



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES "ACATLAN"

## LA INGENIERIA CIVIL EN LA PROTECCION CONTRA INCENDIO



T E  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
ARMANDO PADILLA PEÑA



ASESOR: M. EN I. JOSE DE JESUS AVILA PRIETO

FEBRERO 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

## **A mi Esposa Araceli**

Por todos los buenos momentos que hemos pasado juntos, por los obstáculos que vencimos en nuestra vida, por su tenacidad para lograr sus objetivos así como por su constante superación para ser buena profesionalista y buena Madre y por darme dos preciosos hijos, te amo.

## **A mi hija Anaid**

Por sus aportaciones y ayuda para terminar esta empresa. Espero que logre ser muy dichosa, siempre estaré contigo pues te quiero mucho.

## **A mi hijo Cristian**

Para que sea un ejemplo para él, pues aunque tarde logre mi objetivo, para los que él se trace en su vida los logre y sea un buen padre y profesional, siempre estarás conmigo, te quiero.

## **A mi Madre**

Que ya no esta conmigo en esta etapa de mi vida escolar siempre la recordare con cariño, amor y espiritualmente ya que fue un ejemplo a seguir para mis hermanas y para mi.

## **A mis Hermanas Victoria , Guillermina y Dioscelina**

Con los cuales viví etapas de nuestra vida muy bonitas y que seguiré queriendo ya que son parte de mi familia.

## **A mi Abuelita, Tíos, Tías, Suegros, Cuñados, Sobrinos y Sobrinas**

Que conforman parte de mi vida familiar en el mi crecimiento y convivencia diaria.

## **Al Ing. José de Jesús Ávila.**

Por la espera y su tan valioso tiempo, pues me brindo la asesoría necesaria para la culminación de ésta Tesis.

## **A mis Maestros.**

Por sus enseñanzas en toda mi etapa escolar, pues me dirigieron hacia la aplicación de los conocimientos que me trasmitieron en mi profesión.

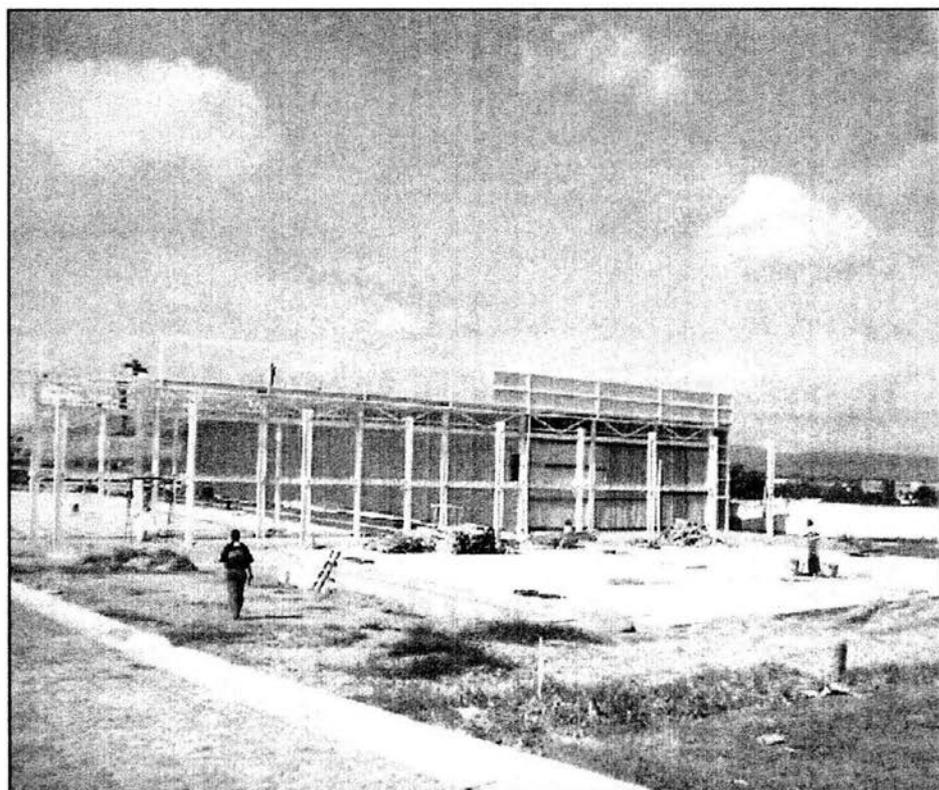


Figura 1. Obra en construcción

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	04
<b>CAPÍTULO I IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS</b>	08
1.1 Definición de prevención de incendios	08
1.2 Componentes del fuego	08
1.3 Triángulo del fuego	11
1.4 Tetraedro del fuego	11
1.5 Clasificación de incendios	15
1.6 Secretaria del Trabajo	18
1.7 Manual del ramo de incendios (Seguros)	20
1.8 National Fire Protection Assotiation (NFPA)	20
<b>CAPÍTULO II REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL DISTRITO FEDERAL</b>	22
2.1 Disposición general	22
2.2 Bases y requisitos	23
2.3 Clasificación de riesgos	23
2.4 Edificaciones de riesgo menor y mayor	26
2.5 Clasificación ante el fuego de los elementos constructivos	28
2.6 Otras leyes y normas de protección contra incendio	30
<b>CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN SISTEMAS HIDRÁULICOS</b>	33
3.1 Antecedentes	33
3.2 Los primeros tiempos	33
3.3 Historia del hidrante (conexión de manguera)	34
3.4 Historia del rociador automático (sprinkler)	36
3.5 Historia del equipo de bombeo	39
3.6 Requisitos del sistema contra incendio del reglamento de construcción para el Distrito Federal	41
3.7 Secretaria del Trabajo y Previsión Social	43
3.8 Manual del Ramo de Incendios (Seguros)	46
3.9 National Fire Protection Association	48
<b>CAPÍTULO IV OTROS SISTEMAS CONTRA INCENDIO</b>	53
4.1 Extinguidores	53
4.2 Detectores	57

4.3 Alarmas	60
4.4 Puertas contra incendio	62
<b>CAPÍTULO V EJEMPLOS DE APLICACIÓN</b>	<b>66</b>
5.1 Red de hidrantes	66
5.2 Red de rociadores automáticos	72
5.3 Formulas y tablas	80
5.4 Ejemplo numérico	86
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>94</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>94</b>

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de tesis se describen los diferentes sistemas de protección contra incendio, se hace un resumen de ellos, se analizan sus principales ventajas y desventajas y se hacen sugerencias y recomendaciones.

Se han incorporado los adelantos que se tienen hasta la fecha de estos sistemas de protección contra incendio y sus diferentes aplicaciones en México.

Se expone la problemática a la que se enfrenta en la construcción y/o remodelación de inmuebles el Ingeniero Civil, donde se requiere considerar las características de las instalaciones y de los materiales ante el fuego, las causas de su inicio, los medios de propagación, etc., para que con este conocimiento pueda establecer las medidas necesarias de prevención, control y combate de estos eventos.

Las nuevas construcciones y/o remodelaciones y/o ampliaciones (figura 2) presentan riesgos en su desarrollo por las eventualidades propias de la construcción, situación que se ve empeorada cuando las

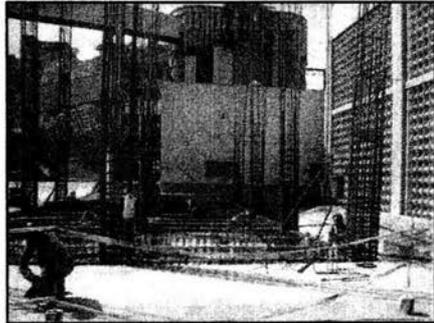


Figura 2. Obra Ampliación de instalaciones

instalaciones están en uso; la aplicación de un control de pérdidas durante el principio del diseño, pretende mejorar y mantener la seguridad en todas las fases de la obra.

La supervisión de la propiedad, la prevención por medio de un programa de control en el sitio de construcción reduce considerablemente el número de incendios y otras pérdidas durante la construcción.

La destrucción o el perjuicio de las construcciones y sus contenidos por fuego accidental, constituyen una pérdida injustificable y evitable, ya que de contar con un sistema adecuado de protección contra incendio, los daños por este siniestro serían mínimos.

En general, definido al actual desarrollo de las empresas, es difícil limitar los valores de las propiedades expuestas a un simple suceso destructivo en una cantidad que no sea catastrófica, que llegue a afectar la estabilidad económica del propietario y/o grupos de empresarios.

Tomando en cuenta la importancia que tiene la prevención contra incendio, hoy en día para cualquier tipo de inmueble, en México ya se cuenta con diferentes normas básicas para el diseño, por lo que se unifican los criterios y se facilita la aplicación de estos para proyectar los sistemas de protección.

Algunas de las normas en las que se tienen las protecciones contra incendios son:

Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (RCDF)

Normas técnicas complementarias del Distrito Federal (NCDF)

Manual del ramo de incendios (MRI)

Norma 002 Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)

Códigos de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA)

Estos manuales y/o reglamentos fijan normas con base a la experiencia e investigación de especialistas en la materia, de empresas particulares, agentes de seguros, compañía de seguros y laboratorios técnicos, etc. por lo que en gran manera son un apoyo fundamental para la selección del mejor equipo contra incendio para los diferentes tipos de instalaciones, equipos, construcciones, etc.

Estas normas tratan de reducir al mínimo las pérdidas humanas y materiales causadas por los incendios. Esto se consigue mediante la creación de conciencia en los responsables de las edificaciones; de las ventajas de contar con sistemas

que ayuden a reducir al máximo los peligros y permitan el uso rápido y eficiente del equipo y la aplicación de los medios correctos de extinción, antes de que el incendio se propague. Además del ahorro que se obtiene ya que los costos de las primas de los seguros se reducen considerablemente cuando las instalaciones cuentan con sistemas adecuados de protección.

Las recomendaciones para la selección del equipo más adecuado deben ser según el tipo de riesgo a proteger, el contar con técnicos calificados a través de estudios o experiencias, compenetrados en los últimos adelantos en la materia, que permita juzgar las combinaciones posibles de los diferentes equipos que existen actualmente en la protección contra incendios.

El objetivo general de este documento es crear conciencia en los lectores del mismo para que con lo mencionado anteriormente y tomando como base las Normas Básicas de Prevención de Incendios, se reduzcan al mínimo las pérdidas humanas y materiales causadas por el fuego. Para que los ingenieros civiles, empresarios, instituciones de gobierno, etc., consideren los beneficios que se pueden obtener al cumplir con la normatividad contra incendios.

En el primer capítulo se maneja la importancia de los sistemas de prevención y el combate a incendios, en donde se tocarán las especificaciones de la información relacionada con el fuego. Es decir, la definición de la prevención de incendios, los lineamientos, la clasificación y componentes del fuego.

El segundo capítulo abarca los parámetros que maneja la reglamentación de construcción que atañen a la clasificación de los riesgos de incendio, de acuerdo al giro de la construcción y los materiales que se utilicen dentro de la misma, para que con ello se conozca la resistencia al fuego de los materiales.

Los sistemas hidráulicos, antecedentes e historia de los sistemas contra incendio que se manejaban y como ha sido su evolución son el tema principal del tercer capítulo. También los requerimientos de protección contra incendio mínimos

que solicita el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, Secretaría del Trabajo y Previsión Social y el Reglamento de Seguros.

Se describen otros equipos contra incendio como los detectores de humo, puertas contra incendio, entre otros. Sus características, utilización y aportación en las edificaciones como complemento preventivo de los sistemas contra incendios en el capítulo cuatro.

El capítulo cinco detalla la aplicación, con el apoyo de la normatividad antes citada, de las redes de hidrantes y rociadores automáticos dentro de una construcción. Además de un ejemplo claro de las ventajas en costo-beneficio de la utilización de un sistema contra incendios.

# **CAPÍTULO I**

## **IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIO**

### **1.1 DEFINICIÓN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

La prevención tiene como objeto evitar la ocurrencia de un incendio, pero en el caso de que estos accidentalmente lleguen a producirse, se deberá intentar reducirlos y eliminarlos a través de una correcta utilización de los medios de extinción. La acción de estos medios debe ser estudiada y coordinada en un plan preestablecido, en él se designarán responsabilidades y se seleccionarán los medios materiales que deban existir en cada zona y/o sector de la edificación. Uno de los medios materiales a utilizar en la lucha contra incendio es el agente extintor, otro ejemplo serían los hidrantes o un sistema de rociadores automáticos.

Para que se produzca la extinción de un incendio se debe aplicar la cantidad necesaria de agente extintor adecuado para el tipo de fuego originado.

Las normas básicas para la prevención de incendios abarcan todas las medidas relacionadas con la investigación, prevención y extinción de incendios, para la protección de la vida humana y conservación de equipos, materiales, instalaciones y edificios.

La prevención, es un término usado para indicar todas las medidas directas tendientes a evitar el comienzo del fuego.

### **1.2 COMPONENTES DEL FUEGO**

La combustión, en sentido amplio, se define como toda reacción química entre un combustible y un comburente, relativamente rápida de carácter exotérmico, que se desarrolla en fase gaseosa o en fases gas – líquido.

El fuego puede tener múltiples formas, pero en la mayoría de los casos se trata de una reacción química que depende sobre todo del estado físico y distribución del combustible y de su medio ambiente.

Generalmente la combustión no puede iniciarse por sí sola, siendo necesario que una fuente auxiliar pueda suministrar un mínimo de energía calorífica exterior.

A la producción de calor y luz se le denomina, comúnmente fuego. Sin embargo, para que este ocurra deben de existir tres elementos principales:

- Oxígeno (agente oxidante)
- Calor (temperatura)
- Combustible (agente reductor)

### **1.2.1 Oxígeno**

Debido a que el fuego es un fenómeno de oxidación, es necesaria la presencia de oxígeno para su existencia, pero debe formar una mezcla con los vapores combustibles en proporciones adecuadas. Si existen solamente vapores inflamables, no es posible producir fuego, igualmente si la mezcla es rica en oxígeno no habrá suficientes vapores combustibles para que arda la mezcla. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el agente oxidante será el oxígeno que se encuentre en el aire, el uso del término agente ayuda a explicar como algunos compuestos, como el nitrato de sodio y el cloruro de potasio, que liberan su propio oxígeno durante el proceso de combustión pueden arder en un ambiente sin oxígeno.

En términos generales se puede decir que una combustión se desarrollará tanto como lo permita su alimentación de oxígeno.

### **1.2.2 Calor**

La energía necesaria para que el combustible se vaporice y el fuego se inicie y mantenga se denomina calor.

El calor necesario para iniciar un fuego generalmente proviene de una fuente externa que vaporiza el material combustible y sube la temperatura de los gases hasta su punto de inflamación, después el mismo calor que desprende el combustible que va ardiendo vaporiza e inflama el combustible.

Para que se inicie y continúe una combustión, tiene que aumentar el nivel de energía en forma de calor, lo que desencadena un aumento en la actividad molecular de la estructura química de una sustancia. La temperatura es la medida de actividad molecular dentro de la materia. En presencia de un agente oxidante, un combustible con un nivel de energía lo suficientemente alto puede arder. La combustión entonces continúa o se renueva por sí sola, siempre que se encuentren presentes el calor y la energía. Los agentes que reducen o absorben este calor disminuyen el nivel de energía necesario para que haya combustión, resultando en la extinción del fuego.

### **1.2.3 Combustible**

Un material combustible, cuando se combina con el oxígeno da lugar a la producción de energía térmica. Un elemento de propagación del fuego es que al calentarse el material combustible a una temperatura determinada se generan vapores que al combinarse con el aire en presencia de una flama o chispa se quema.

El combustible se define como cualquier sólido, líquido o gas que puede ser oxidado. El término de agente reductor se refiere a la capacidad del combustible

de reducir un agente oxidante. La oxidación es el término usado para representar una reacción química que combina un agente reductor con oxígeno.

Existen tres tipos de combustibles, estos son sólidos, líquidos y gaseosos. La mayoría de los combustibles o agentes reductores contienen un gran porcentaje de carbono e hidrógeno. Entre los combustibles más comunes se encuentran los siguientes compuestos que producen fuego:

- hidrogeno
- muchos compuestos ricos en carbono e hidrógeno, tales como la gasolina y el propano
- materiales tales como madera y textiles
- muchos metales como magnesio, aluminio y sodio
- líquidos como el alcohol y aceites

### 1.3 TRIÁNGULO DEL FUEGO

El estudio de la dinámica del fuego y de su extinción requiere la utilización de disciplinas tales como la mecánica de fluidos, termodinámica (las transferencias de calor y materia) y la cinética química. Para comprender mejor este fenómeno la literatura especializada emplea un triángulo para representar los elementos básicos del fuego, tal como se ilustra en la figura 3:

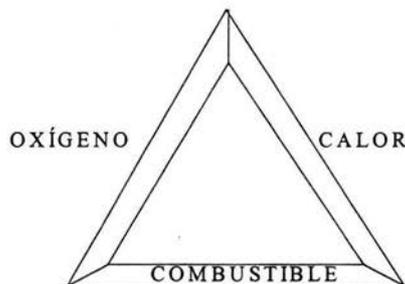


Figura 3. Triángulo del fuego

### ***Fuentes de oxígeno:***

Es requerido aproximadamente el 16% de oxígeno. El aire normalmente contiene 21% de oxígeno. Algunos materiales contienen suficiente oxígeno dentro de sus propiedades para soportar la combustión.

### ***Fuentes de calor:***

Para alcanzar su temperatura de ignición flama abierta-medio, el sol, superficies calientes, chispas y arcos eléctricos, fricción, acción química, energía eléctrica y acumulación de gases.

### ***Fuentes combustibles:***

Se clasifican en gases, líquidos y sólidos. Ejemplos de los primeros son: el gas natural, el butano, el hidrógeno, acetileno; de los líquidos: la gasolina, alcohol, pintura, barniz y de los sólidos: carbón, madera, papel, telas, plásticos, granos alimenticios, etc.

El fuego es una reacción química también conocida con el nombre de combustión, que se define como un proceso que se mantiene a sí mismo cuando un combustible es reducido en forma muy rápida por un agente oxidante. Con la evolución de calor y luz.

Es importante destacar que la falta de alguno de los elementos descritos anteriormente impide la producción del fuego o bien su eliminación permite extinguirlo. Es por ello que los métodos de prevención de incendios, se basan en la reducción o eliminación de uno de estos elementos.

## **1.4 TETRAEDRO DEL FUEGO**

Este modelo es más complejo que el anterior ya que considera que la producción del fuego consta de lo siguiente:

- Oxígeno (agente oxidante)
- Calor (temperatura)
- Combustible (agente reductor) y
- Reacción química o sucesiva

Las tres primeras fueron mencionadas en el triángulo del fuego. La reacción química o sucesiva se describen a continuación:

Los principios de las reacciones químicas aún no se conocen totalmente y están en un área de investigación permanente. Para entender los principios de una reacción química, en primer instancia debemos saber que la parte de la combustión que produce llamas es el resultado de la separación de vapores de la fuente combustible. Los vapores contienen sustancias que combinadas en proporciones correctas con el oxígeno arden. Se ha comprobado que introduciendo ciertos agentes al proceso de la combustión causan una rápida extinción de las llamas. La extinción resulta debido a que las sustancias activas presentes en los vapores del combustible son inhibidas y así no pueden completar sus papeles en las reacciones necesarias para la combustión.

De acuerdo con esta postura, para eliminar o reducir los efectos del fuego se requiere:

- Eliminar el calor tan rápidamente como se está produciendo
- Separar el combustible del agente oxidante
- Diluir la concentración, en la fase vapor del combustible, con agentes por debajo de la combustión
- Terminar (cortar) la secuencia de la cadena de reacciones químicas que se están produciendo

#### ***1.4.1 Métodos de Propagación del Fuego***

El calor puede pasar por un edificio ardiendo por uno de estos tres métodos: conducción, convección y radiación. La existencia de calor dentro de una sustancia es causada por la acción molecular. De esta manera mientras el calor

se hace más intenso el movimiento de las moléculas es similar. Debido a que el calor es energía desordenada nunca es constante, pero es continuamente transferido de objetos de una temperatura más alta a aquellos de temperatura más baja. El más frío de dos cuerpos en contacto absorberá calor hasta que ambos cuerpos tengan la misma temperatura.

### ***Conducción:***

El calor puede ser conducido de un cuerpo a otro por contacto directo de los dos cuerpos o por un medio conductor de calor. la cantidad de calor que sea transferido y su proporción de velocidad de transferencias por este medio depende de la conductividad del material a través del cual el calor está pasando. no todos los materiales tienen la misma conductividad de calor. Aluminio, cobre y fierro son buenos conductores, otros sólidos, como piedra y madera son pobres conductores. Los materiales fibrosos tales como fibra de vidrio, fieltro y tela también son malos conductores, los líquidos y gases presentan las mismas características.

### ***Convección:***

Es la transferencia de calor por el movimiento de aire o líquidos. Este movimiento es diferente al molecular mencionado en la conducción.

Cuando los líquidos o gases se calientan, comienzan a moverse por sí mismos. En el caso de los gases si son calentados se expandirán haciéndose más livianos y moviéndose hacia arriba. Mientras el aire calentado haciende uno más fresco lo sustituye en los niveles más bajos, razón por la que las personas deben mantenerse en las partes bajas de tal ambiente.

La programación del fuego por la convección tiene más influencia sobre las disposiciones para el ataque contra el incendio y la ventilación que por la conducción y la radiación. La diseminación del fuego por la convección es principalmente hacia arriba, aunque corrientes de aire pueden llevar el calor en cualquier dirección. Las corrientes convexas de calor generalmente son la causa del movimiento del mismo entre áreas contiguas.

