liberan energía.

Aunque la energía puede adoptar formas muy variadas, las reacciones químicas absorben o liberan energía generalmente en forma de calor.

TETRAEDRO DEL FUEGO



B. TETRAEDRO DEL FUEGO:

Como definimos, el fuego es una reacción química que ocurre cuando la estructura de un combustible se rompe, por una rápida y enérgica oxidación, oxidación que va acompañada de la formación de luz y calor. Esta combustión continua como reacción en cadena, hasta que uno de sus componentes, ya sea el combustible, el calor o el oxígeno, no sea suficiente para continuar la reacción.

Si cualquiera de los factores necesarios para producir fuego (oxígeno, calor, combustible y reacción en cadena) no se encuentran en proporciones adecuadas, no se presentará la reacción de combustión, por ejemplo, si no hay suficiente calor para romper los enlaces moleculares del combustible en estado gaseoso (Temperatura de Ignición), la reacción no se podrá llevar a cabo, también si no existe el suficiente oxígeno en el aire o en forma de un agente químico oxidante.

Para prevenir el fuego, debemos primero mantener los combustibles lejos de las fuentes de calor. Lo ideal sería la eliminación del oxígeno en adición a la separación del combustible y el calor, pero para fines prácticos, esto es imposible.

El oxígeno es un elemento abundante en el aire y esencial para la vida.

Para extinguir un fuego, debemos seguir los mismos pasos de su formación, pero en sentido inverso esto es:

- a) Reducir el calor enfriando ó absorbiéndolo, para así disminuir la temperatura del combustible hasta llegar a una temperatura inferior a su punto de ignición
- b) Remoción del combustible (físicamente)
- c) Atacar el fuego por medio del rompimiento de la reacción en cadena (uso de extinguidores químicos secos o gas halón)
- d) Remoción del oxígeno (por ejemplo CO₂)

El fuego se puede extinguir utilizando uno ó la combinación de estos metodos. el uso del modelo del tetraedro del fuego se ha usado durante mucho tiempo para mostrar los cuatro principales componentes del fuego, como se puede observar en la figura, cada lado representa un elemento importante para que este exista. Si rompemos algún lado del tetraedro, el fuego se extinguirá.

C. COMBUSTION IGNICION Y EXPLOSIONES:

1. Combustión

Es una reacción exotérmica autoalimentada que abarca un combustible en fase condensada, en fase gaseosa o ambas fases.

Generalmente el fenómeno implica (aunque no necesariamente) la oxidación del combustible por el oxígeno atmosférico y la emisión de luz. La combustión en la fase condensada generalmente produce una llama visible.

Si el fenómeno de la combustión ocurre en un recinto cerrado, aumenta rápidamente la presión y origina una explosión.

2. Reacciones oxidantes

Las reacciones oxidantes relacionadas con los incendios, son exotérmicas, lo que significa que el calor es uno de sus productos.

A menudo son reacciones complejas y no las conocemos por completo sin embargo podemos formular algunas observaciones útiles:

Una reacción de oxidación exige la presencia de un material combustible y de un agente oxidante. Combustibles son todas aquellas sustancias que no han alcanzado su máximo estado de oxidación.

La posibilidad de oxidar mas un material, depende de sus propiedades químicas. Desde un punto de vista práctico, podemos afirmar que cualquier material formado principalmente por carbono e hidrógeno puede ser oxidado.

La mayoría de los combustibles orgánicos sólidos y de los líquidos y gases inflamables contienen porcentajes importantes de carbono e hidrógeno.

El oxígeno del aire es el material oxidante mas frecuente.

Entre los agentes oxidantes que encontramos en los incendios, hay que incluir ciertos productos químicos que pueden liberar fácilmente oxígeno en condiciones favorables (por ejemplo el Nitrato Sódico) NaNO_3 y el Clorato Potásico KClO_3

Algunos materiales combustibles, como por ejemplo el material plástico a base de piroxilina, contienen oxígeno combinado en sus moléculas, de modo que pueden tener una combustión parcial sin aportación externa de oxígeno.

También puede haber combustión en casos especiales, en atmosfera de cloro, dióxido de carbono, nitrógeno y algunos otros gases sin la presencia de oxígeno.

3. Explosiones

Generalmente las explosiones surgen únicamente si se permite que el combustible y el oxidante lleguen a mezclarse íntimamente antes de la ignición. En consecuencia la reacción de la combustión avanza con gran rapidez porque no hay necesidad de poner en contacto previamente al combustible y al oxidante.

En los incendios, la mezcla del combustible con el oxidante depende generalmente del propio fenómeno de la combustión. (por lo tanto, la velocidad de la combustión por unidad de volumen es muy inferior y no existe el aumento rápido de la presión que caracteriza a a las explosiones)

4. Ignición

Para que surja la ignición, la concentración de combustible en cada atmósfera oxidante, tiene que ser la adecuada. Una vez iniciada esta, se necesita la aportación continuada de combustible oxidante para que continúe la combustión. En los casos de gases, vapores, nieblas formadas por pequeñas gotas de líquido, espumas o polvos sólidos (todos ellos combustibles), la atmósfera formada puede contener mezclas de 2 clases:

mezclas homogéneas (uniformes)

mezclas heterogéneas (no uniformes)

La mezcla homogénea es la formada por componentes mezclados de manera íntima y uniforme de modo que una pequeña muestra representa verdaderamente la totalidad de la mezcla. La composición de la mezcla homogénea inflamable fluctúa entre los límites de la inflamabilidad del gas o vapor, niebla, espuma o polvo combustible, contenido en la atmósfera del lugar a presión y temperatura determinada.

5. EJEMPLO

Con objeto de hacer mas explicativos los conceptos antes mencionados vamos a analizar en primer lugar la ignición, combustión y eventualmente extinción de un tablón de madera en una situación usual, ejemplo : una chimenea.

a. Suponemos primero que el tablón experimenta un calentamiento inicial por radiación. Conforme la temperatura superficial se va aproximando a la temperatura de ebullición del agua, la madera empieza a desprender gases, principalmente vapor de agua, estos gases tienen muy poco o nulo valor combustible, pero al incrementarse la temperatura y sobrepasar la de ebullición del agua, el proceso de desecación avanza hacia el interior de la madera.

b. Al continuar el calentamiento y acercarse la temperatura a $575^{\circ}\text{F} = 300^{\circ}\text{C}$, se aprecia una modificación de color, visualización de la pirólisis que se inicia, es decir, la descomposición química que sufre la materia por efecto del calor. Al pirolizarse la madera, desprende gases combustibles y deja un residuo carbonoso negro denominado carbón vegetal, la pirólisis profundiza en el tablón de madera a medida que el calor continua actuando.

c. Inmediatamente después de comenzar la pirólisis activa, la madera produce rápidamente suficientes gases combustibles como para alimentar una combustión en fase gaseosa. Sin embargo, para que surja la combustión hace falta una llama que la provoque ó algún foco que produzca moléculas químicamente activas en cantidad suficiente para alcanzar la ignición provocada. Si no existe este agente provocador, la madera necesita alcanzar temperaturas mas altas para alcanzar el punto de auto ignición.

d. Una vez producida la ignición, una llama difusora cubre rápidamente toda la superficie pirolizada. La llama difusora evita el contacto directo entre la superficie pirolizada y el oxígeno, entre tanto, la llama calienta la superficie del tablón y produce un aumento en la velocidad de la pirólisis.

Si retiramos el foco original que proporciona el calor radiante al producirse la ignición, la combustión continua, siempre que el tablón de madera sea bastante delgado (inferior a $3/4$ de pulgada, 1.9 cm) en caso contrario, las llamas se apagan porque la superficie del tablón pierde demasiado calor por radiación térmica y por conducción hacia su interior.

Si existe una superficie de madera o material aislante, paralela y contigua situada frente al tablón inflamado, puede captar y devolver gran parte de la

pérdida de radiación superficial, de modo que el tablón inflamado continúe ardiendo aunque retiremos el foco inicial de calor.

Lo dicho anteriormente explica porqué no podemos quemar un solo tronco en la chimenea, sino varios capaces de captar las pérdidas de calor radiante los unos de los otros.

e. El grosor de la capa carbonizada aumenta al continuar la combustión. Dicha capa, que posee buenas propiedades de aislante térmico, limita el caudal de calor que penetra hacia el interior de la madera y por lo tanto tiende a reducir la intensidad de la pirólisis, la cual disminuye también al agotarse el volumen de madera sin pirolizar.

Al disminuir la intensidad de la pirólisis, hasta que no puede mantener la combustión de la fase gaseosa, el oxígeno del aire entra en contacto directo con la capa carbonizada y facilita que continúe directamente la combustión incandescente si las pérdidas de calor radiante no son demasiado elevadas.

f. El análisis anterior presupone un caudal de aire (oxidante) abundante (pero no excesivo) para alimentar la combustión. Si el caudal de oxidante no es suficiente para quemar el vapor combustible existente, los vapores sobrantes se desplazarán con él y probablemente arderán cuando encuentren una cantidad suficiente de oxidante. Este es el fenómeno que sucede cuando los vapores combustibles descargan por una ventana y arden en el exterior de una habitación completamente incendiada, pero insuficientemente ventilada, si por otra parte sometemos a la superficie pirolizada a un chorro de aire a presión, el caudal oxidante puede superar la cantidad necesaria para quemar completamente los vapores combustibles. En tal caso, el exceso de oxidante puede enfriar las llamas hasta suprimir la reacción química y extinguirlas.

Esto sucede por ejemplo cuando soplamos sobre un cerillo o una vela, al soplar sobre fuegos de grandes dimensiones con producción de grandes cantidades de vapores combustibles, se incrementa la intensidad de la combustión, debido al aumento de transmisión de calor desde la llama hasta la superficie del combustible, el cual aumenta a su vez la emisión de sustancias combustibles.

D TIPOS DE FUEGO

1. Definiciones

Sabemos que los combustibles pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Con el objeto de saber que elemento o medio extintor es conveniente usar en cada uno de ellos se han clasificado desde un punto de vista práctico en cuatro grupos. Los siguientes tipos de fuego son reconocidos por la National Fire Protection Association (NPPA) y la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros así como por los principales países (EE.UU, Canadá, Inglaterra, Alemania, Francia, Japón México y otros).

Fuego tipo A: Fuegos de materiales combustibles ordinarios como : madera, papel, acgas, plásticos etc...

Fuego tipo B: fuegos de líquidos inflamables como el petroleo, grasas, gasolina, lacas, gases inflamables etc...

Fuego tipo C: Fuegos que se provocan de equipos eléctricos como motores, transformadores, líneas vivas, etc..

Fuego tipo D: Fuegos de metales combustibles como el magnesio, circonio, sodio, litio potasio etc...

Esta clasificación en base a las letras A,B,C,D responden al siguiente significado

A= ASHES = CENIZAS
B= BOILING = EBULLICION
C= CURRENT = CORRIENTE
D= DANGEROUS= PELIGROSO

2. Fuego tipo A (Sustancias carbonosas)

Es la forma en que arden madera, papel, telas y sustancias celulósicas en general. Su característica principal es que tienen 2 maneras de combustión posible, con producción de flama y en forma incandescente, pudiendo realizarse las 2 al mismo tiempo, generalmente mediante la combustión se produce el carbón lo cual explica el nombre de sustancias carbonosas.

En el proceso de la extinción generalmente se observa al principio el abatimiento de las flamas quedando la combustión incandescente que es mas difícil de apagar; por lo tanto para lograr la extinción total es necesario que no quede incandescencia por el contrario, desde el desarrollo del conato la fase de combustión lenta puede ser mas o menos importante, antes de la aparición de las primeras flamas. Es lo que se llama fuego latente, que puede causar grandes daños aun sin la aparición de flama.

3. Fuego tipo B (líquidos inflamables)

Son fuegos en líquidos como gasolina, petróleo tractolina, diesel, aceite, grasas, alcoholes, acetonas, etc... cuya característica principal es que son mas ligeros que el agua (los líquidos mas pesados pueden tratarse como tipo A). Estos tipos de combustibles generalmente no tienen combustión incandescente, por lo que con el abatimiento de la flama se logra su extinción total.

4. Fuego tipo C :

Se trata de fuego en aparatos que producen, transforman, utilizan o transportan energía eléctrica.

Como se ve la denominación es un poco burda, ya que en realidad se tratará de fuegos tipo A (madera de un tablero eléctrico, materiales aislantes de los cables), o fuegos tipo B (aceite de un transformador), pero con la particularidad de que existe el peligro de la electrocución para la persona que trate de extinguir el fuego, motivo por el cual se les ha agrupado aparte.

5. Fuego tipo D :

En esta clasificación entran todas aquellas sustancias (químicas en su mayoría) que necesitan sistemas o agentes especiales para su extinción debido a la forma particular en que se realiza en ellas la combustión. como por ejemplo el sodio y el nitrato de celulosa.

E. EXTINCIÓN DEL FUEGO

Se ha dicho que son 4 los elementos necesarios para la combustión: 1. Calor = Energía. 2. Combustible=vapor. 3. Comburente= Oxígeno = Aire. 4. Reacción en cadena. Para extinguir un incendio hay que eliminar cualquiera de estos

elementos ya sea por : Enfriamiento, Sofocamiento Separacion, o Inhibicion de la reaccion en cadena.

