

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



PROTECCION CONTRA INCENDIOS
EN EDIFICIOS



TESIS
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR
FERNANDO ARIMANY RUIZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

* * *

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.**

Guatemala, Septiembre de 1977

71-96

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	ING. RAUL MOLINA M.
SECRETARIO	ING. CARLOS E. CABRERA G.
VOCAL I	ING. JULIO CAMPOS B.
VOCAL II	ING. ROBERTO BARRIOS M.
VOCAL III	ING. JOSE LEONEL AGUILAR G.
VOCAL IV	BR. RICARDO SOLIS
VOCAL V	PROF. MARCO J. GIRON P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO
EL EXAMEN PRIVADO

DECANO	ING. HUGO QUAN MA
SECRETARIO	ING. JOSE LUIS TERRON C.
EXAMINADOR	ING. ROBERTO ZEPEDA A.
EXAMINADOR	ING. AMANDO VIDES T.
EXAMINADOR	ING. ENRIQUE AZMITIA C.

Guatemala, 3 de octubre de 1977.

Señor Decano de la
Facultad de Ingeniería
Ing. Raúl Molina
Presente.

Señor Decano:

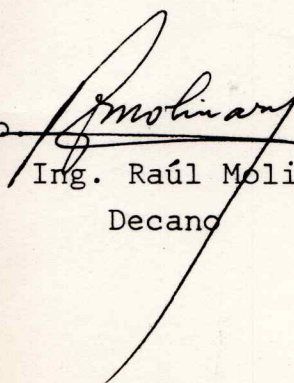
Quiero informar a Ud. que he procedido a revisar y discutir el trabajo denominado "PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS", que le fuera asignado al Bachiller Fernando Arimany Ruiz como punto de tesis previo a recibir el título de Ingeniero Civil.

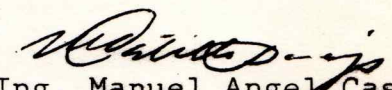
Por lo anterior, como Asesor de la tesis, me permito recomendar que la misma sea admitida para su discusión en el examen de graduación que deberá sustentar el autor del trabajo.

Quedo del señor Decano muy atentamente,


Fernando Arimany Ruiz

Vo.Bo. 
Ing. LEONEL FLORES ESCOBAR
Asesor de la Tesis.

Vo. Bo. 
Ing. Raúl Molina M.
Decano

Vo. Bo. 
Ing. Manuel Angel Castil
Dir. Esc. Ing. Civil

Acto que dedico a Dios,

A mis padres JAIME ARIMANY RIBE
 MARINA RUIZ DE ARIMANY

A mi esposa MARIA ELENA I. DE ARIMANY

A mis hijos PABLO ENRIQUE
 MARIA CECILIA
 MARIA FERNANDA
 FABRICIO

A mis hermanos JAIME FRANCISCO
 ELISA
 MARIA MAGDALENA
 ANA AMAPOLA
 BARBARA
 FAUSTO

A mis abuelitos MAX RUIZ A.
 ELISA DE RUIZ

A todos mis familiares

A la Facultad de Ingeniería

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

CUMPLIENDO CON LO ESTABLECIDO POR LA LEY DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
TENGO EL HONOR DE SOMETER A VUESTRA CONSIDERACION
MI TRABAJO DE TESIS, TITULADO
PROTECCION CONTRA INCENDIOS
EN EDIFICIOS

TEMA QUE FUE ASIGNADO POR LA HONORABLE JUNTA
DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA.

PROTECCION

CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS

C A P I T U L O I

NATURALEZA DEL FUEGO Y LOS INCENDIOS

Definición de fuego

Definición de incendio

Definición de ignición espontánea

C A P I T U L O II

CLASIFICACION DE LOS FUEGOS

Fuegos Tipo A

Fuegos Tipo B

Fuegos Tipo C

Fuegos Tipo D

Métodos generales para combatir las diferentes clases de fuegos.

Sobre la sofocación de los fuegos en general.

Extinción de los fuegos tipo A

Extinción de los fuegos tipo B

Extinción de los fuegos tipo D

C A P I T U L O III

CAUSAS MAS FRECUENTES DE INCENDIOS EN LA INDUSTRIA

Fuegos debidos a causas eléctricas

Fuegos debidos a cigarrillos

Fuegos ocasionados por exceso de fricción
Fuegos ocasionados por sobrecalentamiento
Fuegos provocados por superficies calientes
Fuegos producto de flamas
Fuegos ocasionados por chispas
Fuegos producto de la ignición espontánea
Fuego intencional
Fuego producido por la fusión de metales
Fuego ocasionado por reacciones químicas
Fuegos debidos a fallas en el sistema de alumbrado
Diagrama de las cuatro etapas del fuego

C A P I T U L O I V

SOBRE LA PREVENCION DE INCENDIOS

Identificación de lugares peligrosos
Identificación de materiales peligrosos
Mantenimiento interno
Cuartos cerrados y desvestidores
Quema de desperdicios y basura
Control de atmósferas explosivas
Control de explosiones en general

C A P I T U L O V

SISTEMAS DE COMBATE CONTRA EL FUEGO

Inspecciones
Diferentes clases de detectores
Detectores termostáticos

Detectores fotocelulares

Detectores radioactivos

Sistemas manuales de sofocación de incendios

Extinguidores de:

Bicarbonato de sodio

Depósito con bomba

Tubo de gas

Agua a presión

De espuma

Polvo químico seco

Sistemas de sofocación automáticos:

De tubería húmeda

De tubería seca

De diluvio

De acción previa

Boquillas rociadoras

De espuma

De espuma de alta expansión

De agentes químicos

De dióxido de carbono

De rocío

De lluvia artificial a presión

Comunicaciones

PROTECCION ESTRUCTURAL CONTRA EL FUEGO

Construcciones resistentes al fuego

Salidas

Escaleras

Torres de humo

Salidas verticales

Puertas especiales

Normas sobre evacuación durante siniestros

Sistemas de ventilación

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bibliografía seleccionada

National Fire Protection Assn., 470 Atlantic Ave,
Boston, Mass. 02110 Fire Protection Hand-
book.

A.M. Best Co. Morristown, N.J. 0790 Best's Safety
Directory of Safety-Manintenance-Security
Products.

Bolz, Harold A(editor) Materials Handling Handbook
New York, NY10016 The Ronald Press Co.

Rose, Arthur, and Elizabet Rose. The Condensed
Chemical Dictinary. New York, NY. 10022,
Reinhold Publishing co.

Wilson, Frank W and Philip D. Harvey (editores)
Tool Engineers Handbook. New York, N.Y
10036, McGraw-Hill Book Co.

National Safety Council Chicago, Ill. 60611, Accident Prevention
Manual for Indutrial Operations.

INTRODUCCION

Eran las 2:30 de la tarde del sábado, 10 de agosto de 1974, en la ciudad de Guatemala, cuando ante la mirada atónita de varios trabajadores, que aún se encontraban en la fábrica, situada en la 19 calle 29-90 de la zona 12, se inició el fuego. Unos trataron de conectar la manguera, otros de controlarlo con pedazos de cartón y botes de arena. Sin embargo, el fuego se tornó rápidamente incontrolable, dada la velocidad con que se propagaba.

En dicha fábrica se convierten artículos de papel, además de servir de almacén de desperdicios de papel. Consta de 5 galerías pegadas unas a otras, de aproximadamente 800 metros cuadrados cada una, orientadas de norte a sur, de paredes de block reforzadas con columnas de concreto de 10 metros de alto, techos de estructura de acero y lámina galvanizada.

En ese tiempo yo fungía como gerente de la fábrica. La experiencia vivida me llevó a tratar de conocer un poco acerca de los fuegos, la manera de controlarlos y las formas de evitarlos.

Cuando llegué esa tarde a la fábrica, se encontraban ya los bomberos con sus motobombas. El fuego se había iniciado en la bodega situada más hacia el oriente. Por una ventana de aproximadamente 2x3 metros, que se encontraba a unos cuatro metros de altura en su parte más baja, se había propagado hacia la siguiente bodega.

Los bomberos se habían subido al techo y quitado algunas láminas, desde donde tiraban agua hacia adentro. Eran las 3:30 de la tarde. El fuego levantaba otras láminas más adelante y las estructuras de acero se retorcián. La columna de humo se levantaba a más de cien metros de altura. Todo, en una hora, se había convertido en un infierno.

Los bomberos habían solicitado la ayuda de todas las unidades disponibles. La pared que colindaba con el barranco amenazaba con derrumbarse. Debido al humo y al calor tan intenso era imposible acercarse a menos de 15 metros de la puerta. Para poder acercarse a menor distancia había que mojarse la cara y las ropas constantemente con una manguera. Los bomberos habían localizado un hidrante del cual bombeaban agua a una motobomba. Las otras tenían que salir a buscar agua.

A las 5:00 p.m., la pared del barranco se derrumbó. Dos bomberos tuvieron que ser trasladados a la emergencia del centro uno del IGSS, con síntomas de intoxicación. El fuego estaba incontrolable. Con el montacargas habíamos sacado las bobinas que estaban cerca de la puerta. Los vehículos fueron sacados del lugar. Era una lucha titánica contra el fuego, que amenazaba con envolver a toda la fábrica. Por momentos parecía que todo lo que hacíamos era totalmente en vano y que la pérdida sería total.

Atacábamos al fuego con todo lo que teníamos y por varios frentes. Un grupo de bomberos trataba de entrar a la galera del Toilet (la segunda de oriente a poniente), otro grupo trataba de sofocar el fuego de la galera del barranco por la parte

de adelante, otro grupo por la parte de atrás y un cuarto grupo tiraba agua desde el techo.

A las 6:00 p.m. el grupo de la galera del toilet había logrado entrar unos 10 metros adentro. El montacargas entraba y salía ya, con bobinas humeantes. No se puede imaginar la cantidad de calor que desarrolla un incendio de estas proporciones hasta que se ve y se siente.

A las 8:00 de la noche, en opinión del capitán de los bomberos, la pared que separaba a la galera del toilet con la del barranco, no tardaría también en desplomarse, debido a que las temperaturas a que estaba siendo sometida eran tremendas.

Conseguimos un D-4 para que empezara a empujar el desperdicio y lo que se estaba quemando al barranco. Habíamos alquilado dos montacargas más para poder salvar lo más posible de las bobinas que se encontraban adentro.

Alrededor de las 11:00 p.m., la situación había cambiado un poco. La pared intermedia entre la galera del barranco y la del toilet, estaba pandeada, pero seguía en pie. La pared del barranco se había caído por completo, así como el techo, pero las demás paredes seguían de pie. Los bomberos trabajaban tesoneramente. Se encontraban trabajando aproximadamente 150 hombres. El fuego en la galera del toilet se estaba controlando, el agua que se había ido acumulando le llegaba a uno hasta los tobillos.

A las 2:00 a.m. del domingo, el fuego en la bodega del toilet se encontraba controlado. Los ejes de algunas máquinas

se encontraban retorcidos, la pintura descascarada, partes de piezas completamente fundidas.

Los bomberos siguieron trabajando hasta las 5:00 p.m. del domingo. Se había destruido completamente la galera del barranco, la galera del toilet se encontraba en pie con una pared bastante torcido (casi a punto de caerse). Se pudo comprobar que dicha pared no se cayó debido a que tenía en la parte superior una viga de concreto reforzada a todo lo largo de la pared, hecha para poder instalar una grúa de pared a pared posteriormente.

Varias de las máquinas de conversión de productos higiénicos se habían perdido.

Los materiales que se encontraban en la galera del barranco (unas 500 toneladas de materiales) se habían quemado en su totalidad. El 50 por ciento de los materiales que se encontraban en la bodega del toilet se había quemado y un 25 por ciento más se había arruinado debido al agua que habíamos tenido que usar.

Sin embargo, una máquina reembobinadora de toilet se podía arreglar y la máquina para la fabricación de toallas sanitarias se había salvado. Las galeras restantes se encontraban en perfecto estado, así como sus contenidos, gracias a la colaboración y esfuerzo de los cuerpos de bomberos. Más debido a la voluntad de sus miembros que al equipo con que estos cuerpos cuentan.

C A P I T U L O I

NATURALEZA DEL FUEGO Y LOS INCENDIOS

Definición de fuego.

El fuego es el producto de la combinación, en proporciones adecuadas, de tres elementos: oxígeno, combustible (cualquier sustancia o material que contenga carbono), y calor.

Cuando cualquier sustancia inflamable es calentada durante cierto tiempo, y en presencia de oxígeno suficiente, llegará un punto en que aquélla alcanzará la temperatura crítica o de ignición y empezará a arder. El proceso continuará mientras persistan, en las debidas proporciones, los tres elementos mencionados.

Definición de Incendio.

Para nuestros propósitos, definiremos incendio como fuego de grandes proporciones y efectos perjudiciales, no importándonos la fuente de que proceda o la causa que lo haya generado.

Definición de ignición espontánea.

La ignición espontánea es el resultado de una reacción química en donde hay una lenta generación de calor producto de la oxidación de compuestos orgánicos; si el calor así pro-

ducido llega a tal extremo que alcance el punto de ignición del material, éste arderá. Esto sólo ocurre cuando hay suficiente aire para que se produzca la oxidación, pero no existen corrientes de ventilación que impidan la acumulación de calor.

Definición de punto de ignición.

Podemos definir el punto de ignición como la temperatura más baja a la que un sólido o líquido empiezan a desprender vapores que lo hacen arder.

(GRABADO CON LA PIRAMIDE DEL FUEGO)

CLASIFICACION DE LOS FUEGOS

La Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego de los Estados Unidos (National Fire Protection Association of The United States of America) ha clasificado los fuegos en cuatro categorías diferentes:

Fuegos clase A: Son aquellos que se producen en combustibles sólidos comunes y corrientes, como la madera, el papel, los trapos, los plásticos, la cera, la basura, el asfalto, etc. Son los que en términos de valor producen las pérdidas por incendios más grandes todos los años.

Fuegos clase B: En este tipo de fuegos se consideran los que se producen sobre líquidos inflamables como la gasolina, el aceite, la pintura, el thinner; las grasas y los gases.

Fuegos clase C: Son los que ocurren en equipos eléctricos o cerca de los mismos.

Fuegos clase D: Esta división corresponde a la inflamación en que intervienen metales combustibles tales como el magnesio, el titanio, el zirconio, el litio, el sodio, y otros con las mismas propiedades químicas.

C A P I T U L O I I

METODOS MAS GENERALES PARA COMBATIR LAS DIFERENTES CLASES DE FUEGOS

Existen cuatro formas fundamentales para que el fuego se extinga: Por medio de enfriamiento, por reducción del combustible inflamado, por limitación del oxígeno, y por interrupción de las reacciones en cadena.

Sofocación por medio de enfriamiento.

Para extinguir el fuego por medio de enfriamiento basta con absorber una pequeña parte del calor total desarrollado por el fuego. El agente más comúnmente usado es el agua aplicada en forma de chorro, de rocío, o combinada con espuma. El agua tiene la virtud de que al evaporarse, se expande en 1700 veces, reduciendo así el volumen de aire, y por consiguiente del oxígeno disponible para la combustión. De ahí que el agua sea para la extinción del fuego un efficacísimo medio.

Extinción por medio de reducir el combustible en ignición.

Esta forma de apagar un incendio consiste en apartar la mayor cantidad de sustancias inflamables posible del lugar en donde está ocurriendo el siniestro. Obviamente esto ofrece grandes dificultades; sin embargo hay ocasiones en que esto se hace posible sin graves riesgos.

de líquidos inflamables los que ardan, puede ser posible bombear el contenido de los mismos a otro tanque aislado y vacío. Un caso similar de fácil solución sería aquel en que lo que se estuviera quemando fueran gases que salen por un tubo; bastaría con cortar los suministros de combustible: lo mismo que ocurre con las estufas de gas instaladas en algunas casas.