### ***Radiación:***

Este método de transmisión de calor es conocido como “radiación de ondas de calor”. El calor radiado se desplazará por el espacio hasta que alcance algún objeto. Mientras el objeto está expuesto a la radiación de calor, se devolverá el calor de su superficie. El calor radiado es una de las principales fuentes de propagación del fuego y su importancia demanda un ataque defensivo en las partes donde la exposición a las radiaciones es significativa.

## **1.5 CLASIFICACIÓN DE INCENDIOS**

Los incendios han sido clasificados principalmente en cuatro clases, según se maneja en las diferentes publicaciones que existen sobre la materia, de acuerdo a las características y naturaleza inflamable o combustible de los diferentes materiales utilizados en todo tipo de edificaciones y para el servicio de las necesidades humanas.

Esta clasificación sirve de apoyo tanto al Ingeniero Civil como a otras especialistas para que elijan los materiales de construcción adecuados para evitar incendios en sus inmuebles, en materia de seguridad y prevención de fuegos.

A continuación se describen los diferentes tipos de clasificación de incendios.

**Clase A:** son aquellos incendios de naturaleza sólida y combustible generalmente de tipo orgánico, ya que contienen carbono. Algunos de estos materiales son el papel, madera (figura 4), basura, textiles y en general materiales sólidos que al quemarse se agrietan produciendo cenizas y brasas.



Figura 4. Cartón y madera

Para combatir esta clase de incendios se requiere el uso de grandes cantidades de agua o soluciones que la contengan en gran porcentaje.

La identificación de este tipo de fuegos de acuerdo a la normatividad correspondiente al siguiente símbolo:



**Clase B:** En esta clasificación se consideran a los incendios que se originan a partir de algunos líquidos o sólidos inflamables, que pueden ser solubles y/o insolubles en agua. También son aquellos que se producen con la mezcla de un gas y el aire, como ejemplo se tienen la



Figura 5. Almacenamiento de alcohol en barricas.

gasolina, thinner, alcohol (Figura 5), etanol y metanol. Así como gases derivados del petróleo como el butano y propano.

Para su control se requiere la aplicación de un agente extintor que lo recubra como el agua ligera (AFFF), el bióxido de carbono, polvo químico seco o la espuma química.

La identificación de este tipo de fuegos de acuerdo a la normatividad correspondiente al siguiente símbolo:



**Clase C:** Dentro de este tipo se consideran aquellos que se producen a partir de la corriente eléctrica. Esta clase de incendios no se debe propiamente a una combustión sino a una ignición (inflamación o encendido), como ejemplo de este tipo de fuego se puede citar un corto circuito en las

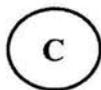


Figura 6. Tablero de control y transformador

líneas o cables eléctricos, en tableros de control o transformadores (Figura 6).

Para su extinción se requiere de un agente extintor no conductor de electricidad como el bióxido de carbono, el gas halón, inergen y el FM200.

La identificación de este tipo de fuegos de acuerdo a la normatividad correspondiente al siguiente símbolo:



**Clase D:** Este tipo de incendios se producen por algunos materiales bajo ciertas condiciones físicas y químicas que se encuentran en contacto con el agua. Algunos de estos son los producidos por el magnesio (Figura 7), fósforo, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio o el



Figura 7. Almacén de magnesio

zinc. Actualmente no existe un agente extintor en específico para cada metal, por lo que para su extinción se requiere polvo químico, tierra o arena, materiales que deben estar secos y nunca se debe utilizar agua.

La identificación de este tipo de fuegos de acuerdo a la normatividad correspondiente al siguiente símbolo:



### **1.5.1 OTRAS CLASIFICACIONES DE INCENDIOS**

Actualmente existen otras formas de clasificar los incendios, estas fueron realizadas por empresas gubernamentales como la Secretaria del Trabajo y Prevención Social y particulares como las compañías de seguros. A continuación se describen las más importantes, ya que también son utilizadas como bases y complemento para determinar las protecciones contra incendio en toda edificación en la República Mexicana.

Cabe mencionar que la mayoría de los incendios abarcan más de una categorización, ya que por lo regular es una combinación de las 3 primeras clasificaciones (A, B y C) que fueron mencionadas anteriormente en la clasificación de incendios. Es importante conocerlas y manejarlas para la designación adecuada del equipo contra incendio. Los incendios tipo D, no poco comunes, pero hay que tomarlos en cuenta para su extinción en cada caso en particular.

## **1.6 SECRETARÍA DEL TRABAJO (STPS)**

Esta dependencia de gobierno publicó en el año 2000, su nueva norma sobre las Condiciones de Seguridad, Prevención, Protección y Combate de Incendios en los Centros de Trabajo.

Dentro de ésta se da a conocer la clasificación del grado de incendio, estas son de riesgo bajo, medio y alto; para determinar esta clasificación la dependencia se basó en publicaciones tanto nacionales como internacionales, tales como The National Fire Protection Association, la Organización Internacional del Trabajo, la Norma Técnica de Competencia Laboral y el Manual de Seguridad contra Incendio fundación Mapfre. A continuación se dan a conocer los parámetros para determinar esta clasificación. (Ver tabla 1)

**GRADO DE RIESGO**

<b>CONCEPTO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Altura de la edificación en metros	Hasta 25	No aplica	Mayor de 25
Numero total de personas que ocupan el local, incluyendo trabajadores y visitantes	Menor de 15	Entre 15 y 250	Mayor de 250
Superficie construida en metros cuadrados	Menor de 300	Entre 300 y 3000	Mayor de 3000
Inventarios de gases inflamables en litros (en fase líquida)	Menor de 500	Entre 500 y 3000	Mayor de 3000
Inventarios de líquidos inflamables en litros	Menor de 250	Entre 250 y 1000	Mayor de 1000
Inventarios de líquidos combustibles en litros	Menor de 500	Entre 500 y 2000	Mayor de 2000
Inventarios de sólidos combustibles en kilogramos (excepto mobiliario de oficina)	Menor de 1000	Entre 1000 y 5000	Mayor de 5000
Inventarios de materiales pirofóricos y explosivos	No aplica	No aplica	Cualquier cantidad

Tabla 1. Grado de riesgos

Como se puede observar en la tabla anterior hay conceptos que la Ingeniería Civil debe conocer y puede aplicar para definir los sistemas de protección contra incendio en cualquier edificación que vaya a diseñar.

## **1.7 MANUAL DEL RAMO DE INCENDIOS (MRI)**

La Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros realizó su clasificación de incendios por las características de la materia combustible que los produce. Con base en lo anterior estos son de clase A, B, C y D iguales a estándares nacionales e internacionales.

Esa clasificación se realizó para poder determinar que equipo contra incendio (más adelante se ahonda en el tema) se debe tener en las edificaciones y anteriormente se usaba para poder otorgar algún descuento en las primas de seguros. En la actualidad esto no sucede ya que es del tipo comercial.

## **1.8 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)**

Esta organización da a conocer por medio de sus códigos, los criterios generales así como las bases de apoyo para toda persona que requiera seleccionar sistemas y considere detalles constructivos y otros conceptos en su edificación.

Su clasificación es realizada con base en la ocupación del inmueble los cuales son: ligeros, ordinarios y extraordinarios, utilizados exclusivamente para el Sistema de Rociadores Automáticos.

Los del tipo ligero son ocupaciones o porciones donde la cantidad del combustible de los contenidos es baja y se espera incendios con un coeficiente de liberación de calor relativamente bajo. Dentro de esta clasificación se encuentra las siguientes edificaciones: iglesias, hospitales, oficinas y departamentos.

Los del tipo ordinario se dividen en dos grupos: ordinario 1 y ordinario 2. Para el caso del primero, se indica que la cantidad y combustibilidad de los contenidos es moderada y se esperan incendios con un coeficiente de liberación de calor moderado. Dentro de este grupo se incluyen las edificaciones de

abarrotes, supermercados, carpinterías, bibliotecas, garages, panaderías, lavanderías, fábricas de conservas, etc.

Para el grupo 2 ordinario las edificaciones son molinos de cereales, manufactura de productos de confección, procesos de pinturas, fábricas de confección, laboratorios, farmacias, fábricas de zapatos, manufactura de llantas y en donde los combustibles no exceden de 3.70 metros de altura de almacenamiento.

También para los del tipo extraordinarios existen dos grupos. En estos se incluye donde la cantidad de combustibilidad es muy alta y se presenta la posibilidad de un rápido desarrollo del fuego. Las edificaciones del grupo extraordinario 1 son manufacturas de triplay, fundiciones, metalúrgicas, manufacturas de madera y aglomerados, industrias de impresión y engomado, empaques de textiles y fabricación de espumas sintéticas; para el grupo extraordinario 2 son las impregnaciones asfálticas, aceites refrigerantes, limpiezas con pintura y barniz.

Como apoyo de lo anterior a continuación se dan a conocer las características de combustión de algunos materiales

<i>Sustancia</i>	<i>PODER CALORÍFICO</i>	
	<i>BTU/Lb</i>	<i>KJ/Kg</i>
Aserrín	8.49	19.75
Viruta de madera	8.24	19.18
Cartón de fibra corrugada	5.97	13.86
Papel prensa	7.88	18.33
Papel para envolver	7.10	16.53
Coque de petróleo	15.80	36.75
Asfalto	17.15	39.91
Aceite de semilla de algodón	17.10	39.77
Petróleo (parafinas)	17.64	41.03

## **CAPÍTULO II**

### **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL DISTRITO FEDERAL**

#### **2.1 DISPOSICIÓN GENERAL**

La revisión del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (RCDF), es realizada por la Asamblea de Representantes, esto ha servido para actualizar algunos artículos que sólo con la práctica profesional constante y la aplicación de las Normas de Construcción se han podido experimentar.

El reglamento simplifica sus términos y establece un cuerpo más flexible, sobretodo porque muchas condiciones de diseño se basan en las Normas Técnicas Complementarias.

A través de estas normas se dan a conocer las disposiciones legales y reglamentarias aplicables en materia de Planificación, Seguridad, Estabilidad e Higiene. Asimismo, al uso de los terrenos o de las edificaciones propiedad pública o privada.

La aplicación y vigilancia del cumplimiento de este reglamento corresponde al Departamento del Distrito Federal.

En una de las normas técnicas complementarias del Distrito Federal (NCDF) que tiene este reglamento se manejan las protecciones contra incendio. La cual indica que todas las edificaciones de acuerdo a un tipo de riesgo, deberán disponer de instalaciones y equipos para prevenir y combatir incendios. Esto surgió debido a que las autoridades del Distrito Federal están preocupadas por el alto crecimiento urbano y a la explosión demográfica del área metropolitana ya que la ciudad se ha convertido en una zona de alto riesgo de incendio, lo que implica un peligro para la seguridad personal y del patrimonio de los habitantes de la Ciudad de México.

## 2.2 BASES Y REQUISITOS

Para determinar lo anterior se establecieron dos formas de clasificación, una que se indica en el Reglamento de Construcción y otra en la Norma Técnica.

Ambas establecen el tipo de riesgo que tiene una edificación y/o construcción.

En el caso de la primera, se determinan sus riesgos con base en la altura y a la superficie construida. Ejemplo: casas habitación.

La segunda, concierne a los factores de combustibilidad, cantidad de materiales, fuentes de calor y toxicidad que se pueden presentar en las edificaciones. Ejemplo: fábricas.

En ambos casos las construcciones se catalogan como riesgo menor y mayor explicados en el apartado siguiente.

Esta clasificación es fundamental, ya que sirve para determinar el equipo de control y combate contra incendio que se deben tener en todos los inmuebles.

## 2.3 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

Como se indicó anteriormente, solo existen dos tipos de riesgos en la Reglamento de Construcción y en las Normas Técnicas, como son el de Riesgo Menor y el de Riesgo Mayor.

Para determinar lo anterior se basa en la siguiente clasificación:

### 2.3.1 *Reglamento de Construcción*

**Riesgo Menor:** Son aquellas edificaciones de hasta 25.00 metros de altura, con hasta 250 ocupantes y una superficie construida de 3000 metros cuadrados. Como ejemplo de lo anterior podemos citar las casas habitación, los servicios de lavado de autos, pequeñas farmacias, etc. En el inciso 2.4.1 de este documento se mencionan algunos otros.

**Riesgo Mayor.** Son aquellas edificaciones mayores de 25.00 metros de altura, con más de 250 ocupantes o más de 3 000 metros cuadrados de construcción. Además dentro de esta clasificación se consideran a las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pintura, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo. En el inciso 2.4.2 de este documento se mencionan algunos otros.

El análisis para determinar las excepciones a esta clasificación y los riesgos correspondientes se establecen en la Norma Técnica que a continuación se cita:

### **2.3.2 Norma Técnica**

Su clasificación para determinar el grado de riesgo de incendio, esta definido de acuerdo a la siguiente tabla.

Riesgo Menor: de 1111 al 2232

Riesgo Mayor: de 2233 al 6455

Los dígitos que forman estas cifras, obedecen a factores determinantes para la posibilidad de un incendio, a continuación se detalla esta clasificación:

**2.3.3 El primer dígito** (de izquierda a derecha) indica la combustibilidad de acuerdo a los materiales que se manejan, en el inmueble.

<b><u>Primer dígito</u></b>	<b><u>Identificación</u></b>
1	Incombustible
2	Combustión lenta
3	Combustión moderada
4	Combustibles normales
5	Intensamente combustibles
6	Explosivos

**2.3.4 El segundo dígito** indica la concentración de material en volumen y peso por área. Esta se mide en litros o kilogramos de material inflamable por metro cuadrado de la edificación.

**Segundo dígito**

	<b><u>Identificación</u></b>	
1	Concentración de 1 a 100 lts o kgs	Baja
2	Concentración de 100 a 500 lts o kgs	Media
3	Concentración de 500 a 5000 lts o kgs	Alta
4	Concentración de más de 5000 lts o kgs	Extra

**2.3.5** *El tercer dígito*, indica la posibilidad de unión suficiente entre fuentes de calor necesarios para iniciar un incendio (ejemplo: instalaciones eléctricas) y las sustancias o materiales combustibles (ejemplo: cartón) que se manejan en los locales de las edificaciones.

**Tercer dígito**

	<b><u>Identificación</u></b>
1	No existe. Cuando no hay posibilidad de contacto entre combustibles y fuentes de calor
2	Leve. Cuando hay posibilidad de unión entre combustibles con fuentes de calor, aunque sea una posibilidad muy remota.
3	Mediana. Cuando se manejan fuentes de calor.
4	Grande. Cuando se manejan grandes cantidades de fuentes de calor.
5	Extraordinario. Cuando hay exceso en cantidad y magnitud de fuentes de calor.

**2.3.6** *El cuarto dígito* indica la toxicidad y el grado de daño que puede causar a la salud los vapores que se desprenden de los materiales que se manejan aún sin haber llegado a producirse un incendio. (según la Secretaría de Salud, la Secretaría de Trabajo y Prevención Social y fabricantes de los productos, etc.)

**Cuarto dígito**

	<b><u>Identificación</u></b>
1	Inofensivo. Materiales que no producen daños temporales ni permanentes
2	Irritante. Materiales que producen molestias temporales como ardor en los ojos o piel
3	Tóxico Bajo. Materiales que producen daños permanentes o temporales sin llegar a producir la muerte excepto en caso de exposición prolongada
4	Alta Toxicidad. Materiales que producen lesiones letales aún en casos de exposición ligera.
5	Radioactivo. Material que produce lesiones permanentes, aún cuando éstas no aparecen inmediatamente.

Una vez realizado lo anterior, se puede conocer el grado y la clase de riesgo de la edificación, ya sea menor o mayor. Determinándose el equipo contra incendio que debe disponerse en las instalaciones.

Para facilitar lo anterior, la Norma Técnica ha emitido una clasificación de los riesgos, con base en el giro u ocupación, como más adelante se da a conocer.

## 2.4 EDIFICACIONES DE RIESGO MENOR Y MAYOR

Como apoyo para la mejor identificación y determinación del equipo contra incendio con que se deberá de disponer en las diferentes edificaciones de la Ciudad de México. Cabe hacer la aclaración, que esta clasificación también se puede utilizar en toda la República Mexicana como apoyo para determinar el equipo de protección.

### 2.4.1 EDIFICACIONES DE RIESGO MENOR

- A) Abrasivos
- B) Artefactos domésticos (sin fabricación)
- C) Asbesto cemento (Figura 8)
- D) Cerámica
- E) Conductores eléctricos
- F) Dulcería y pastelería (sin fabricación)
- G) Ladrillera
- H) Metales (sin fundición y pintura)
- I) Misceláneas
- J) Mineras
- K) Química Baja
- L) Armadora (sin fabricación)
- M) Azufreras (casa de máquinas)
- N) Cerveceras y similares (sin proceso)



Figura 8. Fabrica de asbesto y cemento

- O) Embotelladoras (son proceso)
- P) Empacadoras de alimentos, frutas, verduras y materia prima para dulces
- Q) Expendios de carne y verduras
- R) Oficinas y comercios hasta dos niveles
- S) Talleres y estacionamientos
- T) Vidrieras

#### 2.4.2 EDIFICACIONES DE RIESGO MAYOR

- A) Aceites
- B) Industrias agropecuarias
- C) Alcoholicas
- D) Artes gráficas
- E) Ingenios azucareros
- F) Abarrotes
- G) Aceites (extracción con disolventes) (Figura 9)
- H) Barnices y lacas
- I) Cartoneras
- J) Cigarreras
- K) Colchoneras
- L) Centros de Reunión (más de 250 personas)
- M) Combustibles (hidrocarburos)
- N) Distribuidoras (sin fuego)
- O) Explosivos
- P) Fondas y cafés
- Q) Fabrica de alimentos procesados y naturales (con cocción)
- R) Gases inflamables
- S) Harineras
- T) Huleras
- U) Jaboneras y detergentes
- V) Laboratorios
- W) Lijas
- X) Madereras
- Y) Materias primas de origen animal y vegetal
- Z) Medicinas
- AA) Panificadoras
- AB) Papeleras
- AC) Peleteras
- AD) Pinturas
- AE) Plásticos



Figura 9. Fabrica de aceites

En caso de existir alguna duda sobre este listado, será conveniente realizar el cálculo indicado en el punto anterior.

## 2.5 CLASIFICACIÓN ANTE EL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los materiales utilizados en la construcción de los diferentes edificios son un factor muy importante para evitar que sirvan como combustibles en un incendio, ya que una selección no adecuada de estos conlleva el riesgo de pérdidas humanas y activos que serían considerables. Por tal motivo, a continuación se presentan las características de resistencia al fuego que deberán tener estos elementos constructivos para que sean consideradas dentro de los proyectos de las diferentes edificaciones. Ver tabla 2

<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ANTE EL FUEGO</b>		
<b>Elementos Constructivos</b>	<b>Riesgo menor (resistencia)</b>	<b>Riesgo mayor (resistencia)</b>
Columnas, vigas, trabes, entrepisos, techos, muros de carga, muros en escalera, rampas y elevadores	1 hr.	3 hrs.
Escaleras y rampas	1 hr.	2 hrs.
Puertas de comunicación a escaleras, rampas y elevadores	1 hr.	2 hrs.
Muros interiores divisorios	1 hr.	2 hrs.
Muros exteriores en colindancia y muros en circulaciones horizontales	1 hr.	1 hr.
Muros en fachadas	material incombustible (*) ambos riesgos	

Tabla 2. Características de los materiales ante el fuego  
Referencia: NCDF

Los plafones y sus elementos de suspensión y sustentación se construirán exclusivamente con materiales cuya resistencia mínima al fuego sea de una hora.

(\*) Como material incombustible está el adobe, tabique, ladrillo, block de cemento, yeso, asbesto, concreto, vidrio y metales, pues ante el calor difícilmente sufren daños.

Con respecto a los elementos estructurales de acero de las edificaciones de riesgo menor y mayor, estas deberán ser protegidas con recubrimientos de cualquiera de los siguientes materiales: concreto, mampostería, yeso, cemento Pórtland, arena ligera, perlita o vermiculita, aplicaciones a base de fibras minerales, pinturas retardantes al fuego u otros materiales aislantes que aprueben las autoridades correspondientes, en los espesores necesarios para obtener los tiempos mínimos de resistencia al fuego como se indicaron para cada estructura en la tabla anterior.

Con respecto a las estructuras de madera, tanto para riesgo menor como mayor, deberán ser protegidas por medio de aislantes o retardantes al fuego que sean capaces de garantizar los tiempos mínimos indicados anteriormente.