1. Enfriamiento

Es lo mas usual en caso de incendio de combustibles de materiales, comunes, es el medio mas efectivo de extinción consiste en eliminar el calor del combustible, con lo que se reduce la evaporación hasta que el fuego se extingue. Para poder apagar un fuego por enfriamiento es necesario absorber una pequeña porción del calor total del incendio. Se apagará cuando la superficie del metal incendiado se enfría a un punto en que no deje escapar suficientes vapores para mantener una mezcla o rango de combustión en la zona del fuego Es decir cuando se usa apropiadamente el agua de manera que llegue a la superficie del material incendiado, el fuego se extingue con menos agua de que se requiere según la teoría para absorber calor.

2. Sofocamiento

La extinción por separación del agente oxidante, se obtiene cubriendo o sofocando el fuego, un ejemplo es poner una cubierta a una cacerola de aceite que se este incendiando.

El bióxido de carbono, la espuma y los líquidos vaporizantes apagan el fuego por este medio. Un manto de bióxido de carbono, espuma , tetracloruro de carbono u otro vapor o líquido incombustible que cubra la superficie del material incendiado evitará que el oxígeno llegue al combustible y este se apagará. El polvo químico rompe la reacción en cadena y algunos de ellos hacen una costra en la superficie que evita la emanación progresiva de vapores.

3. Separación

Retirar el combustible de la vecindad del fuego por medio de los siguientes métodos: válvula o sistema de acción, aplicación de chorros de agua, rompimiento del fuego (cuando el fuego esta cubierto) o el retiro manual o mecánico del combustible.

4. Inhibición de la reacción en cadena

Como mencionamos anteriormente la combustión es una reacción en cadena, se han encontrado agentes como los gases halón que reaccionan ya sea con el oxígeno o con productos de la combustión y rompen la cadena de reacciones que dan por resultado la combustión

5. Agentes extintores para incendios

CLASE DE INCENDIO	TIPO DE COMBUSTIBLE	METODO DE EXTINCION	AGENTE EXTINTOR
A	SOLIDOS QUE DEJAN RESIDUOS CARBONOSOS	ENFRIAMIENTO	AGUA, AGUA-ESPUMA POLVO QUIMICO
B	LIQUIDOS Y GASES	SOFOCAMIENTO	ESPUMA, POLVO QUIMICO, CO2 GAS HALON.
C	CIRCUITOS ELECTRICOS	SOFOCAMIENTO	CO2 GAS HALON POLVO QUIMICO
D	METALES COMBUSTIBLES	SOFOCAMIENTO	POLVO ESPECIAL PARA EL MATERIAL

CAPITULO III

DESCRIPCION Y DEFINICIONES

A. DESCRIPCION DE SISTEMA DE ROCIADORES

B. ROCIADORES AUTOMATICOS

1. Tipos de rociadores

- a. Tipo hacia abajo (colgante)
- b. Tipo hacia arriba(montantes)

2. Tipos de sistemas de rociadores

- a. Sistema de rociadores tipo húmedo
- b. Sistemas de rociadores tipo seco
- c. Sistemas de rociadores automáticos tipo diluvio
- d. Sistemas de preacción:

CAPITULO III

DESCRIPCION Y DEFINICIONES

A. DESCRIPCION DE SISTEMA DE ROCIADORES

Un sistema de rociadores para protección contra incendio está integrado generalmente por :

Tuberías aéreas dimensionadas de acuerdo con los estándares de protección contra el fuego, uno o más suministros de agua, ya sea un tanque elevado, una bomba contra incendio, un depósito o tanque presurizado y /o una conexión subterránea conectada con una tubería principal del municipio.

El sistema de rociadores es una red de tuberías diseñado hidráulicamente e instalada en un edificio, estructura o área generalmente elevada, conectado a un suministro de agua . El sistema incluye una válvula de control y un dispositivo que activa una alarma, cuando está en operación.

El sistema usualmente es activado por el calor del fuego y descarga agua sobre el área que se está incendiando.

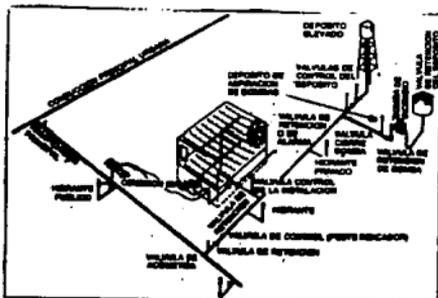
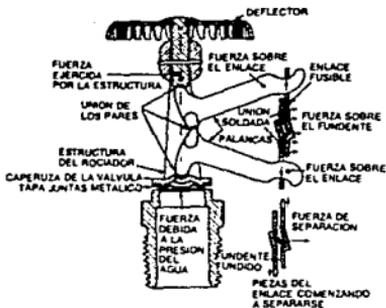
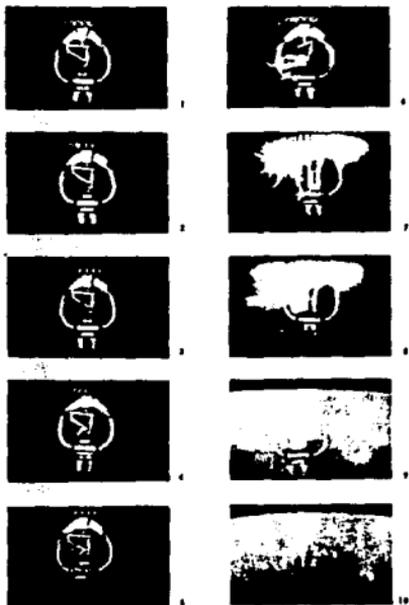


Fig. 17-1C. Ilustración de una instalación típica de rociadores mostrando todos los abastecimientos de agua comunes, hidrantes exteriores y tuberías enterradas.

B. ROCIADORES AUTOMATICOS

Los rociadores automáticos son dispositivos termosensibles diseñados para reaccionar a temperaturas predeterminadas, produciendo en forma automática la liberación de un chorro de agua que se distribuye en formas y cantidades específicas sobre zonas designadas. En condiciones normales, la descarga de agua es impedida por un tapón que se mantiene rigidamente unido contra el orificio de descarga por medio de un sistema de palancas y de enlaces o con bulbos con fusible.



En esta serie de fotos puede verse el funcionamiento de un rociador automático típico fusible. Al fundir el calor el fusible, se produce la separación de los miembros enlazados por el fusible (el lado inclinado del triángulo que aparece en las fotos 1 a 5); sigue la separación completa del enlace y del juego de palancas (foto 6). Liberándose la caperuza que obstruye el orificio del rociador y permitiendo que el agua salga lanzada contra el deflector (fotos 7 a 10).

1. Tipos de rociadores

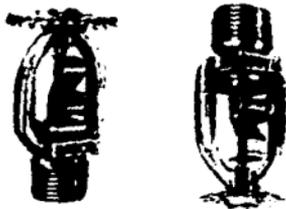
Existen esencialmente 2 tipos de rociadores:

A. Tipo hacia abajo (colgante)

Son rociadores diseñados para ser instalados de manera que el agua choque con el deflector cuya función es la de esparcir el agua.

B. Tipo hacia arriba (montantes)

En éstos el agua choca con el deflector que la dispersa y dirige hacia abajo.



Rociador automático aprobado y certificado en sus variantes del mismo modelo para la instalación colgante y montante. Nótese la diferente forma de los deflectores.

2. Tipos de sistemas de rociadores (NFPA 13 Cap. 5)

Existen principalmente seis tipos de sistemas de rociadores

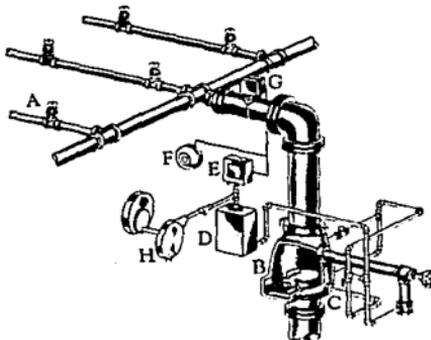
a. Sistema de rociadores tipo húmedo

En estos sistemas los rociadores automáticos cerrados están acoplados a un sistema de Tuberías que contienen en todo momento agua a presión. Cuando se declara un incendio, los rociadores se activan separadamente mediante calor abriéndolos y permitiendo que el agua fluya a través de ellos inmediatamente, este sistema se utiliza generalmente en lugares donde no hay peligro de congelamiento del agua de las tuberías y donde no existan condiciones especiales que requieran algún otro tipo de sistema.

OPERACION:

CUANDO EL ROCIADOR (A) SE ABRE, LA PRESION DEL AGUA LEVANTA LA TAPA DE LA VALVULA DE ALARMA (B) DE SU ASIENTO Y FLUYE A TRAVES DEL PUERTO DE ALARMA (C) HACIA LA CAMARA DE RETARDO (D) EJERCIENDO PRESION EN EL SWITCH DE PRESION (E) Y ACCIONA LA ALARMA ELECTRICA OPCIONAL (F) EL INDICADOR DE FLUJO (OPCIONAL) (G) ACTIVA UNA ALARMA Y MUESTRA LA LOCALIZACION DEL FUEGO.

EL AGUA FLUYE HACIA LA ALARMA DE MOTOR DE AGUA (H). PARA EVITAR FALSAS ALARMAS PRODUCCIDAS POR PEQUEÑAS FLUCTUACIONES DE PRESION EN EL SISTEMA, LOS EXCESOS DE PRESION SON ADSORBIDOS ALOJANDO PEQUEÑAS CANTIDADES DE AGUA EN EL PUERTO DE ALARMA Y LA CAMARA DE RETARDO.

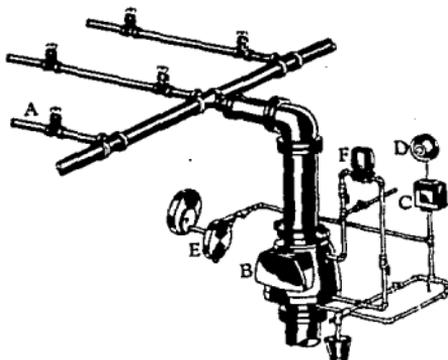


b. Sistemas de rociadores tipo seco

Son sistemas de rociadores con fusibles conectados a un sistema de tuberías que contienen aire o nitrógeno a presión cuya pérdida (ocasionada por la abertura de un rociador) permite que la presión del agua abra una válvula (de alarma tipo seco), Es entonces cuando el agua fluye por el sistema de tuberías y sale por los rociadores abiertos.

OPERACION

CUANDO EL ROCIADOR A ACTIVA EL SISTEMA
LA PRESION DEL AIRE CAE PERMITIENDO LA
APERTURA DE LA TAPA DE LA VALVULA (B)
PERMITIENDO EL FLUJO DE AGUA, MISMO QUE
AL PASAR POR EL SWITCH DE PRESION(C) ACTIVA
UNA ALARMA (OPCIONAL)(D),EL FLUJO DE AGUA
A TRAVES DE LA CAMARA INTERMEDIA OPERA UNA
ALARMA MECANICA (E)..



c. Sistemas de rociadores automáticos tipo diluvio

Este sistema emplea rociadores abiertos sobre un sistema de tuberías conectado a un suministro de agua mismo que es activado por un sistema de detección de fuego que se encuentra instalado en las mismas áreas que los rociadores. Cuando se activa el sistema, el agua fluye por las Tuberías y se descarga en todos los rociadores.

d. Sistemas de preacción:

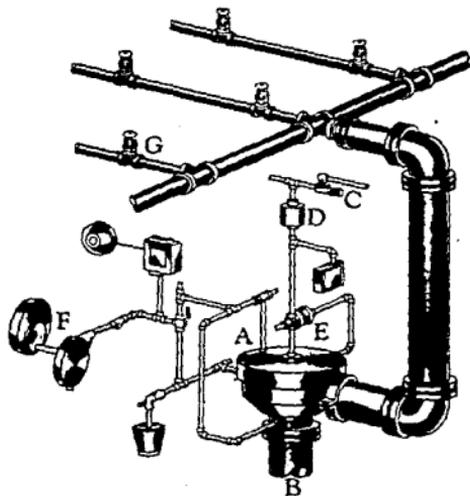
Son sistemas de rociadores con fusible conectados a un sistema de tuberías que contienen aire que puede o no estar bajo presión. El sistema de detección instalado, en las áreas de los rociadores, abre una válvula que permite el flujo del agua en el sistema de tuberías para descargar en los rociadores que se hayan abierto. Este sistema es recomendado para evitar falsas descargas; como se puede observar es un sistema doble, ya que para que haya descarga de agua se requiere que tanto la válvula como el rociador estén abiertos, evitando por ejemplo, que si se rompe una tubería o un rociador se active el sistema.

SISTEMA DE DILUVIO:

EN UN SISTEMA TÍPICO LA PARTE SUPERIOR DE LA CÁMARA DE LA VALVULA DE DILUVIO(A) SE PRESURIZA EN UNA RELACION DE 2:1 RESPECTO A LA PRESION EN (B), CUANDO EL DISPOSITIVO (C) DETECTA FUEGO UN ACTUADOR AUTOMÁTICO (D) ABRE AL DETECTOR DE CAIDA DE PRESION PERMITIENDO EL VENTEO DE LA PARTE SUPERIOR DE LA VALVULA, PERMITIENDO QUE ABRA. LA VALVULA DE RELEVO (E) CONTINUA EL VENTEO. LA ALARMA (F) SUENA Y EL AGUA FLUYE A LOS ROCIADORES, COMO ESTOS ESTAN ABIERTOS. EL AGUA SE APLICA INMEDIATAMENTE AL FUEGO, ESTOS SISTEMAS, PUEDEN SER OPERADOS TAMBIEN HIDRAULICA Y ELECTRICAMENTE.