Sofocación mediante limitación del oxígeno.

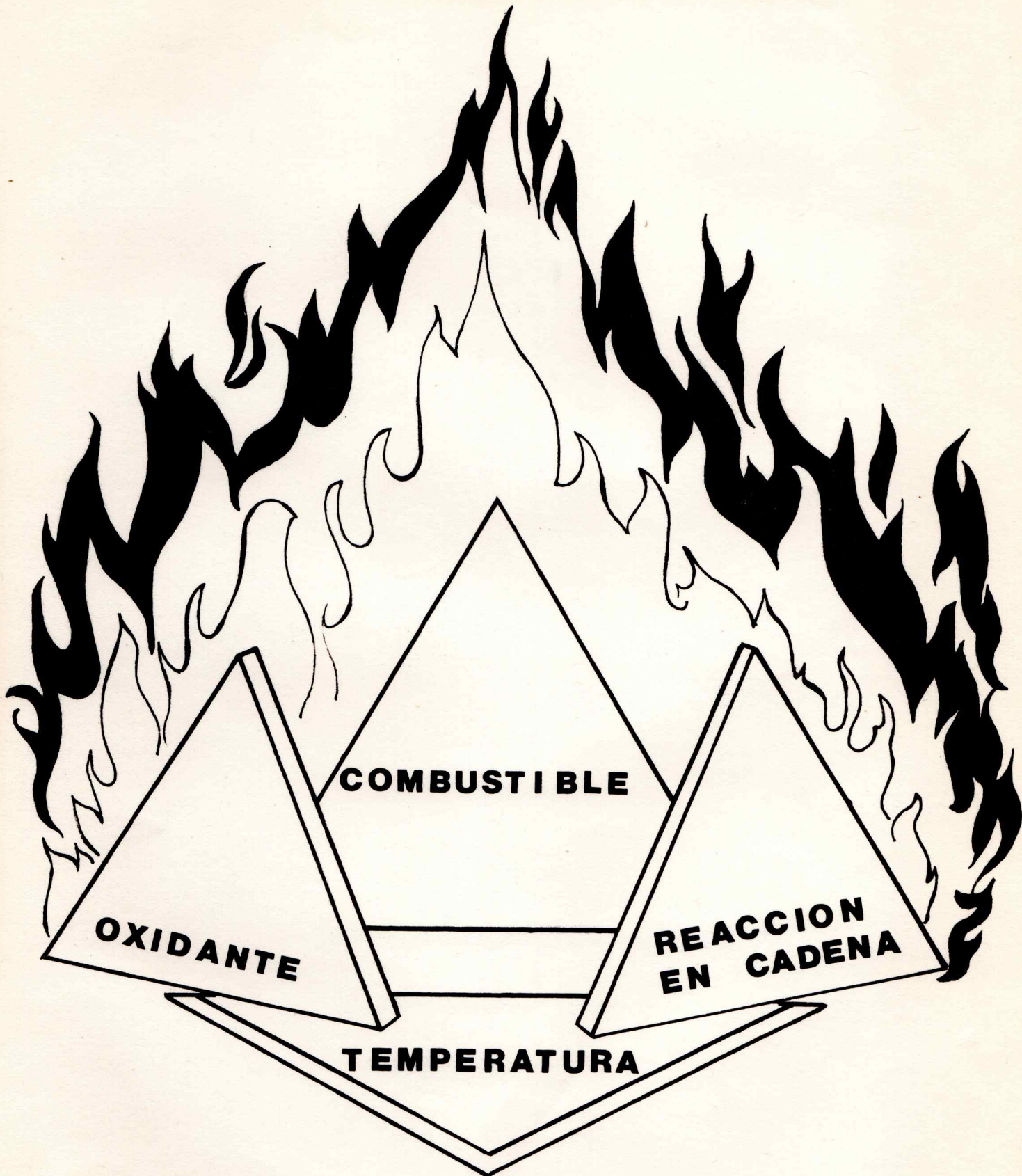
Este procedimiento puede llevarse a efecto mediante algún material que cubra el objeto en ignición e impida la entrada de oxígeno. En algunos casos bastaría con una sábana húmeda; en otros, será necesario emplear una tela de material más adecuado. El mismo efecto se puede conseguir echando polvo o arena sobre el líquido en combustión o cubriéndolo con un manto de gas inerte o espuma. El sofocamiento es ineficaz en materiales que contienen su propio oxígeno, tales como nitrato de amonio y nitrocelulosa.

Cuando se trabaja con vapores inflamables, polvos y otros materiales combustibles, en condiciones en que exista peligro de ignición, suelen usarse gases inertes en las operaciones implicadas, ya que éstos tienen la propiedad de mezclarse con el oxígeno del aire, logrando que menos cantidad del mismo se ponga en contacto con los líquidos inflamables, disminuyendo así los riesgos de incendio.

reacciones en cadena.

Estudios recientes sobre la química del fuego han tenido como consecuencia algunas revisiones y ampliaciones en lo concerniente a las teorías de la extinción de los incendios. Al analizar la anatomía del fuego, parece que las moléculas del combustible se combinan con el oxígeno en una serie sucesiva de etapas intermedias, llamadas reacciones en cadena múltiple (branched-chain reactions), que culminan en la combustión propiamente dicha. Parecen ser estas etapas intermedias las responsables de que existan las flamas, o sea que el fenómeno químico del fuego no está hecho de una sola pieza, sino que contiene varios eslabones, diferentes más o menos entre sí.

Cuando las moléculas se fragmentan, dando origen a estas etapas intermedias, aparecen nuevos elementos llamados "radicales libres" (**free radicals**, en la literatura científica anglosajona). Al parecer son estos radicales libres quienes alimentan el fuego; por lo consiguiente, si logramos extinguirlos, lo habremos apagado. La substancia química más eficaz para estos propósitos ha resultado ser el bicarbonato de potasio.



C A P I T U L O I I I

CAUSAS MAS FRECUENTES DE INCENDIOS EN LA INDUSTRIA

Fallas en equipos eléctricos.

El sobrecalentamiento o la aparición de cortos circuitos en equipo eléctrico mal instalado o mal cuidado, son las dos causas principales de este tipo de incendios.

Cuando los aparatos eléctricos deban instalarse en lugares en que existan riesgos de inflamabilidad, por la presencia de gases o vapores volátiles por ejemplo, deberán tomarse medidas precautorias extremadas, y de preferencia emplear aparatos especialmente diseñados para trabajar en tales condiciones. Un error muy frecuente y que debe ser evitado consiste en hacer instalaciones temporales rústicas en lugares inapropiados, ocasionando con ello graves perturbaciones.

Fuegos debidos a cigarrillos.

Las colillas de cigarrillos tiradas en forma descuidada es causa de un gran número de incendios en las fábricas. Para prevenir esta clase de accidentes sería ideal que nadie fumara, pero a falta de esta posibilidad (ya que sería muy difícil exigir del trabajador tal sacrificio durante toda la jornada de trabajo), se recomienda crear lugares seguros y alejados de las zonas de peligro, en donde los empleados, a determinadas horas, puedan fumar libremente.

En aserraderos, fábricas de textiles, molinos de harina, elevadores de granos, y en lugares en que se usa, vende o almacena combustible, la orden de **NO FUMAR** debe ser terminante. Incluso es preciso no sólo recordarlo a cada momento mediante rótulos bien visibles, sino también empleando vigilantes encargados de hacer que se cumpla esta disposición.

Fuegos ocasionados por exceso de fricción.

El calor producido por una excesiva fricción es causa también de muchos incendios. La falta de una adecuada lubricación de partes en rozamiento, el funcionamiento de cojinetes desalineados, las roturas en ciertas partes del equipo, fajas muy tensadas, son algunas de las causas del exceso de fricción. Si junto al calentamiento así ocasionado agregamos la presencia cercana de polvo, de basura, el apilamiento de material procesado, o de materiales inflamables de cualquier otro tipo, es casi seguro que se produzca un incendio.

Obviamente la forma de subsanar estas deficiencias consiste en una adecuada supervisión que impida que estos extremos ocurran.

Fuegos por materiales sobrecalentados.

En muchas industrias es necesario llevar a cabo procesos que exigen el calentamiento de líquidos inflamables y el secado de materiales combustibles, con el riesgo de que un pequeño exceso de la temperatura necesaria ocasione un incendio. En estos casos es imprescindible mantener una severa vigilancia

y en inmejorables condiciones el sistema de regulación de la temperatura, para evitar cualquier accidente.

Incendios ocasionados por superficies calientes.

En varios casos de incendios en la industria se ha descubierto que la cercanía de substancias inflamables a superficies calientes ha sido la causa. De ahí que sea necesario mantener cualquier material combustible alejado de calderas, chimeneas, tuberías de vapor, lámparas que produzcan excesivo calor, etc.

Incendios ocasionados por aparatos de flama.

Una de las causas más frecuentes de siniestros es la ocasionada por el mal manejo o el descuido de sopletes para cortar, sopletes de gasolina para soldar, y mecheros de petróleo o de gas. En primer lugar es necesario mantener este equipo en perfectas condiciones de funcionamiento, y en segundo, utilizarlo con el mayor cuidado posible, evitando el contacto con superficies y objetos inflamables.

Es necesario adiestrar al personal que maneja estos aparatos e inculcarles la idea de que ninguna precaución es vana, ya que la confianza que adquieren con el uso de este instrumental los hace, a veces, cometer actos de temeridad.

Fuegos por chispas de combustión.

Las chispas y brasas salidas de incineradores, hornos, cubilotes de fundición, etc., así como las chispas producidas por el equipo procesador también son causa de incendios. Su

prevención debe hacerse mediante la construcción del equipo adecuado y la permanente supervisión y vigilancia.

Lo ideal sería que la soldadura y el corte por medio de soplete, se realizaran en cuartos especiales con pisos y cortinas de asbestos, lejos de cualquier cosa inflamable y siempre teniendo a la mano un equipo contra incendios **ad hoc**.

Fuegos producto de la ignición espontánea.

Cualquier material combustible acumulado en lugares indebidos puede ser causa de un incendio. De aquí la necesidad de eliminar escrupulosamente los desechos, las basuras con aceite, los desperdicios acumulados en conductos y chimeneas, así como evitar el apilamiento de materiales de fácil inflamabilidad.

Fuego intencional.

El boicot y el sabotaje también son causas de incendios en la industria. La forma más sana de evitar al máximo este tipo de actividades es manteniendo buenas relaciones obrero patronales, haciendo una esmerada selección de personal; y en otro sentido, poniendo sobrevigilancia cuando se tema la realización de alguno de estos actos.

Fuego producido por la fusión de metales.

Es el fuego causado por metales escapados de grietas o roturas en el equipo, o bien por derramamiento en el proceso de operación. Se evita, sencillamente, manteniendo en buen estado el equipo y dándole el debido mantenimiento.

Fuegos ocasionados por reacciones químicas.

Estos accidentes ocurren cuando por casualidad o negligencia, se mezclan sustancias químicas entre sí, o con otros materiales, dando origen a un proceso de oxidación que puede dar pábulo a un siniestro.

Para prevenirlos se aconseja tener bien diferenciados los materiales, evitando su almacenaje común, e ilustrando a quienes han de manipularlos las precauciones que deben tomar.

Fuegos debidos a fallas en el sistema de alumbrado.

Deben prevenirse esta clase de incendios mediante la instalación de aisladores que eviten la creación de arcos voltaicos; las chispas eléctricas y el exceso de estática son fuentes de ignición. Es necesario que el sistema de alumbrado se revise periódicamente a fin de mantenerlo en buenas condiciones.

Fuegos debidos al sistema de calefacción.

En lugares sumamente fríos es necesario instalar sistemas de calefacción, bien sean de gas o de aceite, lo que da lugar a riesgos específicos, por las siguientes causas:

- a) Sobrecalentamiento del radiador con la posible ignición de materiales combustibles que se encuentren cercanos al mismo.
- b) Fallas en el sistema de aislamiento, lo cual puede acarrear las mismas consecuencias que en el literal anterior.
- c) Mala instalación: base insegura, falta de protectores auxiliares, ausencia de un buen sistema de ventilación, etc.

C A P I T U L O I V
SOBRE LA PREVENCION DE INCENDIOS

Identificación de lugares peligrosos.

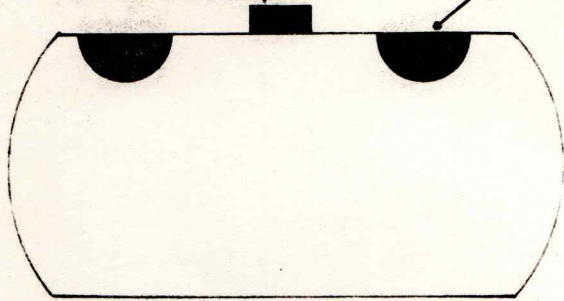
Son aquellos en que peligrosas concentraciones de gases o vapores inflamables existen continua, intermitente o periódicamente, durante el proceso de trabajo normal. La existencia de estas sustancias inflamables puede obedecer a múltiples causas: proceso normal, reparaciones, por fugas, por derrumbes, o bien por deficiencias de cualquier otra índole en el equipo empleado.

Se incluye dentro de esta tipificación todos aquellos lugares donde se transfieren de un lugar a otro líquidos volátiles; en que se rocía con solventes volátiles u otras sustancias también inflamables; en que existen tanques descubiertos de combustible; en que hay aparatos especiales para la extracción de grasas y aceites que emplean líquidos muy inflamables; o sea que son todos aquellos en que por cualquier causa normal o anormal en el funcionamiento de la actividad principal, puedan ocurrir concentraciones de sustancias que se incendien fácilmente.

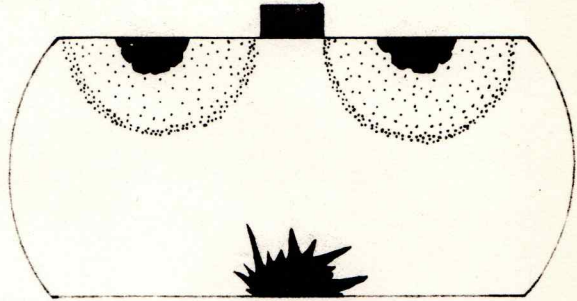
También son peligrosos, aunque menos que los anteriores, aquellos sitios en que encontramos gases y líquidos volátiles encerrados en recipientes herméticos. Siempre existe la posibilidad de un desperfecto que arruine las más estrictas normas

TANQUE CILINDRICO

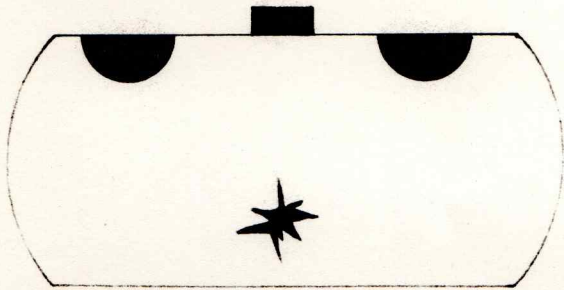
detector supresores



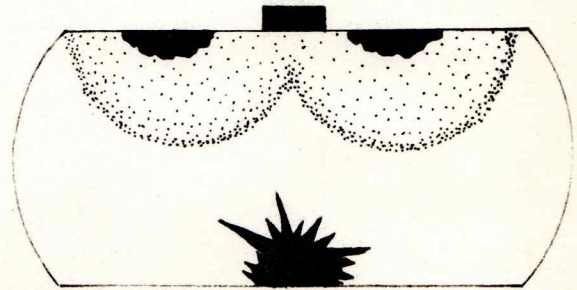
a) tanque típico de 1,000 gls.