Otro de los puntos en los cuales se debe poner atención en la construcción de la edificación, es los recubrimientos para muros falsos, plafones y accesorios decorativos, ya que también deben tener una resistencia al fuego como a continuación se indica en la Tabla 3:

<b>Espesor (cm)</b>	<b>Descripción del muro</b>	<b>Resistencia al fuego (horas)</b>
5	Aplanado macizo de yeso con virutas sobre una capa de yeso de 9.5 mm.	1
5	Aplanado macizo de arena y yeso	1
5	Aplanado macizo de cemento portland	1
5	Bloques macizos de yeso	1
7.6	Bloques huecos de yeso	1
7.6	Losetas estructurales huecas de arcilla	1
7.6	Losetas huecas de hormigón de cenizas, con aplanado de 13 mm. por los dos lados.	1
7.6	Capas de yeso de 9.5 mm. aplanados por los dos lados.	1
10	Losetas estructurales huecas de arcilla	1
10	Losetas huecas de hormigón de cenizas	1.5

15	Losetas huecas de arcilla	1.5
5	Aplanado macizo con viruta	2
7.6	Bloques huecos de yeso, con aplanado de 13 mm. por todos lados	2
10	Bloques huecos de yeso	3
6.5	Aplanado macizo de yeso con viruta	3
1.5	Loseta para falso plafón de cualquier material	3

Tabla 3. Características de los materiales ante el fuego  
Referencia: NCDF

## 2.6 OTRAS LEYES Y NORMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Para conocer los criterios que se utilizan o se basan para la elección de un sistema contra incendio adecuado, cada país establece normas o leyes propias, en algunos casos toman como referencia las que existen en otros países para complementarlas. Ejemplo: la normatividad propia de la Comunidad Europea y la americana.

Las leyes, o parte de ellas, relativas a la seguridad contra incendio, son creación de los cuerpos legislativos, las oficinas administrativas del gobierno sean federal o estatal o municipal. Los cuales son los instrumentos a través de los cuales se ponen en práctica estas normas.

La expresión leyes de incendio, significa cualquier ley o previsión legal referente a la seguridad contra el fuego. El término de ley también se usa en un sentido amplio, refiriéndose a toda clase de estatutos, documentos o similares creados para salvaguardar la integridad física de las personas y de su patrimonio.

Por tradición, la seguridad contra incendio se consideraba de competencia local, la historia muestra que ha crecido en proporción directa a la aglomeración de personas en pequeñas comunidades y pueblos. La protección contra fuego se hizo necesaria para la supervivencia, en consecuencia ahí es donde comenzaron las reglas y leyes contra incendios.

Hoy en día los límites en los que termina la responsabilidad legislativa sobre las leyes contra incendio y donde comienza la ejecutiva varía según la jurisdicción y su aplicación por los distintos niveles de gobierno.

La seguridad contra incendio como preocupación reconocida y legitimada por el gobierno, solamente procede de la segunda mitad del siglo XIX. En la actualidad las leyes estatales y locales que afectan la seguridad representan un ejercicio que está reservado exclusivamente al estado.

Los principales instrumentos para la puesta en vigor de la autoridad reguladora de las leyes contra incendio a nivel de estado suele ser a través de la oficina(s) del jefe de bomberos de la localidad y a la cual suelen darle poder para establecer reglamentaciones relativas a la protección contra incendio de los diversos riesgos y en muchos casos tiene efecto de ley.

Las leyes contra incendio que se han desarrollado sobre una base local, generalmente definen de forma más estrecha las leyes estatales o se refieren a un problema específico de la localidad.

Normalmente se establecen oficinas para administrar y verificar el cumplimiento de las leyes. La mayor parte de los estados utilizan las normas elaboradas por el Gobierno Federal como base para realizar sus inspecciones y el cumplimiento de los requisitos de protección contra incendio de toda edificación.

La reglamentación contra incendio generalmente se enfoca a dos aspectos:

- Lo que se refiere a los edificios
- La que se refiere a los materiales, procesos y equipos peligrosos

Actualmente en México existen varias organizaciones federales y privadas que se han preocupado a través del tiempo por reducir los altos índices de siniestralidad y pérdidas causadas por los incendios.

Algunas de estas dependencias que ya están elaborando Normas y/o Leyes sobre las Protecciones contra Incendio son:

- ❖ Secretaria del Trabajo y Previsión Social (Gubernamental) que en su Norma 002 del 2000 indica los requisitos básicos para la protección contra incendio, esta es de observancia en toda la República Mexicana.
- ❖ Departamento del Distrito Federal (gubernamental) en su Reglamento de Protección Civil del 1997, indica que se debe crear un programa específico de seguridad y sus simulacros. Éste se desarrollo para el Distrito Federal y se ha ajustado de acuerdo a las características de cada Estado.
- ❖ Asociación Mexicana de Instituciones en Seguros, que a través de su reglamento y tarifa (MRI) da a conocer los requisitos para las protecciones contra incendio. Se aplica en toda la República Mexicana y su valor disminuyó considerablemente ya que actualmente no se aplica descuentos en las primas de seguros salvo los comerciales o negociables entre el asegurado con la aseguradora a través del corredor de seguros.
- ❖ National Fire Protection Association (NFPA), da a conocer por medio de sus códigos las características de los equipos contra incendio, se están actualizando constantemente. Es utilizada por las compañías de seguros para solicitarla a sus clientes en las diferentes edificaciones que ellos están asegurando.
- ❖ Otras empresas que sirven también de apoyo a las Compañías de Seguros están las empresas Factory Mutual, IRI, entre otras.

## CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN SISTEMAS HIDRÁULICOS

### 3.1 ANTECEDENTES

Al igual que todo bien que los humanos utilizan para su bienestar, en la actualidad el equipo contra incendio que sirve de protección contra fuego, también ha sufrido transformaciones a través del tiempo ya que conforme fueron cambiando las condiciones de vida se requirió de mejores fuentes que las protegieran y

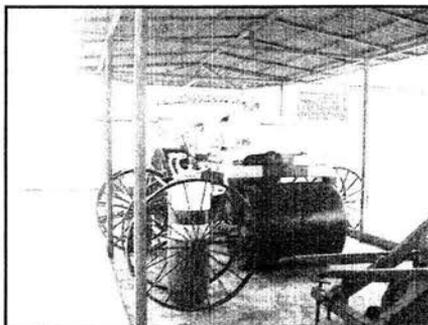


Figura 10. Equipo de bombeo antiguo

evitaran tanto las pérdidas humanas como económicas. Por lo anterior a continuación se da a conocer una breve reseña histórica de los sistemas de protección, principalmente los que funcionan con agua como son los hidrantes (conexiones de manguera), rociadores automáticos y equipo de bombeo. Figura 10

Esta información podrá servir a la Ingeniería Civil, para que conozca como han cambiado con el tiempo las actuales protecciones contra incendio que se recomienda en las diferentes edificaciones que existe en la Republica Mexicana.

### 3.2 LOS PRIMEROS TIEMPOS

El control y aprovechamiento del fuego, al igual que la capacidad de razonar, tener un techo de protección y de caminar erguido, etc. es característico del ser humano.

El fuego ha acompañado y servido al hombre desde la Prehistoria. Sin embargo, hasta hoy el dominio que los humanos tienen sobre este elemento dista mucho de ser perfecto y su comprensión del mismo es limitada.

Son muy pocos los aspectos de nuestra vida diaria en los que no participa el fuego, sus aplicaciones van mucho más allá de sus necesidades humanas primarias, como son el disponer de alimentos cocinados o de calefacción.

Al extenderse el hábitat de los humanos fuera de las cavernas, se amplió el campo de aplicación del fuego y consecuentemente la necesidad de entenderlo y dominarlo como fenómeno.

La lucha organizada contra el fuego es casi tan antigua como la vida misma, comienza cuando el hombre primitivo al observar que la lluvia sofoca al fuego, deduce que es eficaz enfrentar elemento contra elemento y así une pieles de animales para transportar el agua de un lugar a otro y proteger de un posible incendio sus viviendas; esta prevención surge cuando el fuego se vuelve contra el hombre y su medio.

El fuego da calor y bienestar, su llama es alimento del hogar pero igualmente puede ser destrucción y muerte.

Otros medios de extinción del fuego que se usaron además del agua, eran mediante los procesos de golpear y/o cubrir a través de ramajes y/o tierra el incendio.

Estas son técnicas simples pero efectivas, empleadas durante siglos y fueron la base del conocimiento de la naturaleza del fuego, para aplicar después métodos mas adecuados de extinción.

### **3.3 HISTORIA DEL HIDRANTE (CONEXIÓN DE MANGUERA)**

Hasta el invento de la manguera en el siglo XVII, el cubo fue el único medio de hacer llegar agua directamente al fuego. Esta operación necesitaba de un gran número de hombres que se pasaban los baldes y/o cubos de mano en mano. En un principio dichas herramientas fueron de sogas tejidas y entrelazadas, posteriormente se usaron de madera y cuero.

Las primeras mangueras contra incendio (si así se les puede llamar), fueron hechas con pieles de animales, posteriormente éstas se fabricaron con lona e intestinos de buey y consistían en una especie de saco en forma de recipiente. Este sistema funcionaba trasladando el saco con agua al lugar del fuego y ahí se acoplaba la manguera a la boca del saco, mientras varios hombres hacían presión sobre el mismo, otro dirigía la manguera hacia las llamas, enviando el agua impulsada a través del conducto.

Otro sistema fue el de lanzas fijas conectadas a una máquina que estaba dotada con un cilindro y pistón para incrementar presión, este se utilizó en el siglo XV. Este sistema no permitía proyectar el agua en todas direcciones ni tampoco una mayor aproximación al fuego debido a su rigidez y a la alta temperatura (variable por el tipo de material incendiado).que tenía el fuego

En 1633 se elaboran las primeras mangueras contra incendio fabricadas con cuero. Estas medían 50 pies (15 metros) de longitud con uniones de bronce en los extremos, aplicándose para la extinción del fuego.

Este sistema puso fin a la larga época del uso del cubo, baldes y lanzas fijas, significando el comienzo de la técnica de atacar con mayor proximidad y protección de agua los incendios.

A partir del siglo XVIII la manguera contra incendio se ha actualizado conforme a las necesidades de protección y ataque de cualquier foco de incendio.

Actualmente el tipo de mangueras utilizadas es de lino o algodón forradas interiormente de hule con diámetros de 1 ½" (38.1 mm) 2" (50.8



Figura 11. Mangueras contra incendios

mm) y de 2 ½" (63.3 mm) con longitudes de 15 metros (50 pies) y 30 metros (100 pies). Figura 11

### **3.4 HISTORIA DEL ROCIADOR AUTOMÁTICO (SPLIKLER)**

El rápido crecimiento de la industria a finales del siglo XVIII y a principios del XIX, dio como resultado el incremento de riesgos por incendio. Por lo anterior, hubo que mejorar las protecciones contra este riesgo para disminuir las pérdidas que el fuego pudiera ocasionar. Uno de los equipos que mejoraron con el tiempo son los rociadores automáticos como a continuación se citan.

El antecesor de los rociadores automáticos, fue los tubos perforados (water spray fixed systems) y el rociador abierto. Los tubos perforados consistían en tuberías suspendidas del techo de las edificaciones que las protegían. Este sistema fue instalado en 1850 inicialmente en la industria textil, debido a que los incendios eran muy frecuentes en ella por las materias primas utilizadas, de hecho fueron las necesidades de este tipo de industria las que impulsaron el desarrollo de los sistemas de rociadores. Este sistema no era automático, las aberturas de descarga de la tubería estaban a menudo taponadas con herrumbre y cuerpos extraños, así como la distribución del agua era pobre.

Los rociadores abiertos presentaron una mejoría con respecto a los tubos perforados, estos consistían en bulbos de metal (en forma de esfera) con numerosas perforaciones conectadas a una tubería lográndose una mejor distribución del agua.

Estos sistemas fueron divididos por secciones que eran controladas por válvulas exteriores, estos rociadores tenían muchos de los aspectos objetables del sistema de tubos perforados como los taponamientos y mala distribución de agua. Aunque el desempeño era ligeramente superior.

La idea de la protección con rociadores automáticos en las industrias, se remonta aproximadamente al año 1850. Sin embargo, su aplicación práctica en Norteamérica después de varios fracasos en algunos diseños por parte de Henry

S. Parmelle<sup>1</sup>, fue en 1875 al fabricar un sencillo modelo con una cubierta perforada de distribución mirando hacia abajo, dispuesta sobre una fuerte base, la cubierta de distribución quedaba tapada por una caperuza de latón soldada a la base con una aleación cuyo punto de fusión era de 71.1 grados centígrados al fundirse por el calor la soldadura, la caperuza era desprendida por la presión del agua distribuyéndose sobre el fuego situado debajo del rociador.

Este rociador aunque rudimentario ya que necesitaba varios minutos para entrar en funcionamiento por la gran masa de la base y el agua retenida dentro de la cubierta que absorbía el calor; comparado con los dispositivos actuales, podemos decir que dio buenos resultados, pues permitió probar que la protección con rociadores era posible y valiosa.

Posteriormente Frederik Grinnell<sup>1</sup>, fue el innovador de un rápido desarrollo comercial de los rociadores, al perfeccionar el primer equipo automático en el año de 1881, que pasó de la válvula-deflector a la válvula-ampolla hecha de vidrio en 1892, sus diseños fueron tan eficientes que se usaron por casi 40 años.

A partir de esa época se han incrementado mejoras a este tipo de sistemas como el que realizó en 1925 Mather & Platt<sup>1</sup>, quien modificó un diseño de Grinnell, desarrollando el rociador old type ó convencional, que tiene como característica la distribución irregular de agua y el tamaño de las gotas.

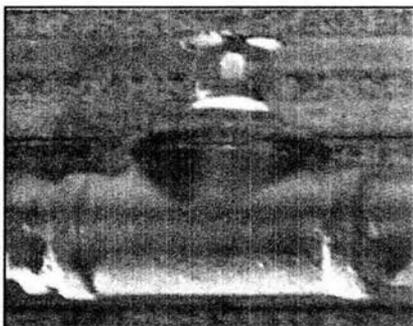


Figura 12. Rociador automático (Upright)

---

<sup>1</sup> Datos obtenidos del libro de Nash, P. Y Young, R.A. SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. Editorial MAPFRE

A comienzos de los años cincuenta Factory Mutual Engineers, desarrolló el rociador standard o pulverizador, que a diferencia del convencional, arroja el agua mas ampliamente sin mojar tanto el techo como sucedía con los convencionales. Estos tenían diferentes rangos de temperatura de 135 a 250 grados centígrados y de diferente color (rojo, blanco, entre otros) de acuerdo al tipo de riesgo a proteger, así como a su posición (Upright y Pendetl). Figuras 12 y 13.

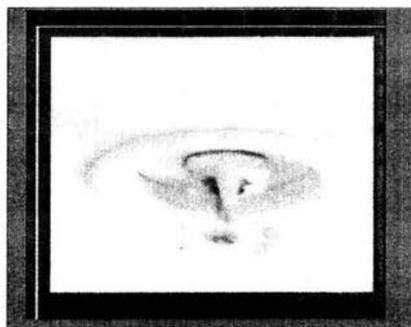


Figura 13. Rociador automático Pendetl

En los años setenta se crean los rociadores large drop o gota gorda (ELO) para locales en los que es factible el desarrollo de incendios con gran desprendimiento de calor y donde las gotas de agua tienen más densidad para penetrar las llamas de un incendio, pues el diámetro de los orificios del rociador es más grande y por lo tanto arroja más agua.

Posteriormente se desarrolla el rociador del tipo sidewall o de pared, este fue diseñado para situarse en los muros de forma que sólo una pequeña porción del agua descargada lo haga sobre el elemento constructivo, normalmente se colocan en cubos de escalera y/o en habitaciones de los hoteles.

Recientemente en el año 2000, se desarrolló el rociador de respuesta rápida (ESFR) que tiene como característica el diámetro del mismo 0.93” y el costo del equipo, pero éste descarga mucha agua por lo que la extinción del fuego será mucho más rápida.

### 3.5 HISTORIA DEL EQUIPO DE BOMBEO

Como complemento y como parte fundamental para el funcionamiento de los equipos contra incendio que fueron desarrollados como los hidrantes y rociadores, se hizo necesario el contar con una fuente capaz de proporcionar presión y gasto (Figura 14) a estos sistemas para que el agua que circulara sobre estos equipos fuera eficiente para controlar y/o sofocar un incendio en las instalaciones.



Figura 14. Equipo de bombeo contra incendios, operado con motor a combustión

Por lo anterior, la primera descripción de la época moderna en equipos de bombeo contra incendio fue en el siglo XV. Dicha bomba consistía en una especie de jeringa sobre ruedas dotada de un cilindro y pistón para imprimir presión. A principios del siglo XVI se crea la bomba con dos cilindros, accionada a mano.

La necesidad de perfeccionar este tipo de máquinas hizo que a mediados del siglo XVI se desarrollara la bomba Nutemberg, la cual consistía en un recipiente circular instalado sobre correderas y con un pistón en el centro. Para el funcionamiento de este equipo se requería de varios elementos humanos ya que tres de ellos accionaban la bomba, otros abastecían de agua a la misma y el personal que lanzaba el agua hacia el fuego.

Hasta finales del siglo XIX todas las bombas contra incendio fueron manuales, situación que en su momento fue eficiente, pero se tenía que depender del factor humano para sofocar y extinguir un incendio.

A principios del siglo XX se buscó que estos equipos no dependieran tanto de los humanos, por lo que se empiezan a crear equipos que fueran operados por

medio de un motor tanto del tipo eléctrico como de combustión interna, aunque también se utilizaron otras fuentes de energía como el vapor o las turbinas.

En la actualidad, las bombas operadas con un motor eléctrico (Figura 15) son las más usadas por su fácil regulación y funcionamiento, pero tienen un gran inconveniente ya que si hace falta la energía eléctrica tanto por interrupciones y/o por un incendio, este equipo no funciona.

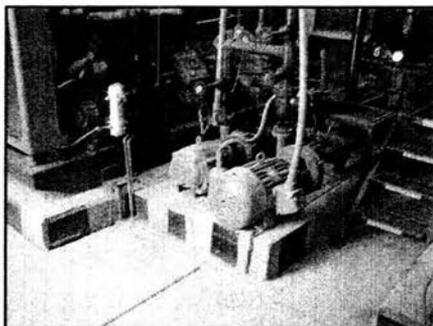


Figura 15. Bombas contra incendio operadas con motor eléctrico

Con la creación de bombas contra incendio operadas con motor de combustión interna (Figura 16) ya sea operada por gasolina o diesel, se tiene la confiabilidad de que estos equipos no quedarán fuera de operación por falta de energía. Además su operación es automática, por lo que el factor humano sólo se utilizaría para el paro manual del equipo y su mantenimiento. En los incisos 3.6 al 3.8 se dan a conocer algunas características de gasto y presión de estos equipos.

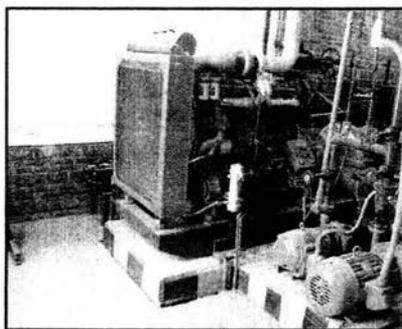


Figura 16. Bombas contra incendio operadas con motor de combustión interna

En la actualidad las empresas relacionadas con el ramo de seguros, están recomendando que las bombas contra incendio sean operadas por un motor de combustión interna de tipo diesel. Debido al alto grado de incendio que tiene el uso de la gasolina y la importancia que tiene el equipo para controlar y sofocar un fuego el cualquier tipo de edificación.

Otras regulaciones y/o instituciones ajenas a los seguros, como son el mismo Reglamento de Construcción o la Secretaría del Trabajo, no limitan el uso de los motores a gasolina en bomba contra incendio. Lo aconsejable es que se reglamente al respecto, ya que este tipo de sustancia (gasolina) es altamente inflamable y por consiguiente la seguridad de los integrantes de cualquier edificación donde se tenga este equipo puede verse afectada en un incendio.

Una vez dado a conocer los antecedentes sobre los diferentes equipos contra incendio que existieron y sirvieron de base para los actuales, a continuación se presentarán algunas de las características técnicas y requisitos sobre las protecciones hidráulicas contra incendio que describen las diferentes organizaciones (Públicas y Privadas) en la República Mexicana a través de sus medios de información.

### **3.6 REQUISITOS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL DISTRITO FEDERAL**

Como toda norma el Reglamento de Construcción del Distrito Federal da a conocer las características de los equipos contra incendio, que se deben tener de acuerdo a su clasificación de riesgos (antes mencionadas capítulo II de esta tesis) en las edificaciones y/o construcciones para protegerlas de los daños que puede causar el fuego.

#### **3.6.1 EDIFICACIONES DE RIESGO MENOR**

Todas las edificaciones que estén clasificadas dentro de los riesgos menores, (se excluyen dentro de ésta a los edificios destinados a habitaciones de hasta cinco

niveles), deberán tener en cada piso un extintor contra incendio, adecuado al tipo de fuego (se detallan en el capítulo IV) que puede producirse por sus características constructivas.

Estos equipos deberán estar colocados en lugares fácilmente accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación. La distancia máxima de recorrido desde cualquier punto del inmueble para llegar al equipo no debe exceder de 30.00 metros.

### **3.6.2 EDIFICACIONES DE RIESGO MAYOR**

Además de lo indicado en el punto anterior, las construcciones y/o edificaciones catalogadas como de riesgo mayor, deben de contar con una red de hidrantes de acuerdo con las siguientes características:

- A) Un tanque elevado o cisterna para almacenar agua en proporción de 5 litros por cada metro cuadrado de construcción, reserva exclusiva para surtir a la red contra incendio, con capacidad mínima de 20 000 litros.
- B) Dos bombas automáticas autocebantes, cuando menos una operada con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna, con succiones independientes para surtir a la red con una presión constante en toda la tubería de 7 kilogramos/ centímetro cuadrado.
- C) Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente a las mangueras contra incendio
- D) En la red se dispondrá de conexiones para tomas siamesas de 64 mm (2 ½") una por cada 90 metros lineales de fachada y con válvulas de no retorno (check), de tal manera que el agua que se inyecte por estas tomas no penetre a la cisterna o tanque.
- E) En cada piso se tendrán gabinetes con salidas contra incendio dotados con conexiones para mangueras, las que deben ser en número tal que cada una

cubra un área de 30 metros de radio y su separación no sea mayor de 60 metros. Uno de los gabinetes estará lo más cercano posible a los cubos de las escaleras.