SISTEMAS DE PREACCION:

COMO LOS ROCIADORES SON CERRADOS EN UN SISTEMA DE PREACCION, LA VALVULA LLENA LA TUBERIA DE LOS ROCIADORES CON AGUA, Y DESCARGA CUANDO ABRE UN ROCIADOR.



CAPITULO IV

CRITERIOS DE DISEÑO Y CODIGOS APLICABLES

A. TIPOS DE RIESGO

1. Riesgo Ligero:
2. Riesgo Ordinario:
 - a. Riesgo Ordinario tipo 1.
 - b. Riesgo Ordinario tipo 2.
 - c. Riesgo Ordinario tipo 3.
3. Riesgo Extra
 - a. Riesgo Extra grupo 1.
 - b. Riesgo Extra grupo 2.
 - c. Areas prohibidas

B. AREA DE PROTECCION POR ROCIADOR

1. Riesgo Ligero
2. Riesgo Ordinario (tipos 1,2,3)
3. Riesgo Extra:

C. AREA MAXIMA A SER PROTEGIDA POR UN SOLO SISTEMA DE ROCIADORES

D. REQUERIMIENTOS DE AGUA SEGUN EL TIPO DE RIESGO

1. Densidad
2. Cantidad de agua requerida

E. TUBERIAS: (NFPA 13 CAP. 3)

1. Material
2. Tamaño de Tuberías:
 - a. Riesgo Ligero:
 - b. Riesgo Ordinario:
 - c. Riesgo Extra:

F. ROCIADORES:

1. Elección del tipo de rociador
2. Distancia de los rociadores de las fuentes de calor
3. Espacio, Localización y Posición de los rociadores:
 - a. Espacio y Localización de rociadores tipo hacia arriba y hacia abajo.
 - b. Distancia a las paredes:
 - c. Espacio bajo rociadores
 - d. Distancias horizontales y verticales mínimas para rociadores

G. FORMULAS UTILIZADAS

1. Pérdidas por fricción
- 2.-Balance de flujo en cruces de tuberías

H. INFORMACION NECESARIA

CRITERIOS DE DISEÑO Y CODIGOS APLICABLES

A. TIPOS DE RIESGO (NFPA 13 CAP. 1)

Existen 4 tipos de riesgo:

1. Riesgo Ligero:

Incluye áreas donde la combustibilidad es baja, las pilas de material combustible no exceden los 8 pies (3.7m), condiciones similares a:

IGLESIAS	LIBRERIAS
CLUBES	ESCUELAS
MUSEOS	HOSPITALES
ASILOS	AREAS DE COMIDA DE
DEPARTAMENTOS	RESTAURANTES
RESIDENCIAS	TEATROS Y AUDITORIOS.
HOTELES	EDIFICIOS DE OFICINAS
VIVIENDAS	

2. Riesgo Ordinario:

Se subdivide en 3 tipos: En general en esta clase se incluyen los edificios comerciales, e industriales.

a. Riesgo Ordinario tipo 1.

Areas donde la combustibilidad y cantidad de combustible son moderadas, las pilas de material combustible no deben de exceder los 8 ft (2.4 m) de altura, y condiciones similares a :

ESTACIONAMIENTOS PUBLICOS	PLANTAS ELECTRONICAS
PANADERIAS Y PASTERIAS	FABRICAS DE VIDRIO Y PRODUCTOS
FABRICA DE BEBIDAS	DE VIDRIO
LAVANDERIAS	CAÑERIAS
AREAS DE SERVICIO DE RESTAURANTES	FABRICAS MAQUILADORAS

b. Riesgo Ordinario tipo 2.

Incluye edificios donde la cantidad y combustibilidad de su contenido es moderada, la altura de las mercancías almacenadas no debe exceder 3.5 m de altura.

áreas con condiciones similares a:

INGENIOS DE CEREALES	PLANTAS QUIMICAS ORDINARIAS
PLANTAS DE TRABAJO DE METAL	MANUFACTURA DE TEXTILES
MANUFACTURA DE PROD. DE TABACO	DESTILADORAS
TIENDAS DE MAQUINARIA	IMPRESAS
TIENDAS ORDINARIAS	ENSAMBLADORAS DE PROD. DE MADERA
PRODUCTOS DE PIEL	LIBRERIAS Y BIBLIOTECAS CON
FABRICAS DE CALZADO	AREAS MUY CERRADAS.

c. Riesgo Ordinario tipo 3.

Áreas con condiciones similares a :

INGENIOS DE ALIMENTOS	INGENIOS DE PAPEL Y PULPA
PLANTAS DE PROCESO DE PAPEL	TALLERES DE AUTOMOVILES
FABRICAS DE NEUMATICOS	MAQUINAS DE MADERA
MUELLES Y EMBARCADEROS	ALMACENES DE MATERIAL DE ALTA COMBUSTION COMO, PAPEL, MUEBLES , PINTURA, WHISKY, ETC...

3. Riesgo Extra

Existen 2 subdivisiones:

a. Riesgo Extra grupo 1.

Áreas donde la cantidad y combustibilidad es muy alta y están presentes líquidos combustibles u otros materiales que introducen la probabilidad de un rápido desarrollo de fuegos. Incluye áreas con condiciones similares a:

AREAS EN USO DE FLUIDOS HIDRAULICOS COMBUSTIBLES
EXTRACCION DE METALES
ASERRADEROS
MANUFACTURA DE MADERA CHAPADA
IMPRESIONES CON TINTAS CON PUNTOS DE EBULLICION MENORES A 100 °F (37°C)
VULCANIZADORAS
PLANTAS TEXTILES QUE SEAN COMBINACION DE ALGODON, SINTETICOS, LANA,
TAPICERIAS CON PLASTICOS ESPUMAS, ETC...
PROCESOS DE PREPARACION DE ALGODON
FABRICAS DE EXPLOSIVOS
REFINERIAS

b. Riesgo Extra grupo 2.

Áreas con gran cantidad de materiales con solventes, limpiadores, barnices y pinturas, recipientes de combustible al aire libre, líquidos y aerosoles inflamables, asfalto.

c. Áreas prohibidas

Los sistemas de rociadores se deben omitir en:

1. Áreas donde se consideren indeseables por la naturaleza del material a proteger.

2. En áreas donde la aplicación de agua o de flama y agua constituya un peligro mayor al del incendio.

3. En lugares dedicados a la manufactura o almacenamiento de polvos de aluminio, carbonato de calcio, fosfato de calcio, sodio y potasio metálicos, polvos de magnesio, peróxido de sodio etc.

B. AREA DE PROTECCION POR ROCIADOR

Es el área máxima que puede protegerse por rociador.

1. Riesgo Ligero

La protección no debe exceder 200 ft²(18.6m²) en construcciones con techo blando o construcciones con traveses.

En construcciones con techos sostenidos por vigas de madera al descubierto el área de protección por rociador no debe exceder 130 ft²(12.1 m²).

2. Riesgo Ordinario (tipos 1,2,3)

El área de protección no debe exceder 130 ft² (12.1 m²) excepto en edificios en los que hay gran almacenamiento de material combustible, en donde la protección por rociador no debe exceder de 100 ft² (9.3m²)

3. Riesgo Extra:

El área de protección no debe exceder de 90 ft² (8.4 m²)

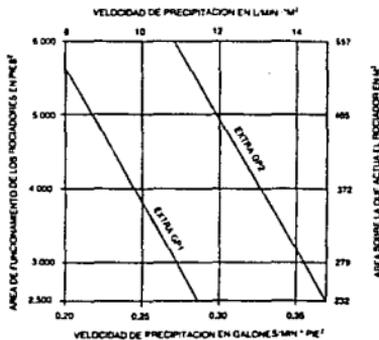
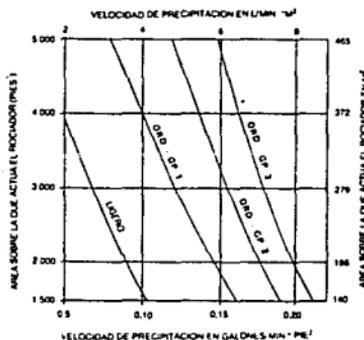
C. AREA MAXIMA A SER PROTEGIDA POR UN SOLO SISTEMA DE ROCIADORES

Riesgo Ligero	52,000 ft ²
Riesgo Ordinario	52,000 ft ²
Riesgo Extra	25,000 ft ²

D. REQUERIMIENTOS DE AGUA SEGUN EL TIPO DE RIESGO: (NFPA 13 CAP. 2)

1. Densidad: (NFPA 13 CAP. 2 fig. 2-2.1 (b))

Se determina con la siguiente tabla, con el área remota, si el área total es menor aL área remota para cada riesgo, se toma la densidad que corresponde a la menor área remota para ese riesgo dado.



2. Cantidad de agua requerida:

Clasificación de riesgo	Presión requerida (psi)	flujo aceptable (gpm)	Duración (minutos)
Ligero	15	500-750	30 - 60
Ordinario tipo 1	15 psi o mayor	700-1000	60 - 90
Ordinario tipo 2	15 psi o mayor	850-1500	60 - 90
Ordinario tipo 3 y Extra.	La presión y el gasto debe determinarse por calculo		60 -120

E. TUBERIAS: (NFPA 13 CAP. 3)

1. Material

El material para Tuberías de sistemas de rociadores contra incendio deben estar de acuerdo a la sig. tabla

MATERIALES DE LAS TUBERIAS PARA SISTEMAS DE ROCIADORES

Material y dimensiones	Norma aplicable
Tubería de hierro (soldado, y sin costura)	
Tubería de acero sin costura para uso ordinario. Especificaciones para recubrimiento con zinc por inmersión en caliente (galvanizado) o acabado negro	ASTM A 120
Especificaciones para tubería de acero soldado, estirado y sin costuras	ASTM A 53
Tubería de acero y hierro forjado	ANSI B36.10
Tubería de cobre (estirado, sin costura)	
Especificaciones para tubos de cobre sin costura	ASTM B 75
Especificaciones para tubería de cobre para agua sin costuras	ASTM B 88
Especificaciones para requisitos generales aplicables a tuberías de aleación de cobre y de cobre forjado sin costura	ASTM 5 251
Metal para bronce de soldadura (clasificación BCuP-3 o BCuP-4)	AWS A 5.8
Metal fundente 95-5 (estaño-antimonio, grado 95TA)	ASTM B32

2. Tamaño de Tuberías:

a. Riesgo Ligero:

Las líneas no deben exceder de 8 rociadores, los diámetros de tuberías deben estar de acuerdo a la tabla 3-5.2 CAP.. 13-31 del NFPA

b. Riesgo Ordinario:

Las líneas no deben exceder de 8 rociadores y los diámetros debe estar de acuerdo a la tabla 3-6.2 CAP. 13-32 del NFPA

c. Riesgo Extra:

Las líneas no deben exceder de 6 rociadores y los diámetros de tuberías deben estar de acuerdo a la tabla 3-7.1 del CAP.. 13-34 del NFPA.

TABLA 3-5.2 CAP 13-31 DEL NFPA

RIESGO LIGERO				
ACERO			COBRE	
Diametro (Pulgadas)	Numero máximo de rociadores	I	Diametro (Pulgadas)	Numero máximo de rociadores
1	2	I	1	2
1 ¼	3	I	1 ¼	3
1 ½	5	I	1 ½	5
2	10	I	2	12
2 ½	30	I	2 ½	40
3	60	I	3	65
3 ½	100	I	3 ½	115

TABLA 3-6.2 CAP 13-32 DEL NFPA

RIESGO ORDINARIO				
ACERO			COBRE	
Diametro (Pulgadas)	Numero máximo de rociadores	I	Diametro (Pulgadas)	Numero máximo de rociadores
1	2	I	1	2
1 ¼	3	I	1 ¼	3
1 ½	5	I	1 ½	5
2	10	I	2	12
2 ½	20	I	2 ½	25
3	40	I	3	45
3 ½	65	I	3 ½	75
4	100	I	4	115
5	160	I	5	180
6	275	I	6	300

TABLA 3-7.1 CAP 13-34 DEL NFPA

RIESGO EXTRA				
ACERO			COBRE	
Diametro (Pulgadas)	Numero máximo de rociadores	I	Diametro (Pulgadas)	Numero máximo de rociadores
1	1	I	1	1
1 ¼	2	I	1 ¼	2
1 ½	5	I	1 ½	5
2	8	I	2	8
2 ½	15	I	2 ½	20
3	27	I	3	30
3 ½	40	I	3 ½	45
4	55	I	4	65
5	90	I	5	100
6	150	I	6	170

F. ROCIADORES:

1. Elección del tipo de rociador

CLASIFICACIONES NORMALES DE TEMPERATURA DE LOS ROCIADORES AUTOMÁTICOS Y CÓDIGO DE COLORES

Clasificación	Temperatura de actuación en °C (°F)	Color*	Máxima temperatura del techo en °C (°F)
Ordinaria	57-77 (135-170)	Sin color †	37,8 (100)
Intermedia	79-107 (175-225)	Bianco	65,8 (150)
Alta	121-149 (250-300)	Azul	107 (225)
Extra alta	163-190,5 (325-375)	Pepo	148 (300)
Muy extra alta	204-248 (400-475)	Verde	190 (375)
Ultra alta	260-302 (500-575)	Naranja	246 (475)

* Solamente tienen color de identificación de la clasificación de temperatura los brazos de la armadura.
† Los rociadores de 57° C (135° F) de algunos fabricantes están pintados de negro.