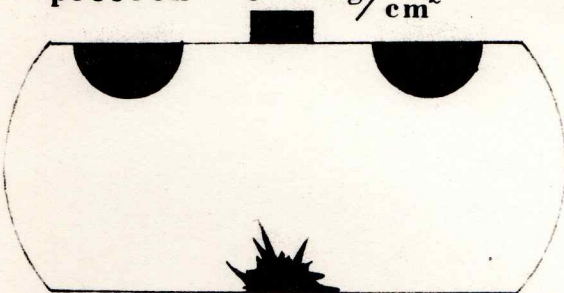
e) tiempo: 45 milisegs.
presión: 0.065 kg/cm²



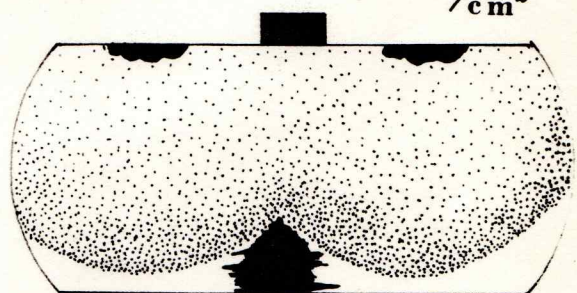
b) momento de ignición
tiempo 0 milisegs.
presión 0 kg/cm²



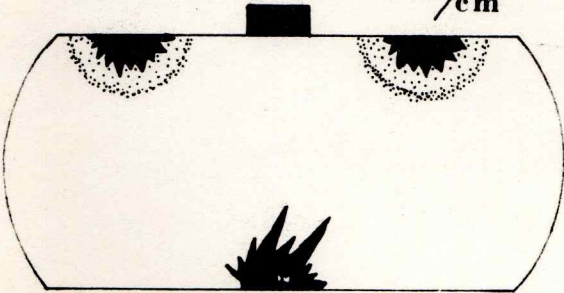
f) tiempo: 50 milisegs.
presión: 0.115 kg/cm²



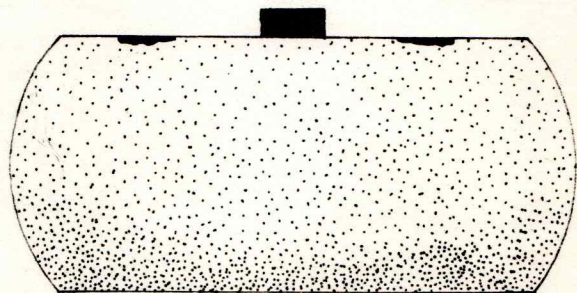
c) tiempo: 35 milisegs.
presión: 0.0143 kg/cm²



g) tiempo: 55 milisegs.
presión: 0.120 kg/cm²



d) inicio de subpresión
tiempo 40 milisegs.
presión 0.04 kg/cm²



h) subpresión completa
tiempo: 60 milisegs.
presión: 0.143 kg/cm²

de control. En esta clase de lugares es preciso mantener una magnífica ventilación a efecto de contrarrestar, como primera instancia, cualquier fuga accidental. Si existe cercanía con lugares como los descritos al inicio de este capítulo, también deberán tomarse precauciones, pues el poder de expansión de los gases muy inflamables es sumamente grande.

Además de los mencionados anteriormente, podemos considerar como lugares peligrosos también los siguientes: Todos aquellos en los que se presenten polvos combustibles: áreas en que se maneja grano bajo techo, almacenes, hornos, molinos, pulverizadoras, limpiadores, clasificadoras, desmotadoras, transportadoras abiertas, depósitos sin tapadera, licuadoras, batidoras, pesas automáticas, elevadores de grano, plantas productoras de almidones, ingenios de azúcar, procesadoras de malta; plantas pulverizadoras de carbón, así como todas aquellas partes en que se genere, de una u otra manera, polvo de metal, o polvo comestible: ambos tienen la facultad de producir explosiones fácilmente.

Dentro de una categoría diferente podemos mencionar todos aquellos otros en que se encuentren presentes fibras inflamables: rayón, algodón, nylon, etc. Es decir que los talleres textiles, las desmotadoras de algodón y las despepitadoras, las fábricas de ropa, deben tomar medidas especiales para prevenir incendios.

En la detección de lugares peligrosos como en tantas otras cosas de la actividad diaria, el Sentido Común es nuestro


mejor aliado. Sería altamente recomendable que se creara una dependencia especializada en detectar lugares peligrosos y en diseñar los sistemas más adecuados para protegerlos contra tales siniestros.

Debe tomarse en cuenta que en aquellos lugares en que se manejen sustancias químicas especiales, es preciso saber también, que han de ser especiales los tipos de extinguidores que deberán usarse en caso de incendio, pues podría ocurrir que la mezcla de ciertas sustancias avivara el fuego en lugar de apagarlo.

Identificación de materiales peligrosos.

Los incendios y otros siniestros usualmente involucran químicos en los que varía el grado de inflamabilidad, toxicidad y reactividad. Esta información de los peligros relativos debe estar al alcance de aquellos que confrontan estas emergencias en la seguridad de la vida, mediante una prevención y control efectivo del fuego.

Un sistema rápido en la identificación de propiedades químicas peligrosas lo proporciona el uso del diagrama de "Diamante", en que mediante numerales se indica el grado de peligrosidad (véase grabado). En el diagrama existe un espacio abierto que puede emplearse para información adicional, tal como indicación de radioactividad, de peligro para la piel, para los ojos; o bien la existencia de depósitos a presión, así como para señalar el equipo de seguridad requerido, su reactividad ante diferentes compuestos químicos, etc.

Cuando no deba emplearse agua para sofocar un fuego, el símbolo que convencionalmente se emplea es la letra A, atravesada por una barra horizontal ().

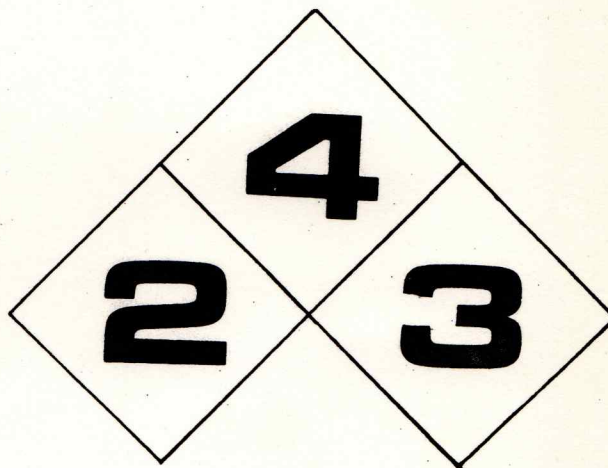
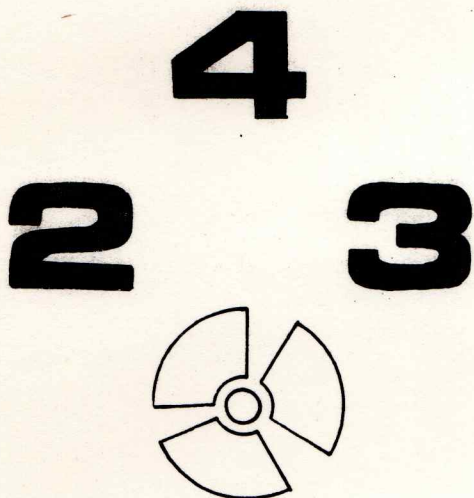
Dependiendo de que el peligro sea contra la Salud, el Fuego o la Radioactividad, se usan distintos colores. El Azul corresponde a la salud; el Rojo, para el fuego; el Amarillo, para la radioactividad. El orden de severidad en cada categoría está indicado numeralmente por cinco divisiones, clasificadas de 4 a 0. Entre mayor sea el número, mayor será también el grado de peligro. (Véase grabado.)

Para-usar-donde-el-fondo
blanco-no-es-necesario.

Para-usar-donde-se-ha-usado-el
fondo-blanco.

Flamabilidad
señal-roja

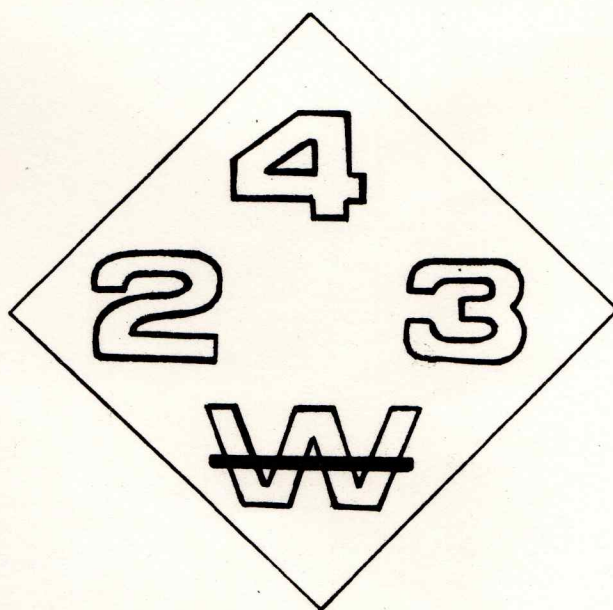
números-hechos-con-cinta
adesiva-especial, utilizando
un-color-diferente-para-cada
número.



Seguridad
señal-azul

Reactividad
señal-amarilla

Para-usar-con-fondo-pintado,
con-papel-o-placa-nueva.



si-el-fondo-es-blanco-se-usan
números-pintados, cuando-la
señal-es-en-forma-de-signo-o
en-placa.

SEÑALES USADAS PARA
IDENTIFICACION DE MATERIALES
PELIGROSOS

(FORMULA DE APLICACION OPCIONAL)

distancia - a - que
las - señales
deben - ser - legibles

tamaño - que - requie-
ren - las - señales

15	metros	.....	2.5	cms.
20	"	.....	5.0	cms.
30	"	.....	7.5	cms.
60	"	.....	10.0	cms.
90	"	.....	12.5	cms.

IDENTIFICACION DE PELIGROS P/SALUD.	IDENTIFICACION DE INFLAMABILIDAD.	IDENTIFICACION DE REACTIVIDAD.
Materiales que con poca exposición, puede causar la muerte aunque tratamiento médico fuere dado.	Materiales que se vaporizan rápidamente en la presión atmosférica y a temperatura ambiente se queman.	Materiales que son capaces de explotar o reaccionar a temperaturas y presión normales.
Materiales que con poca exposición, causa temporalmente daño, o deja lesión aún con tratamiento médico administrado rápidamente.	Materiales líquidos o sólidos que son de ignición, bajo casi todas las condiciones de temperatura ambiente.	Materiales que son capaces de detonación o una reacción explosiva, pero que requieren una fuente fuerte de ignición, o pueden calentarse en confinamiento antes de iniciarse o ser reactivos con agua.
Materiales en los que una exposición intensa o continua, puede causar incapacidad temporal o posibles residuos dañen, a menos que un tratamiento médico fuere dado pronto.	Materiales que deben calentarse moderadamente o estar expuestos a unatemperatura ambiente relativamente alta, antes de que la ignición ocurra.	Materiales que son normalmente inestables y listos para cambios violentos químicos, pero que no explotan; también materiales que reaccionan con agua, o que pueden formar mezclas explosivas en potencia con el agua.
Materiales que expuestos pueden causar irritación, pero sólo causan un leve daño aunque ningún tratamiento médico fuere dado.	Materiales que deben ser precalentados, antes de que la ignición ocurra.	Materiales que son normalmente estables, pero que se pueden transformar en inestables, a temperaturas y presiones muy elevadas, o que reaccionan con agua y una carga de energía, pero no muy violentamente.
Materiales que expuestas bajo condiciones de fuego, ofrecen seguridad más allá de los combustibles ordinarios.	Materiales que no se queman.	Materiales que son normalmente estables aún bajo condiciones explosivas de fuego, y que no son reactivas en agua.

Mantenimiento interior.

Muchos fuegos industriales son el resultado directo de las acumulaciones de trapos saturados de pintura o empapados en aceite, hilachas, desperdicios y desechos de combustible. Tales materiales deben depositarse en recipientes no combustibles, provistos de todo lo necesario para estos menesteres y removidos diariamente del área de trabajo.

Mediante sistemas de extracción serán removidos los gases, vapores, los residuos de polvo y otras sustancias susceptibles de arder en cualquier momento. Debe tenerse presente que muchos de estos polvillos son más peligrosos suspendidos en el aire que asentados, ya que suspendidos ofrecen una mayor superficie de contacto con el oxígeno del aire y pueden originar, en muchas ocasiones, incendios por explosión.

La basura limpia no es tan peligrosa como la basura con aceite, pero es siempre de combustión muy rápida y debe ponerse en recipientes metálicos con tapadera autocerrable. El algodón, el Kapok ("lana vegetal"), el yute y otros materiales fibrosos de alta combustión, deben almacenarse en envases no combustibles, y si hay gran cantidad almacenada deberá estar en cuartos resistentes al fuego, equipados con puertas automáticas o con rociadores. Los extinguidores portátiles, las mangueras y los otros tipos de equipo contra incendios, (fuego tipo A), deben estar siempre a la mano.

Una lista para la recolecta diaria de los desperdicios deberá formar parte de cualquier programa de prevención contra incendios. La acumulación de polvo debe ser removida a inter-

valos regulares de chimeneas, vigas, y maquinaria, particularmente de cojinetes y otras superficies susceptibles de calentarse. Debemos tomar en cuenta que todos los materiales, ya sean orgánicos o inorgánicos, si encuentran campo suficiente, se quemarán y propagarán el fuego. Los techos deben estar libres de polvillo, virutas y otros combustibles de desecho; su limpieza debe hacerse preferiblemente con aspiradoras, porque sacudiendo el polvo se dispersa, lo que ocasiona nubes peligrosas. Como ya hemos mencionado, no debe permitirse la acumulación de polvillo, virutas u otros combustibles en elevadores, gradas eléctricas, túneles, en la cercanía de motores eléctricos o maquinaria, tubos de vapor, hornos y calderas, etc.

Quema de basura.

En la época actual en la que empezamos a sufrir las consecuencias del desperdicio que hacemos de los materiales, vamos llegando a la conclusión de que la basura no se debe quemar sino reciclar; en tanto se aplica completamente este concepto, podemos decir que muchos incendios son causados por desperdicios que se queman en campos cercanos a edificios, cobertizos, pilas de madera, cercas, pastizales u otros materiales inflamables.

Antes de prender un fuego deben considerarse las condiciones del tiempo y el viento; sólo cantidades controlables deben quemarse en cada etapa. En un día con mucho viento no deberá iniciarse fuego alguno, si existe la posibilidad de que

se propague a edificios vecinos o a materiales combustibles. Siempre es recomendable tener una manguera con buena presión a la mano.

Con el polvillo o virutas mojadas en solventes inflamables deben tomarse precauciones especiales, con el objeto de prevenir las explosiones en el quemador de basura. Debe permitirse el escape de los materiales volátiles para que se evaporen, si es que ~~no~~ hay peligro de que en su trayecto por el campo ocurra la ignición. En fosos u hogares abiertos, han de quemarse sólo pequeñas cantidades a un mismo tiempo.