- F) Las mangueras deberán ser de 38 mm (1 ½") de diámetro, de material sintético, conectadas permanente y adecuadamente a la toma y colocadas en forma plegada para facilitar su uso, estarán provistas de boquereles de tres pasos (chorro directo, de protección y de neblina).
- G) La tubería de la red hidráulica contra incendio deberá ser de acero soldable o hierro galvanizado Cédula 40 y estar pintada con esmalte de color rojo.
- H) Deberán instalarse reductores de presión necesarios para evitar que cualquier toma de salida para mangueras de 38 mm (1 1/2") exceda la presión de 7 kilogramos/ centímetro cuadrado.

También se indica que en el Reglamento de Construcción el Cuerpo de Bomberos o Protección Civil podrán autorizar otros sistemas de control de incendios como rociadores automáticos de agua. Así como exigir depósitos adicionales de reserva exclusiva de agua para las redes hidráulicas contra incendio, en los casos que lo consideren necesarios.

### **OTRAS NORMAS Y SUS CARACTERÍSTICAS**

Existen en México otras instituciones y reglamentos que también se utilizan, para la designación y/o elección de equipo más adecuado de protección contra incendio. Dentro de estas las más utilizadas son la de Secretaría del Trabajo y Previsión Social y las de las aseguradoras a través del Manual del Ramo de Incendios (Seguros).

### **3.7 SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL**

Esta autoridad gubernamental establece en su norma las condiciones mínimas de seguridad que deben existir para la protección de los trabajadores y la

prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, aplicable para toda la República Mexicana.

Al igual que el RCDF, esta institución también posee una clasificación de riesgos, pero la diferencia es que cataloga: tipo bajo, medio y alto de riesgo y con esto determina el tipo de equipo contra incendio que se debe tener en las edificaciones. Como apoyo a lo anterior, a continuación se dan a conocer las características de estas protecciones de acuerdo a su clasificación:

**A) Riesgo Bajo:**

- En cada nivel del inmueble, se tendrá cuando menos un extinguidor de acuerdo a la clase de fuego que pueda existir de acuerdo a la edificación.
- Disponer de la relación de medidas de prevención, protección y combate de incendios.
- Tener al menos un detector de humo en cada nivel.

**B) Riesgo Medio**

- Por cada 300 metros cuadrados o fracción de construcción, en cada nivel de la edificación se debe tener cuando menos un extinguidor de acuerdo a la clase de fuego que pueda existir por el tipo de edificación.
- Contar con el programa específico de seguridad o con la relación de medidas para la prevención, protección y combate de incendios.
- Tener detectores de humo en el predio.

**C) Riesgo Mayor**

Además de los extinguidores, detectores, en las instalaciones se debe contar con lo siguiente:

- Detectores de gases en las zonas donde se procesen o almacenen gases combustibles.
- Aislar las áreas, locales o edificios, separándolos por distancias o por pisos, muros o techos de materiales resistentes al fuego. Uno

u otro tipo de separación debe seleccionarse y determinar sus dimensiones tomando en cuenta los procesos o actividades que ahí se realicen. Así como mercancías, materias primas, productos o subproductos que se fabriquen, almacenen o manejen.

- Disponer de un sistema fijo contra incendio de acuerdo al estudio que se realice por parte del dueño del inmueble, del grado de riesgo de la edificación y sus contenidos que solicita esta secretaría. En el mismo deberán estar determinados su tipo y características.

Como apoyo para elegir el sistema hidráulico contra incendio, esta secretaría a través de esta norma da a conocer una guía de referencia, donde menciona lo siguiente:

1. La red hidráulica contra incendio, deberá formar un circuito cerrado
2. Se dispondrá de una memoria de cálculo de la red hidráulica
3. Contar con una reserva de agua exclusiva de almacenamiento para la red contra incendio de cuando menos 2 horas, con un flujo de 946 Lt/min. o determinado bajo lo siguiente:
  - Edificación a proteger
  - Área construida
  - Dotación de 5 litros por cada metro cuadrado de construcción
  - Almacenamiento mínimo de 20 000 litros en la cisterna
4. Contar con un sistema de bombeo para impulsar el agua a través de toda la tubería instalada
5. Contar con un sistema de bombeo que debe tener como mínimo 2 fuentes de energía, una operada con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna, ambas de arranque automático y paro manual.
6. Dispondrá de una bomba de tipo Jockey operada con motor eléctrico para mantener una presión constante en toda la red hidráulica.

7. Tener una conexión siamesa accesible y visible para el servicio de bomberos conectada a la red hidráulica y no a la cisterna o fuente de suministro de agua
8. Tener conexiones y accesorios que sean compatibles con el servicio de bomberos
9. Mantener una presión mínima de 7 kilogramos / centímetro cuadrado en toda la red

### 3.8 MANUAL DEL RAMO DE INCENDIOS ( SEGUROS)

Dentro de este reglamento se detalla en forma más técnica las características que debe tener una red hidráulica contra incendio desde sus conexiones, accesorios, reserva de agua, etc., también plasma una diferenciación entre el tamaño de estos equipos. Este reglamento con relación a los anteriores citados, sólo es aplicable en el ramo de seguros, es decir para aquellas edificaciones que tengan un seguro de daños y no para aquellos que no lo tengan. Aunque en la actualidad ya hay más conciencia en los propietarios de inmuebles para asegurar sus propiedades. Es importante mencionar que esta información no es limitativa ya que se puede hacer extensible para la protección de las edificaciones.

Dentro de estas se pueden considerar a las obras en construcción, oficinas, almacenes o fabricas.

Esta normatividad da una descripción con las características de los equipos contra incendio, específicamente una red hidráulica, de acuerdo a los diámetros manejados en la República Mexicana y básicamente acerca del sistema de hidrantes que se menciona en la tabla 2.

#### ***SISTEMA HIDRÁULICO (RED DE HIDRANTES)***

	<b><i>Chicos</i></b>	<b><i>Medianos</i></b>	<b><i>Grandes</i></b>
<b>Válvulas</b>			
Colocadas a una altura no mayor de 1.60 metros sobre el nivel de piso			
Diámetro de	50.8 mm 2"	50.8 mm 2"	63.3 mm 2.5"

<b>Boquereles</b>			
Para incendios clase A, con chiflón de chorro de diámetro interior	11.125 a 12.7 mm 7/16 a 1/2"	14.275 a 17.56 mm 9/16 a 11/16"	25.4 a 28.65 mm 1 a 1 1/8"
Con chiflón tipo regadera ajustable de tres pasos	38.1 mm 1 1/2"	50.8 mm 2"	63.3 mm 2 1/2"
Para incendios clase B o C chiflón tipo neblina o atomizador	38.1 mm 1 1/2"	50.8 mm 2"	63.3 mm 2 1/2"
<b>Mangueras</b>			
de lino o de algodón forradas interiormente de hule con diámetro de:	38.1 mm 1 1/2"	50.8 mm 2"	63.3 mm 2 1/2"
De longitud de	30 mts. 100'	30 mts. 100'	30 mts. 100'
<b>Tuberías</b>			
Los diámetros apropiados para los tres tipos de hidrantes son:			
Para tuberías matrices que alimentan a dos o más hidrantes:	63.3 mm 2 1/2"	76.2 mm 3"	101 mm 4"
Para tuberías de ramales que alimenten a un solo hidrante:	50.8 mm 2"	63.3 mm 2 1/2"	76.2 mm 3"
<b>Presión de Agua</b>			
Mínima por pulgada cuadrada para incendios			
Clase A de:	25 lbs./pulg <sup>2</sup>	30 lbs./pulg <sup>2</sup>	30 lbs./pulg <sup>2</sup>
Clase B o C de:	50 lbs. /pulg <sup>2</sup>	50 lbs./pulg <sup>2</sup>	50 lbs./pulg <sup>2</sup>
<b>Volumen de Agua</b>			
Suficiente para que dos hidrantes puedan descargar simultáneamente agua a la presión, en el volumen y por el tiempo que exige este reglamento.			
Por minuto y por hidrante una descarga de:	140 lts. 35 gls.	240 lts. 60 gls.	650 lts. 160 gls.

Tabla 2. Sistema hidráulico (red de hidrantes)

Cuando la longitud de las tuberías matrices y ramales exceden de 100 metros, los diámetros podrán ser mayores de los aquí señalados y serán motivo de la realización de cálculos hidráulicos.

Esta norma también indica que los hidrantes (Figura 17) podrán ser interiores y exteriores pero deberán estar dentro del predio. Para estos últimos, la colocación

será preferentemente a una distancia de 5 metros de las paredes de los edificios más próximos a los cuales protegen.

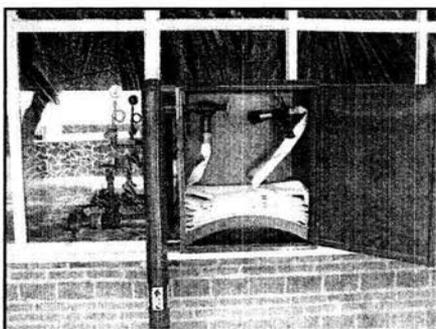


Figura 17. Accesorios del sistema de hidrantes

### 3.9 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

A diferencia de otras normatividades y organismos esta institución incluye el sistema hidráulico de los rociadores automáticos, por lo que se da conocer las características, especificaciones y tipos de los sistemas de rociadores automáticos que se pueden instalar en cualquier edificación o construcción.

A continuación se establecen los diferentes tipos de sistemas que existen para la protección de las personas y bienes:

#### Sistema de Tubería Húmeda:

En estos sistemas los rociadores automáticos están cerrados y acoplados a un conjunto de tuberías (Figura 18) que contienen en todo momento agua a presión. Cuando se declara un incendio en alguna zona donde se localiza el equipo, éste se activa separadamente y el agua fluye inmediatamente a través del rociador.

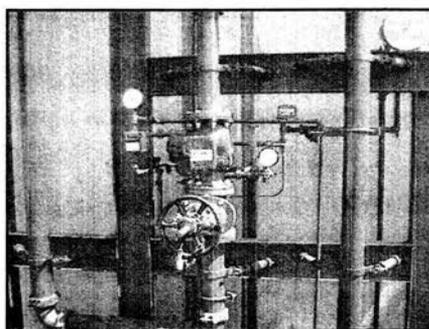


Figura 18. Tubería de alimentación a rociadores automáticos

Este sistema es el más común, simple, económico y confiable.

### Sistema de Tubería Seca:

Son aquellos rociadores acoplados a una tubería que contiene aire o nitrógeno a presión. Cuando el calor del fuego abre un equipo se reduce la presión y se abre una válvula de tubería seca, lo que permite que agua fluya a través de todos los rociadores que se hayan abierto. Este sistema puede utilizarse en áreas sujetas a congelamiento, es el segundo más utilizado pero requiere de más accesorios y/o componentes (equipo de abastecimiento de aire o nitrógeno, soluciones anticongelantes) y opera más lento que el sistema húmedo.

### Sistema de Acción Previa:

Son sistemas de tubería seca en los que aire puede estar o no a presión. Cuando se declara un incendio, el dispositivo detector suplementario situado en la zona protegida entra en acción abriendo la válvula que permite el paso del agua hacia el sistema de tuberías y su descarga es a través de los rociadores que se hayan abierto por el calor producido por el fuego.

Este equipo requiere para su operación de un sistema de detección por separado por lo que su costo es más elevado que los anteriores sistemas. Su funcionamiento es más rápido que el sistema seco, se utiliza en almacenamientos fríos y bodegas.

### Sistema de Diluvio:

Este es similar al citado anteriormente, la diferencia es que todos los rociadores están abiertos. Cuando el calor del fuego activa el detector el agua fluye hacia el sistema y descarga a través de todos los rociadores, produciendo un diluvio (Figura 19) o inundación total

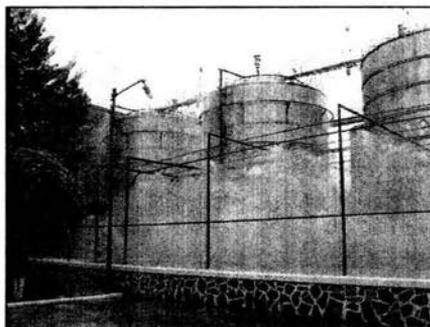


Figura 19. Sistema de diluvio

de la zona protegida.

En este sistema todos los rociadores están abiertos, se tiene que disponer de un sistema de detección por separado. Su costo es elevado, la pronta operación dependerá de los detectores y se utiliza para la protección de riesgos especiales.

Para la instalación de los sistemas antes citados en los edificios, se deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Eliminar todos los cielos rasos, divisiones, plataformas y cubiertas de estanterías que sean innecesarios.
- Las plataformas o andadores ranurados y/o rejillas abiertas, deberán contar con rociadores automáticos tanto arriba como debajo de los mismos.
- No se permitirá hacer preparaciones en mamparas o cualquier otra división para que los rociadores de un lado distribuyan hacia el otro el agua.
- Donde existan cornisas con madera expuestas en edificios de mampostería, estas deberán ser protegidas por un parapeto o protegiendo las superficies expuestas con lámina metálica o proteger el área adecuadamente con rociadores.
- Los rociadores no deberán estar colocados junto o encima del sistema eléctrico para evitar arcos voltaicos
- Se deberá evitar aberturas en pisos o muros que tiendan a crear corrientes verticales u horizontales en las edificaciones.
- Las escaleras de grandes dimensiones o aberturas similares en entrepisos, se protegerán por medio de mamparas y sus linderos se colocaran rociadores.
- Todos los entrepisos de las edificaciones deben ser herméticos y a prueba de agua.

Todas las áreas que estarán protegidas con rociadores automáticos se separarán de las que no lo estén por medio de:

- Muros macizos sin aberturas
- Puertas contra incendio
- Distancia o espacio de 15 metros si la construcción es de muros de block y/o tabique y/o concreto
- Distancia de 30 metros si la construcción es de muros de lámina metálica, madera y/o materiales similares

También dentro de esta información, se dan a conocer algunas de las características y/o requisitos (Tabla 3) que se deberán tomar en cuenta para la instalación de los rociadores automáticos en las edificaciones siendo estas:

<b>RIESGO CLASE</b>	<b>PRESIÓN DINÁMICA EN ÉL ROCIADOR MÁS ALTO</b>	<b>DURACIÓN EN MINUTOS TIEMPO MÍNIMO</b>	<b>FLUJO VERTICAL DE AGUA ACEPTABLE EN LA BASE DEL TUBO ALIMENTADOR VERTICAL</b>
<i>Ligero</i>	1.05Kg./cm <sup>2</sup> , ó 15 lb/pulg <sup>2</sup>	30 a 60	2.838 .75 litros por minuto (750 galones)
<i>Ordinario</i>	1.406 Kg/cm <sup>2</sup> o más 20 lb/pulg <sup>2</sup>	60 a 120	5 677.50 litros por minuto (1500 galones)
<i>Extraordinario</i>	El gasto y presión debe ser fijados para cada riesgo	Según cálculo hidráulico	

Tabla 3. Especificación de acuerdo a clasificación de riesgo para reserva de agua y gasto del sistema de rociadores

Algunas de las tuberías aceptadas para este sistema de rociadores automáticos son: la tubería ferrosa con o sin costura; de acero cédula ANSI/ASTM A120 y A153; de Acero Forjado ANSI/ B36, B10; Acero Soldado ASTM/A135; de Cobre ASTM/B75, B 88, B251; Hierro Fundido ANSI/B 16 y 4.

Los rociadores automáticos tiene sus rangos de temperatura de acuerdo a la siguiente clasificación. (Tabla 4)

Temperatura máxima en el techo		Rociadores Automáticos			
		Rango de Temperatura		Clasificación por Temperatura	Código de color
C°	F°	C°	F°		
38	100	55-75	135-170	Ordinario	Sin Color
66	150	79-107	175-225	Intermedio	Blanco
107	225	121-149	250-300	Alto	Azul
149	300	163-191	325-375	Muy Alto	Rojo
191	375	204-246	400-475	Mucho Muy Alto	Verde
246	475	260-302	500-575	Ultra Alto	Naranja
329	625	343	650	Ultra Alto	Naranja

Tabla 4. Rangos de temperatura para el sistema de rociadores

Los rociadores automáticos también tienen otro sistema de identificación de acuerdo al diámetro de descarga: (Tabla 5)

Diámetro Nominal de Orificio pulg/ (m.m.)	Tipo de Orificio	Factor " K "	% de la Descarga Nominal de ½"	Tipo de Cuerda	Perno	Diámetro Orificio Impreso en el marco
¼ (6.5)	Pequeño	1.3-1.5	25	½" NPT	SÍ	SÍ
5/16 (7.5)	Pequeño	1.8-2.0	33.3	½" NPT	SÍ	SÍ
3/8 (9)	Pequeño	2.6-2.9	50	½" NPT	Si	Si
7/16 (10.5)	Pequeño	4.0-4.4	75	½" NPT	SÍ	Si
½ (13)	Standard	5.3-5.8	100	½" NPT	No	No
17/32 (13.84)	Grande	7.4-8.2	140	¾" ó ½" NPT	No Sí	No Sí

Tabla 5. Características técnicas de rociadores automáticos

El área máxima de cobertura por piso que se tiene el sistema de rociadores automáticos en cada alimentador vertical o también conocido como raíces, de acuerdo a su clasificación de riesgo se describe a continuación:

Riesgo Clase Ligeros                      4 831 m<sup>2</sup> (52 000 pies<sup>2</sup>)  
 Riesgos Clase Ordinarios                4 831 m<sup>2</sup> (52 000 pies<sup>2</sup>)

#### ***Almacenamiento sólido en exceso***

De 4.60 metros o en casilleros racks o tarimas en exceso de 3.65 (12 pies) metros de altura    3 716 m<sup>2</sup> (40 000 pies<sup>2</sup>)

Riesgos Clase Extraordinarios    2 323 m<sup>2</sup> (25 000 pies<sup>2</sup>)

## CAPÍTULO IV OTROS SISTEMAS CONTRA INCENDIO

### 4.1 EXTINGUIDORES

La prevención tiene como objeto evitar la ocurrencia de un incendio, pero si accidentalmente, éste llegara a presentarse se deberá intentar reducirlo y eliminarlo a través de una correcta utilización de los medio de extinción existentes.

La acción de estos medios debe ser estudiada y coordinada en un plan preestablecido, en el que se designarán además de los medios humanos se elegirán los medios materiales que deben de existir en cada zona y/o sector a proteger.

Uno de estos medios a utilizar en la lucha contra los incendios son los extinguidores, también conocidos como agentes extintores.

#### 4.1.1 AGENTES EXTINTORES

Para que sea efectiva la utilización de un determinado agente extintor, éste debe ser el indicado en cada caso específico. Para facilitar la elección de estos equipos a continuación se presenta la siguiente clasificación:

- a) Gaseosos:    Bióxido de Carbono  $CO^2$
  
- b) Líquidos:    Hidrocarburos Halogenados (vaporizables)  
                  Agua  
                  Espumas  
                  Soluciones Acuosas de Polvo Químico
  
- c) Sólidos:     Polvos químicos

#### 4.1.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

La selección de un agente extintor depende fundamentalmente del combustible o los combustibles que pueden verse involucrados en el incendio, así como la forma en que éste se desarrolle. En dicha elección se tendrán en cuenta, además los peligros que puede originar y los trastornos que produzca la proyección del agente extintor.

##### 4.1.2.1 Extintor con Bióxido de Carbono (Figura 20)

Este agente extintor se caracteriza por ser un gas incombustible e incomburente, no conductor de la energía eléctrica y además puede mantenerse en estado líquido a temperaturas ordinarias bajo una cierta presión. Es eficaz frente a fuegos de clase B o C, confinados o de pequeños tamaños. Puede resultar útil para fuegos superficiales de combustibles sólidos. Se puede emplear en presencia de arcos eléctricos, es un producto asfixiante, por lo que no se deberá utilizar dentro de recintos cerrados. En la descarga el agente extintor alcanza temperaturas muy bajas, por ello no deberá dirigirse hacia las personas ni equipo delicado que no este expuesto al fuego.



Figura 20. Extintor de bióxido de carbono

##### 4.1.2.2 Extintor con Hidrocarburos Halogenados

Este tipo de agente es eficaz contra fuegos de clase B o C, pero también tiene una efectividad específica frente a los de tipo A o sea similar al agua, aunque no es recomendable su uso por la exposición a vapores de descomposición durante el tiempo mayor que el necesario para la extinción de fuegos clase B. Estos equipos se pueden utilizar en incendios en equipos eléctricos de baja tensión. Se deberá tomar en cuenta su peligrosidad en lugares cerrados, hay dos tipos de agentes el 1211 para equipos portátiles y el 1301 para fijos. En la

actualidad esta prohibida la fabricación de este tipo de sistemas de extinción, de acuerdo al Protocolo de Montreal por el alto índice de contaminación hacia la capa de ozono, por lo que hoy está en desuso.