3. Espacio, localización y posición de los rociadores:

a. Espacio y localización de rociadores tipo hacia arriba y pendientes:

TIPO DE RIESGO	DISTANCIA MAXIMA ENTRE LINEAS Y ENTRE ROCIADORES
LIGERO	15 ft (4.6m)
ORDINARIO	15 ft (4.6m)
EXTPA	12 ft (3.7m)

* Nota : Para áreas de almacenamiento, donde la altura de los productos almacenados sea mayor a 12 ft (3.7m) de altura. La distancia entre líneas y entre rociadores no debe exceder de 12 ft (3.7m)

b. Distancia a las paredes:

La distancia de las paredes al último rociador de la línea no debe exceder la mitad de la distancia entre rociadores en la línea y deberán localizarse a un mínimo de 4 pulgadas (102mm) de la pared.

c. Espacio bajo rociadores

Debe existir un mínimo de 18 pulgadas (457mm) entre el deflector del rociador y cualquier objeto que se encuentre debajo.

d. Distancias horizontales y verticales mínimas para rociadores

tabla 4-2.5.2 y fig. 4-2.5.2 NFPA

G. FORMULAS UTILIZADAS

1. PERDIDAS POR FRICCION

$$\Delta P = \frac{4.52 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \quad [\text{psi/ft}] \quad \text{HAZEN-WILLIAMS}$$

DONDE C= COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS (120 POR LO GENERAL)
Q= FLUJO DE AGUA (gpm)
d= DIAMETRO INTERNO DE TUBERIA (in)

Se recomienda utilizar las tablas anexas del AUTOMATIC SPRINKLER HIDRAULIC DATA donde estan tabulados los valores.

2.-BALANCE DE FLUJO EN CRUCES DE TUBERIAS

$$Q1/Q2 = \sqrt{P2/P1}$$

H. INFORMACION NECESARIA PARA EL CALCULO

1. Tipo de riesgo
2. Area de aplicación de agua
3. Densidad
4. Arsa por rociador
5. Demanda de agua para manueras interiores y exteriores
6. Tipo de sistema
7. Tipo de rociador o boquilla
8. Marca
9. Modelo

10. Diámetro
11. Factor K
12. Temperatura
13. Material
14. Isométrico del arreglo propuesto
15. Área remota
16. Abastecimiento de agua
 - a. Datos de la Localización del flujo
 - b. Presión estática (psi)
 - c. Presión de descarga (psi)
 - d. Flujo (gpm)
17. Tubería
 - a. Tamaño y características
 - b. Longitudes de tubería de centro a centro de accesorios
 - c. Longitud equivalentes de accesorios
 - d. Pérdidas de presión por fricción por pie de tubería.
 - e. Pérdidas de presión totales
 - f. Longitudes equivalentes

Tomado del "Automatic" Sprinkler Hydraulic Data

LONGITUDES EQUIVALENTES DE ACCESORIOS
TUBERIA AEREA ROSCADA

Accesorios Estandar Roscados
Codos Y "T" S
Válvulas

Williams-Hazen C - 120

Diámetro de Tubería	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12	16	18
Codo Estandar 90°	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27	32	38
Codo 45°	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13	17	20
Válvula de compuerta	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	8
Válvula Check	4	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65	75	85
Cruz	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60	70	80

TUBERIA AEREA SOLDADA

Descripción Símbolo	Abrev.	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8
Codo - 90° 	E	3	4	4	5	6	8	9	11	13	16	21
Codo - 45° 	EE	1	2	2	3	3	4	4	5	6	7	10
Tee-Angle Run 	EST	5	6	7	9	11	13	15	18	22	26	35
Tee-Angle Run 	SET	7	8	9	12	14	17	20	23	29	34	46
Cruz - Angle Run 	C	5	6	7	9	11	13	15	18	22	26	35

TUBERIA SUBTERRANEA

Descripción Símbolo	Abrev.	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36
Codo 90° 	E	6	10	13	17	21	25	28	32	36	44	57	70
Codo 45° 	EE	3	4	6	7	9	10	12	14	15	18	24	29
Tee - Angle Run 	EFT 1	11	17	24	30	37	44	51	58	65	80	104	128
Tee - Angle Run 	EFT 2	9	14	19	24	30	35	41	47	52	64	82	100
Tee - Angle Run 	SET 1	14	22	30	39	46	57	65	75	84	103	133	163
Tee - Angle Run 	SET 2	11	17	24	30	37	44	51	58	65	80	104	128
Cruz - Angle Run 	C1	12	20	28	36	44	53	62	70	79	98	127	157
Cruz - Angle Run 	C2	10	16	22	28	34	41	48	54	61	76	98	122
Cruz - Angle Run 	C3	13	21	29	38	47	56	65	74	83	103	134	166
Cruz - Angle Run 	C4	11	17	24	31	39	46	54	61	69	85	111	137

PERDIDAS POR FRICCION EN LB/PULG² POR PIE LINEAL DE TUBERIA
 FRICTION LOSS IN PSI PER LINEAL FOOT OF PIPE C=120

GPM	DIAMETRO DE TUBERIA					
	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
5	.010	.003	.001			
6	.014	.004	.002	.001		
7	.019	.005	.002	.001		
8	.024	.006	.003	.001		
9	.030	.003	.004	.001		
10	.036	.009	.005	.001	.001	
11	.043	.011	.005	.002	.001	
12	.051	.013	.006	.002	.001	
13	.059	.015	.007	.002	.001	
14	.067	.016	.008	.002	.001	
15	.076	.020	.009	.003	.001	
16	.086	.023	.011	.003	.001	
17	.096	.025	.012	.004	.001	.001
18	.11	.028	.013	.004	.002	.001
19	.12	.031	.015	.004	.002	.001
20	.13	.034	.016	.005	.002	.001
21	.14	.037	.018	.005	.002	.001
22	.16	.041	.019	.006	.002	.001
23	.17	.044	.021	.006	.003	.001
24	.18	.048	.023	.007	.003	.001
25	.20	.052	.024	.007	.003	.001
26	.21	.056	.026	.008	.003	.001
27	.23	.060	.028	.008	.004	.001
28	.24	.064	.030	.009	.004	.001
29	.25	.068	.032	.010	.004	.001
30	.28	.072	.034	.010	.004	.001
31	.29	.077	.036	.011	.005	.002
32	.31	.082	.039	.011	.005	.002
33	.33	.086	.041	.012	.005	.002
34	.35	.091	.043	.013	.005	.002
35	.37	.096	.046	.014	.006	.002
36	.39	.10	.048	.014	.006	.002
37	.41	.11	.050	.015	.006	.002

NOTA: ESTAS TABLAS FUERON TOMADAS DE "GRINELL FRICTION LOSS TABLE"

PERDIDAS POR FRICCION EN LB/PULG² POR PIE LINEAL DE TUBERIA
 FRICTION LOSS IN PSI PER LINEAL FOOT OF PIPE C=120
 F L U J O D I A M E T R O D E T U B E R I A

GPM	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
38	.43	.11	.053	.016	.007	.002
39	.45	.12	.056	.016	.007	.002
40	.47	.12	.058	.017	.007	.003
41	.49	.13	.061	.018	.008	.003
42	.51	.14	.064	.019	.008	.003
43	.54	.14	.067	.020	.008	.003
44	.56	.15	.070	.021	.009	.003
45	.58	.15	.072	.021	.009	.003
46	.61	.16	.076	.022	.009	.003
47	.63	.17	.079	.023	.010	.003
48	.66	.17	.082	.024	.010	.004
49	.68	.18	.085	.025	.011	.004
50	.71	.19	.088	.026	.011	.004
51	.73	.19	.091	.027	.011	.004
52	.76	.20	.095	.028	.012	.004
53	.79	.21	.098	.029	.012	.004
54	.82	.22	.10	.030	.013	.004
55	.84	.22	.11	.031	.013	.005
56	.87	.23	.11	.032	.014	.005
57	.90	.24	.11	.033	.014	.005
58	.93	.25	.12	.034	.015	.005
59	.96	.25	.12	.035	.015	.005
60	.99	.26	.12	.037	.015	.005
61	1.0	.27	.13	.038	.016	.006
62	1.1	.28	.13	.039	.016	.006
63	1.1	.29	.13	.040	.017	.006
64	1.1	.29	.14	.041	.017	.006
65	1.2	.30	.14	.042	.018	.006
66	1.2	.31	.15	.044	.018	.006
67	1.2	.32	.15	.045	.019	.007
68	1.3	.33	.16	.046	.019	.007
69	1.3	.34	.16	.047	.020	.007
70	1.3	.35	.16	.049	.020	.007

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LB/PULG² POR PIE LINEAL DE TUBERÍA
 FRICTION LOSS IN PSI PER LINEAL FOOT OF PIPE C=120
 F L U J O D I A M E T R O D E T U B E R Í A

GPM	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2
71	.36	.17	.050	.021	.007	.004
72	.37	.17	.051	.022	.007	.004
73	.38	.18	.053	.022	.008	.004
74	.39	.18	.054	.023	.008	.004
75	.40	.19	.055	.023	.008	.004
76	.41	.19	.057	.024	.008	.004
77	.42	.20	.053	.025	.008	.004
78	.43	.20	.059	.025	.009	.004
79	.44	.21	.060	.026	.009	.004
80	.45	.21	.062	.026	.009	.004
81	.46	.22	.064	.027	.009	.005
82	.47	.22	.065	.027	.009	.005
83	.48	.23	.067	.028	.010	.005
84	.49	.23	.068	.029	.010	.005
85	.50	.24	.070	.029	.010	.005
86	.51	.24	.071	.030	.010	.005
87	.52	.25	.073	.031	.011	.005
88	.53	.25	.074	.031	.011	.005
89	.54	.26	.076	.032	.011	.005
90	.55	.26	.077	.033	.011	.006
91	.56	.27	.079	.033	.012	.006
92	.58	.27	.081	.034	.012	.006
93	.59	.28	.082	.035	.012	.006
94	.60	.28	.084	.035	.012	.006
95	.61	.29	.086	.036	.013	.006
96	.62	.29	.087	.037	.013	.006
97	.64	.30	.089	.038	.013	.006
98	.65	.31	.091	.039	.013	.007
99	.66	.31	.092	.039	.014	.007
100	.68	.32	.094	.040	.014	.007
102	.70	.33	.095	.041	.014	.007
104	.72	.34	.10	.043	.015	.007
106	.75	.35	.10	.044	.015	.008

CEDULA 40 C=120

PERDIDAS POR FRICCION EN LB/PULG² POR PIE LINEAL DE TUBERIA

FRICITION LOSS IN PSI PER LINEAL FOOT OF PIPE C=120

F I U J O (DIAMETRO DE TUBERIA)

GPM	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
108	.79	.37	.11	.046	.016	.008	.004
110	.80	.38	.11	.047	.017	.008	.004
112	.83	.39	.12	.049	.017	.008	.005
114	.86	.41	.12	.051	.018	.009	.005
116	.89	.42	.12	.052	.018	.009	.005
118	.91	.43	.13	.054	.019	.009	.005
120	.94	.45	.13	.056	.019	.009	.005
122	.97	.46	.13	.057	.020	.010	.005
124	1.0	.47	.14	.059	.021	.010	.005
126	1.0	.49	.14	.061	.021	.010	.006
128	1.1	.50	.15	.063	.022	.011	.006
130	1.1	.52	.15	.064	.022	.011	.006
132	1.1	.53	.16	.066	.023	.011	.006
134	1.2	.55	.16	.068	.024	.012	.006
136	1.2	.56	.17	.070	.024	.012	.006
138	1.2	.58	.17	.072	.025	.012	.007
140	1.3	.59	.18	.074	.026	.013	.007
142	1.3	.61	.18	.076	.026	.013	.007
144	1.3	.62	.19	.073	.027	.013	.007
146	1.4	.64	.19	.080	.026	.014	.007
148	1.4	.66	.19	.082	.029	.014	.008
150	1.4	.67	.20	.084	.029	.014	.008
152	1.5	.69	.20	.086	.030	.015	.008
154	1.5	.71	.21	.088	.031	.015	.008
156	1.5	.72	.21	.090	.031	.015	.008
158	1.6	.74	.22	.092	.032	.016	.009
160	1.6	.76	.22	.095	.033	.016	.009
162	1.6	.78	.23	.097	.034	.017	.009
164	1.7	.79	.23	.099	.035	.017	.009
166	1.7	.81	.24	.10	.035	.017	.009
168	1.8	.83	.25	.10	.036	.018	.010
170	1.8	.85	.25	.11	.037	.018	.010
172	1.8	.87	.26	.11	.038	.018	.010

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LB/PULG² POR PIE LINEAL DE TUBERÍA
 FRICTION LOSS IN PSI PER LINEAL FOOT OF PIPE C=120