El mantenimiento exterior es tan importante como el del interior de la Planta. La acumulación de basura combustible, monte, grama que se amontona en patios cerca de los edificios, el apilamiento de otros materiales combustible cerca de tanques de depósito de gases y líquidos inflamables, nunca se deben permitir. Los desperdicios químicos, especialmente los compuestos que producen calor, deben ser colocados en áreas fuera totalmente de peligro. Donde el espacio lo permite, muchas Plantas tienen un lugar especial para la quema de sus desechos. Esta área debe mantenerse limpia de monte y ripio, y es recomendable asimismo que tenga un foso especial en el que los líquidos inflamables sean quemados. Algunas otras Plantas vierten sus desperdicios en una cubeta que es transportada al campo quemador; la cubeta mencionada es puesta en una canasta conectada al quemador a larga distancia. El quemador está cercado por un cuadrado de ladrillos que confina las llamas.

Por el cuidado que debemos tener para contribuir al equilibrio ecológico, debemos observar todas las regulaciones para la quema del desperdicio, al pie de la letra. Hay que tomar en cuenta que los desperdicios químicos no se pueden quemar en la gran mayoría de los casos, por lo que se recomienda que se entierren en un lugar apartado, en que no molestan a nadie, hasta que se neutralicen.

Cuartos cerrados y desvestidores.

Los desvestidores en los que la ropa aceitosa, la basura y los periódicos son guardados, constituyen siempre una seria amenaza. Los guardarropas deben estar hechos de metal, tener los lados sólidos y resistentes al fuego, pero las puertas deben tener aberturas para su ventilación. Los guardarropas deben ser de buen tamaño para que el aire circule libremente en su interior. A los empleados no debe permitírseles dejar ropas saturadas de aceite y pinturas en ellos.

Donde hay instalación de rociadores automáticos, las tapaderas de los guardarropas deben estar hechas de metal perforado, con el objeto de que el agua llegue a los materiales que se están quemando. El papel grueso engomado en las tapaderas, que observamos en muchos talleres, sirve para evitar las adherencias de polvo en su interior. Es recomendable que los cuartos de los guardarropas tengan los techos inclinados y los pisos sean de cemento liso, para que no acumulen polvo, suciedades, ni desperdicios.

Control de atmósferas explosivas.

La explosión de polvo sucede en aquellos materiales que se queman y se oxidan rápidamente debido a que las partículas que forman el polvo tienen una gran área de superficie en comparación con su masa. Muchas resinas sintéticas y polvos usados en la industria de los plásticos presentan posibilidades de explosión tan peligrosas como las del carbón. En este grupo podemos incluir el ácido fénico, la urea, el vinil y otros tipos de resinas, compuestos de humus e ingredientes primarios.

Existen dos maneras de prevenir las explosiones de polvo:

- a) Evitando las mezclas explosivas de polvo en la atmósfera,
- y b) Previeniendo la ignición de tales mezclas si su formación no puede evitarse.

Dada la importancia del hecho, deben tomarse precauciones extraordinarias para prevenir la acumulación de polvo que pueda producir una explosión. La limpieza frecuente hace mucho para eliminar los peligros. De ser ello posible, las operaciones de polvo deben ser confinadas y el equipo productor de polvo, sellado, con el objeto de evitar su esparcimiento en el área de trabajo.

Los edificios con peligro de explosiones, tales como elevadores de granos e industrias de plásticos, deberán estar provistos de un equipo especial para la recolección de polvo. La construcción, en caso de explosión, deberá estar diseñada para que la presión de la explosión empuje hacia afuera ventanas y paredes por secciones, con el objeto de evitar un colapso total del edificio.

El equipo portátil de extinción debe estar siempre listo y a la mano; la brisa de agua es más efectiva que los chorros, porque éstos levantan polvo.

Para prevenir explosiones de mezclas de polvo y aire, deben controlarse las chispas debidas a fricción, soldadura, corte, y electricidad estática, así como las llamas abiertas. Hay que tener especial cuidado con los cigarrillos y el calor excesivo. Se pueden mejorar las condiciones de seguridad aumentando la humedad del aire o usando un gas inerte. Las herramientas no deben ser de hierro y los empleados deben usar zapatos con suela de goma. Lo mismo las carretillas de mano deben usar ruedas de hule. El empleo de limpiadores y separadores magnéticos y neumáticos para remover piedras y clavos que puedan producir chispas en el proceso de producción es una medida de primer orden que hay que realizar con frecuencia. A los empleados se les debe exigir el uso de cordones de extensión en lámparas y herramientas portátiles, diseñadas especialmente para la protección contra estos peligros.

Los gases y vapores que producen mezclas inflamables con el aire (o con el oxígeno), son sumamente comunes en la industria. Podemos enumerar una lista de los más comunes: Acetileno, propano, hidrógeno, monóxido de carbono, metano, gas natural y gas manufacturado. Dentro de los líquidos que emiten vapores inflamables, debido a su volatilidad, mencionaremos: La gasolina, el benceno, la nafta y los alcoholes. Existe otra variedad de líquidos de esta naturaleza, con la sola diferencia de que su punto de ignición al ser relativamente alto, superior

a los 38° C (100° F), deben calentarse por encima de la temperatura ambiente antes de empezar a emitir suficientes vapores que formen concentraciones que originen la ignición.

En áreas de trabajo, cuando los líquidos inflamables, incluyendo aquellos que tienen su punto de inflamación por arriba de los 38° C (100° F) son el elemento común de las operaciones, será preciso tomar medidas precautorias especiales, empleando depósitos seguros y especialmente diseñados para ello. También se tomará en cuenta que es preciso no excederse en las cantidades de elemento inflamable manejadas.

Cómo prevenir explosiones.

Existen varios métodos para la prevención de explosiones. El equipo de manejo y almacenaje de gases debe ser construido, inspeccionado y mantenido para que el peligro de las formaciones de mezclas explosivas se reduzcan al mínimo. El equipo debe inspeccionarse a intervalos regulares por personas capacitadas, bien sea que trabajen en la planta misma o que pertenezcan a compañías que se dediquen a este tipo de labores.

Una de las medidas más comunes y más recomendables es la de tener una buena ventilación en los lugares que tengan peligro de encerrar gases. El método de ventilación que se emplee varía según la naturaleza del gas o vapor que deba desalojarse, pues hay gases que son más o menos pesados que el aire, lo que implica métodos particulares.

La ventilación natural por corriente de aire puede ser a través de aberturas en el suelo o en el techo o en ambos,

aunque lo más recomendable es el empleo de equipo extractor eléctrico a prueba de explosión. En algunas fábricas es común el uso de ventiladores, lo que es también recomendable, siempre y cuando se instalen en los lugares apropiados.

Por lo general, los gases industriales como el acetileno, monóxido de carbono, hidrógeno y gas natural, son más ligeros que el aire. Los vapores de líquidos inflamables, son generalmente más pesados: Alcohol, nafta, gasolina, benceno, kerosina, acetato amílico, bisulfuro de carbono. Esto es natural, ya que la densidad del gas o vapor es proporcional al peso molecular, y los compuestos que son normalmente líquidos a la temperatura ambiente tienen más alto peso molecular que aquellos que son gases.

Los gases llamados inertes, son usados con frecuencia para prevenir las explosiones de vapores, polvo, y otros gases. Su función es mantener la concentración de oxígeno por debajo del punto de ignición. Por ejemplo en el caso de los rociadores de laca y "spray", la adición de gases inertes tales como el dióxido de carbono o el nitrógeno, es muy común, a fin de evitar esos riesgos. Otro uso muy difundido es el de poner "inerte" la atmósfera de depósitos de almacenamiento de líquidos volátiles inflamables, y para eliminar el oxígeno del aire de las tuberías en que circulan dichas substancias. Ya que estos gases inertes tienen la propiedad de diluir el oxígeno del aire, son aprovechados en cualquier circunstancia que implique una tal transformación.

C A P I T U L O V SISTEMAS DE COMBATE CONTRA EL FUEGO

Inspecciones.

La mejor manera de prevenir un incendio es inspeccionando constantemente las instalaciones y vigilando que todo se encuentre en perfectas condiciones. Aun en los edificios diseñados adecuadamente, provistos de elementos de construcción seguros y con equipo en inmejorables condiciones, se debe inspeccionar periódicamente y vigilar a conciencia.

En algunos países desarrollados las compañías de seguros y los departamentos de protección contra incendios también efectúan inspecciones periódicas. Naturalmente que cada planta dentro de su programa de seguridad debe incluir esta clase de tareas.

En muchas plantas existen Comités de Seguridad, encargados de localizar, reportar y corregir los peligros de fuego. No importa el tamaño de la planta, los peligros de fuego deben detectarse y eliminarse a través de inspecciones escrupulosas, que incluyan la revisión del equipo contra incendios: éste debe estar listo para cualquier emergencia.

La persona encargada (el Inspector Jefe, si se trata de una empresa grande), debe tener una lista de todo el equipo y debe conocer su manejo y su mantenimiento perfectamente.

La inspección del equipo contra incendios debe cubrir los siguientes aspectos:

1. Control de válvulas en los sistemas de protección.
2. Depósitos de agua para incendios.
3. Bombas de agua.
4. Equipo de mangueras.
5. Sistemas de rociadores de agua.
6. Tipos especiales de protección (dióxido de carbono, espuma, u otro sistema automático).
7. Extinguidores portátiles.
8. Mangueras pequeñas.
9. Puertas corta-fuegos.
10. Peligros especiales.

Deben revisarse a intervalos regulares además del equipo contra incendios, el equipo eléctrico, la maquinaria y el equipo procesador, así como revisar las condiciones de mantenimiento en general. En algunos lugares de mucho peligro son requeridas inspecciones diarias; sin embargo se pueden hacer inspecciones semanales o mensuales que sean satisfactorias. Una revisión completa debe hacerse frecuentemente en las estaciones, para el reemplazo o reparación del equipo.

Es esencial un archivo. Debe haber un formulario en el que se especifiquen las condiciones individuales de la planta, para que la inspección sea suficientemente completa, con el fin de asegurarse que ninguna parte del sistema se ha pasado por alto. El inspector, incluso, deberá hacer recomendaciones a los responsables.

A continuación se presenta una hoja modelo del reporte que
deberá presentar cada inspector.

Firma del Inspector _____ . Fecha _____

NOTA: Revisar personalmente cada artículo y contestar las preguntas.
Presentar la copia original del reporte al Geente y la copia de carbón al Comité de Seguridad.

1. VALVULAS ROCIADORAS DE AFUERA

No. _____	Lugar _____	circule la condición de la válvula
1.		abierta cerrada sellada
2.		abierta cerrada sellada
3.		abierta cerrada sellada

2. VALVULAS ROCIADORAS DE ADETRRO

No. _____	Lugar _____	circule la condición de la válvula
1.		abierta cerrada sellada
2.		abierta cerrada sellada
3.		abierta cerrada sellada

3. RAZON POR LA QUE ALGUNA VALVULA SE ENCUENTRE CERRADA e IDENTIFIQUE EL LUGAR

4. ¿FUERON LAS VALVULAS CERRADAS, REABIERTAS DE PAR EN PAR Y SELLADAS?

5. ¿FUE EXAMINADA COMPLETAMENTE CADA VALVULA QUE FUE REABIERTA? _____

6. VALVULAS DE CONDUCTOS SECOS:

No. 1. Válvula de calefacción	_____	Presión de aire	_____	Alarmas	_____
No. 2. Válvula de calefacción	_____	Presión de aire	_____	Alarmas	_____
No. 3. Válvula de calefacción	_____	Presión de aire	_____	Alarmas	_____

Recomendaciones: _____

7. ¿ESTAN EN BUENAS CONDICIONES LOS BOTES, LOS EXTINGUIDORES Y LAS MANGUERAS DE FUEGO?

8. ¿ESTAN LIBRES LAS PUERTAS Y SALIDAS? _____ ¿ACCESIBLES? _____

Recomendaciones: _____

9. ROCIADORES AUTOMATICOS - FALTAN BOQUILLAS O ESTAN CORRIDAS, PINTADAS, OBS-TRUIDAS POR PILAS ALMACENADAS? ¿ALGUNA PARTE DEL SISTEMA ESTA EXPUESTA A MAL TIEMPO? ¿HAY BOQUILLAS EXTRAS A LA MANO? _____.

Recomendaciones: _____

10. LIQUIDO INFLAMABLE ALMACENADO EN CUARTOS Y CASSETAS:

Cualquier exceso de pintura acumulada _____ pisos limpios _____ luces a prueba de vapor, switches en buenas condiciones _____, reposaderas limpias _____.

Diferentes clases de detectores de fuego.

La técnica moderna ha perfeccionado los métodos de detectar el fuego, pues es de la máxima importancia conocer inmediatamente que se produzca, cualquier foco de un posible incendio.

El principio inicialmente aplicado en detección del fuego, es el de que los metales al calentarse, se expanden, lo cual permite construir aparatos que al aumentar la temperatura más allá de cierto límite fijado previamente, se pongan en contacto dos piezas de metal, ocasionando con ello que suene una alarma, por el cierre de un circuito eléctrico. El límite de temperatura a que empieza a sonar la alarma (relacionado estrechamente con la distancia que deben recorrer las dos piezas de metal en expansión), depende del clima del lugar en donde se vaya a instalar.

De este género son los detectores de disco, de eslabón fusible y de bulbo de cuarzo. Existe otro género, también vinculado con el anterior, que consiste en recubrir dos cables metálicos (generalmente de acero) con un material aislante especial, que a cierta temperatura se funde, permitiendo que los dos cables entren en contacto, cerrando así un circuito eléctrico que hace sonar la alarma.

Constantemente aparecen en el mercado nuevos aparatos más perfeccionados. En donde se ha logrado llevar a cabo los mayores progresos es en el sentido de evitar que se produzcan falsas alarmas. Apuntando en esta dirección están los detectores fotoeléctricos de humo, de flama y los de ionización.

Los primeros están diseñados conteniendo una fotocélula que detecta la presencia del humo activando la alarma; los segundos, son prácticamente cámaras fotográficas que reaccionan al movimiento ondulante de las flamas; y los últimos se basan en un complejo sistema que se activa ante la presencia de una mínima cantidad de los iones que se producen en una combustión; pueden reaccionar hasta por la brasa de un cigarrillo.

Sistemas manuales de sofocación de incendios.

Extinguidor de soda y ácido: Es este el extinguidor de uso más común y corriente y lo encontramos con frecuencia en edificios y fábricas. Sin embargo su uso sólo es recomendable para fuegos clase A. El alcance del chorro del extinguidor oscila entre 30 y 40 pies. Su instalación debe hacerse en los lugares más seguros y procurando que no haya de recorrerse más de 75 pies para llegar hasta el más cercano de ellos.

Extinguidor de depósito con bomba: Es prácticamente un depósito de agua que es necesario bombear manualmente. Tiene la ventaja de que puede ser bastante grande el depósito, aunque esto signifique que el operador debe sostener más peso. El tamaño grande generalmente usado es de 5 galones, cuya carga dura alrededor de 2 minutos. El peso en este caso es de 60 libras.

Extinguidor con cartucho de gas: Su contenido es de agua que será impulsada por el gas que está contenido en el cartucho. Al perforar el cartucho mediante un golpe el agua empieza a salir por la boquilla del recipiente, debido a la presión que

el gas ejerce sobre el agua. El alcance es de 30 a 40 pies y la carga dura aproximadamente un minuto. Esta clase de extinguidores tienen la ventaja de que su mantenimiento es muy barato.