#### **4.1.2.3 Extintor con Agua**

El agua es un agente muy indicado para todo los fuegos clase A donde se requerirá gran cantidad de volumen de agua para sofocar un incendio de este tipo de materiales. No es recomendable para fuegos de clase C ya que puede ser nulo así como lo puede ser para el tipo B de combustibles que son menos densos que el agua. Aunque ésta puede ser el mejor agente extintor en un incendio no hay que olvidar que cuando se incendia un material, al extinguirse pueden quedar brazas capaces de reiniciar el fuego, por lo que una vez extinguida la flama, es necesario escombrar y remover lo quemado para mojar con mucha agua los materiales y lograr su extinción total. También es importante considerar que su utilización puede causar daños adicionales en documentos, paredes, decoración y equipos.

#### **4.1.2.4 Extintor con Espumas**

Este agente extintor tiene como característica principal que utiliza un espumante que puede ser a base de jugo de salvia o regaliz, proteínas degradables, derivados de urea, extractos de raíz de xixi (jabonera), entre otros. Lográndose por medio de una reacción química o medios mecánicos una solución espumosa de baja densidad, lo que permite su flotación sobre los líquidos inflamables logrando así que se apaguen. Es eficaz en fuegos de clase A o B, para aquellos líquidos combustibles de tipo polar se utilizará espuma de tipo anti-alcohol (AFFF). Este agente extintor también presenta problemas similares que el de agua frente a incendios de metales y ciertos compuestos químicos.

Así mismo, su aplicación puede causar daños a las paredes y acabados de los inmuebles.

#### 4.1.2.5 Extintor con Polvo Químico (Figura 21)

Para apagar un fuego en una emergencia, pueden usarse cualquier polvo que no sea susceptible de entrar en combustión, tal como la arena, el talco, el cemento y otros semejantes. Sin embargo, las propiedades físicas de estos polvos sólo permiten la formación de una nube o malla que no deja pasar momentáneamente las llamas.

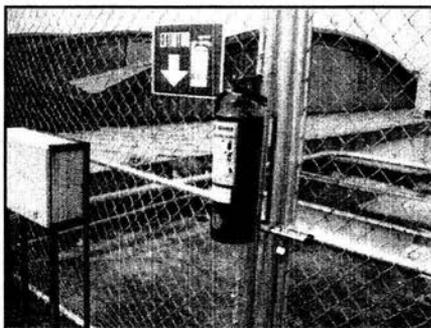


Figura 21. Extintor con polvo químico seco

Un agente químico seco es un preparado en polvo que tiene propiedades físicas y químicas que le permite apagar con eficiencia un fuego. Se les ha llegado a clasificar como polvos secos y/o químicos secos, algunos de estos son:

Polvo Seco (BC), el de Polvo Polivalente (ABC) y el de Polvos Especiales.

El primero (BC), es eficaz para incendios de Clase B y C en cualquier incendio superficial o volumétrico, inclusive puede ser utilizado en presencia de equipo eléctrico de baja tensión.

El segundo (ABC) se puede utilizar para cualquier tipo de incendio inclusive para equipos eléctricos de baja tensión.

El último de Polvos Especiales, es recomendable para incendios de clase D donde cada metal requiere de un agente extintor específico. (MET-L-X), (G-Ipireno, LITH-X, etc.)

Los extintores de Polvo Seco o Polivalente originan descargas en forma una nube muy amplia, por lo que pueden causar daños al depositarse sobre las zonas no incendiadas y perjudicar los contenidos que en ellas se tengan.

Como apoyo en la selección del equipo portátil adecuado para el control y/o extinción de un incendio, a continuación se presenta tabla 6, donde la clasificación y uso esta en base al tipo de incendio que extinguen en particular los diferentes materiales:

<b>AGENTE EXTINTOR</b>	<b>FUEGO CLASE "A"</b>	<b>FUEGO CLASE "B"</b>	<b>FUEGO CLASE "C"</b>	<b>FUEGO CLASE "D"</b>
Polvo Químico ABC	Sí	No	No	No
Polvo Químico BC	Sí	Sí	Sí	No
Bióxido de Carbono CO2	No	Sí	Sí	No
Halon	Sí	Sí	Sí	No
Espuma Mecánica	Sí	Sí	No	No
Agentes Especiales	No	No	No	Sí

Tabla 6. Clasificación de extinguidores con respecto al tipo de incendio a extinguir

Cabe mencionar que este tipo de sistemas de extinción principalmente los de polvo químico, bióxido de carbono y halógenos, además de existir en forma portátil se manejan como sistemas fijos en cilindros de 50 kgs., 75 kgs. y 100 Kgs, los cuales operan por medio de sensores o detectores automáticos e inundan el área para sofocar el incendio.

Dentro de estos nuevos sistemas y como sustituto del gas halón se maneja el FM200 y el ANSUL, que al igual que los antes mencionados operan automáticamente.

## **4.2 DETECTORES**

La habilidad de reconocer rápidamente situaciones riesgosas que pongan en peligro la integridad física de las personas y sus bienes patrimoniales, es tan importante como la de descubrir un incendio al percibir humo o señal temprana de su inicio, para evitar pérdidas mayores.

Estas inquietudes han permitido la búsqueda de mejores equipos que no solo extingan un incendio si no para poderlo detectar oportunamente, ya que es más fácil sofocar de un conato de incendio que uno declarado.

Dentro de estos nuevos equipos existen los llamados “detectores” de tipo local y los centralizados en un tablero de control dentro de las instalaciones y/o en otro predio.

Los equipos detectores de tipo local son más utilizados en casas habitación; los centralizados, son más eficaces ya que indican en forma específica donde se esta originado el incendio para que los elementos de seguridad interna y/o externa acudan para controlarlo y extinguirlo.

Es muy importante que se considere que el sistema de detección de incendios no debe ser en ningún caso una medida aislada sino que debe complementarse con actuaciones humanas, equipo fijo contra incendio y planes de emergencia.

#### **4.2.1 Definición de Detectores**

Se denomina sistema de detección de incendios para proteger a una agrupación de elementos según los códigos de buena práctica o normativa reconocida coherente con las características de los equipos dadas por el fabricante.

A continuación se citan algunos de estos equipos de detección que se tienen en la actualidad:

##### **4.2.1.1. Iónicos**

Son aquellos equipos que detectan la presencia de los productos de combustión (aerosoles) por la influencia de estos sobre la corriente eléctrica en la cámara de ionización.

##### **4.2.1.2 Detectores Ópticos de Humo (Figuras 22 y 23)**

Estos son los que detectan la presencia de humo en el aire por medio de un haz luminoso. Es decir, cuando hay un incendio se genera en primera instancia

humo, el cual por su tendencia a elevarse es detectado por el sensor del sistema de detección

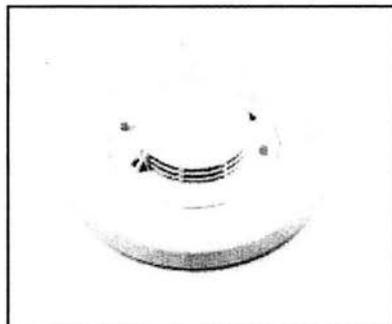
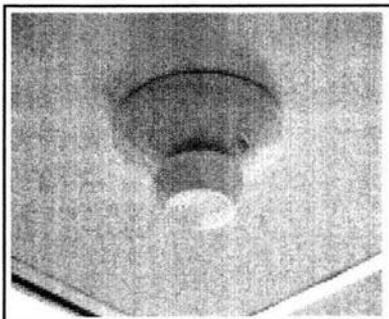


Figura 22 y 23. Detectores ópticos de humo

#### **4.2.2.3 Detector de Flama (Figura 24)**

Son capaces de detectar las radiaciones infrarrojas o ultravioletas emitidas por las llamas durante un incendio

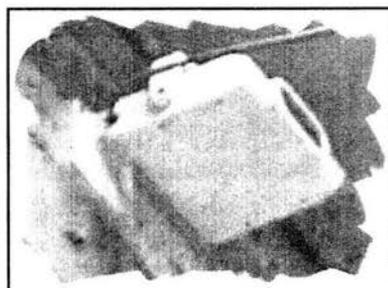


Figura 24. Detectores de flama

#### **4.2.2.4 Detectores Termostáticos**

Detectan si la temperatura ambiente excede de un cierto valor durante un tiempo suficiente.

#### **4.2.2.5 Detectores Termovelocimétricos**

Son aquellos que detectan si la velocidad del aumento de temperatura excede de un cierto valor durante un tiempo determinado.

#### **4.2.2.6 Detectores Termovelocimétricos – termostáticos**

Combinan ambos efectos limitando la posible inactivación de los detectores termovelocimétricos por velocidades pequeñas de aumento de la temperatura.

La sensibilidad de la mayoría de los detectores puede variar con la colocación de un conmutador en el propio detector, pues existen variantes con distintas sensibilidades.

Los detectores de humos invisibles (iónico) y/o visibles pueden graduarse con o sin demora, o con un dispositivo del propio detector así como con la variante en la construcción. La demora es independiente de la sensibilidad.

De los sistemas de detección antes mencionados los más comunes por ser utilizados dentro de instalaciones son los detectores de humo y de flama.

### **4.3 ALARMAS**

La necesidad de ofrecer a inquilinos y/o ocupantes de cualquier inmueble de un medio de aviso oportuno ante una eventualidad, hizo necesario que los expertos buscaran equipos adecuados para la protección contra cualquier emergencia.

Por tal motivo, se creó como complemento de los equipos contra incendio ya existentes el sistema de alarma. Éste puede ser un elemento que diseñado e instalado correctamente contribuirá poderosamente a limitar las pérdidas materiales debidas al incendio y a minimizar o evitar lo que es más importante, las pérdidas humanas que podrían derivarse de una situación de este tipo.

### 4.3.1 Definición del Sistema de Alarmas

En la actualidad existen diferentes tipos de sistemas de alarma tanto manuales como automáticos. Estos pueden ser los silbatos de las calderas, campanas, aire de los compresores, de control eléctricos y electrónicos, etc. (Figura 25)

Este equipo consiste de estaciones manuales o botoneras y sirenas audibles y luminosas.

Su activación puede ser desde un lugar dentro las instalaciones y/o en forma

centralizada. La mejor opción sería la primera dada las dimensiones de los inmuebles. La diferencia con otros sistemas contra incendio, radica en su operación de forma manual y de acuerdo al criterio humano.



Figura 25. Estación manual y luminosa de un sistema de alarmas

**Los Dispositivos de Alarma:** son elementos del sistema capaces de dar señal de alarma de incendios (acústicas, ópticas, luminiscentes, etc.). Cerca de dichos dispositivos se encuentran teléfonos para comunicación de las brigadas internas y/o externas para la confirmación de la emergencia.

Existen estaciones del sistema de alarma para las diferentes características atmosféricas de las instalaciones como pueden ser húmedas, secas, intemperie, vapores y atmósferas explosivas, etc.

**Central o Centro de control:** es un tablero que se localiza normalmente donde existe personal las 24 horas del día. En este equipo se tienen conectadas todas las estaciones manuales que están distribuidas en todo el inmueble, se indica en el tablero el área y/o zona donde se activo el incendio para facilitar su ubicación, este equipo tiene la característica de poder dar la alarma general y/o por zonas para la evacuación del área.

### **4.3.2 Criterios de Instalación**

Dada la importancia que tiene este equipo complementario contra incendio u otros riesgos, por ejemplo temblores o explosiones. A continuación se presentan algunas consideraciones para la instalación de sistemas de alarma eléctricas y/o electrónicas.

- ❖ La separación máxima entre las estaciones manuales y/o botoneras será de 61.00 metros.
- ❖ La altura de las estaciones manuales y/o botoneras será de 1.50 metros medidos del nivel de piso al equipo.
- ❖ Todas las estaciones manuales y/o botoneras, dispondrán de letreros que indiquen la ubicación de las mismas.
- ❖ El sistema se compondrá de sirenas audibles que se escuchen por todas las instalaciones.
- ❖ Es conveniente que el sistema audible tenga diferencias de sonido para facilitar la identificación del riesgo que se puede presentar en las edificaciones.
- ❖ La estación visual (estrobo) del sistema de alarma se colocará sobre las rutas de evacuación.
- ❖ El sistema de alarma deberá disponer de una fuente de energía autónoma que permita la operación del equipo aún cuando existan interrupciones de la electricidad en las edificaciones.

Este equipo al igual que los otros sistemas contra incendio mencionados, son complementarios tanto con la actuación humana como con otros equipos contra incendio (manual o automático) que se tengan en la edificación.

## **4.4 PUERTAS CONTRA INCENDIO**

Desafortunadamente el fuego se comporta en forma muy similar al agua, es decir que las llamas originadas por un incendio se pueden propagar a una misma

área u otro nivel por medio de las aberturas que existan en las estructuras del inmueble como pueden ser las de los servicios (luz, agua, aire, etc.). El agua también aprovecha estos espacios para trasladarse de un lugar a otro, desgraciadamente los daños causados por un incendio pueden ser mayores que los causados por el agua, ya que se exponen considerablemente a daños permanentes tanto a los ocupantes del inmueble como los activos fijos del mismo. Los techos de una misma altura, las aberturas de comunicación directa de zonas, de un mismo edificio o entre edificios colindantes, son los medios de propagación “ideales para el fuego”.

La diferencia entre un incendio de grandes proporciones y otro que sólo ocasione pérdidas parciales, depende en la separación o aislamiento que se puede proporcionar a sectores de un mismo edificio. Esto se puede lograr por distancias, muros cortafuegos o por medio de puertas contra incendio.

#### **4.4.1 *Definición de puertas contra incendio***

Las puertas contra incendio son estructuras metálicas especiales (actualmente se han aceptado otro tipo de materiales), su finalidad es evitar la propagación de un incendio de una zona a otra. Ese tipo de protecciones principalmente se utilizan en las industrias para separar en forma horizontal las áreas de producción de almacenes, de las oficinas u zonas donde los contenidos que se tengan puedan ser muy peligrosos o de fácil exposición a daños. Estas estructuras también se utilizan en las salidas de emergencia de algunas edificaciones como son los hoteles u oficinas.

Las puertas contra incendio pueden ser de tipo automáticas o manuales.

#### **4.4.2 *Especificaciones de las puertas contra incendio***

Las puertas contra incendio para la protección de aberturas horizontales, serán colocadas de un solo lado del claro y/o muro que se va a cubrir. Estas serán construidas de la siguiente forma:

a) **Puertas de madera** de 5 centímetros de grueso, cepilladas, machimbradas y ensambladas en su parte superior e inferior y recubiertas de hojalata o lámina de fierro del No.30 (0.32 mm) o más grueso perfectamente asentada y clavada cubriendo todas las caras y cantos de la puerta.

b) **Puertas hechas de lámina** (Figura 26) del No. 20 (0.95mm) o más gruesa de doble forro y llevando en su interior refuerzos de hierro estructural o lámina de hierro.



Figura 26. Puerta contra incendio hecha de lámina número 20

- c) **Cortinas metálicas** articuladas hechas de lámina No. 20 (0.95mm) o más gruesa, con guías de lámina del No.12 (2.78mm) o más gruesa, perfectamente sujetas al marco de la puerta y colocadas en tal forma que cuando la cortina este bajada el claro quede completamente cerrado sin que haya abertura alguna en la parte superior.
- d) **Puertas hechas de lámina de fierro** del No.12 (2.78mm) o más gruesa, sobre un marco de fierro ángulo de 2"x2"x1/4".

La superficie máxima del claro que pueden cubrir las puertas de los incisos "a, c y d" es de 12 metros cuadrados, con el lado más grande de una dimensión máxima de 3.60 metros.

La puerta descrita en el inciso "d" sólo podrá usarse para cubrir una superficie de 6 metros cuadrados, a menos que en su interior tenga un aislante de lámina de asbesto de 6 mm o de lana mineral de 144 kg/m<sup>3</sup> (9 Lbs/pies<sup>3</sup>) de 2.5 a 15 centímetros de espesor, en cuyo caso podrá tener las mismas dimensiones que se indican para las otras puertas.

Las puertas indicadas en los incisos “a, b y d ” deberán quedar instaladas en tal forma que la separación entre las mismas y el claro que cierran sean el mínimo posible y deben exceder en no menos de 8 centímetros por todos sus lados al mismo claro.

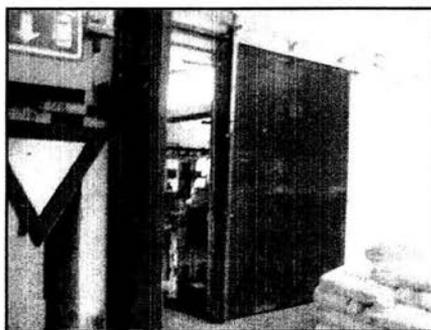


Figura 27. Puerta contra incendio con contrapeso y fusibles para operación automática

Para lograr lo antes citado, es requisito que se coloque en cada claro un marco hecho de fierro ángulo de 3”x 3”x 1/4”, perfectamente sujeto al muro tanto en los lados como en la parte superior.

Las puertas antes mencionadas cuando se coloquen en aberturas que comuniquen departamentos con pisos o sobrepisos de materiales combustibles bajo el vano, deberán contar con un umbral de concreto de 10 centímetros de espesor como mínimo, que se extienda 15 centímetros sobre los límites del claro de la abertura y de 10 cms. sobre los límites del muro a cada lado. Se permite la instalación de placas metálicas sobre el umbral de concreto.

También se recomienda que todas las puertas contra incendio, excluyendo las cortinas metálicas, sean corredizas montadas sobre un riel inclinado que facilite su operación.

Se recomienda el uso de contrapesos que deben operar libremente y de fusibles (por ambos lados del claro que cubren) que hagan la operación de la puerta en forma automática. (Figura 27)

Se permite la instalación de mirillas hechas de cristal alambrado de no más de 20x20 centímetros.

La información antes citada es la que se menciona en el Manual del Ramo de Incendio de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, A.C.

## **CAPÍTULO V EJEMPLOS DE APLICACIÓN**

Una vez que se conocen las diferentes normas básicas para la protección contra incendios que hemos mencionado anteriormente, se verá la necesidad de su aplicación en cualquier edificación que pretendamos construir en la República Mexicana como escuelas, oficinas, almacenes, fabricas, etc.

Para poder realizar lo anterior es importante saber que protegeremos de acuerdo a la naturaleza del giro que tendrá la nueva edificación.

Recordemos que nuestro futuro y/o actual inmueble puede ser una fabrica, almacén, oficinas, hospitales, escuelas, departamentos y/o casas habitación y las especificaciones aplicables son distintas.

Es importante que el Ingeniero tenga información básica como pueden ser: Con cuales medios contamos, objetivos que perseguimos, futura ocupación, descripción de lo que se manejará y/o se tendrá dentro del inmueble, formas de almacenaje, tipos constructivos, altura del edificio, acabados, ubicación, etc. Ya que el desconocer esta información puede dar lugar a la no adecuada selección de las protecciones contra incendio.

Como apoyo en la aplicación de las normas citadas en capítulos anteriores, a continuación se dan a conocer los siguientes ejemplos en los cuales se indican algunas de las protecciones contra incendio que existen en la actualidad:

### **5.1 RED DE HIDRANTES**

Este ejemplo sirve para actualizar el sistema de protección contra incendio de unas oficinas administrativas y almacén de producto terminado de artículos de hule para la industria automotriz

### 5.1.1 Antecedentes

Breve descripción de las condiciones actuales de las instalaciones:

- Se cuenta con una bomba operada con motor eléctrico, otra operada con motor de combustión y una bomba jockey para mantener presión en la red, todas de fabricación nacional y no cumplen con las normas actuales en lo referente a gasto y presión necesarios para las instalaciones.
- Existen 15 hidrantes de 1 ½” de diámetro con mangueras de 30 metros de longitud en parte del predio.
- Se tiene una cisterna de almacenamiento de agua de una capacidad de 300 000 litros (300 m<sup>3</sup>) de acuerdo a la naturaleza de la combustibilidad de los materiales almacenados.
- No se dispone de memoria de cálculo y plano de los hidrantes.
- Se cuenta con 80 extinguidores de polvo químico ABC y bióxido de carbono CO<sup>2</sup> de diferentes capacidades
- Dentro de las instalaciones se cuenta con un sistema de alarma contra incendio y/o emergencias de acuerdo con lo que marca la norma respectiva.
- Se dispone de un plan de emergencias (incendios, explosión, etc).
- Las instalaciones se componen de dos edificios: uno para las oficinas administrativas y otro para almacenamiento de productos terminados.
- El tipo constructivo de las edificaciones es:
  - Oficinas: de tipo estructural con entrepisos y techos de concreto armado, fachada de cristal. Constan de planta baja y dos pisos altos, el acabado de las instalaciones es de tirol planchado y losetas en los pisos.

- Almacén: muros de block, estructura de concreto armado y techos de lámina metálica y acrílico, su acabado es de cemento pulido.
- Se tienen almacenados productos de hule (bandas y mangueras) para la industria automotriz.

### **5.1.2 Objetivo**

Los objetivos del ejemplo son los siguientes:

- Contar con un sistema contra incendio con base de un equipo de bombeo e hidrantes que garantice la seguridad de los empleados y los bienes u activos fijos de la empresa. Lo anterior es posible actualizando y/o substituyendo los equipos y materiales existentes para que cumplan con los estándares de la National Fire Protection Association (NFPA).
- Cerrar el circuito cerrado en la red hidráulica contra incendio para cumplir con la recomendación de la norma 002 de la Secretaria del Trabajo y Prevención Social (STPS) y NFPA y contar con el beneficio de un comportamiento hidráulico versátil y eficiente ante cualquier riesgo o emergencia.
- Generar una memoria de cálculo del sistema hidráulico con información confiable para futuras ampliaciones y/o mantenimiento.