F L U J O GPM	D I A M E T R O D E T U B E R Í A						
	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
174	1.9	.89	.26	.11	.038	.019	.010
176	1.9	.90	.27	.11	.039	.019	.010
178	1.9	.92	.27	.11	.040	.020	.011
180	2.0	.94	.28	.12	.041	.020	.011
182	2.0	.96	.29	.12	.042	.021	.011
184	2.1	.98	.29	.12	.043	.021	.011
186	2.1	1.0	.30	.12	.043	.021	.011
188	2.2	1.0	.30	.13	.044	.022	.012
190	2.2	1.0	.31	.13	.045	.022	.012
192	2.2	1.1	.31	.13	.046	.023	.012
194	2.3	1.1	.32	.13	.047	.023	.012
196	2.3	1.1	.33	.14	.048	.024	.015
198	2.4	1.1	.33	.14	.049	.024	.013
200			.34	.14	.050	.024	.013
202			.35	.15	.052	.025	.014
204			.36	.15	.053	.026	.014
212			.38	.16	.055	.027	.015
216			.39	.17	.057	.028	.015
220			.41	.17	.059	.029	.016
224			.42	.18	.061	.030	.016
228			.43	.18	.063	.031	.017
232			.45	.19	.065	.032	.017
236			.46	.19	.067	.033	.018
240			.48	.20	.070	.034	.018
244			.49	.21	.072	.035	.019
248			.51	.21	.074	.036	.020
252			.52	.22	.076	.037	.020
256			.54	.23	.078	.038	.020
260			.55	.23	.081	.040	.021
264			.57	.24	.083	.041	.022
268			.58	.25	.085	.042	.023
272			.60	.25	.088	.043	.023
276			.62	.26	.090	.044	.024

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LB/PULG² POR PIE LINEAL DE TUBERÍA
 FRICTION LOSS IN PSI PER LINEAL FOOT OF PIPE C=120

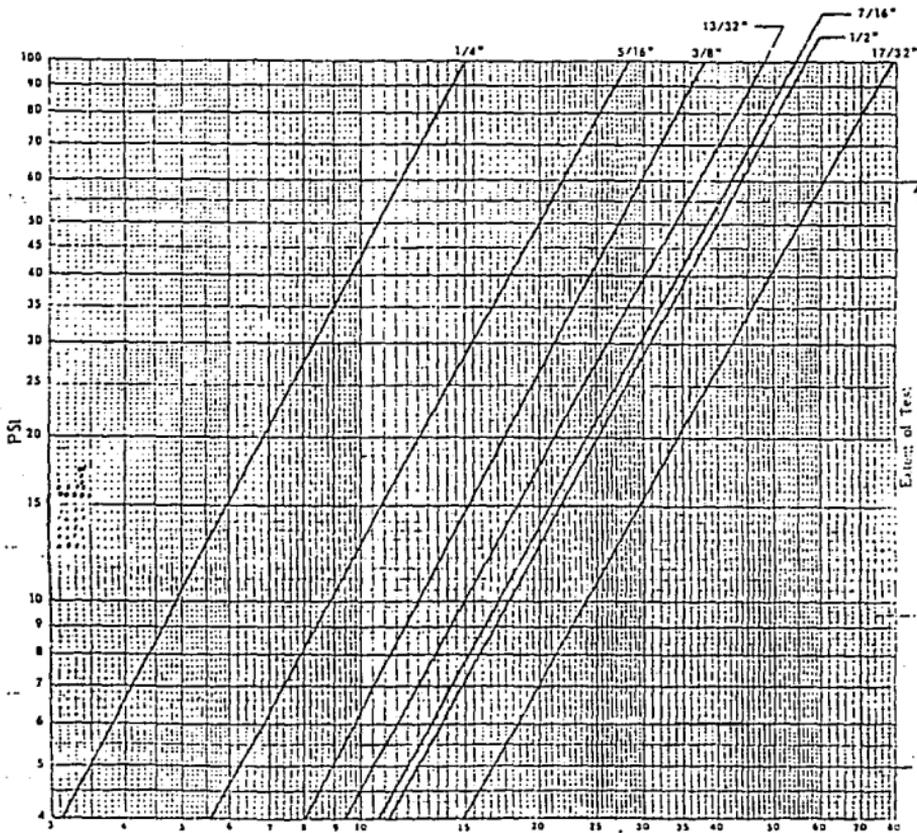
F U J O	D I A M E T R O D E T U B E R Í A					
	GPM	2	2 1/2	3	3 1/2	4
280	.63	.27	.093	.045	.025	.008
284	.65	.27	.095	.047	.025	.008
288	.67	.28	.098	.048	.026	.009
292	.68	.29	.10	.049	.027	.009
296	.70	.29	.10	.050	.027	.009
300	.72	.30	.11	.052	.028	.009
304	.74	.31	.11	.053	.029	.010
308	.75	.32	.11	.054	.029	.010
312	.77	.33	.11	.056	.030	.010
316	.75	.33	.12	.057	.031	.010
320	.81	.34	.12	.058	.031	.010
324	.83	.35	.12	.060	.032	.011
328	.85	.36	.12	.061	.033	.011
332	.87	.37	.13	.062	.034	.011
336	.89	.37	.13	.064	.034	.011
240	.91	.38	.13	.065	.035	.012
344	.92	.39	.14	.066	.036	.012
348	.94	.40	.14	.068	.037	.012
352	.96	.41	.14	.069	.038	.012
356	.99	.42	.14	.071	.038	.013
360	1.0	.42	.15	.072	.039	.013
364	1.0	.43	.15	.074	.040	.013
368	1.0	.44	.15	.075	.041	.014
372	1.1	.45	.16	.077	.042	.014
376	1.1	.46	.16	.078	.042	.014
380	1.1	.47	.16	.080	.043	.014
334	1.1	.48	.17	.082	.044	.015
388	1.2	.49	.17	.083	.045	.015
392	1.2	.50	.17	.085	.046	.015
396	1.2	.51	.18	.086	.047	.016
400	1.2	.52	.18	.088	.048	.016
405	1.3	.53	.18	.090	.049	.016
410	1.3	.54	.19	.092	.050	.017

CEDULA 40 C=120

Tomado del "Automatic" Sprinkler Hydraulic Data

CARACTERISTICAS DE LAS DESCARGAS DE LOS ROCIADORES AUTOMATICOS
PRESION EN DESCARGAS EN GPM

ROCIADORES DE: 1/4" 5/16" 3/8" 13/32" 7/16" 17/32" y 1/2"



GPM

Tomado del "Automatic" Sprinkler Hydraulic Data

DENSIDAD DE AGUA GPM POR PIE CUADRADO DEL AREA A PROTEGER

ROCIADOR AUTOMATICO DE 1/2"

DENSIDAD GPM por F + Z	64		70		80		90		100		110		120		130	
	GPM	PSI														
.10																
.11																
.12																
.13																
.14																
.15																
.16																
.17																
.18																
.19																
.20																
.21																
.22																
.23																
.24																
.25																
.26																
.27																
.28																
.29																
.30																
.31																
.32																
.33																
.34																
.35																
.36																
.37																
.38																
.39																
.40																
.41																
.42																
.43																
.44																
.45																
.46																
.47																
.48																
.49																
.50																
.51																
.52																
.53																
.54																
.55																
.56																
.57																
.58																
.59																

CAPITULO V

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

PRIMERA PARTE

- A. DESCRIPCION DEL AREA A PROTEGER
- B. DETERMINACION DEL SISTEMA DE PROTECCION
- C. CLASIFICACION DEL RIESGO DEL AREA A PROTEGER.
- D. CARACTERISTICAS DEL RIESGO
- E. CALCULO DEL NUMERO DE ROCIADORES DEL AREA A PROTEGER
- F. ARREGLO REAL DE LOS ROCIADORES SEGUN LA CONFIGURACION DEL AREA A PROTEGER
- G. DETERMINACION DEL NUMERO DE ROCIADORES EN EL AREA REMOTA
- H. GASTO REQUERIDO EN AREA REMOTA.
- I. ISOMETRICO DEL SISTEMA DE ROCIADORES
- J. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCION:

SEGUNDA PARTE

- A. DESCRIPCION DEL AREA A PROTEGER:
- B. DETERMINACION DEL SISTEMA DE PROTECCION
- C. CLASIFICACION DEL RIESGO DEL AREA A PROTEGER.
- D. CARACTERISTICAS DEL RIESGO
- E. CALCULO DEL NUMERO DE ROCIADORES DEL AREA A PROTEGER
- F. ARREGLO REAL DE LOS ROCIADORES SEGUN LA CONFIGURACION DEL AREA A PROTEGER
- G. DETERMINACION DEL NUMERO DE ROCIADORES EN AREA REMOTA
- I. ISOMETRICO DEL SISTEMA
- J. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCION

CAPITULO V
PROCEDIMIENTO DE CALCULO
PRIMERA PARTE

A continuación se presenta una secuencia para el calculo de sistema de rociadores

A. DESCRIPCION DEL AREA A PROTEGER:

Se mencionan las características principales del área a ser protegida, los planos donde se describa, materiales que presenten riesgo de combustión, tipo de construcción , temperaturas máxima y mínima del lugar, etc...

B. DETERMINACION DEL SISTEMA DE PROTECCION

Se efectua con base en las condiciones del lugar, y/o especificación del cliente.

C. CLASIFICACION DEL RIESGO DEL AREA A PROTEGER.

Determinar en base a los parámetros anteriores. (CAP IV-A)

D. CARACTERISTICAS DEL RIESGO

- α = área máxima de cubrimiento por sistema (CAP IV-B)
- β = área máxima de cubrimiento por rociador (CAP IV-C)
- σ = área remota (CAP IV-D1)
- r = Densidad de aplicación (CAP IV-D-1)

E. CALCULO DEL NUMERO DE ROCIADORES DEL AREA A PROTEGER

$$N = \frac{\text{Área a proteger}}{\beta}$$

Si N es fraccionario tomamos el número entero superior, este es el número mínimo de rociadores para proteger nuestro sistema, podemos agregar más en función de obtener un arreglo más regular.

F. ARREGLO REAL DE LOS ROCIADORES SEGUN LA CONFIGURACION DEL AREA A PROTEGER:

Se debe buscar:

1. Que el arreglo sea lo más homogéneo posible, esto es que las líneas de rociadores sean lo más parecidas entre sí, así como la distancia entre rociadores y líneas sea la misma.

2. Evitar interferencias con algún equipo, (de preferencia saber la localización del sistema de alumbrado u otro que pudiera afectar la configuración de nuestro sistema).

G. DETERMINACION DEL NUMERO DE ROCIADORES EN AREA REMOTA

El área remota se determina con las bases de diseño, debe de estar de acuerdo con la tabla (IV-D-1)

$$\text{Rociadores en área remota (RAR)} = \frac{\text{área remota}}{\beta}$$

Si el resultado es un número fraccionario se debe aproximar al siguiente número entero mayor.

H. GASTO REQUERIDO EN AREA REMOTA.

$$\text{Gasto requerido en área remota} = B \cdot r \cdot \text{RAR}$$

I. ISOMETRICO DEL SISTEMA DE ROCIADORES

J. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCION:

Se calculan a partir del último rociador (que es aquél que se encuentre más alejado del suministro de agua y por tanto tenga la menor presión de salida.

Para el cálculo de la presión requerida en el último rociador, se requiere el gasto calculado con la densidad y el factor K, donde K es un factor dependiente del tamaño de orificio, éste se encuentra en la tabla 3-16.5 cap. 13-58 del NFPA.

Para fines prácticos, se utiliza el orificio de 1/2 pulgada que es estandard, la presión de salida y gasto lo encontramos en las tablas del Automatic Sprinkler Data.

$$Q = KVP \text{ donde } Q = \text{flujo en GPM} \quad P = \text{presión en psi.}$$

Con esta presión de salida y el flujo, calculamos las pérdidas de presión hasta la siguiente boquilla con la ecuación de Hazen-Williams

$$\Delta P = \frac{4.52 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \quad [\text{psi/ft}] \quad \text{HAZEN-WILLIAMS}$$

Calculamos la velocidad con:

$$V = 0.408(Q)/d^{0.2}$$

Pasamos al cálculo del siguiente rociador. Este no va a tener un flujo de salida mayor, debido a que tiene más presión, para calcular el flujo, balanceamos flujos con la ecuación:

$$Q = K\sqrt{P_2} =$$

donde Q = flujo en la boquilla

$$P_2 = \text{presión de salida en nuestra boquilla} = P_1 + (\Delta P \cdot L)$$

donde L = longitud total (del tramo más la equivalente por accesorios) desde la boquilla anterior a la nueva.

Con este nuevo gasto seguimos hasta el ramal

Para el cálculo de otras líneas, se sigue el mismo procedimiento, sólo que al llegar al ramal donde si hay un encuentro de flujos se tomará como presión del ramal la mayor, ya sea la de la línea o la que habíamos calculado del ramal anterior. En el caso de que la presión en la línea sea menor que en el ramal se corregirá su flujo con la siguiente ecuación:

$$Q_1 = Q_2 \cdot \sqrt{P_2/P_1}$$

Donde Q_1 = el nuevo flujo, Q_2 = el flujo anterior,

P_2 = la presión mayor P_1 = la presión menor

SEGUNDA PARTE

A continuación se presenta el cálculo de un sistema de rociadores siguiendo la secuencia mostrada en la primera parte de este capítulo.

A. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA A PROTEGER:

ESTACION DE LAVADO DE TAMBORES DE PINTURA

Estructura de un nivel con las dimensiones mostradas en los planos, y un área total a proteger de $40 \text{ m}^2 = 430.5 \text{ ft}^2$.

Construcción: De concreto con techo de lámina sobre estructura metálica.

Materiales peligrosos: En el área se encuentran 4 tanques cuadrados (dimensiones en los planos), dos de los cuales sirven para limpiar los tanques de almacenamiento de pintura, y los dos restantes para la limpieza de los agitadores de los totes. Para el lavado se utilizará una mezcla de tolueno y acetona.

Localización: San Juan del Río Queretaro.

Temperatura máxima : $37.5 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura mínima : $7.5 \text{ }^\circ\text{C}$

B. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN

Utilizaremos un sistema de rociadores tipo húmedo ya que el peligro de congelación del agua en los tubos es improbable y la inundación total innecesaria. Por otro lado, este sistema resulta más económico.

C. CLASIFICACION DEL RIESGO DEL AREA A PROTEGER.

Por la cantidad de solventes que se manejan se considera un riesgo extra grupo 2.

D. CARACTERISTICAS DEL RIESGO

α = área máxima de cubrimiento por sistema (IV-B) = 25,000 ft²

β = área máxima de cubrimiento por rociador (IV-C) = 90 ft²

σ = área remota (IV-D-1) = 2500 ft²

τ = Densidad de aplicación (IV-D-1) = 0.39 gpm/ft²

E. CALCULO DEL NUMERO DE ROCIADORES DEL AREA A PROTEGER

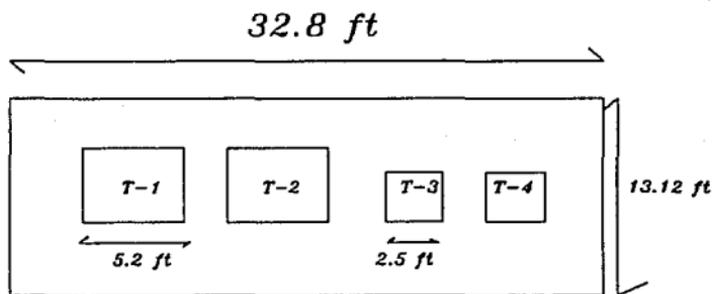
$$N = \frac{\text{área a proteger}}{\beta} = \frac{430 \text{ ft}^2}{90 \text{ ft}^2} = 4.7833 = 5$$

Como N es fraccionario, tomamos el numero entero superior, este es el número mínimo de rociadores para proteger nuestro sistema, Podemos agregar más en función de obtener un arreglo más regular. Debido a la configuración de nuestra área consideraremos 6 rociadores.

F. ARREGLO REAL DE LOS ROCIADORES SEGUN LA CONFIGURACION DEL AREA A PROTEGER:

Ver distribución en croquis

ESTACION DE LAVADO DE TOTES



T-1 , T-2 LAVADO DE TOTES
T-3, T-4 LAVADO DE AGITADORES

G. DETERMINACION DEL NUMERO DE ROCIADORES EN AREA REMOTA

El área remota se determina con las bases de diseño, deberá de estar de acuerdo con la tabla (IV-D-1)

$$\begin{array}{rcc} & \text{Área remota} & 2500 \text{ ft}^2 \\ \text{Rociadores en área remota (RAR)} & \text{-----} & \text{-----} = 27.7 = 28 \\ & B & 90 \text{ ft}^2 \end{array}$$

H. GASTO REQUERIDO EN AREA REMOTA

$$\text{Gasto en área remota} = B * r * \text{RAR} = (.39 \text{ gpm/ft}^2) * (90 \text{ ft}^2) * (6) = 210.6 \text{ GPM}$$

I. ISOMETRICO DEL SISTEMA DE ROCIADORES

Ver el isométrico adjunto

J. CALCULO DE LAS PERDIDA POR FRICCION:

De la tabla 3-16.5 cap. 13-58 del NFPA observamos que un rociador de 1/2 pulgada tiene un factor de orificio K entre 5.3 y 5.8

De las tablas del Automatic Sprinkler, para rociador de 1/2 pulgada de diámetro, una densidad de 0.39 GPM/ft² y un área de protección de 90 ft², obtenemos un flujo de 35.1 GPM y una presión de 39.2 psig.

Esto se puede confirmar con el uso de la ecuación:

$$Q = KVP \text{ donde } Q = \text{flujo en GPM} \quad P = \text{presión en psi.}$$

Con esta presión de salida y el flujo, calculamos las pérdidas de presión hasta la siguiente boquilla con la ecuación de Hazen-Williams

$$\Delta P = \frac{4.52 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}} \quad [\text{psi/ft}] = \frac{4.52 * (35.1)^{1.85}}{120^{1.85} * d^{4.87}}$$

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Donde d es el diámetro interno de la tubería que escojamos , para esto la velocidad en el fluido en la tubería debemos buscar que no rebase los 15 ft/seg.

Escogiendo tubería de 1.5 pulgadas de diámetro nominal cédula 40 ,(1.610 cm. diámetro interno) obtenemos sustituyendo en la ecuación de Hazen Williams.

$$P = 0.0430 \text{ psi/ft}$$

Este valor lo multiplicamos por la longitud total de tubería entre las boquillas (longitud. de tubería + equivalente de accesorios)

$$\text{En nuestro caso } 14.6 \text{ P}(1-2) = 14.6 \cdot 0.043 = 0.6278$$

Obtenemos la velocidad con:

$$V=0.408(Q)/d^2 = 5.5 \text{ ft/ seg.}$$

Pasamos al cálculo del siguiente rociador, éste no va a tener el mismo flujo de salida sino uno mayor, debido a que tiene más presión para calcular el flujo, balanceamos flujos con la ecuación:

$$Q=K\sqrt{P} = 5.6\sqrt{39.2+0.6278}=35.34$$

donde Q = flujo en la boquilla

P = presión en la boquilla

Con este nuevo gasto seguimos hasta el ramal en donde también se balancea. Para el cálculo de otras líneas, se sigue el mismo procedimiento ,sólo que al llegar al ramal se tomara como presión del mismo la mayor, ya sea la de la línea o la que habíamos calculado del ramal.

A continuación se muestra un modelo de hoja de cálculo para sistemas de rociadores donde se encuentran los resultados obtenidos en la solución del ejemplo.

HOJA DE CALCULO

Pag. _____ de _____

Fecha _____

PROYECTO _____

LOCALIZACION _____

CALCULADO POR _____

Total Requi- sitos	Tipo	Req. GPN	Total GPN	# Pulg.	Long.Equiv. Pies	PSI/PIE	Total PSI	Presión Estáti- ca PSI	Requeri- do PSI	Punto de Ref. Hid.	Valo- ridad PPS
1	1/2"	35.1	35.1	1 1/2	Tub. 6.6 Acc. 8 Total 14.6	0.043	0.6278	--	39.82	1.1	5.5
	1/2"	35.33	70.5	1 1/2	Tub. 2.7 Acc. 8 Total 10.7	.1562	1.6718	--	41.5	1,2-1	11.1
			70.5	1 1/2	Tub. 11.15 Acc. 4 Total 15.15	.1562	2.366	--	43.86	1-2	11.1
1A	L I N E A 2			2	ES IGUAL A LA 1						
			72.6		Tub. Acc. Total	BALANCE EN	EL	CRUCE			
4			143.1	2"	Tub. 11.15 Acc. 10 Total 21.15	.175	3.7		47.8	2-3	14.4
			75.6		Tub. Acc. Total	BALANCE EN	EL	CRUCE			
6			218.7	3"	Tub. 11 Acc. 29 Total 40	.059	2.4		50.2		9.6
					Tub. Acc. Total						
					Tub. Acc. Total						
					Tub. Acc. Total						
					Tub. Acc. Total						
					Tub. Acc. Total						

CAPITULO 6

INSTRUCTIVO PARA APLICACION DEL PROGRAMA DE CALCULO

- A. OBJETIVO**
- B. DEFINICIONES**
- C. NUMERACION DEL SISTEMA**
- D. EL PROGRAMA DE CALCULO**

CAPITULO 6

INSTRUCTIVO PARA APLICACION DEL PROGRAMA DE CALCULO

A. OBJETIVO

El objetivo de este programa es el de calcular los requerimientos de presión y flujo requeridos en un sistema contra incendio de rociadores automáticos con un solo tramo principal.

El programa va calculando las presiones y flujo requerido de punto en punto, de manera que el usuario observe si sus suposiciones sobre el dimensionamiento de tuberías es correcto.

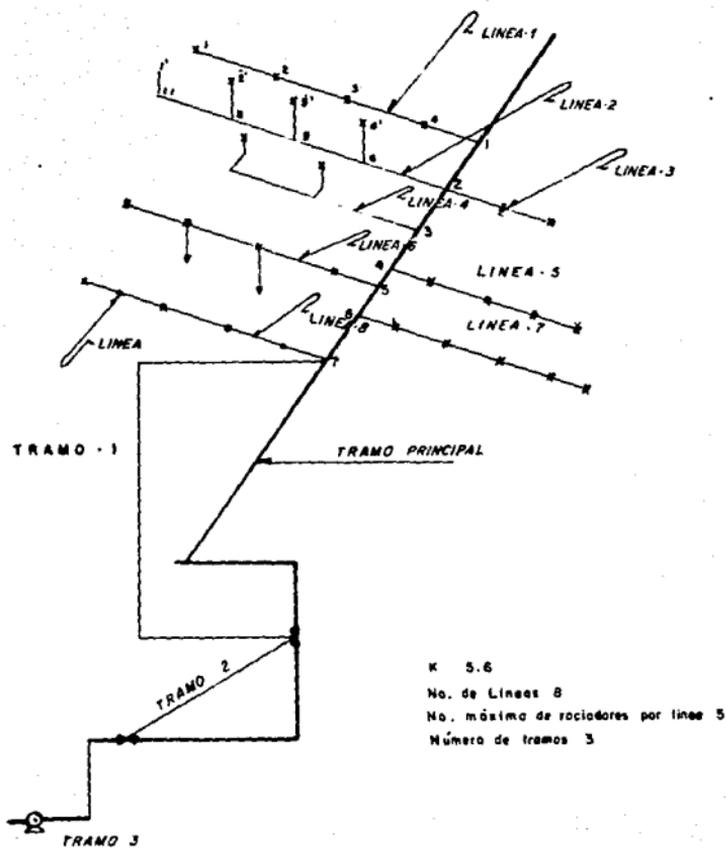
Con este programa es posible calcular los siguientes tipos de sistemas:

- 1) Sistemas con rociadores pegados a la rama
- 2) Sistemas de rociadores con niples
- 3) Sistemas horizontales, verticales e inclinados
- 4) Cualquier combinación de los anteriores.

B. DEFINICIONES

1. Tramo principal

Longitud de tubería por la cual pasa todo el flujo requerido por el sistema.



2. Línea

Longitud de tubería sobre la cual se encuentran los rociadores ya sea estos sobre ella o en niples. Las líneas se numeran empezando por la rama más alejada al suministro de agua.

3. Rama

Longitud de tubería que une a las líneas.

4. Niple

Longitud de tubería ; por lo general de diámetro pequeño, cuya función es unir al rociador con su rama, cuando esto es necesario.

C. NUMERACION DEL SISTEMA

Para la utilización del programa es necesario identificar las líneas, ramas y rociadores. Estos se numeran a partir del más alejado a la fuente de suministro de agua, al igual que las líneas. Se nombran por coordenadas, así por ejemplo, el rociador (1,3) es el tercer rociador en la rama 1.

El sistema 1 será el más alejado a la válvula de control.

D. EL PROGRAMA DE CALCULO

Introducción de datos: (todos los datos tienen entrada con la tecla ENTER)
El programa hará las siguientes preguntas:

1. Número de sistemas que vamos a calcular, por lo general es uno

2. El factor X antes mencionado.

3. Numero de líneas:

Que se refiere al número total de líneas que tiene el sistema (ver esquema, las líneas se consideran desde el tramo principal hasta el ultimo rociador de esa línea, es decir el mas alejado al tramo principal) en el caso del esquema son ocho.

4. Número máximo de rociadores por línea?

Esto es cuantos rociadores tiene la línea más larga, en el esquema son 5

5. Numero de tramos?

Refiriéndose al número de secciones en los que vamos a dividir nuestro tramo principal hasta llegar al suministro (bomba o sistema principal de distribución)

6. Presión del ultimo rociador?

Es la presión a la que se encontrará el rociador más alejado a la fuente de suministro.

7. CALCULO DE LA LINEA "X" este mensaje nos indica al empezar el cálculo de la línea "X"

8. ROCIADORES EN LINEA:

Nos pregunta cuántos rociadores tenemos en esta línea X

9. TIENES NIPLES EN LA LINEA (S/N)

Debemos responder con "S" en caso afirmativo o con "N" en caso contrario:
Si hay niples en la línea el programa empezará a preguntar los datos del niple.

10. CALCULO DE EL NIPLE 1 a 1'

DIAMETRO O ?

Nos dá un valor del Diámetro si este es el correcto, sólo tendremos que darle entrada, en caso contrario, introducimos el dato correcto. Lo mismo sucede con los demás datos.