Extinguidor de agua a presión: Este es el extinguidor de más fácil manejo, pues su contenido de agua se encuentra sometido a una presión de aire y sólo basta con apretar la manija y apuntar la boquilla hacia el fuego, para que funcione normalmente. Tiene el mismo alcance y duración de la carga que el anterior. Debe protegerse contra el frío excesivo y revisar periódicamente la presión del aire.

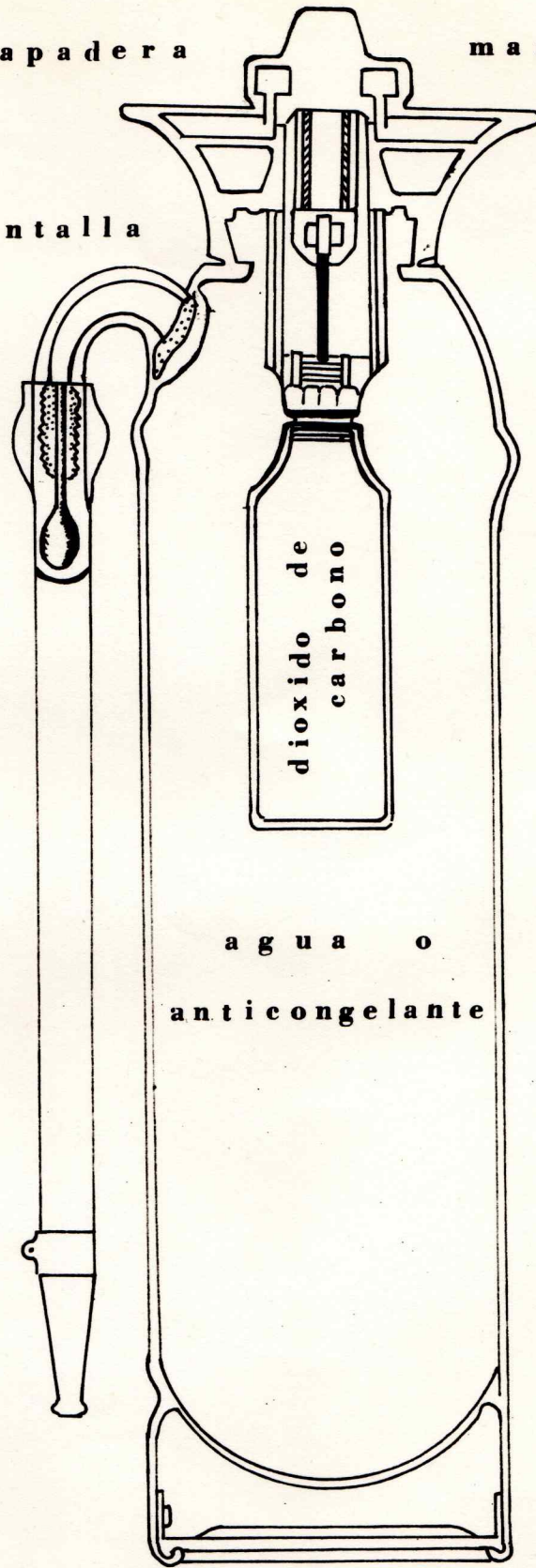
Extinguidor de espuma: El contenido del extinguidor es una solución de bicarbonato de sodio en agua a la que se ha agregado estabilizador de espuma. Interiormente existe un tubo de metal conteniendo una solución de sulfato de aluminio. Al invertir el extinguidor, (al ponerlo de cabeza), ambas soluciones se mezclan, lo cual produce la expulsión con gran fuerza de la espuma, la que al contener CO_2 y extenderse por encima del fuego, lo apaga. Se recomienda para los fuegos del tipo B, aunque también puede usarse en los A.

Extinguidor de bióxido de carbono: Su contenido es bióxido de carbono en estado líquido, sometido a gran presión, alrededor de 58 atmósferas (850 libras por pulgada cuadrada), por lo que el cilindro debe ser de material muy resistente. El sistema interno permite que su manejo sea muy sencillo, pues sólo basta

tapadera

mango

pantalla

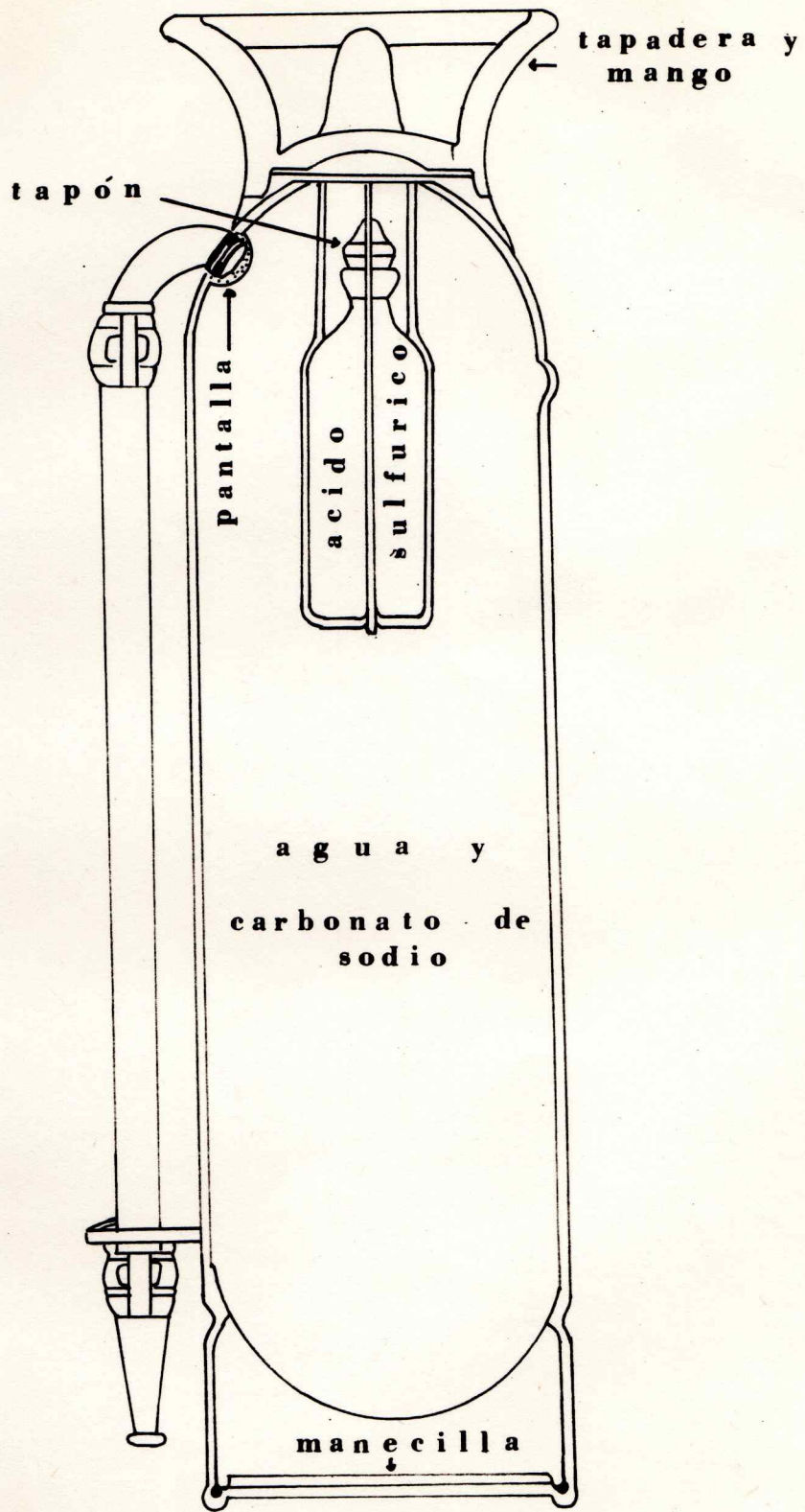


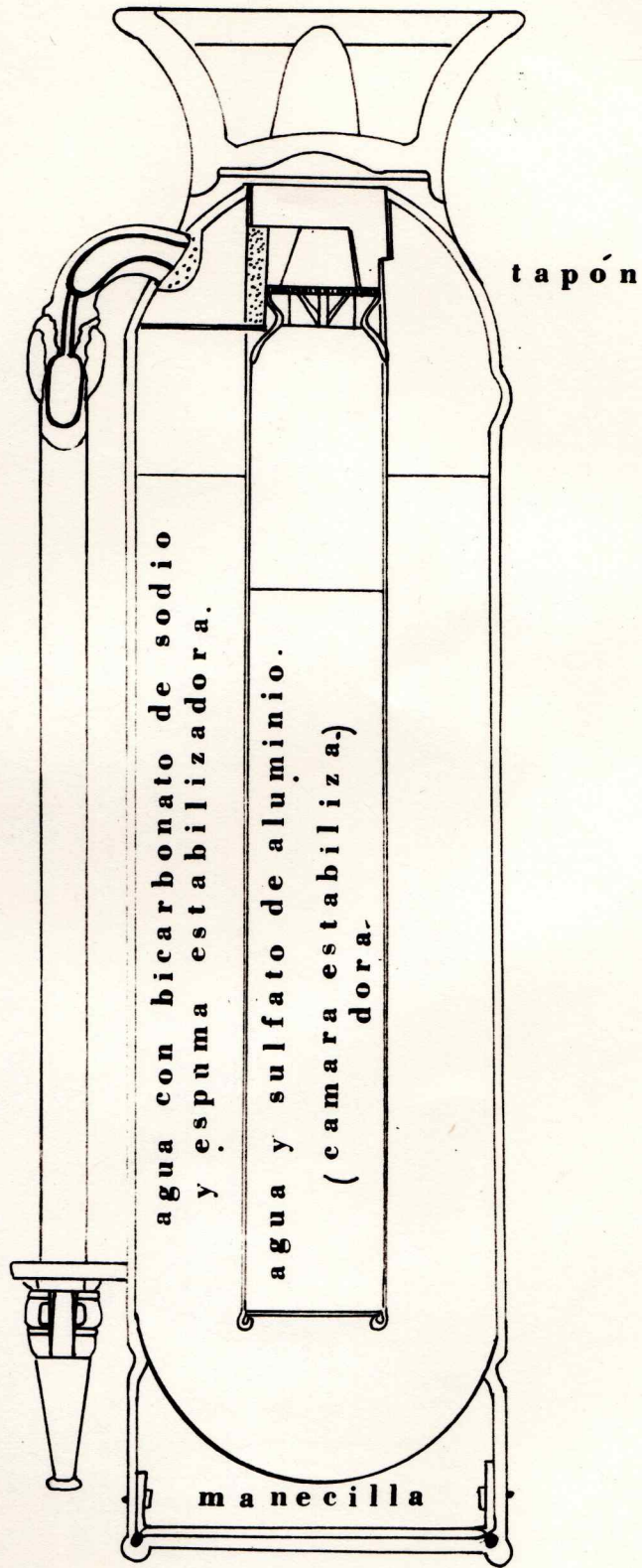
dioxido de
carbono

agua o

anticongelante

ACIDO SODICO





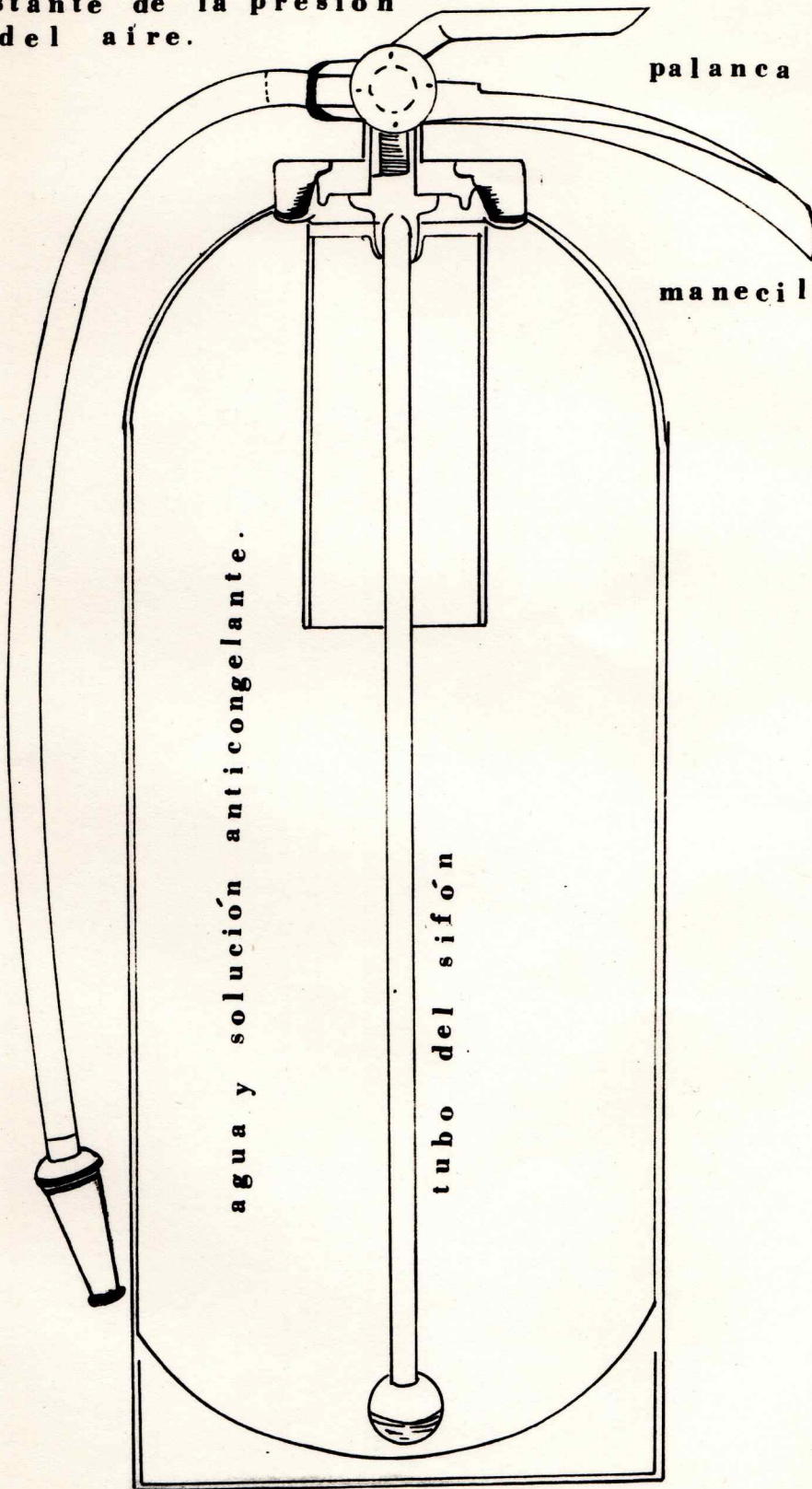
manómetro con lectura
constante de la presión
del aire.

palanca de operación

manecilla o mango

agua y solución anticongelante.

tubo del sifón



con accionar la manija y apuntar la boquilla hacia el fuego. Su alcance es de 8 pies únicamente, pero es muy eficaz contra fuegos clase B.

Sistemas de extinguidores automáticos.