### **5.1.3 Bases de diseño**

- Se considera que el almacén de producto terminado es un riesgo de clase III de acuerdo a NFPA por el tipo de material almacenado y por lo tanto se requiere instalar dos hidrantes nuevos de 2 ½” y la sustitución y cambio de cuatro de 1 ½” por

otros de mayor diámetro (2 ½”) para hacer un total de seis equipos.

- El cálculo hidráulico se efectúa para suministrar un total de 500 galones por minuto (GPM) con dos hidrantes de 2 ½” a una presión residual de 100 libras/ pulgada cuadrada de acuerdo con lo que marca NFPA.
- Dado que los parámetros de NFPA son mayores a los solicitados por las autoridades locales en México como son la STPS, Protección Civil, Bomberos y del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, que al cumplir con la norma de la NFPA exceden los parámetros que establecen las normas locales.
- Por los cálculos realizados, los hidrantes de 1 ½” de diámetro que actualmente protegen el edificio de oficinas administrativas y áreas exteriores de la planta son adecuadas y no es necesaria su sustitución. Además, al cumplir con el gasto y presión de los de 2 ½” cubre los parámetros de los de menos diámetro.
- Para garantizar el gasto y presión que demandará el sistema de hidrantes nuevos y actuales, se requiere de acuerdo al cálculo hidráulico un nuevo equipo de bombeo. Una de las bombas será la de tipo jockey para mantener presurizada la red y las otras dos serán una operada con motor eléctrico y la última operada con motor de combustión.
- Una vez realizados los cálculos hidráulicos del sistema contra incendio, las bombas serán de marca Fairbanks Morse de 500 GPM a 100 libras/ pulgada<sup>2</sup>, la presurizadora será de 8 GPM a 110 libras/ pulgada<sup>2</sup>.
- Todos los materiales y equipos utilizados serán del tipo listado o aprobados por Underwriters Laboratories (UL) y Factory Mutual (FM) que son organismos reconocidos a nivel mundial para los sistemas contra incendio. Si los materiales tienen sellos de estas

dependencias se pueden utilizar para la protección de cualquier edificación y bienes.

- Con respecto a los acabados y los otros equipos de protección contra incendio, se considera que estos son adecuados.

### 5.1.4 Cálculos hidráulicos

## ANÁLISIS HIDRÁULICO

### ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

CÉDULA DEL NODO FUENTE	PRESIÓN ESTÁTICA	PRESIÓN RESIDUAL	FLUJO	PRESIÓN DISPONIBLE	DEMANDA TOTAL	REQUERIMIENTOS DE PRESIÓN
BOMBA	150	100	500	98.1	510	81.5
	(libras/pulgada <sup>2</sup> )	(libras/pulgada <sup>2</sup> )	(GPM)	(libras/pulgada <sup>2</sup> )	(GPM)	(libras/pulgada <sup>2</sup> )

CEDULA NODO	ELEVACIÓN (PIES)	NODO (TIPO)	PRESIÓN (libras/pulgada <sup>2</sup> )	DESCARGA (GPM)
1	1.0	-----	80.7	-----
2	1.0	-----	80.6	-----
3	8.0	-----	77.5	-----
4	21.0	-----	71.8	-----
5	21.0	-----	71.5	-----
6	21.0	-----	71.5	-----
7	21.0	-----	71.5	-----
8	21.0	-----	71.5	-----
9	21.0	-----	71.5	-----
10	6.0	-----	78	-----
11	21.0	-----	71	-----
12	21.0	-----	71.5	-----
13	21.0	-----	71.5	-----
14	21.0	-----	71.5	-----
15	-4.0	-----	82.8	-----
16	-4.0	-----	82.5	-----
17	-4.0	-----	82.3	-----
18	-4.0	-----	82	-----
19	-4.0	-----	81.8	-----
20	-4.0	-----	82	-----
21	-4.0	-----	81.8	-----
22	10.0	-----	75.9	-----

23	20.0	-----	71.6	-----
24	30.0	-----	67.3	-----
25	21.0	-----	71.5	-----
26	24.0	-----	69.8	-----
27	24.0	-----	69.8	-----
28	24.0	-----	69.2	-----
29	24.0	-----	63.2	-----
30	24.0	-----	69.1	-----
31	24.0	-----	69.1	-----
32	24.0	-----	69.1	-----
33	24.0	-----	69.1	-----
34	-5.0	-----	81.9	-----
35	-5.0	-----	82.1	-----
1H	5.0	-----	78.1	-----
2H	5.0	-----	78.1	-----
3H	5.0	-----	78.1	-----
4H	5.0	-----	78.4	-----
5H	5.0	-----	78.9	-----
6H	5.0	-----	78.5	-----
7H	5.0	-----	77.7	-----
8H	5.0	-----	77.9	-----
9H	5.0	-----	77.3	-----
10H	5.0	-----	78.4	-----
11H	5.0	-----	78.4	-----
12H	5.0	K=12.00	78.4	100.00
13H	5.0	K=12.00	78.4	110.70
14H	5.0	-----	78.4	-----
15H	5.0	-----	78.4	-----
16H	5.0	-----	69.4	-----
17H	5.0	-----	75.1	-----
6'H	5.0	-----	78	-----
BOMBA	2.0	FUENTE	81.5	210.7
BN	2.0	-----	80.8	-----

Tabla 7. Cálculos hidráulicos de una red hidráulica contra incendio para hidrantes

## 5.2 RED DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Este ejemplo es para actualizar e instalar un sistema de protección contra incendio en una bodega de almacenamiento de tequila.

### 5.2 Antecedentes

Se realiza una breve descripción de las condiciones actuales de las instalaciones:

- Se cuenta con una bomba operada con motor eléctrico para mantener presión en la red, otra operada con motor de eléctrico de 1500 gpm a 125 libras/pulgada<sup>2</sup> y una operada con motor de combustión de 1500 a 125 libras/pulgada<sup>2</sup>. Estos equipos cumplen con las normas nacionales e internacionales (NFPA, STPS, RCDF, etc).
- Existen 30 hidrantes de 1 ½" y 2 ½" de diámetro con mangueras de 30 metros de longitud que cubren todo el predio.
- Se tiene un tanque de almacenamiento de agua de una capacidad de 1 000 000 litros (1000 m<sup>3</sup>) por las características inflamables del producto almacenado.
- Existe una memoria de cálculo y plano general de la red hidráulica contra incendio.
- Se cuenta con 142 extinguidores de polvo químico ABC y 18 de bióxido de carbono de diferentes capacidades
- Dentro de las instalaciones se cuenta con un sistema de alarma contra incendio y/o emergencias de acuerdo con lo que marca la norma respectiva.
- Se dispone de un plan de emergencias (incendios, explosiones, etc.)

- Las instalaciones se componen de edificios para las oficinas administrativas, producción y almacenes de producto terminado y materia prima.
- El tipo constructivo de las edificaciones es:
  - Oficinas: muros de ladrillo con acabados de cantera, techos de concreto, consta de un solo nivel, el acabado de las instalaciones es de tirol planchado y loseta de cerámica en los pisos.
  - Almacén y producción: muros de ladrillo, estructura de concreto armado y techos de lámina metálica y acrílico, su acabado es de cemento pulido.

### **5.2.1 Objetivo**

Los objetivos que se buscan son los siguientes:

- Contar con un sistema contra incendio basado en rociadores automáticos que garantice la seguridad de los empleados y los bienes o activos fijos de la empresa. Lo anterior es posible actualizando y/o substituyendo los equipos y materiales existentes para que cumplan con los estándares de la National Fire Protection Association (NFPA).
- Verificar que la memoria de cálculo del sistema hidráulico contra incendios satisfaga la demanda de gasto y presión que requerirá esta nueva área.

### **5.2.3 Bases de diseño**

- Se considera que el almacén de tequila es un riesgo de clase II extraordinario de acuerdo a la NFPA por el tipo de materiales almacenados, por lo tanto se requiere instalar un sistema de rociadores automáticos en toda el área.

- El cálculo hidráulico se efectúa para suministrar una demanda total de 1 271 galones por minuto (GPM) para todo el sistema de rociadores automáticos a una presión residual de 114.14 libras (libras/pulgada<sup>2</sup>) de acuerdo con lo que marca la NFPA.
- Se considera dado que los parámetros de NFPA son mayores a los solicitados por las autoridades locales en México como la STPS, Protección Civil, Bomberos y del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, que al cumplir con este cálculo se tiene y satisface los que establecen las normas locales.
- Por los cálculos realizados y para garantizar el gasto y presión que demandará el sistema de rociadores automáticos en el área, el actual equipo de bombeo cumple con estos parámetros por lo que no es necesario su cambio.
- Todos los materiales y equipos utilizados serán del tipo listado o aprobados por Underwriters Laboratories (UL) y Factory Mutual (FM) que son organismos reconocidos a nivel mundial y para los sistemas contra incendio que tienen estos sellos se pueden utilizar para la protección de cualquier edificación y bienes.
- Con respecto a los acabados y los otros equipos de protección contra incendio, se considera que estos son adecuados.

#### **5.2.4 Cálculos hidráulicos**

##### **DATOS DEL PROYECTO GENERAL:**

Nombre del edificio:	Bodega de Tequila
Localización del edificio:	Tequila Jalisco
Nombre del propietario:	El Exitoso
Código de referencia:	
Descripción del riesgo:	Grupo II extraordinario
Descripción del sistema de rociadores:	
Tipo de sistema de rociadores:	Humedad
Área del diseño de aplicación del agua:	3,000.00 pies cuadrados
Densidad de flujo mínima deseada:	0.30 GPM/pies cuadrados
Área máxima por rociador:	100.00 pies cuadrados
Permitido dentro hidrante:	0.00 GPM

Permitido fuera hidrante:	0.00 GPM
Permitido rociador in rack:	0.00 GPM

**RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SUMINISTRO DE AGUA:**

Identificación de la prueba de hidrantes:	
Elevación de los hidrantes:	0.00 pies
Presión estática:	0.00 libras/pulgada <sup>2</sup>
Prueba de rango de flujo:	0.00 GPM
Prueba de presión residual:	0.00 libras/pulgada <sup>2</sup>
Rango calculado del sistema de flujo:	1,271.00 GPM
Influjo de presión residual calculado:	114.00 libras/pulgada <sup>2</sup>
Influjo de presión residual disponible:	0.00 libras/pulgada <sup>2</sup>

**ESPECIFICACIONES DE LOS ROCIADORES:**

Hecho:		Modelo:	
Tamaño:	¾" X 17/32"	Rango de temperatura:	79° F.

**DATOS DEL PROYECTO:**

Nombre del archivo del proyecto:	BODEGA	Factor K en rociadores:	8.00
Modo de cálculos:	DEMANDA	Presión residual mínima HMD:	15.00 lb/pgda <sup>2</sup>
Numero de nodos activos:	59	Rango de labor:	0.00
Número de nodos inactivos:	3	Otras horas de labor:	0.00 HRS
Número de pipas activas:	62	Otros costos de material:	0.00
Número de pipas inactivas:	0	--PARÁMETROS DE MEDIDA DE LAS	
PIPAS—			
Número de rociadores activos:	36	Velocidad máxima del agua:	20.00 pies/S
Número de rociadores inactivos:	0	Pérdida/100' fraccional máxima:	20.00 lb/pgda <sup>2</sup>
Número del nodo HMD especificado:	2	Diámetro máximo	12.00 pulgadas
Número del nodo del sistema de influjo:	100		

## DISEÑO DE ROCIADORES:

COMIENZO FINAL	NODO K-FAC	ELEVACIÓN (PIES)	DESCARGA (GPM)	RES. PR. (lb/pgda <sup>2</sup> )	NOM DÍA IN.DIA C-VAL	Q(GPM) VEL (FPS)	F.L./PIES UNIONES TIPO.GRP	PIP.L FIT. L TOT. L	PF- lb/pgda <sup>2</sup> PE- lb/pgda <sup>2</sup> PV- lb/pgda <sup>2</sup>
1	N/A	18.0	0.00	15.13	1.500	10.6	0.005	18.0	0.13
2	8.00	18.0	30.98	15.00	1.610	1.7	T	8.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			26.0	0.02
3	8.00	18.0	31.12	15.13	1.500	20.4	0.017	8.0	0.13
2	8.00	18.0	30.98	15.00	1.610	3.2	-----	0.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			8.0	0.07
4	8.00	18.0	31.88	15.88	1.500	51.5	0.093	8.0	0.74
3	8.00	18.0	31.12	15.13	1.610	8.1	-----	0.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			8.0	0.44
5	8.00	18.0	33.65	17.69	1.500	83.4	0.227	8.0	1.81
4	8.00	18.0	31.88	15.88	1.610	13.1	-----	0.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			8.0	1.16
6	8.00	18.0	36.74	21.09	1.500	117.0	0.424	8.0	1.81
5	8.00	18.0	33.65	17.69	1.610	18.4	-----	0.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			8.0	2.29
7	8.00	18.0	41.35	26.72	1.500	153.8	0.703	8.0	5.63
6	8.00	18.0	36.74	21.09	1.610	24.2	-----	0.0	0.00
	-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--				120			8.0	3.95
8	N/A	18.0	0.00	35.47	1.500	195.1	1.092	8.0	8.74
7	8.00	18.0	41.35	26.72	1.610	30.7	-----	0.0	0.00
	-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--				120			8.0	6.36
9	N/A	18.0	0.00	44.22	1.500	195.1	1.092	8.0	8.74
8	N/A	18.0	0.00	35.47	1.610	30.7	-----	0.0	0.00
	-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--				120			8.0	6.36
10	N/A	18.0	0.00	74.84	1.500	195.1	1.093	20.0	30.59
9	N/A	18.0	0.00	44.22	1.610	30.7	T	8.0	0.00
	-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--				120			28.0	6.36
11	N/A	18.0	0.00	15.13	3.000	10.6	0.000	11.5	0.00
1	N/A	18.0	0.00	15.13	3.068	0.5	-----	0.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			11.5	0.00
11	N/A	18.0	0.00	15.13	1.500	6.8	0.002	18.0	0.06
12	8.00	18.0	31.06	15.07	1.610	1.1	T	8.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			26.0	0.01
13	8.00	18.0	31.25	15.26	1.500	24.2	0.023	8.0	0.18
12	8.00	18.0	31.06	15.07	1.610	3.8	-----	0.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			8.0	0.10
14	8.00	18.0	32.11	16.11	1.500	55.5	0.107	8.0	0.85
13	8.00	18.0	31.25	15.26	1.610	8.7	-----	0.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			8.0	0.51
15	8.00	18.0	34.03	18.10	1.500	87.6	0.248	8.0	1.99
14	8.00	18.0	32.11	16.11	1.610	13.8	-----	0.0	0.00
	ACERO MOJADO CÉDULA 40				120			8.0	1.28

COMIENZO FINAL	NODAL K-FAC	ELEVACIÓN (PIES)	DESCARGA (GPM)	RES. PR. (libras/pulgada)	NOM DÍA IN.DÍA C-VAL	Q(GPM) VEL (FPS)	F.L./PIES UNIONES TIPO.GRP	PIP.L FIT. L TOT. L	PF- lb/pgda <sup>2</sup> PE- lb/pgda <sup>2</sup> PV- lb/pgda <sup>2</sup>
16	8.00	18.0	37.31	21.74	1.500	121.6	0.456	8.0	3.64
15	8.00	18.0	34.03	18.10	1.610	19.2	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			8.0	2.47
17	8.00	18.0	42.12	27.73	1.500	158.9	0.747	8.0	5.98
16	8.00	18.0	37.31	21.75	1.610	25.0	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			8.0	4.22
18	N/A	18.0	0.00	36.97	1.500	201.0	1.154	8.0	9.23
17	8.00	18.0	42.12	27.73	1.610	31.7	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			8.0	6.75
19	N/A	18.0	0.00	46.21	1.500	201.0	1.154	8.0	9.23
18	N/A	18.0	0.00	36.97	1.610	31.7	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			8.0	6.75
20	N/A	18.0	0.00	78.56	2.000	195.1	0.324	11.5	3.72
10	N/A	18.0	0.00	74.84	2.067	18.7	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			11.5	2.34
20	N/A	18.0	0.00	78.56	1.500	201.0	1.154	20.0	32.32
19	N/A	18.0	0.00	46.21	1.610	31.7	T	8.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			28.0	6.75
21	N/A	18.0	0.00	15.14	3.000	17.4	0.001	11.5	0.01
11	N/A	18.0	0.00	15.13	3.068	0.8	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			11.5	0.00
21	N/A	18.0	0.00	15.14	1.500	4.9	0.001	18.0	5.63
22	8.00	18.0	31.09	15.11	1.610	0.8	T	8.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			26.0	3.95
23	8.00	18.0	31.31	15.32	1.500	26.2	0.027	8.0	0.21
22	8.00	18.0	31.09	15.11	1.610	4.1	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			8.0	0.12
24	8.00	18.0	32.23	16.25	1.500	57.6	0.114	8.0	0.91
23	8.00	18.0	31.31	15.32	1.610	9.1	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			8.0	0.55
25	8.00	18.0	34.24	18.32	1.500	89.8	0.260	8.0	2.08
24	8.00	18.0	32.23	16.24	1.610	14.1	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			8.0	1.35
26	8.00	18.0	37.61	22.10	1.500	124.0	0.472	8.0	3.78
25	8.00	18.0	34.24	18.32	1.610	19.5	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			8.0	2.57
27	8.00	18.0	42.54	28.27	1.500	161.6	0.771	8.0	6.17
26	8.00	18.0	37.61	22.10	1.610	25.5	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			8.0	4.37
28	N/A	18.0	0.00	37.78	1.500	204.1	1.188	8.0	9.50
27	8.00	18.0	42.54	28.27	1.610	32.2	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			8.0	6.96
29	N/A	18.0	0.00	47.29	1.500	204.1	1.188	8.0	9.50
28	N/A	18.0	0.00	37.78	1.610	32.2	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			8.0	6.96
30	N/A	18.0	0.00	80.58	3.000	396.1	0.175	11.5	2.02
20	N/A	18.0	0.00	78.56	3.068	17.2	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			11.5	1.99

COMIENZO FINAL	NODAL K-FAC	ELEVACIÓN (PIES)	DESCARGA (GPM)	RES. PR. (libras/pulgada)	NOM DÍA IN.DÍA C-VAL	Q(GPM) VEL (FPS)	F.L./PIES UNIONES TIPO.GRP	PIP.L FIT. L TOT. L	PF- lb/pgda <sup>2</sup> PE- lb/pgda <sup>2</sup> PV- lb/pgda <sup>2</sup>
30	N/A	18.0	0.00	80.58	1.500	204.1	1.188	20.0	33.26
29	N/A	18.0	0.00	47.29	1.610	32.2	T	8.0	0.00
-- ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--									
31	N/A	18.0	0.00	15.15	3.000	22.3	0.001	11.5	0.01
21	N/A	18.0	0.00	15.14	3.068	1.0	-----	0.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			11.5	0.01
31	N/A	18.0	0.00	15.15	1.500	0.5	0.000	18.0	0.00
32	8.00	18.0	31.14	15.15	1.610	0.1	T	8.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			26.0	0.00
33	8.00	18.0	31.43	15.43	1.500	30.6	0.035	8.0	0.28
32	8.00	18.0	31.14	15.15	1.610	4.8	-----	0.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			8.0	0.16
34	8.00	18.0	32.48	16.48	1.500	62.0	0.131	8.0	1.05
33	8.00	18.0	31.43	15.43	1.610	9.8	-----	0.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			8.0	0.64
35	8.00	18.0	34.66	18.77	1.500	94.5	0.286	8.0	2.29
34	8.00	18.0	32.48	16.48	1.610	14.9	-----	0.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			8.0	1.49
36	8.00	18.0	38.24	22.85	1.500	129.2	0.509	8.0	4.07
35	8.00	18.0	34.66	18.77	1.610	20.4	-----	0.0	0.00
-- ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--									
					120			8.0	2.79
37	8.00	18.0	43.40	29.43	1.500	167.4	0.823	8.0	6.58
36	8.00	18.0	38.24	22.85	1.610	26.4	-----	0.0	0.00
-- ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--									
					120			8.0	4.68
38	N/A	18.0	0.00	39.52	1.500	210.8	1.260	8.0	10.08
37	8.00	18.0	43.40	29.43	1.610	33.2	-----	0.0	0.00
-- ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--									
					120			8.0	7.42
39	N/A	18.0	0.00	49.62	1.500	210.8	1.260	8.0	10.08
38	N/A	18.0	0.00	39.52	1.610	33.2	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--									
					120			8.0	7.42
40	N/A	18.0	0.00	84.93	3.000	600.2	0.378	11.5	4.35
30	N/A	18.0	0.00	80.58	3.068	26.0	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--									
					120			11.5	4.57
40	N/A	18.0	0.00	84.93	1.500	210.8	1.260	20.0	35.29
39	N/A	18.0	0.00	49.62	1.610	33.2	T	8.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--									
					120			28.0	7.42
41	N/A	18.0	0.00	15.16	3.000	22.8	0.001	11.5	0.01
31	N/A	18.0	0.00	15.15	3.068	1.0	-----	0.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			11.5	0.01
42	8.00	18.0	31.20	15.21	1.500	6.6	0.002	18.0	0.05
41	N/A	18.0	0.00	15.16	1.610	1.0	T	8.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			26.0	0.01
43	8.00	18.0	31.63	15.63	1.500	37.8	0.052	8.0	0.42
42	8.00	18.0	31.20	15.21	1.610	6.0	-----	0.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			8.0	0.24
44	8.00	18.0	32.91	16.93	1.500	69.4	0.162	8.0	1.29
43	8.00	18.0	31.63	15.63	1.610	10.9	-----	0.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40									
					120			8.0	0.81