11. Al terminar de introducir los datos del niple, nos aparece el mensaje:

CALCULO DE 1',1 A 1,2

Esto significa que vamos a calcular del rociador 1 de la rama 1 al rociador 2 de la rama 1.

La Introducción de datos es idéntica a la Introducción con el niple.

Al terminar de introducir estos datos, aparecerá en pantalla hasta ese punto:

GASTO DE BOQUILLA.- Caudal en GPM, necesarios en la boquilla.

GASTO: Flujo hasta ese punto

p(1,1)= La presión requerida en el punto 1,1

velocidad del fluido

12. A continuación la computadora preguntará si el siguiente niple es igual al anterior, en caso afirmativo la computadora hace los cálculos con los

datos anteriores, en caso contrario hay que introducir los datos, después de esto nos aparece el mensaje:

CALCULO DE 1,2 A 1,3

DIAMETRO (diámetro anterior)

LONGITUD (longitud anterior)

PRESION ESTATICA (presión estática anterior)

13. En caso de que los datos que aparezcan en pantalla sean los que pensaba introducir, sólo tiene que presionar ENTER, la computadora tomará estos datos en pantalla.

Así seguimos introduciendo los datos hasta terminar con la línea.

14. Al terminar esta introducción, aparece el siguiente mensaje:

DATOS CORRECTOS (S/N)?

Si responde S el programa continua el calculo; en caso de responder N. el programa regresa al principio de la introducción de datos de esa línea.

15. Después de haber introducido correctamente los datos de la línea aparece el siguiente anuncio.

CALCULO DE LA RAMA 1-2

La introducción de datos de esta rama es idéntica a las anteriores.

Después de la introducción de los datos de la rama aparece el siguiente mensaje:

LA LINEA 2 ES IGUAL A ALGUNA LINEA (S/N)

Respondiendo afirmativamente, la computadora pregunta:

ES IGUAL A LA LINEA...?

Donde introduciremos el número de la línea anteriormente calculada que sea físicamente igual a la línea 2, ahorrándonos la introducción de datos de la línea; en caso de responder negativamente, se introducen los datos como en los casos anteriores.

16. Se continúa de la misma manera hasta llegar al tramo 1, en donde la introducción de datos es idéntica a los anteriores.

Al terminar de introducir los datos, veremos en pantalla nuestro requerimiento total de presión y flujo.

17. Al término del cálculo la computadora da la opción de imprimir los datos y el cálculo; aparece la pregunta preventiva

LISTA LA IMPRESORA?

Para asegurarse que esta conectada, en línea y la hoja acomodada con solo darle entrada, obtenemos una impresión de nuestro cálculo.

18. Si tenemos mas de un sistema de rociadores despues de la impresión del primer sistema el programa preguntara los datos del segundo sistema, de la misma manera que ya mencionamos .

Así continuara hasta terminar con todos los sistemas

19. Al terminar con los sistemas se calculan las uniones entre los sistemas y se balancea hidráulicamente,

A CONTINUACION PRESENTAMOS EL MISMO EJEMPLO QUE SE CALCULO MANUALMENTE A MANERA DE HACER MAS EXPLICATIVO EL USO DEL PROGRAMA.

(A:\) ==> CONTRAIN

SIGUIENTE PANTALLA

=CALCULO DE SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS TIPO HUMEDO=

FECHA: ? 3-NOV-1990
PROYECTO: ? PINTURAS
NUMERO: ? 00001
LOCALIZACION: ? QUERETARO
EDIFICIO: ? LAVADO DE TOTES
AREA: ? 02
CALCULADO POR: ? CAH
REVISADO: ? CAH
APROBADO: ? CAH

Datos correctos (s/n)...?

NUMERO DE SISTEMAS A CALCULAR? 1

SIGUIENTE PANTALLA

SISTEMA NUMERO 1

COEF. DE ORIFICIO DEL ROCIADOR	K = ?	5.6
NUMERO DE LINEAS	? 3	
NUMERO MAXIMO DE ROCIADORES POR LINEA	? 2	
NUMERO DE TRAMOS	? 1	
GASTO EN EL ULTIMO ROCIADOR (GPM)	? 35	

CALCULO DE LA LINEA 1

Rociadores en línea? 2

Tienes niples en la línea (S/N)? N

SIGUIENTE PANTALLA

Calculo de (1 , 1) a (1 , 2)

Diametro (in) 0 ? 1.61

Longitud (ft) 0 ? 14.6

Presion estatica (psi) 0 ?

GASTO EN LA BOQUILLA (GPM): 35

GASTO TOTAL (GPM): 35

P(1 , 1) (PSI)= 39.72669

VELOCIDAD (FT/S): 5.516084

OK?

CALCULO DE (1 , 2) A 1

Diametro (in)	1.61 ?
Longitud (ft)	14.6 ? 10.7
Presion estatica (psi)	0 ?

GASTO EN LA BOQUILLA (GPM):	35.2963
GASTO TOTAL (GPM):	70.2963
P(1 , 2) (PSI)=	41.49525
VELOCIDAD (FT/S):	11.07887

Datos correctos (s/n)...?

OK?

SIGUIENTE PANTALLA

CALCULO DE LA RAMA 1 - 2

Diametro de la rama (in)	0 ? 1.61
Longitud (ft)	0 ? 15.15
Presion estatica (psi)	0 ?
Gasto total (gpm)	70.2963
Presion requerida (psi)	43.99933
Velocidad (ft/s)	11.07887

OK?

CALCULO DE LA LINEA 2

La línea 2 es igual a alguna línea (s/n)? S

Es igual a la línea ? 1

SIGUIENTE PANTALLA

CALCULO DE LA RAMA 2 - 3

Diametro de la rama (in)	1.61 ? 2.067
Longitud (ft)	15.15 ? 21.15
Presion estatica (psi)	0 ?
Gasto total (gpm)	142.6826
Presion requerida (psi)	47.83501
Velocidad (ft/s)	13.64284

OK?

CALCULO DE LA LINEA 3

La línea 3 es igual a alguna línea (s/n)? S
Es igual a la línea ? 1

SIGUIENTE PANTALLA

CALCULO DEL TRAMO 1

Diametro del tramo (in)	? 3.067
Longitud del tramo (ft)	? 5
Presion estatica del tramo (psi)?	

GASTO TOTAL (GPM)	218.1581
PRESION TOTAL REQUERIDA (PSI)	48.12611
VELOCIDAD TOTAL (FT/S)	9.474546

OK?

QUIERES IMPRIMIR LOS RESULTADOS (S/N)? S

SIGUIENTE PANTALLA

LISTA LA IMPRESORA ? S

HOJA: DE:

HOJA DE CALCULO
ING. CARLOS ALVAREZ HERNANDEZ

SISTEMA DE ROCIADORES
AUTOMATICOS

REVISION

FECHA: 3-MD7-1990

PROYECTO: PINTURAS No. - 1
 LOCALIZACION: ALBERETARD
 EDIFICIO: LAVADO DE VIDIOS AREA 2
 CALCULADO POR: CAH REVISADO: CAH APROBADO: CAH

G _r -GPM-	Q _t -GPM-	D pulg.	Long. eq. pies	P. st. psi	Pres. req. psi	Punto de referencia	Vel. ft/seg.
35.00	35.00	1.61	14.60	0.00	39.73	1, 1 - 1, 2	5.52
35.20	70.30	1.61	10.70	0.00	41.50	1, 2 - 1	11.08
	70.30	1.61	15.15	0.00	44.00	rama 1 - 2	11.08
LA LINEA 2 ES IGUAL A LA LINEA 1							
35.30	70.30	1.61	10.70	0.00	41.50	2, 2 - 2	11.08
	142.68	2.07	21.15	0.00	47.34	rama 2 - 3	13.64
LA LINEA 3 ES IGUAL A LA LINEA 1							
35.30	70.30	1.61	10.70	0.00	41.50	3, 2 - 3	11.08
	218.16	3.07	5.00	0.00	49.13	trazo 1	9.47

APENDICE

```

1 *SISTEMA CONTRA INCENDIO DE ROCIADORES TIPO HUMEDO=
2 * CALCULADO POR CARLOS ALVAREZ HERNANDEZ =
   COLOR 14,1,0
10 CLS
   IN=CHR(127)+"-1"
   HN=CHR(127)+"-0"
   LOCATE 7,1:PRINT " *CALCULO DE SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS TIPO HUMEDO="
20 LOCATE 5,30 :PRINT"FECHA:";LOCATE 7,20:INPUT"DIA: ";D9
30 LOCATE 8,20:INPUT"MES: ";M9
40 LOCATE 9,20:INPUT"AÑO: ";A9
50 LOCATE 10,20:INPUT"PROYECTO: ";P9
55 LOCATE 11,20:INPUT"NUMERO: ";N9
60 LOCATE 12,20:INPUT"LOCALIZACION: ";L9
70 LOCATE 13,20:INPUT"EDIFICIO: ";E9
75 LOCATE 14,20:INPUT"AREA: ";A7
80 LOCATE 15,20:INPUT"CALCULADO POR:";C9
82 LOCATE 16,20:INPUT"REVISADO: ";R9
84 LOCATE 17,20:INPUT"APROBADO: ";A19
   LOCATE 23,4:PRINT "Datos correctos (s/n)...?";S9=INPUT(1)
   IF LEFT(S9,1)="M" OR LEFT(S9,1)="n" GOTO 10
90 CLS
100 REM sistema contra incendio
102 LOCATE 3,1:PRINT"-----"
105 LOCATE 5,20:INPUT"K=" ";K
110 LOCATE 6,20:INPUT"NUMERO DE LINEAS ";L
115 LOCATE 7,20:INPUT"NUMERO MAXIMO DE ROCIADORES POR LINEA ";U
120 LOCATE 8,20:INPUT"NUMERO DE TRAMOS ";T
122 LOCATE 9,20:INPUT"PRESION DEL ULTIMO ROCIADOR (PSI) ";P4
   LOCATE 23,4:PRINT "Datos correctos (s/n)...?";S9=INPUT(1)
   IF LEFT(S9,1)="M" OR LEFT(S9,1)="n" GOTO 90
125 CLS
131 DIM D(1,U), G(1,U), LD(1,U), D1(1,U), P2(1,U), V(1,U), P5(1,U), P(1,U), B(1,L), DB(1,U), LB(1,U), DB(1,U), P5B(1,U), P(1,U)
150 FOR M=1 TO L
155 CLS
160 CLS:LOCATE 5,25:PRINT" CALCULO DE LA LINEA ";M
165 IF M=1 THEN 203
170 LOCATE 7,15:PRINT" La linea ";M;"es igual a alguna linea (s/n)";LOCATE 7,60:input E6
175 IF E6="M" OR E6="n" THEN 203
177 LOCATE 9,20:INPUT" Es igual a la linea ";AB(M)
178 CLS
180 IF E6="S" OR E6="s" THEN R(M)=R(AB(M))
191 IF E6="S" OR E6="s" THEN G(M,R(M))=G(AB(M),R(AB(M)))
192 IF E6="S" OR E6="s" THEN LD(M,R(M))=LD(AB(M),R(AB(M)))
193 IF E6="S" OR E6="s" THEN P5(M,R(M))=P5(AB(M),R(AB(M)))
194 IF E6="S" OR E6="s" THEN V(M,R(M))=V(AB(M),R(AB(M)))
195 IF E6="S" OR E6="s" THEN P2(M,R(M))=P2(AB(M),R(AB(M)))
196 IF E6="S" OR E6="s" THEN D(M,R(M))=D(AB(M),R(AB(M)))
197 IF E6="S" OR E6="s" THEN G1(M,R(M))=G1(AB(M),R(AB(M)))
198 IF E6="S" OR E6="s" THEN 350
201 P1=P4
210 G1(M,1)=0
220 LOCATE 9,15:INPUT"Rociadores en linea";R(M)
223 LOCATE 11,15:INPUT"lneas cambiadas en la linea (S/N)";AN
230 FOR N=1 TO R(M)
232 CLS
234 F6="M"
235 IF A6="S" OR A6="s" THEN 900
237 CLS
240 B0SUB 600
250 P1=P1+(P1,N-1)
260 G1(M,N)=F1(P1,N-1)
270 G1(M,N)=G1(M,N)+G1(M,N-1);