El sistema de rociadores automáticos es el más versátil y seguro de todos los sistemas de protección contra incendios, que han sido diseñados hasta la fecha. La afirmación anterior ha sido comprobada a través de los años en que el sistema se ha sometido a prueba en diferentes incendios. Aunque existen múltiples sistemas para combatir los diferentes tipos de fuegos, el de rociador sigue siendo el más recomendado. El costo de los rociadores automáticos es relativamente bajo comparado con el total de la inversión requerida: alrededor de un 2% de ésta. Como el hecho de tener un sistema de máxima seguridad contra incendios abate el costo de los seguros, la experiencia ha demostrado que la inversión se paga en 10 años o menos. Fuera de consideraciones de carácter puramente monetario, los rociadores automáticos poseen un récord impresionante en los Estados Unidos, por la gran cantidad de vidas que se han salvado gracias a ellos.

Esta eficiencia extraordinaria se puede corroborar tomando en consideración el pequeño número de unidades que es necesario instalar para cubrir extensas áreas. Un estudio realizado en los Estados Unidos nos muestra que en más de 50 mil casos analizados, sólo 15 requirieron más de 6 cabezas de rociadores. Esta misma investigación demostró que en el 90% de los casos

resultaron plenamente efectivos, y que donde hubo fallas éstas se debieron a mal manejo del sistema y no a causas imputables al mismo como tal. Sólo .2% del total resultó ser ineficaz; en el resto de los casos las medidas de prevención no tomadas a tiempo, el no tener las válvulas de agua abiertas, etc. fueron las responsables de las fallas.

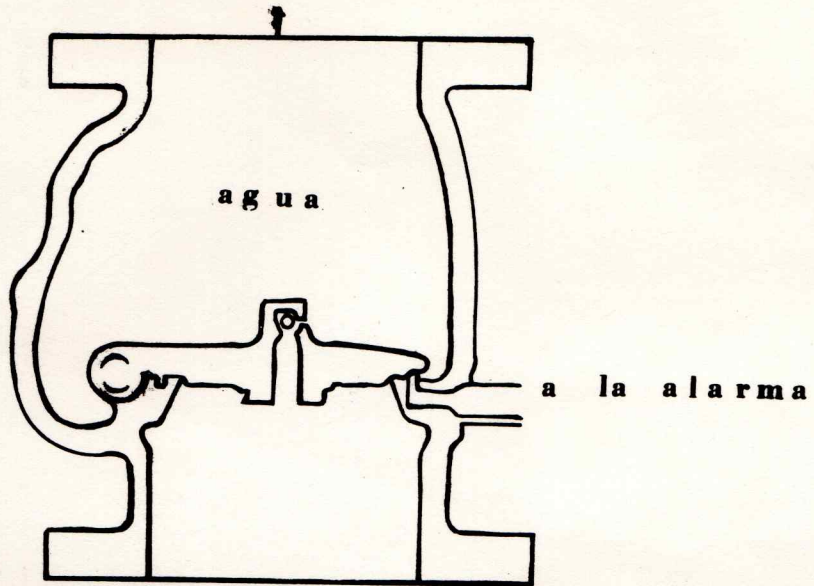
La primera función del sistema de rociadores consiste en rociar agua automáticamente sobre el fuego; y accionar la alarma. Esto ocurre en el caso de alarmas que funcionan con agua, instaladas en un tubo que es el conducto principal del sistema de rocío; cuando aparece la primera señal de fuego y la primera cabeza de rociador se abre, el agua corre a través del sistema de cañería, abriendo la alarma, la cual da la señal de fuego.

Un sistema confiable de rociadores requiere un programa de mantenimiento e inspección que incluya revisión periódica de las válvulas de aprovisionamiento de agua, del sistema de tuberías (para evitar cualquier obstrucción), etc.

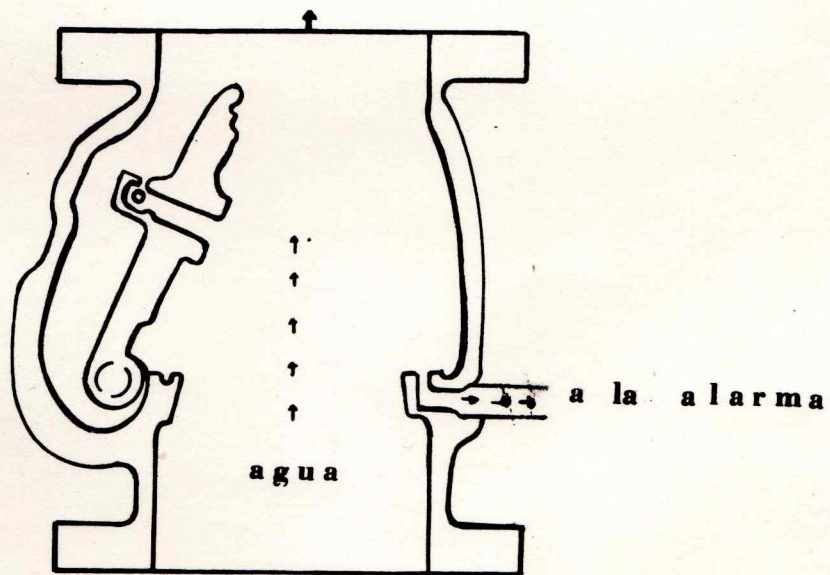
Diferentes tipos de extinguidores automáticos.

De tubería húmeda: La tubería está llena de agua y en lugares estratégicos se hallan las boquillas, tapadas con un material fusible. Este material es muy sensible al calor del fuego, por lo que en el momento de producirse un foco de ignición se funde dando paso al agua y haciendo sonar la alarma. Se recomienda para climas como el de Guatemala, pues en donde hace mucho frío puede congelarse fácilmente.

hacia las regaderas



a) no hay flujo de agua



b) flujo de agua a las regaderas y alarma

De tubería seca: La tubería contiene aire a presión que contiene el agua en un depósito: ambos, tubería y depósito, están unidos por una válvula que se rompe cuando una de las boquillas se abre, a consecuencia de un cambio de presión. Es muy útil en lugares fríos y puede usarse a la intemperie. El sistema de alarma es similar al anterior tipo.

De diluvio: Generalmente este sistema se acciona manualmente abriendo una llave que permite el paso del agua del depósito al sistema de tubería, cuyas boquillas se encuentran abiertas. Se puede automatizar mediante un sistema que abra la llave automáticamente en la presencia de calor producido por el conato de incendio.

De acción previa: El sistema contiene aire bajo presión moderada hasta la válvula de diluvio instalada en la tubería. Las boquillas del sistema están tapadas con material fusible muy sensitivo, que conjuntamente con un sistema detector de calor ponen en funcionamiento todo el sistema.

Sistema de espuma: Combina agua con una solución o un polvo especial, que produce espuma, que al ser expulsado por las boquillas sobre el fuego lo cubren, apagándolo. Se puede activar manual o automáticamente (mediante un sistema detector de incendios). Comúnmente se usa para la protección de depósitos y lugares de almacenaje de líquidos inflamables. Existen dos variedades principales en este sistema protector: los que usan agentes espumantes químicos que combinan dos sustancias y agua, cuya combinación genera burbujas de CO_2 , o bien otra

clase de solución que produce una espuma mecánica conteniendo agentes químicos, aire y agua.

Sistemas con espuma de alta expansión: Consiste en una solución espumante que es empujada mediante un chorro de aire a través de una malla metálica, que hace que el agente extinguidor se expanda sobre una vasta zona. Se recomienda su uso en aquellos casos en los que el empleo de agua sería nocivo. Tiene la gran ventaja de no dejar ningún residuo, pues se disipa naturalmente.

Sistemas con agentes químicos secos: Se componen de: un agente químico contenido en un recipiente, un gas expulsor (nitrógeno o CO_2 son los más usados), un cilindro de gas comprimido y, como es lógico, un sistema de tuberías. Se acciona mediante un sistema automático o bien manualmente. Ambos modelos se consiguen fácilmente en el mercado. Se recomienda su uso especialmente en lugares en donde haya motores eléctricos.

Sistemas con dióxido de carbono: Desde el punto de vista de sus componentes es uno de los más sencillos: boquillas rociadoras de agua, depósito de agua (adecuado a las necesidades) y sistema de tubería. Puede ser activado automáticamente por medio de un detector de incendios o bien manualmente. Este sistema se emplea para proteger edificios y depósitos contra el riesgo de exposición a incendios cercanos, y para controlar posibles incendios de líquidos inflamables alrededor de lugares de almacenamiento. Es muy parecido este sistema al de lluvia artificial: tienen boquillas sin tapadera y el sistema de

tuberías contiene aire hasta una válvula de incendios situada en el depósito de agua.

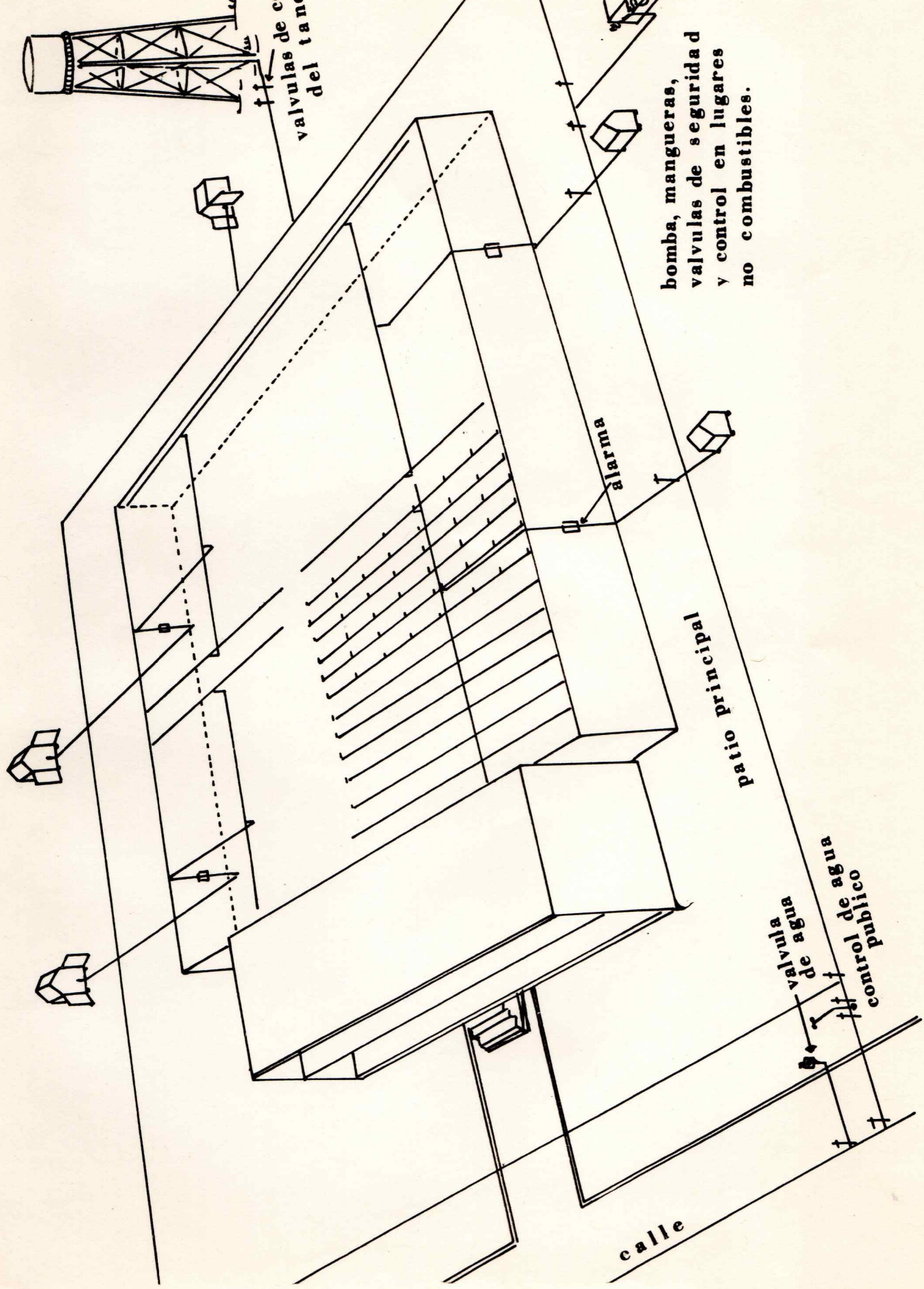
Sistema ultrarrápido de lluvia artificial: Su característica principal es que la válvula que deja salir el agua a presión tiene un dispositivo electrónico que en caso de emergencia funciona en milésimas de segundo. Las tapaderillas del sistema de rociado (o sea de las boquillas) son sensibles a la presión del agua, y en el momento de activarse todo el sistema, saltan inmediatamente, permitiendo el control del fuego. Este sistema es muy recomendable en aquellos lugares sumamente peligrosos en los que se almacenan materiales altamente explosivos o inflamables, tales como los combustibles para aviones de propulsión a chorro, TNT, etc. En la prevención de este tipo de siniestros lo que más cuenta es el tiempo. Una décima de segundo puede ser la diferencia entre la catástrofe y la salvación.

Comunicaciones.

La buena comunicación es necesaria en cualquier situación de desastre. El primer paso es alertar a los ocupantes (sin causar pánico), y el segundo, movilizar a las fuerzas de rescate y auxilio tanto de la planta como externas: bomberos. Los sistemas de alarma y timbres, bocinas y otras formas de sonido son las más generalmente empleadas. En todo caso lo importante es saber cómo actuar en el momento que suene la alarma. Para esto último es preciso entrenar al personal, tanto teórica (mediante folletos ilustrativos y volantes distribuidos periódica-

mente) como prácticamente: simulacros, ejercicios, disciplina.
De cada uno de estos ejercicios debe sacarse una conclusión:
alertar al personal que no esté haciendo las cosas bien y corregir, definitivamente, cualquier falla que se detecte en el sistema.

PLANTA CON INSTALACION DE ROCIADORES AUTOMATICO



bomba, mangueras,
valvulas de seguridad
y control en lugares
no combustibles.

patio principal

calle

valvula
de agua
control de agua
publico

valvulas de control
de tanques

alarma

C A P I T U L O VI
PROTECCION ESTRUCTURAL CONTRA EL FUEGO

Construcciones resistentes al fuego.

El término resistente al fuego no significa a prueba de fuego. Resistente al fuego quiere decir, resistente a una cierta intensidad y tiempo de duración dados, sin que se presente una falla. Debemos tener siempre presente, que ningún material está inmune a los efectos del fuego teniendo suficiente intensidad y duración.

Los materiales más comunes resistentes al fuego son: las paredes de mampostería, el concreto reforzado, las columnas de acero recubiertas, los cielos rasos y los pisos "post" y "pre" tensados de concreto.

Aunque las estructuras resistentes al fuego no contribuyan ellas mismas a su propagación, los adornos combustibles, los cielos rasos y otros acabados interiores (los muebles por ejemplo), pueden producir un fuego intenso y así afectar seriamente la seguridad de la vida, especialmente en los edificios que no tienen sistemas de rociadores automáticos.

Es muy recomendable controlar y limitar la cantidad de materiales combustibles en cualquier parte del edificio, lo que, por supuesto, incluye el control de uso, manejo y almacenaje de combustible líquido e inflamable.

Si el tipo de actividad requiere el uso de grandes cantidades de combustible inflamable, se recomienda poner un adecuado sistema de rociadores automáticos, y edificar una estructura resistente al fuego.

Las construcciones caracterizadas por tener paredes de mampostería, columnas y vigas de madera y pisos de madera gruesa (parquet), contrariamente a la creencia popular, sin ser inmunes al fuego, son muy seguras, pues en caso de un incendio la construcción tiende a arder lentamente, ya que el carbón que se forma en la superficie de la madera sirve de aislante, haciendo lenta su ignición.