COMIENZO FINAL	NODAL K-FAC	ELEVACIÓN (PIES)	DESCARGA (GPM)	RES. PR. (libras/pulgada)	NOM DÍA IN.DIA C-VAL	Q(GPM) VEL (FPS)	F.L./PIES UNIONES TIPO.GRP	PIP.L FIT. L TOT. L	PF. lb/pgda <sup>2</sup> PE- lb/pgda <sup>2</sup> PV- lb/pgda <sup>2</sup>
45	8.00	18.0	35.40	19.58	1.500	102.3	0.331	8.0	2.65
44	8.00	18.0	32.91	16.93	1.610	16.1	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			8.0	1.75
46	8.00	18.0	39.33	24.17	1.500	137.7	0.574	8.0	4.59
45	8.00	18.0	35.40	19.58	1.610	21.7	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	3.17
47	8.00	18.0	44.88	31.48	1.500	177.0	0.913	8.0	7.30
46	8.00	18.0	39.33	24.17	1.610	27.9	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	5.24
48	N/A	18.0	0.00	42.58	1.500	221.9	1.386	8.0	11.09
47	8.00	18.0	44.88	31.48	1.610	35.0	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	8.23
49	N/A	18.0	0.00	53.68	1.500	221.9	1.386	8.0	11.09
48	N/A	18.0	0.00	42.58	1.610	35.0	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	8.23
50	N/A	18.0	0.00	92.53	3.000	811.0	0.660	11.5	7.59
40	N/A	18.0	0.00	84.93	3.068	35.2	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			11.5	8.34
50	N/A	18.0	0.00	92.53	1.500	221.9	1.386	20.0	38.81
49	N/A	18.0	0.00	53.68	1.610	35.0	T	8.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			28.0	8.23
51	N/A	18.0	0.00	15.16	3.000	16.2	0.000	11.5	0.01
41	N/A	18.0	0.00	15.16	3.068	0.7	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			11.5	0.00
52	8.00	18.0	31.44	15.45	1.500	16.2	0.011	18.0	0.28
51	N/A	18.0	0.00	15.16	1.610	2.6	T	8.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			26.0	0.04
53	8.00	18.0	32.09	16.09	1.500	47.61	0.080	8.0	0.64
52	8.00	18.0	31.44	15.45	1.610	7.5	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			8.0	0.38
54	8.00	18.0	33.72	17.76	1.500	79.7	0.209	8.0	1.67
53	8.00	18.0	32.09	16.09	1.610	12.6	-----	0.0	0.00
		ACERO MOJADO CÉDULA 40			120			8.0	1.06
55	8.00	18.0	36.63	20.97	1.500	113.4	0.401	8.0	3.20
54	8.00	18.0	33.72	17.76	1.610	17.9	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	2.15
56	8.00	18.0	41.07	26.35	1.500	150.1	0.672	8.0	5.38
55	8.00	18.0	36.63	20.97	1.610	23.6	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	3.76
57	8.00	18.0	47.17	34.77	1.500	191.1	1.051	8.0	8.41
56	8.00	18.0	41.07	26.35	1.610	30.1	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	6.10
58	N/A	18.0	0.00	47.03	1.500	238.3	1.581	8.0	12.65
57	8.00	18.0	47.17	34.77	1.610	37.5	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	9.49
59	N/A	18.0	0.00	60.09	1.500	238.3	1.581	8.0	12.65
58	N/A	18.0	0.00	47.43	1.610	37.5	-----	0.0	0.00
		-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--			120			8.0	9.49

COMIENZO FINAL	NODAL K-FAC	ELEVACIÓN (PIES)	DESCARGA (GPM)	RES. PR. (libras/pulgada)	NOM DÍA IN.DÍA C-VAL	Q(GPM) VEL (FPS)	F.L./PIES UNIONES TIPO.GRP	PIP.L FIT. L TOT. L	PF- lb/pgda <sup>2</sup> PE- lb/pgda <sup>2</sup> PV- lb/pgda <sup>2</sup>
60	N/A	18.0	0.00	104.41	3.000	1033.0	1.032	11.5	11.87
50	N/A	18.0	0.00	92.53	3.068	44.8	-----	0.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			11.5	13.52
60	N/A	18.0	0.00	104.41	1.500	238.3	1.581	20.0	44.28
59	N/A	18.0	0.00	60.09	1.610	37.6	T	8.0	0.00
-ADVERTENCIA VELOCIDAD EXCEDIDA 20.0 FPS--					120			28.0	9.49
80	N/A	18.0	0.00	106.50	6.000	1271.1	0.055	10.0	2.08
60	N/A	18.0	0.00	104.41	6.065	14.1	2E	28.0	0.00
ACERO MOJADO CÉDULA 40					120			8.0	4.22
80	N/A	18.0	0.00	106.50	6.000	-1271.1	0.055	15.0	1.15
100	N/A	3.0	-1271.12	114.14	6.065	-14.1	2G	6.0	6.49
ACERO MOJADO CÉDULA 40					120			21.0	1.34

Tabla 8. Cálculos hidráulicos de una red contra incendio para rociadores automáticos

### 5.3 FÓRMULAS Y TABLAS

#### *Glosario de fórmulas y tablas utilizadas*

Para la realización de los ejemplos antes citados, fueron calculados con un software electrónico que permite un desarrollo más rápido y efectivo. En el mismo, se utilizan algunas fórmulas hidráulicas como la de Hazen-Williams y tablas que ya tienen establecidas y definidas ciertos parámetros para el valor del coeficiente de fricción “C” y el coeficiente “K” que involucra las pérdidas por contracción de materiales y las locales que ayudan en los cálculos. No obstante, para una mejor comprensión de los cálculos a continuación se dan a conocer algunas de las bases que se tomaron para el desarrollo de los ejemplos citados.

En primera instancia, se consideraron los siguientes aspectos:

- Tipo de sistema
- Clasificación del riesgo
- Área de aplicación de agua de diseño
- Cobertura por rociador

- e) Total de rociadores a calcular
- f) Número de rociadores por ramal
- g) Densidad de aplicación de agua
- h) Presión por rociador
- i) Reserva de agua contra incendio
- j) Selección del equipo de bombeo contra incendio

En segunda instancia se aplicaron las siguientes fórmulas:

La fórmula básica de Hazen-Williams ( $V=1.31Cr^{0.63}s^{0.54}$ )<sup>2</sup> no es práctica para el cálculo de caudales normales para protección contra incendio, por lo tanto se utiliza para pérdidas de presión que se expresan en libras y el caudal con galones por minuto, bajo la siguiente fórmula

### ***1. Fórmula para determinar pérdidas por fricción***

$$P = \frac{4.52 Q^{1.85}}{c^{1.85} d^{4.87}}$$

donde :

P = Resistencia a la fricción libras

Q = Gasto en gal/min

c = Coeficiente de descarga (constante de acuerdo a la tubería)

d = Diámetro interior de la tubería en pulgadas

### ***2. El área de diseño para suministro de agua***

Se considera como el área más remota o exigente de operación simultánea del rociador. Al realizar el cálculo se garantiza que en cualquier punto del sistema se tendrá la misma densidad de aplicación, expresada en pies<sup>2</sup> o metros<sup>2</sup>.

### ***3. Área de cobertura por rociador***

El área a cubrir por un rociador usado en el diseño hidráulico es la distancia entre los rociadores de un ramal multiplicada por la distancia entre los ramales, se expresa en pies<sup>2</sup> o metros<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> V= velocidad, C= coeficiente de rozamiento, r= radio hidráulico (área dividida por la circunferencia), s= pendiente hidráulica (pérdida de presión dividida por la longitud)

#### **4. Número de rociadores a calcular**

Para determinar el número de rociadores es necesario dividir el área en donde se aplicarán los rociadores (área de aplicación) entre la cobertura por rociador y se ejemplifica de la siguiente manera:

$$\text{No. de Rociadores a Calcular} = \frac{\text{Área de Aplicación}}{\text{Cobertura por Rociador}}$$

#### **5. Número de rociadores por ramal**

El número de rociadores por ramal se determina al dividir el área de aplicación entre la distancia de los rociadores en el ramal y sacando  $\frac{1}{2}$  de la raíz cuadrada del resultado obtenido

$$\text{Número de Rociadores por Ramal} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\text{Área de Aplicación}}{\text{Distancia de los Rociadores en el Ramal}}}$$

#### **6. Densidad de aplicación de agua**

La densidad de agua es la cantidad de la misma (gal/min) que se requiere para suministrar a un rociador (pies<sup>2</sup>). Esta se puede determinar por medio de las curvas de área de densidad propuestas por la National Fire Protection Association (NFPA) 13,5-2.3, la cual esta expresada en GPM/pies

#### **7. Flujo por Rociador**

Cada rociador deberá descargar la cantidad de agua necesaria para cumplir con la densidad requerida dentro de su área de operación, cálculo expresado en gal/min.

$$Q = \frac{\text{Cobertura por Rociador}}{\text{Densidad de agua}}$$

### 8. Presión por Rociador

Cuando el flujo de agua pasa a través del orificio del rociador, la energía del agua cambia de potencial a cinética generando una presión. La siguiente fórmula se deriva de las ecuaciones de energía para determinar qué cantidad de agua podrá fluir a través del área del orificio provocada por la presión que circula por la abertura, expresado en libras.

$$Q = K (P)^{1/2}$$

Así podemos determinar la mínima presión generada en el rociador al pasar el flujo de agua, al despejar la fórmula anterior esta queda como sigue:

$$P = \frac{(Q)^2}{(K)^2}$$

### 9. Reserva de agua contra incendio

Con base en los datos obtenidos de gasto y presión de los sistemas de rociadores contra incendio, utilizando la tabla propuesta por la NFPA, que se muestra a continuación y la cual depende de la clasificación del riesgo, tipo de hidrantes y la duración del siniestro, nos indica el volumen de agua de reserva que se deberá considerar de manera exclusiva para la red contra incendio. (Tabla 9)

REQUERIMIENTOS DE DEMANDA Y ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA  
HIDRANTES

<i>Clasificación de Riesgo</i>	<i>Hidrantes interiores (gpm)</i>	<i>Hidrantes exteriores y interiores (gpm)</i>	<i>Duración en minutos</i>
Ligero	50 ó 100	100	30
Ordinario	50 ó 100	250	60 a 90
Extra	50 ó 100	500	90 a 120

Tabla 9. Demanda de agua para sistemas de hidrantes y rociadores automáticos de acuerdo a la clasificación de riesgo

En el caso del ejemplo del cálculo de los rociadores automáticos, la reserva de agua necesaria para la red contra incendio sería de:

1271 gpm x 90 minutos = 114 390 galones (432 966 litros)

1271 gpm x 120 minutos = 152 490 galones (576 834 litros)

En el caso ejemplificado se tiene una reserva de 1 000 000 litros por lo que cumple con la norma.

Si se adicionara el gasto de los hidrantes a este sistema de rociadores, el cálculo de la reserva de agua sería:

1271 gpm por rociadores + 500 gpm por hidrantes = 1771 gpm.

1771 gpm x 90 minutos = 159 390 galones (603 291 litros)

1771 gpm x 120 minutos = 212 520 galones (804 388 litros)

Como se podrá observar aún combinando hidrantes y rociadores la reserva que se tiene en el cálculo de 1 000 000 de litros (1000m<sup>3</sup>) logra satisfacer ambos equipos.

### ***10. Selección del equipo de bombeo contra incendio***

Las normas de NFPA y Factory Mutual (FM) establecen que para los proyectos de los diferentes tipos de sistema contra incendio, se requiere de equipo de bombeo adecuado, aprobado y certificado.

Las bombas contra incendio están diseñadas para ofrecer la máxima fiabilidad de operación, cumpliendo con los requerimientos de presión y caudal. Además deben cumplir con ciertos requerimientos de presión caudal, para que estén dentro de las curvas de eficiencia propuestas por el fabricante.

La forma de la curva de operación de una bomba contra incendio se determina por medio de tres puntos como es el “caudal cero”, “valor nominal” y “sobrecarga”, que a continuación se describen.

**Caudal Cero:** Cuando la bomba opere a la velocidad nominal y la válvula de descarga esté cerrada. En una de tipo centrífuga no debe exceder del 120% de la presión nominal al 100% de su capacidad. Para la de tipo

vertical, no debe exceder del 140% de la presión nominal al 100% de su capacidad.

**Valor Nominal:** La curva debe pasar a través o por encima del punto de capacidad y presión nominales.

**Sobrecarga:** Al 150% de la capacidad nominal, la presión total no debe ser inferior al 65% de la presión nominal.

En nuestro caso la demanda es de 1272 gpm, por lo que el equipo que tenemos de 1500 gpm, cumple con los requisitos de gasto y presión que requiere el sistema contra incendio que instalaremos.

### 11. Tablas de valores para “C” y “K”

Tabla Valores “C”

TUBERÍAS	Valor de “C”
Hierro fundido ó dúctil sin recubrimiento interior	100
Acero negro (sistemas secos, incluyendo preacción)	100
Acero negro (sistemas húmedos, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda la tubería)	120
Plástico (toda la tubería, aprobada por UL,FM)	150
Hierro fundido o dúctil, cementado interiormente	140
Cobre o Acero inoxidable	150

La siguiente tabla muestra unos ejemplos de valores que deberán ser incluidos dentro del cálculo hidráulico para las pérdidas por fricción que tienen accesorios y sólo para el factor C= 120 de Hazen y Willians.

Conexiones y Válvulas	19 mm ¾”	32 mm 1 ¼”	51 mm 2”	89 mm 3 ½”	152 mm 6”
Codo 45°	0.3	0.3	0.6	0.9	2.1
Codo 90°	0.6	0.9	1.5	2.4	4.3
Tee ó Cruz	0.9	1.8	3.0	5.2	9.1
Válvula Mariposa	0	0	1.8	0	3.0
Válvula Retención	0	2.1	3.4	5.8	9.8

Nota 1: Si el fabricante indica otros factores se utilizarán dentro del cálculo.

Esta tabla sólo aplica para tuberías de acero cédula 40 con “C” 120, en el caso de otro valor de “C” se modificarán como se menciona a continuación:

Factores para multiplicar en valor de “C”

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

Tabla de Valores “K” de acuerdo al diámetro de descarga y del tipo de rociador automático

Diámetro Nominal de Orificio pulg/ (mm)	Tipo de Orificio	Factor “K”	% de la Descarga Nominal de ½”	Tipo de Cuerda	Perno	Diámetro Orificio Impreso en el marco
¼ (6.5)	Pequeño	1.3-1.5	25	½” NPT	SÍ	Sí
5/16 (7.5)	Pequeño	1.8-2.0	33.3	½” NPT	Sí	Sí
3/8 (9)	Pequeño	2.6-2.9	50	½” NPT	Si	Si
7/16 (10.5)	Pequeño	4.0-4.4	75	½” NPT	Sí	Si
½ (13)	Standard	5.3-5.8	100	½” NPT	No	No
17/32 (13.84)	Grande	7.4-8.2	140	¾” ó ½” NPT	No Sí	No Sí

## 5.4 EJEMPLO NÚMÉRICO

Dentro de este punto y en la tabla siguiente se da a conocer unos valores aproximados y estimados de algunos de los sistemas contra incendio que existen en la actualidad:

Equipos	unidades	Valor dólares
Rociadores automáticos	M <sup>2</sup>	40.00
Sistema de alarmas	Unidad	22.00
Hidrante 1 ½” diámetro	Unidad	269.00
Hidrante 2” diámetro	Unidad	334.00
Hidrante 2 ½” diámetro	Unidad	392.00
Bomba tipo Jockey	Unidad	7,200.00
Bomba operada con motor eléctrico de 1000 gpm	Unidad	95,000.00
Bomba operada con motor de combustión a diesel de 1000 gpm	Unidad	100.000.00

Con base a lo anterior a continuación se da a conocer, de acuerdo a los valores citados anteriormente para la protección contra incendio, la inversión estimada que se realizó en las ubicaciones citadas como ejemplos, siendo esta como sigue:

	Valores en dólares de edificio y contenidos	Monto de inversión sistema de protección contra incendio	% de inversión sistema contra incendio con respecto a valores de la planta	Ahorro en caso de una perdida total
Ejemplo No.1 red de hidrantes	12'385,196.00	106,444.00	0.86%	12'385,196.00
Ejemplo No.2 red de rociadores automáticos	49'031,543.00	3,800.00	0.007%	49'031,543.00

Como se podrá observar en caso del primer ejemplo, aun cuando se actualizó tanto el sistema de hidrantes como las bombas, la inversión para la protección contra incendio fue menos del 1%.

En el segundo ejemplo, la inversión fue mínima ya que se tenía con anterioridad un buen equipo de bombeo contra incendio lo que originó solo la instalación de los rociadores automáticos para la bodega que se protegió.

Como conclusión siempre será conveniente proteger nuestras instalaciones con sistema contra incendio.

## CONCLUSIONES

La práctica general de la seguridad y la prevención de incendios exige una acción concreta y rápida de la aplicación de la Normas Básicas para la Protección contra incendios en todo tipo de instalaciones y/o edificaciones, como se demuestra en los casos citados. En los cuales se hace alarde de toda la gama de equipos y técnicas que se puede utilizar para la protección, combate y extinción de un incendio.

Esta práctica estará basada en los mismos medios de trabajo y en los de la propia seguridad, pero guiada por el criterio y decisión de quien la ejerce.

El objetivo principal de esta tesis, es que los Ingenieros Civiles la utilicen como manual o guía en sus futuros proyectos y practiquen las nociones de seguridad respectivas, ya que contiene los elementos básicos necesarios según el riesgo y/o edificación a proteger.

Se espera también que se le dé la importancia que merece a la protección contra incendios, debido a que estas Normas Básicas para Prevención de Incendios son aplicables a cualquier tipo de negocio como pueden ser los industriales, comerciales ó habitacionales.

Es una realidad muy lógica y conocida debido a los avances técnicos e industriales con que actualmente se cuenta, prevenir o combatir un incendio eficientemente en sus inicios.

Al realizar lo anterior se pueden evitar:

- a) Lesiones Personales: Generalmente numerosas y graves, incapacidades permanentes y/o muertes.
- b) Pérdidas Materiales: Estas pérdidas se deben a daños en los edificios, maquinaria, instalaciones, instrumentación, daños a los materiales, materias primas, productos terminados, etc.

- c) Pérdida de mercado: Los clientes al carecer de materias primas o mercancías por lo que a veces tienen que parar sus actividades, buscan otros proveedores, la imagen ante los clientes externos decae, se pierde la protección aduanal, se abre la competencia extranjera, se pierden mercados internacionales, etc.
- d) Pérdidas Económicas: afectación de los ingresos económicos de la familia, quiebra, incapacidad económica, falta de ingresos, etc.
- e) Daños a la Sociedad: Pérdida de centros productivos, las industrias tienen como uno de los objetivos de su producción llenar una necesidad social; pérdidas de los centros de trabajo, servicios y prestaciones para los trabajadores y sus familiares y a la comunidad.

Dado que los incendios siempre producen situaciones negativas para el bienestar humano, se vuelve a hacer hincapié en la necesidad de que el Ingeniero Civil aplique y/o utilice las Normas Básicas para la Protección contra Incendios, iniciando desde todo anteproyecto de una nueva construcción y/o remodelación de cualquier tipo de edificación y así prevenir su ocurrencia y salvaguardar los bienes de sus clientes.

Por último y como apoyo en la supervisión de obras dada la alta incidencia de incendios y pérdidas humanas a continuación se citan algunas sugerencias mínimas de seguridad para la conservación de la seguridad de las personas y bienes materiales.

- Los contratistas deben colocar en varios puntos de la obra, equipos contra incendio en buen estado y de fácil acceso.
- Todo el sistema eléctrico (tableros, contactos, cables, conexiones, etc.) debe ser instalado por un especialista en la materia, desde la acometida hasta los centros de consumo u áreas de trabajo y equipos. La mejor opción sería que se tuviera un contrato provisional con las autoridades de alimentación de energía correspondientes ( Compañía de Luz y Fuerza

del Centro y/o Comisión Federal de Electricidad y/o una Planta de emergencia que instale la constructora) mientras se tiene la obra.

- Manejar cables eléctricos de tipo rudo y en buenas condiciones, sin empalmes y/o añadiduras y con clavijas adecuadas, desde la acometida hasta los centros de consumo y/o áreas de trabajo. Además la distribución de los cables dentro de la obra tomar en cuenta que no estén en pasillos de circulación, almacenamiento de materiales, combustibles, inflamables, etc.
- Balancear las cargas de toda la instalación eléctrica y evitar sobrecargar un circuito.
- Colocar los tableros de distribución sobre bases incombustibles y manejar fusibles acordes al amperaje de protección requerido en las instalaciones.
- Prohibir
  - la utilización de puentes y/o diablitos en los tableros de distribución y/o cualquier instalación eléctrica en las instalaciones
  - la conexión de varios equipos en sólo alimentador y/o contacto eléctrico, en caso de que se requieran disponer de varios contactos.
- Manejar cables del calibre adecuado para la conexión de los diferentes equipos que se requieran en la obra.
- Alimentar los equipos de energía de acuerdo al voltaje recomendado por el fabricante del mismo y prohibir en estos casos la utilización de voltajes diferentes.
- De preferencia contar con contactos para los equipos en cada nivel de la obra (piso), evitando que sus conexiones recorran largas distancias.
- Utilizar recipientes de seguridad para todos los líquidos inflamables y/o combustibles y almacenarlos a cuando menos 30 metros de cualquier instalación en la obra, contando con un medio de contención de derrames, sistema de tierras y letreros preventivos.
- Retirar continuamente todos los desperdicios (madera, plástico, papel, cartón, concreto, varillas, tabiques, etc.) generados por la obra y si se

dispone de un área para el almacenamiento de dichos desperdicios localizarla a cuando menos 15 metros de las instalaciones, colocando los residuos en recipientes metálicos con tapa, con recolección periódica por parte del departamento de limpieza.