```

```

280 P1(N,M)=(((DT(N,M)*1.85)/(4.52))/((120*1.85)(D(N,M)**4.87)))/D(N,M))+P2(N,M)
290 P2(N,M)=P1(N,M)
300 LOCATE 14,20:PRINT"GASTO EN LA ESCUILLA (SPN)";Q(N,M)
320 LOCATE 16,20:PRINT"GASTO TOTAL (SPN)";Q(N,M)
330 LOCATE 18,20:PRINT"P1";M1;"M2" (P1)";P2(N,M)
325 W1(N,M)=Q(N,M)*6/(5.1416)(D(N,M)**2)*/3.20825252
340 LOCATE 20,20:PRINT"VELOCIDAD (FT/S)";V(N,M)
342 LOCATE 24,50:INPUT"OK";CAH
345 NEXT M
LOCATE 23,4:PRINT "Datos correctos (s/n)...?"SMB=INPUT4(1)
IF LEFT(SMB,1)="" OR LEFT(SMB,3)="" GOTO 180
350 GOSUB 440
352 IF M=1 THEN 2500
355 IF M=L THEN 290
357 IF P2(N,M) > P3 THEN 2000
360 P1(N)=P3+P1(N)
370 LOCATE 14,20:PRINT"Gasto total (spe)";Q(N,M)
380 LOCATE 16,20:PRINT"Presion requerida (psi)";P1(N)
382 V1(N)=Q(N)*64.320825252/(3.1416)(D(N)**2)
385 LOCATE 18,20:PRINT"Velocidad (ft/s)";V1(N)
386 LOCATE 24,50:INPUT"OK";CAH
387 CLS
390 NEXT M
400 FOR I=1 TO J
405 CLS:PRINT"-----"
405 LOCATE 5,20:PRINT" CALCULO DEL TRAMO ";I
410 LOCATE 9,15:INPUT"Diametro del tramo (in)";D(I):IF D(I)=0 THEN D(I)=D(I-1)
411 LOCATE 11,15:INPUT"Longitud del tramo (ft)";L(I):IF L(I)=0 THEN L(I)=L(I-1)
412 LOCATE 13,15:INPUT"Presion estatica del tramo (psi)";P1(I)
415 PRL(I)=(((D(I)**1.85)/4.52)/((120*1.85)(D(I)**4.87)))/L(I))+P1(I)
420 PRL(I)=PRL(I)+PRL(I-1)
430 PL(I)=PRL(I)+PRL(I-1)
432 V1(I)=Q(I)*64.320825252/(3.1416)(D(I)**2)
435 PRINT"-----"
434 LOCATE 16,15:PRINT"GASTO TOTAL (SPN)";D(I)
435 LOCATE 18,15:PRINT"PRESTION TOTAL REQUERIDA (PSI)";PL(I)
436 LOCATE 20,15:PRINT"VELOCIDAD TOTAL (FT/S)";V1(I)
437 LOCATE 24,50:INPUT"OK";CAH:NEXT I
438 GOSUB 800
439 END
442 CLS:IF M=L THEN 460
442 PRINT"-----"
445 LOCATE 5,20:PRINT" CALCULO DE LA RAMA";M1;"M2";M+1
450 GOSUB 750
460 Q1(M)=Q1(N-1)+Q(N,R1(M))
465 IF M=L THEN 485
470 R1(M)=(((D1(M)**1.85)/4.52)/((120*1.85)(D1(M)**4.87)))/LQ1(M))+P1(M)
485 IF M=1 THEN 495
490 R1(M)=Q1(M)+(((P1(N-1))/(P2(N,R1(M))))*.5140(N,R1(M)))-Q(N,R1(M))
495 IF M=L THEN 510
500 R1(M)=(((D1(M)**1.85)/4.52)/((120*1.85)(D1(M)**4.87)))/LQ1(M))+P1(M)
510 R1(M)=R1(M)+R1(M-1)
520 RETURN
600 PRINT"-----"
601 IF (M+1)=R1(M) THEN 1100
602 CLS
605 LOCATE 5,20:PRINT"Calculo de I*M1";M1;"M2" a ("M1";"M2";"M1")
605 LOCATE 8,20:PRINT"Diametro (in)";D(N,R-1):INPUT D(N,M)
610 LOCATE 10,20:PRINT"Longitud (ft)";L(N,M-1):INPUT L(N,M)
620 LOCATE 12,20:PRINT"Presion estatica (psi)";P1(N,M-1):INPUT P1(N,M)
625 PRINT"-----"
630 IF D1(N,M)=0 THEN D(N,M)=D(N,M-1)

```

```

640 IF L3(M,N)=0 THEN LD(M,N)=LD(M,N-1)
650 IF P5(M,N)=0 THEN P5(M,N)=P5(M,N-1)
660 RETURN
700 LOCATE 8,20:PRINT"Diámetro de la rama (in) ";D1(M-1);INPUT D1(M)
710 LOCATE 10,20:PRINT"Longitud (ft) ";L1(M-1);INPUT L1(M)
720 LOCATE 12,20:PRINT"Presion elastica (psi) ";P51(M-1);INPUT P51(M)
730 IF D1(M)=0 THEN D1(M)=D1(M-1)
740 IF L1(M)=0 THEN L1(M)=L1(M-1)
750 IF P51(M)=0 THEN P51(M)=P51(M-1)
760 RETURN
800 CLS
801 GOSUB 1200
802 LPRINT"*****"
803 LPRINT" Gr / Dt / D /long.eq./ P.st./ pres. req./p. ref. / velocidad"
805 LPRINT" -GPR- / -GPR- /inch./ ft / psi / psi / / ft/seg.
806 LPRINT"*****"
808 IF RENGLON1>30 THEN 823
810 FOR M=1 TO L
820 FOR Y=1 TO U
821 IF RENGLON1>30 THEN 801
822 GOTO 824
823 RENGLON1=0
824 IF Y<>1 THEN 826
825 IF Q1(W,Y)=0 THEN 827
826 GOTO 828
827 LPRINT" LA LINEA *Y* ES IGUAL A LA LINEA *AB(W)"
828 IF Q1(W,Y)=0 THEN 840
829 IF (Y+1) <> U THEN 830
830 RENGLON2= RENGLON1+1
831 LPRINT Q1(W,Y);TAB(12);DT(W,Y);TAB(23);D(W,Y);TAB(31);LQ1(W,Y);TAB(40);P5(W,Y);TAB(46);P2(W,Y);TAB(58);Y1="";Y+1;TAB(70);V1(W,Y)
840 NEXT Y
845 LPRINT"-----"
847 IF (M+1) < L THEN 860
849 RENGLON1=RENGLON2+1
850 LPRINT TAB(12);Q1(W);TAB(23);D1(W);TAB(31);LQ1(W);TAB(40);P51(W);TAB(46);PT(W);TAB(58);"raaa";W1="";M+1;TAB(70);V1(M)
860 NEXT M
870 FOR Z=1 TO T
875 RENGLON1=RENGLON1+1
880 LPRINT TAB(13);Q1(L);TAB(24);DT(Z);TAB(31);LQ1(Z);TAB(40);P51(Z);TAB(46);PL(Z);TAB(58);"fraaa";Z1="";Z+1;TAB(70);VT(Z)
890 NEXT Z
895 RETURN
900 IF N=1 THEN 910
901 LOCATE 23,15:PRINT" la candelita*M1*N1";"m igual a la*M-1;N-1;" (S/N)"
902 F8=INPUT(I); F=VAL(F8)
903 IF F8="S" OR F8="s" THEN P58(M,N)=P58(M,N-1)
904 IF F8="S" OR F8="s" THEN Q8(M,N)=Q8(M,N-1)
905 IF F8="S" OR F8="s" THEN LQ8(M,N)=LQ8(M,N-1)
906 IF F8="S" OR F8="s" THEN Q1(M,N)=Q1(M,N-1)
907 IF F8="S" OR F8="s" THEN Q8(M,N)=Q8(M,N-1)
908 IF F8="S" OR F8="s" THEN P8(M,N)=P8(M,N-1)
909 IF F8="S" OR F8="s" THEN 1020:
910 CLS:LOCATE 5,20:PRINT"CALCULO DE LA CANDELA*M1*N1"; *
920 LOCATE 8,20:PRINT"Diámetro (in) ";D8(M,N-1);INPUT D8(M,N)
930 LOCATE 10,20:PRINT"Longitud (ft) ";L8(M,N-1);INPUT L8(M,N)
940 LOCATE 12,20:PRINT"Presion elastica (psi) ";P58(M,N-1);INPUT P58(M,N)
950 IF D8(M,N)=0 THEN D8(M,N)=D8(M,N-1)
960 IF L8(M,N)=0 THEN L8(M,N)=L8(M,N-1)
970 IF P58(M,N)=0 THEN P58(M,N)=P58(M,N-1)
1000 Q8(M,N)=EXP(P4*.5)
1010 P8(M,N)=(((Q8(M,N)*1.85)+4.52)/((120*.85)+DB(M)*4.87))+(LQ8(M,N)+P58(M,N)
1020 IF M<1 THEN 1050
1030 P1=P8(M,N)+P1

```

```

1035 Q(M,N)=QB(M,N)
1040 GOTO 240
1050 QT(M,N)=QT(M,N-1)+QB(M,N)
1085 RT(M,N)=QT(M,N)+(((P2(M,N-1))/(PB(M,N)+F4))-.5)*QB(M,N)-QB(M,N)
1090 GOTO 240
1100
1105 CLS;LOCATE 5,20;PRINT " CALCULO DE (";R;";";M;") A " ;M
1110 GOTO 605
1200 LOCATE 5,30;INPUT " LISTA LA IMPRESORA " ;IGFD
1201 LPRINT "
-----
1205 LPRINT TAB(62)"HOJA:  DE:  "
1210 LPRINT CHR(14);TAB(10);I4;" HOJA DE CALCULO "
1220 LPRINT CHR(14);I4;" CARLOS ALVAREZ HERNANDEZ " ;H6
1230 LPRINT CHR(27);"@" ;" SISTEMA DE ROTADORES "
1240 LPRINT " REVISION _____ AUTOMATICOS FECHA";D9;"-";M1;"-";Y9
1250 LPRINT "
-----
1255 IF RANGLOMI)30 THEN 1300

1260 LPRINT " PROYECTO: ";I9;P6;TAB(60);H9;"Mo.-";I9;M9;TAB(75);H9
1270 LPRINT H6;" LOCALIZACION: ";I9;L9;TAB(75);H9
1280 LPRINT H6;" EDIFICIO: ";I9;E9;TAB(60);H9;"AREA";I9;A9;TAB(75);" ";H6
1290 LPRINT H6;" CALCULADO POR: ";I9;C9;TAB(35);H9;"REVISADO: ";I9;R9;TAB(60);H9;"APROBADO";I9;R9;TAB(75);" ";H6

1295 LPRINT " "
1300 RETURN
2000 PD3=P2(M,R(M))
2010 GOTO 360
2509 PD3=P2(I,R(11))
2510 GOTO 355

```

CONCLUSIONES

La protección contra incendio utilizando sistemas automáticos, han demostrado su efectividad sobre todo en lugares con grandes cantidades de material altamente inflamable, donde la propagación del fuego es excesivamente rápida podemos decir que un sistema de rociadores automáticos es un bombero listo a todas horas y en todo lugar para poder apagar un incendio cuando éste es controlable.

Instalar un sistema de rociadores automáticos es una inversión bastante fuerte para muchas empresas, pero no sólo protege sus activos; instalar estos sistemas causa una reducción considerable de la prima de seguros ó sea con la reducción de la prima de seguro la inversión del sistema de rociadores se llega a pagar en aproximadamente 10 - años; ésto sin tomar en cuenta los beneficios psicológicos y sociales sobre los trabajadores de la Empresa, pues al saber que trabajan en un lugar seguro su rendimiento es superior; sin embargo estos sistemas requieren de un buen cálculo y de una buena inspección y revisión; de nada nos servirá haber gastado \$150.000,000.00 (CIENTO CINCUENTA MILLONES DE PESOS 00/100) en la instalación de un sistema de rociadores, si en el último mantenimiento de la planta el encargado de pintar la tubería pintó también los rociadores obstruyendo su orificio, ó si el suministro de agua no es suficiente ó simplemente no tiene la potencia requerida para hacer llegar agua a el punto donde se inició el incendio.

Esta tesis es un manual para el cálculo hidráulico y diseño de sistemas de rociadores automáticos de acuerdo a las normas vigentes y códigos aplicables como mencionamos al principio; el objetivo de esta tesis es mostrar una secuencia práctica y fácil para el cálculo adecuado de un sistema de rociadores para protección contra incendio.

BIBLIOGRAFIA

- 1 NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION)
Norma num 13 "Standard for the Installation of
Sprinkler systems.
- 2 Norma num 15 "Sistemas de agua pulverizada"
- 3 Norma num 231 y 231c "Almacenamientos"
- 4 NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION)
NFPA 101 "LIFE SAFETY CODE"
ANSI/NFPA an American National Standard
February 8, 1991
- 5 NFPA "FIRE PROTECTION GUIDE TO HAZARDOUS MATERIALS
NFPA DECIMA EDICION
ENERO 1991
- 6 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
Manual de proteccion contra incendios.
2a ediciAn Ed. MAPFRE
Madrid 1983
- 7 FACTORY MUTUAL ENGINEERING CORPORATION OF AMERICA
Factory Mutual approval Guide.
Norwood MA. 1989
- 8 AUTOMATIC SPRINKLER CORP. OF AMERICA
Datos HidraÉlicos para rociadores autom ticos
Massachusets. 1987
- 9 NORMA DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO PARA LA
PROTECCION DE TANQUES POR ESPREO DE AGUA.
MARZO 1980
- 10 RONNY COLEMAN
RESIDENTIAL SPRINKLER SYSTEMS
"Protecting Life and Property"
NFPA. DIC. 90
- 11 DOUGAL DRYSDALE
AN INTRODUCTION TO FIRE DYNAMICS
NFPA. ENE. 90
- 12 RAYMOND FRIEDMAN
PRINCIPLES OF FIRE PROTECTION CHEMISTRY
SEGUNDA EDICION EN INGLES
NFPA NOV. 90
- 13 HARRY E. HICKEY
HYDRAULICS FOR FIRE PROTECTION
NFPA.ENE. 90