Otro tipo de construcción muy en boga en nuestros días es el de estructura de acero, en algunos casos con paredes de mampostería, en otros de metal y aún de asbesto. A pesar de que estos materiales no se queman sino a altísimas temperaturas, no por ello dejan de ser sensibles al calor. El acero, a partir de cierto punto, empieza a deformarse, doblarse y finalmente pierde toda resistencia y se desploma: esto con un fuego relativamente moderado (!). Así que un incendio de regulares dimensiones puede ser desastroso en este tipo de construcción. Es por ello que cualquier edificio de este género, tiene que estar equipado con un sistema inmejorable contra incendios.

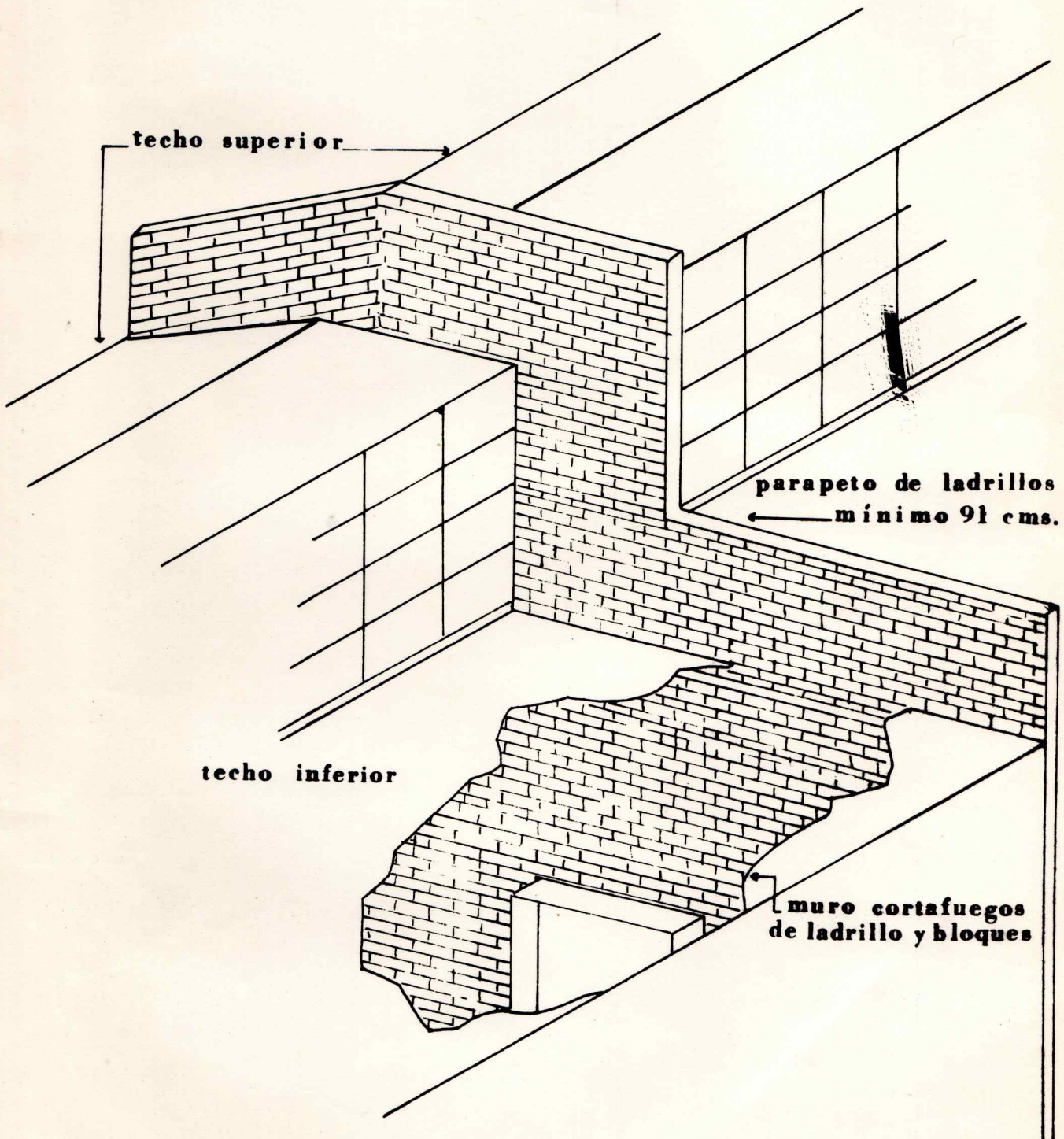
Las llamadas construcciones "ordinarias", son aquellas caracterizadas por paredes de mampostería, columnas de concreto reforzado de construcción no combustible; los marcos, puertas y pisos están hechos de madera u otro material combustible pero

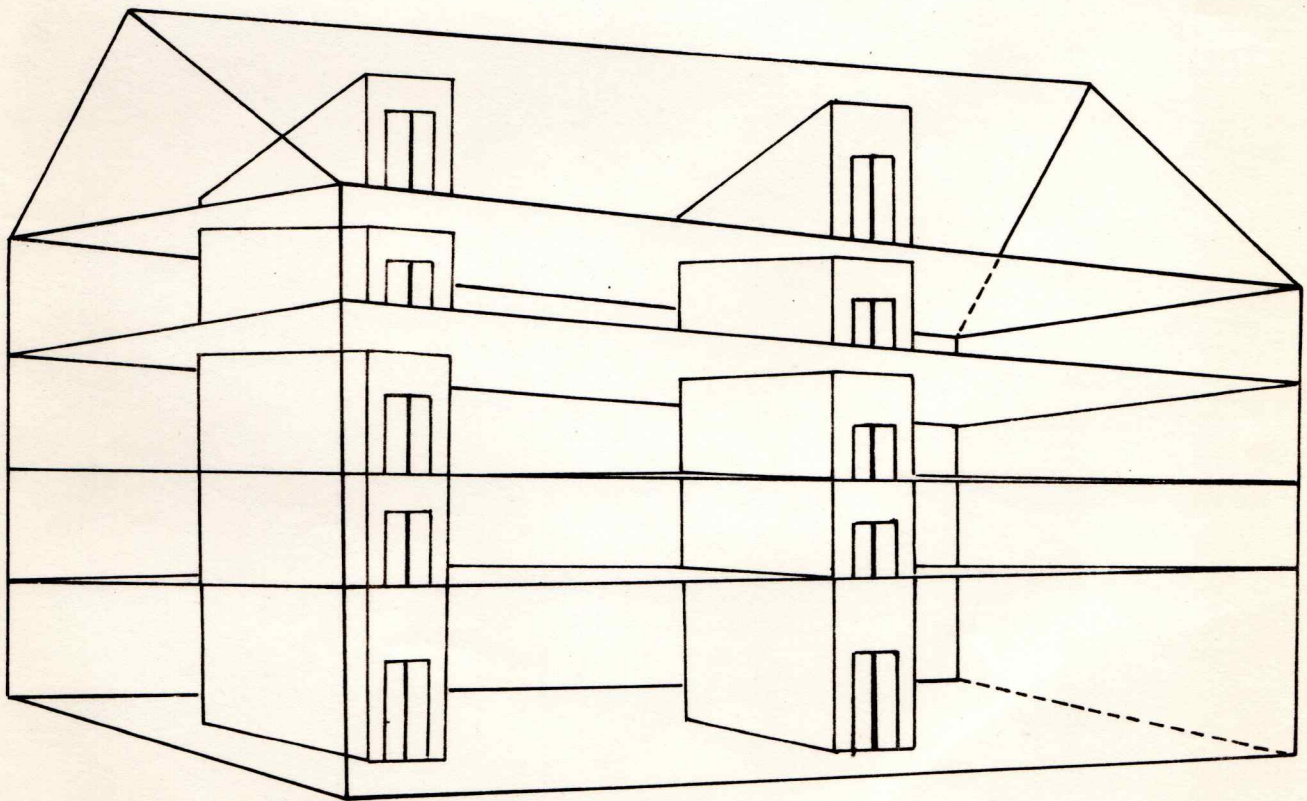
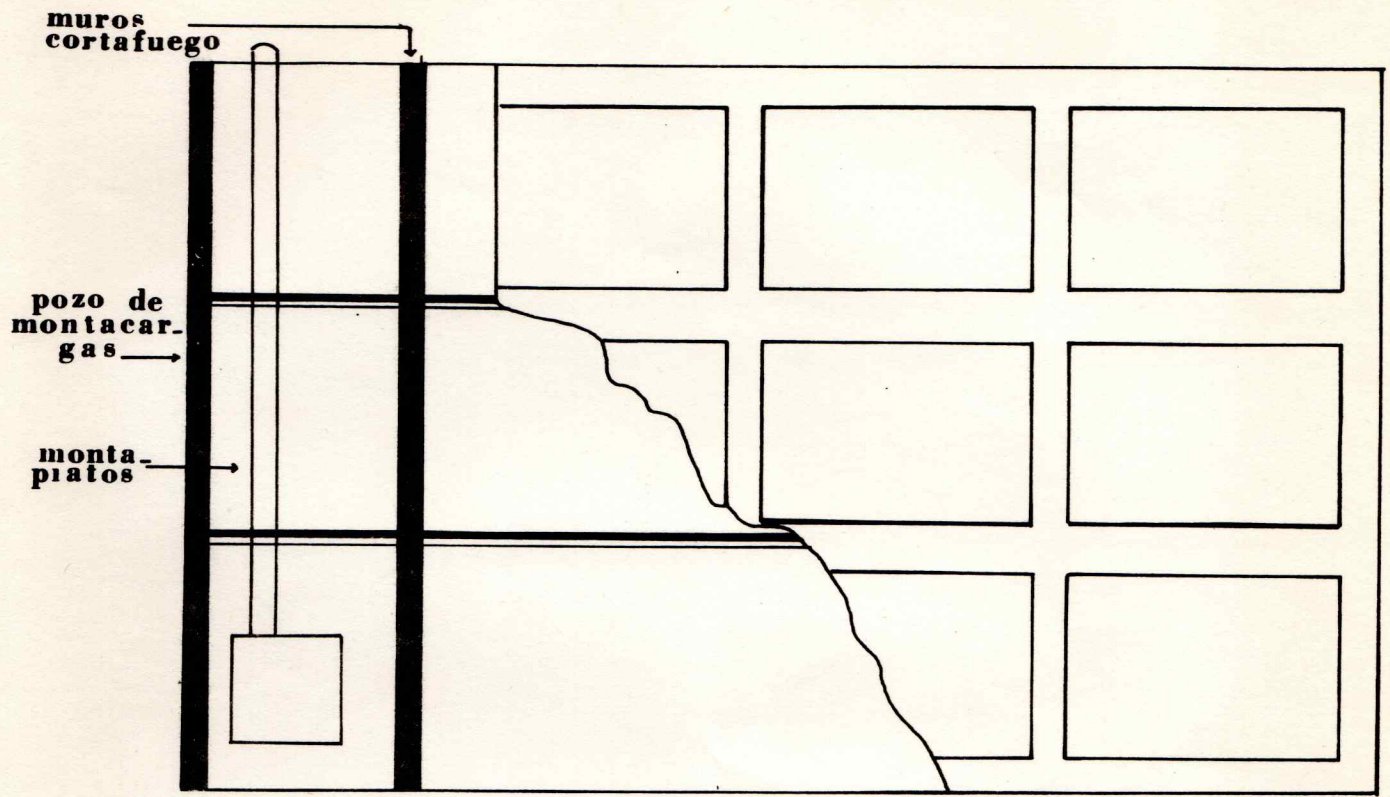
de menos grosor que la madera de artesonado (**heavy timber**). Si el piso y los soportes del techo tienen una resistencia al fuego de alrededor de una hora, al igual que las escaleras, estaremos en presencia de una construcción ordinaria típica. Cuando ocurre un siniestro en este tipo de construcciones el fuego se inicia en partes muy inflamables, adornos, por ejemplo, difundiéndose luego por paredes y techos, por lo cual se recomienda el empleo de "corta-fuegos".

En nuestro medio son muy corrientes las construcciones con estructura de madera, consistentes en paredes, divisiones, pisos y techos de madera. Por lo regular las paredes exteriores están recubiertas de estuco, cal, u otro material similar. Son obviamente menos resistentes al fuego, pero ofrecen la relativa ventaja de que no tienen una alta densidad de ocupantes. En estos casos deben evitarse al máximo los acabados inflamables, y de ser posible, dotarlos de cortafuegos de protección horizontal y vertical. Si se trata de colegios, asilos, orfanatorios, hospitales o instituciones de la misma especie, es imprescindible dotar a la construcción de rociadores automáticos como los descritos anteriormente.

Los "cortafuegos horizontales" son divisiones que impiden que el fuego se propague en línea horizontal. Generalmente son muros hechos de material incombustible en forma de paredes "maestras", que continuarán en pie aunque el edificio se derrumbe. Estas defensas logran contener el paso del fuego de tres a cuatro horas. Cada situación exige sus propias normas y características.

PROTECCION HORIZONTAL





pozos de escalera cerrados

Los cortafuegos "verticales" son aquellos diseñados para evitar que el fuego se transmita por los espacios ocultos que existen dentro de las paredes y los muros. También en este caso existen normas y especificaciones apropiadas dependiendo de la clase de conducto que haya de bloquearse.

Salidas adecuadas.

El diseño de las puertas y escaleras de los edificios es, sin lugar a dudas, una de las medidas más importantes de seguridad. Es altamente recomendable que todo edificio o estructura tenga al menos dos salidas separadas, de tal manera que si una resultara bloqueada por el fuego, se tenga la posibilidad de usar la otra.