- Establecer recorridos diarios en toda la obra para la recolección de los desperdicios y la basura.
- Regular todas las operaciones de corte y soldadura por medio de un permiso.
- Disponer de un contacto especial y adecuado para la operación de las soldaduras eléctricas.
- Colocar en un carro transportador (diablo) los cilindros a presión que se utilicen en equipos de corte y soldadura y sujetarlos al mismo para evitar su caída.
- Almacenar a 30 metros de cualquier instalación (de la obra) el stock de cilindros a presión con capuchón en las válvulas y sujetándolos para evitar su caída.
- Efectuar revisión periódica de los accesorios (mangueras, reguladores, válvulas) de los equipos de corte y soldadura.
- Realizar limpieza y retiro de materiales combustibles (papel, cartón, madera. Etc.) de las zonas cercas a donde se van a efectuar operaciones de corte y soldadura.
- No utilizar materiales combustibles (lonas) para aislar las áreas de operaciones de corte y soldadura, en caso de que se requiera este material (lonas) serán con una resistencia al fuego de cuando menos dos horas.
- Utilizar andamios (hamacas) y estructuras metálicas (torres) en actividades a realizar en partes altas interiores y exteriores de la edificación.
- Las estructuras metálicas deben contar con:
  - Escaleras internas.
  - Crucetas y largueros en buen estado.

- Con freno en las llantas (si están en la parte baja de la estructura)
- Los andamios (hamacas) deben contar con:
  - Materiales incombustibles en su base.
  - Doble mecanismo de bajada de emergencia conocidos como aparejos y tirsors (este último con su extensión colocada en forma permanente)
  - Anclajes adecuados a la estructura de la edificación
- Todos los trabajadores de las obras deberán utilizar sus equipos de protección personal (casco, lentes de seguridad, guantes, zapatos, cinturón porta herramientas, etc.)
- Los trabajadores que laboren en partes elevadas de las edificaciones, utilizaran sus arenes y líneas de vida.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Arnal Simón, Luis. Reglamento de Construcción para el Distrito Federal. Max Betancourt Suárez. Enero 1996, Editorial Trillas.
- Cote, Arthur E. Manual de Protecciones contra Incendio. Decimoséptima Edición. Abril 2001. Editorial Mapfre

- Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros. Manual del Ramo de Incendio. 2001
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana. NOM.001.STPS.1999. Edificios, Locales, Instalaciones y Áreas en los Centros de Trabajo, Condiciones de Seguridad e Higiene. Diciembre 1999
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana. NOM.002.STPS.2000. Condiciones de Seguridad, Protección y Combate de Incendios en los Centros de Trabajo. Agosto 2000.
- Nash, P. Y Young, R.A. Sistemas de Rociadores Automáticos para la Protección contra Incendios. Editorial MAPFRE
- National Fire Protection Association. N.F.P.A. 101 Life Safety Code. Enero 2000
- National Fire Protection Association. N.F.P.A.10 Portable Fire Extinguishers. Enero 2000
- National Fire Protection Association. N.F.P.A.13 Installation of Sprinklers Systems. Enero 2000
- National Fire Protection Association. N.F.P.A.14 Installation of Standpipe and Hose Systems. Enero 2000
- National Fire Protection Association. N.F.P.A. 20 Standard for The Installation of Centrifugal Fire Pumps. Enero 2000
- National Fire Protection Association. N.F.P.A. 72 National Fire Alarm Code. Enero 2000.

## ANEXOS

Anexo 1. Plano equipo contra incendio del Almacén y oficinas “La Principal”.

Anexo 2. Fábrica de tequila “El Exitoso”.

Anexo 3. Bodega de almacenamiento de tequila “El Exitoso”.

## GLOSARIO

**Agente Extintor:** Es la sustancia o mezcla de ellas que al contacto con un material en combustión, en cantidades adecuadas, apaga el fuego.

**Bomba Jockey:** Equipo que esta operado por un motor eléctrico y que permite mantener una presión constante en la red contra incendio.

**Calor:** Fenómeno físico que eleva la temperatura, dilata, funde, volatiliza o descompone un cuerpo.

**Caperuza:** Protección de metal que cubría provisionalmente los primeros rociadores y que al contacto con el fuego se desprendía.

**Combustible:** Es todo aquel material susceptible de arder al mezclarse con un comburente y que se somete a una fuente de calor.

**Comburente:** Es aquel material que provoca una combustión, que la activa. Ejemplo: oxígeno.

**Combustión:** Es la reacción exotérmica (liberación de energía) de un combustible con un oxidante llamado comburente.

**Combustión espontánea:** Es la combustión que comienza sin aporte externo de calor, o sea una reacción propia de algunos materiales ante condiciones específicas del medio ambiente.

**Detector de Humo:** Es un aparato que funciona de manera autónoma y que contiene un dispositivo de alarma audible u visible, que se activa al percibir condiciones que indiquen la presencia de humo.

**Energía Térmica:** Fenómeno químico acompañado de aumento de calor.

**Equipos contra Incendios:** Es un conjunto de aparatos y dispositivos instalados de manera permanente para el control y combate de incendios.

**Exotérmico:** Es aquel fenómeno químico que despidе calor.

**Extinción:** Es la acción que se toma para sofocar un incendio.

**Fuego:** Es la oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimiento de luz y calor.

**Ignición:** Es la primera etapa del estado de los cuerpos en combustión.

**Incendio:** Es el fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio.

**Inflamable:** Es la característica que tienen los materiales de incendiarse ante una fuente de calor.

**Material Explosivo:** Son los componentes químicos que en estado líquido o sólido reaccionan con calor, algún golpe o fricción, provocando un cambio inmediato a gas, el cual se desplaza uniformemente en todas direcciones, situación que provoca un aumento de presión desarrollando altas temperaturas.

**Material Pirofóricos:** Son aquellas sustancias que en contacto con el aire reaccionan violentamente con desprendimiento de grandes cantidades de luz y calor.

**Oxígeno:** Gas incoloro, inodoro, sin sabor. Es el elemento más abundante en la naturaleza así como un agente para la combustión.

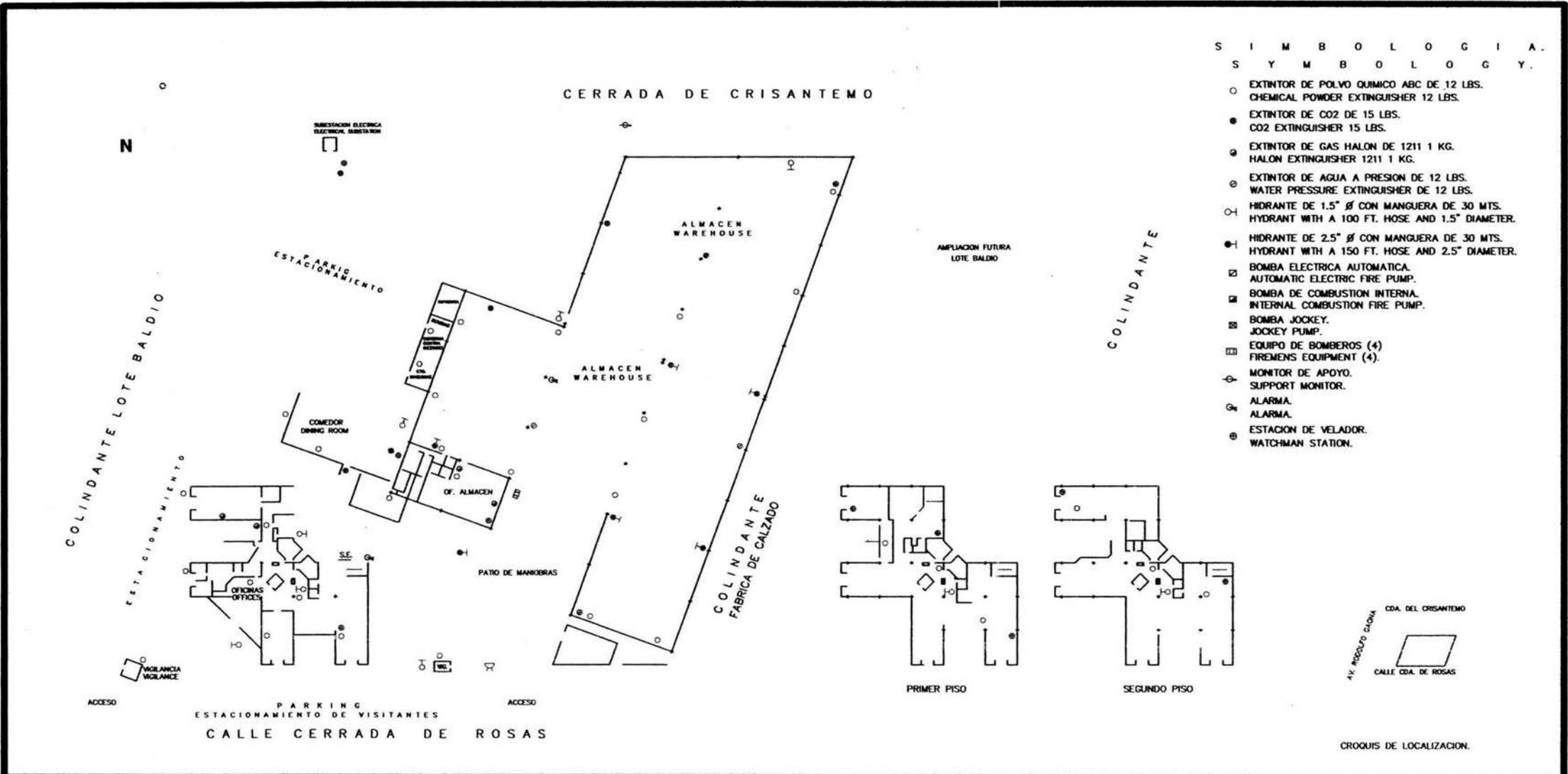
**Prevención:** Es la preparación y/o disposición que se toma para evitar algún peligro.

**Reacción Química:** Es la acción que producen materiales o sustancias al entrar en contacto con cuerpos, sustancias o materiales y de lo cual se libera energía, entre otras cosas.

**Temperatura de Ignición:** Es la temperatura mínima a la cual un material combustible desprende suficientes vapores para iniciar y sostener una combustión.

**Temperatura de Inflamación:** Es la temperatura mínima a la cual un material combustible o inflamable empieza a desprender vapores sin que estos sean suficientes para sostener la combustión.

**Toxicidad:** Es la característica venenosa de los materiales por si mismos o al entrar en contacto con otras sustancias, que puede causar daños.



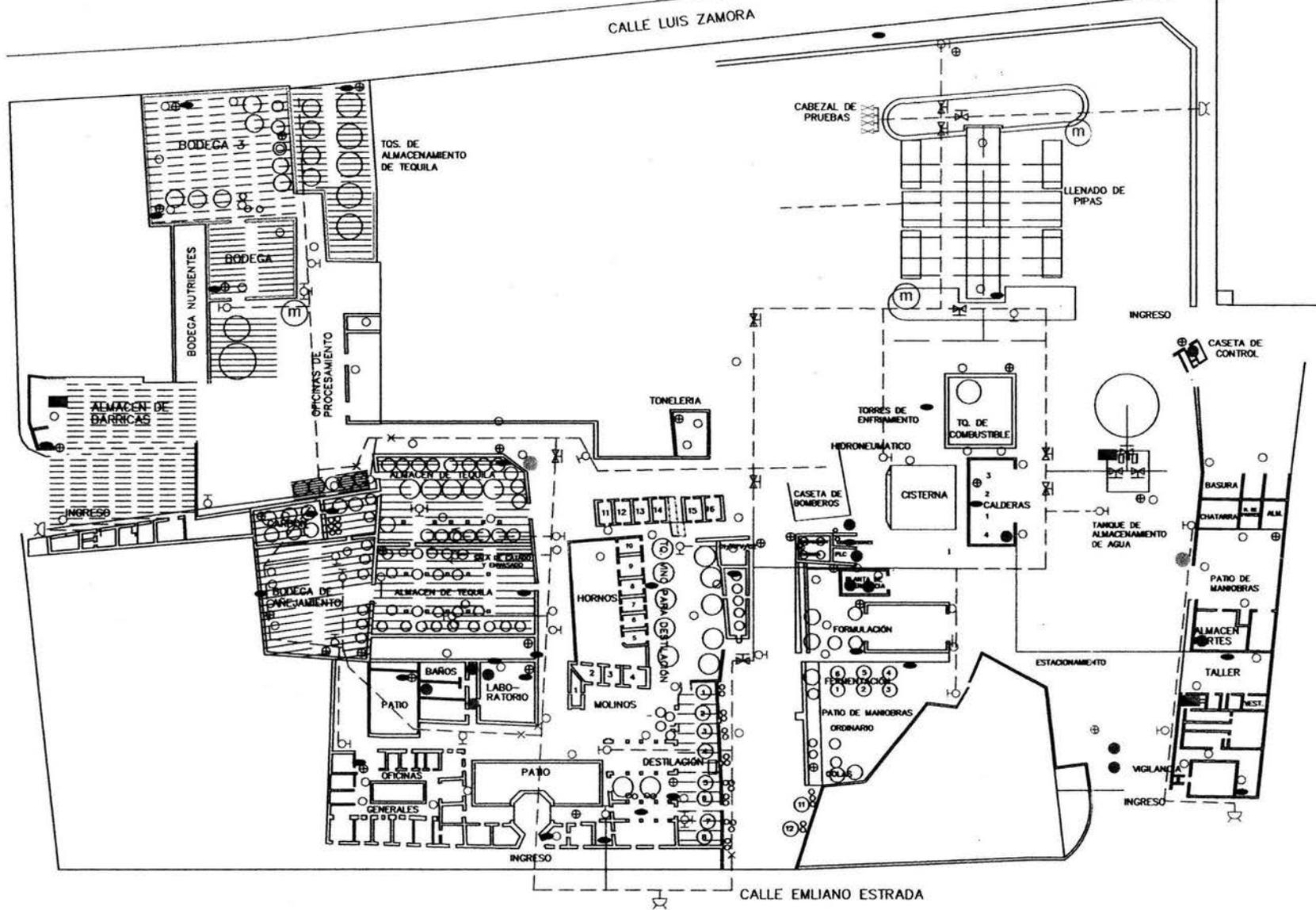
S I M B O L O G I A.  
S Y M B O L O G Y.

- EXTINTOR DE POLVO QUIMICO ABC DE 12 LBS.  
CHEMICAL POWDER EXTINGUISHER 12 LBS.
- EXTINTOR DE CO2 DE 15 LBS.  
CO2 EXTINGUISHER 15 LBS.
- ⊙ EXTINTOR DE GAS HALON DE 1211 1 KG.  
HALON EXTINGUISHER 1211 1 KG.
- ⊖ EXTINTOR DE AGUA A PRESION DE 12 LBS.  
WATER PRESSURE EXTINGUISHER DE 12 LBS.
- HIDRANTE DE 1.5" Ø CON MANGUERA DE 30 MTS.  
HYDRANT WITH A 100 FT. HOSE AND 1.5" DIAMETER.
- ⊖-HIDRANTE DE 2.5" Ø CON MANGUERA DE 30 MTS.  
HYDRANT WITH A 150 FT. HOSE AND 2.5" DIAMETER.
- ⊠ BOMBA ELECTRICA AUTOMATICA.  
AUTOMATIC ELECTRIC FIRE PUMP.
- ⊠ BOMBA DE COMBUSTION INTERNA.  
INTERNAL COMBUSTION FIRE PUMP.
- ⊠ BOMBA JOCKEY.  
JOCKEY PUMP.
- ⊠ EQUIPO DE BOMBEROS (4)  
FIREMENS EQUIPMENT (4).
- ⊖ MONITOR DE APOYO.  
SUPPORT MONITOR.
- ⊖ ALARMA.  
ALARMA.
- ⊖ ESTACION DE VELADOR.  
WATCHMAN STATION.

# LA PRINCIPAL

ESC. 1 : 7 5 0

ANEXO 1



- S I M B O L O G I A .**
- ≡ SISTEMA DILUVIO
  - ⊗ VALVULA DE SECCIONAMIENTO
  - EXTINTOR DE PQS
  - ⊕ EXTINTOR DE CARRETILLA
  - HIDRANTE
  - ⊕ LLAVE DE CHEQUEO
  - CUARTO DE BOMBEROS
  - ⊗ TOMA SIAMESA
  - ESTACION MORSE
  - EXTINTOR DE CO2
  - CAMILLAS
  - ≡≡ SISTEMA ROCIADORES
  - DIAMETRO 4" EXT
  - DIAMETRO 8" EXT
  - TUBERIA SUBTERRANEA 3 Y 4"
  - Ⓜ MONITOR DE ESPUMA

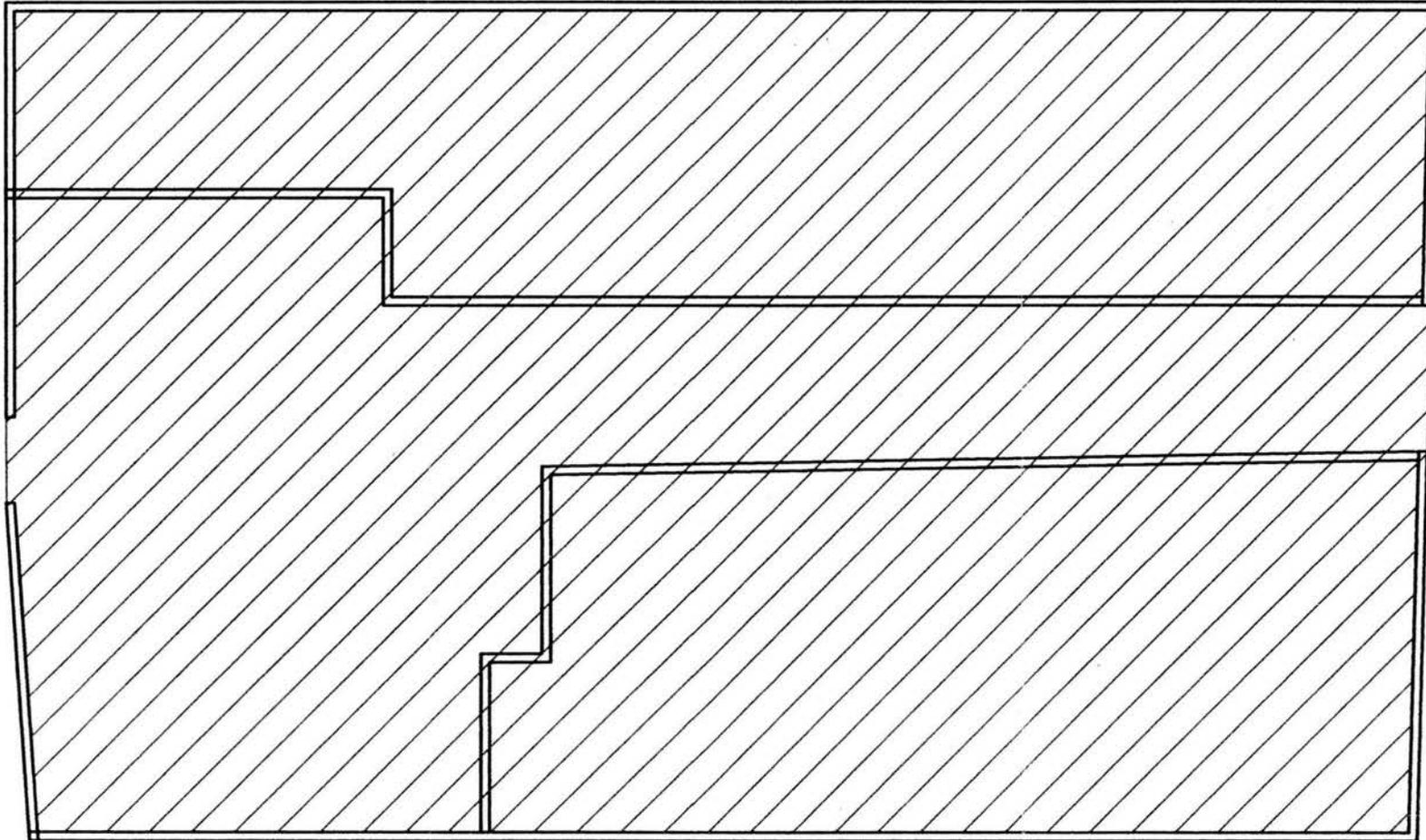
**EL EXITOSO, S.A. DE C.V.**

ESC. 1 : 1 0 0 0

ANEXO 2

S I M B O L O G I A .

 ROCIADORES AUTOMATICOS



**EL EXITOSO, S.A. DE C.V.**

ESC. 1 : 125

ANEXO 3