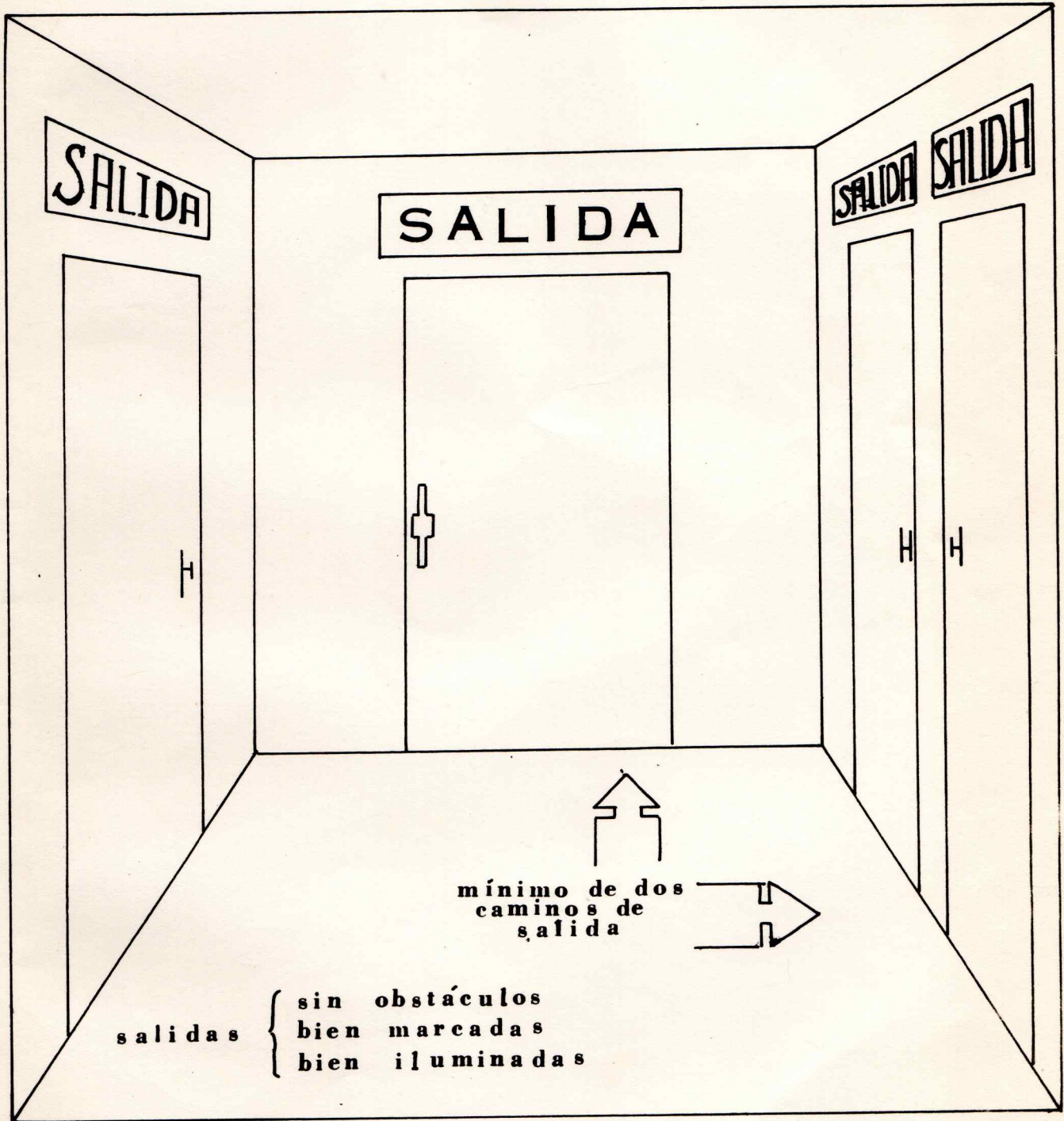
Los encargados o responsables de velar por la seguridad de los ocupantes deben considerar todos los problemas que puedan surgir al momento de una evacuación. Hay que tomar muy en cuenta que el fuego causa pánico en las personas que se encuentran dentro del edificio, y que éste ocasiona muchas veces más daños y pérdidas de vidas que el propio fuego. Cuando algún edificio requiera de remodelación es preciso no olvidar ni por un momento las normas de seguridad.

Escaleras adecuadas.

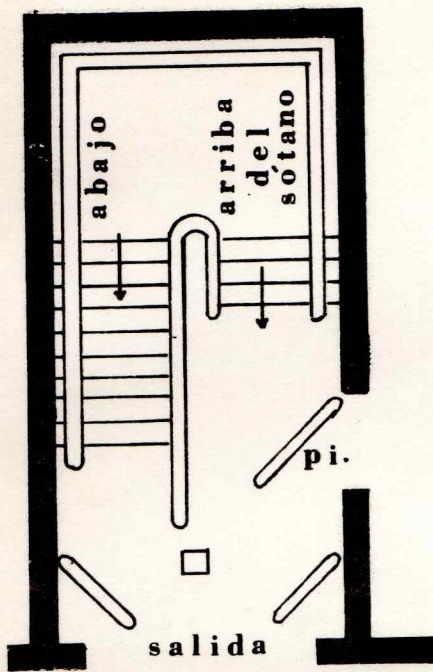
Existen varios géneros de escaleras convenientes para prevenir riesgos excesivos; mencionaremos las siguientes:

Escaleras "incluidas": Son usualmente de mampostería; su objetivo primordial es el de evitar que el fuego atrape a las personas que se encuentran en los pisos superiores.

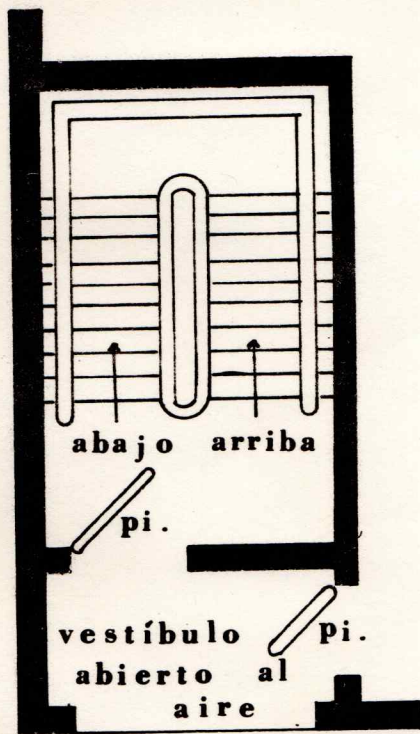
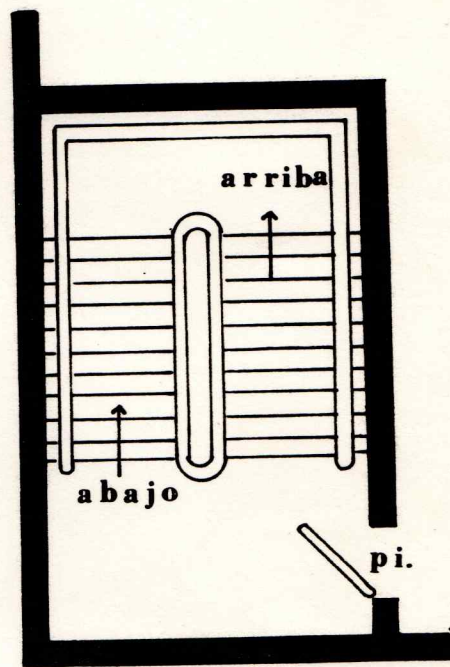
PRINCIPIOS DE SEGURIDAD EN
LAS SALIDAS



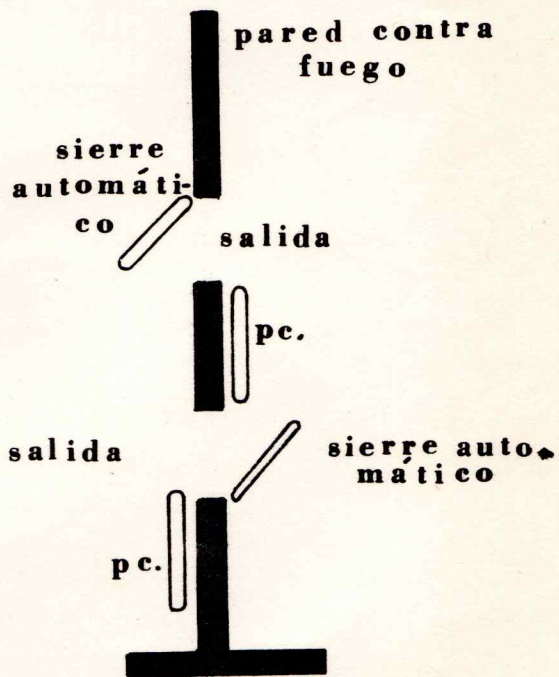
a) salidas a la calle:



b) escaleras internas:



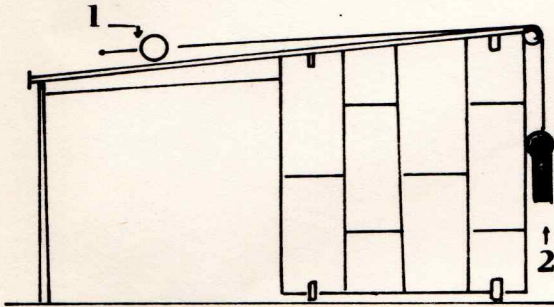
d) torre a prueba de humo



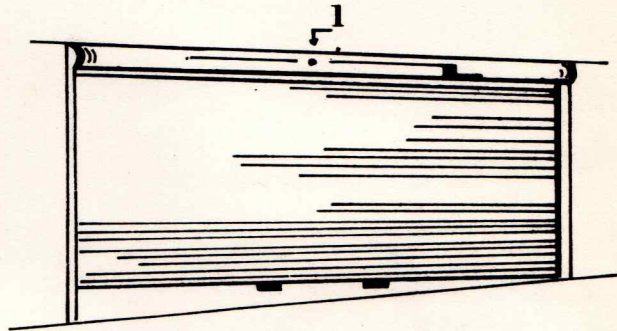
e) salidas horizontales

pí : puerta contra fuego
 pc : puerta corrediza

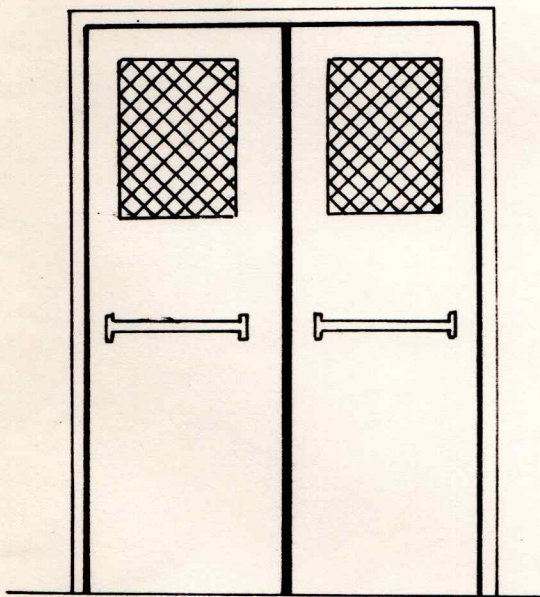
PUERTAS CONTRA INCENDIO



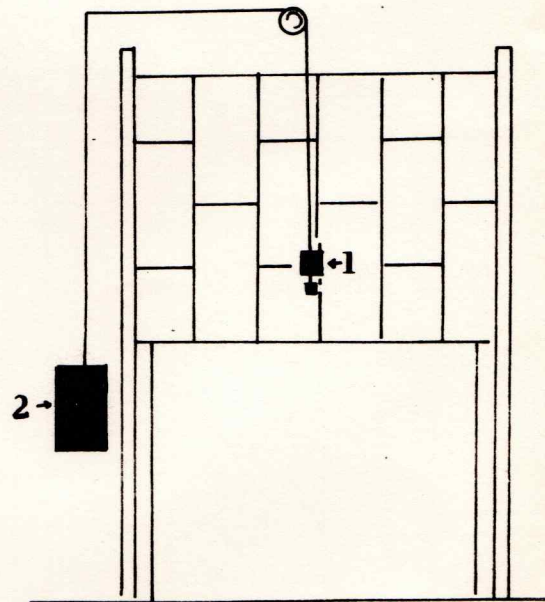
INCLINADA CON CARRIL



CORTINA DE ACERO ENROLLABLE



DE DOBLE ABATIMIENTO



CORREDIZA VERTICAL

1 fusibles
2 contrapesos

"Torres a prueba de humo": Este tipo de escaleras son muy eficientes, y mientras más abiertas al exterior estén, mejor funcionarán. Su propósito es evitar que el humo suba por las mismas, haciendo un efecto de chimenea.

Salidas horizontales: Estas proporcionan un rápido auxilio, permitiendo una rápida evacuación, sin el peligro de caer de bruces.

Puertas horizontales, de corredera o corredizas: Están provistas de contrapesos y dispositivos que las cierran automáticamente en caso de un fuego abierto.

Puertas oscilantes: Son aquellas que poseen un mecanismo que las hace permanecer cerradas durante el incendio.

De doble salida: Son las empleadas para salir en dos direcciones diferentes.

Normas sobre evacuación durante siniestros.

En donde corra peligro la vida humana es imprescindible no depender de una sola medida de seguridad. Por ejemplo, siempre debe haber al menos dos salidas de emergencia por si fallara una. Los pasillos y las salidas deben estar protegidos contra las llamas y el humo por lo menos durante el tiempo que dura la evacuación. La existencia de múltiples salidas al nivel de la calle es una gran ventaja, ya que de este modo se evitan congestionamientos peligrosos. La alarma deberá ser lo suficientemente adecuada para que todos puedan escucharla y deberá poseer un sonido que no provoque pánico. Es preciso también que los corredores de emergencia tengan buena iluminación, señales apropiadas y bien visibles.

El equipo manual contra incendios debe estar al alcance de la mano y ser de fácil manejo.

En las fábricas lo principal es que los empleados tengan clara conciencia de las normas de seguridad y se lleven a cabo simulacros que los mantengan en buena forma. Ante todo, es preciso evitar el pánico.

Sistemas de ventilación.

El humo y los gases calientes generados por el fuego, si están encerrados, tienen la posibilidad de trasladarse bajo el techo a considerables distancias de su origen, y de hacer más difícil la lucha contra el mismo.

En el caso de edificios con rociadores automáticos, puede suceder que se abran un número excesivo e innecesario de rociadores si no se tiene un buen sistema de escape de gases, ocasionando el problema de que los depósitos de agua se agoten rápidamente.

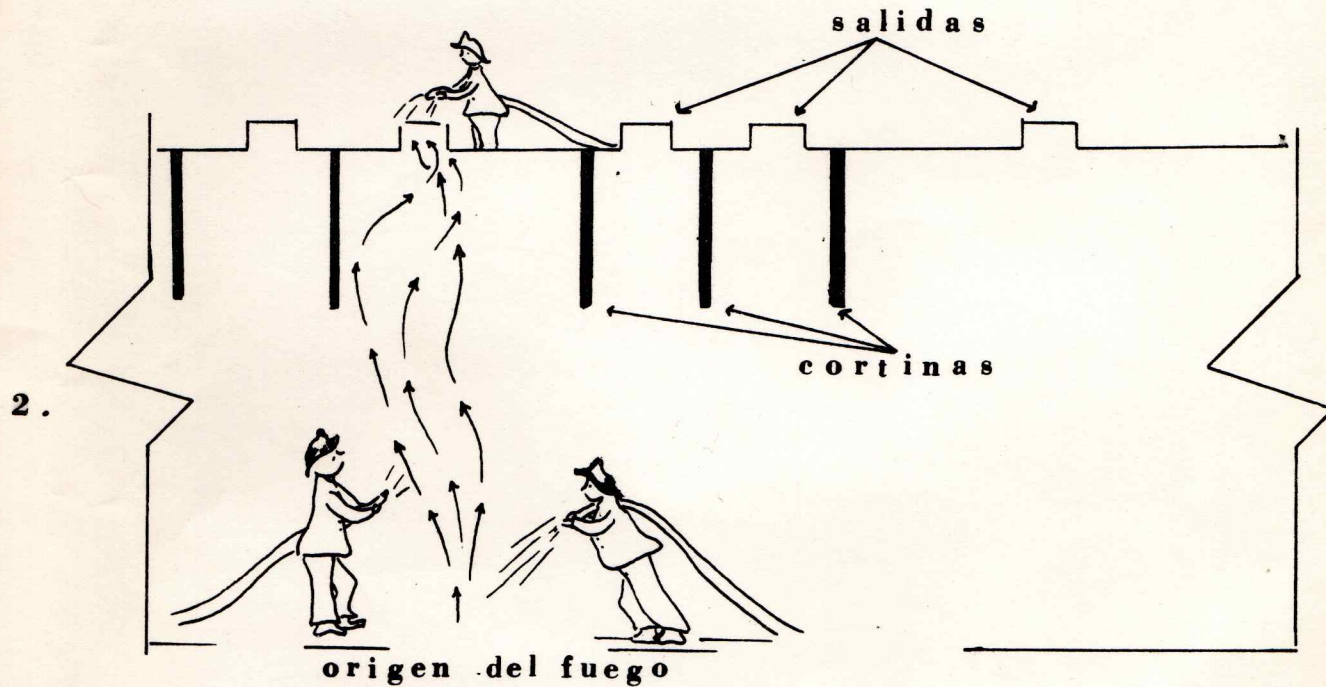
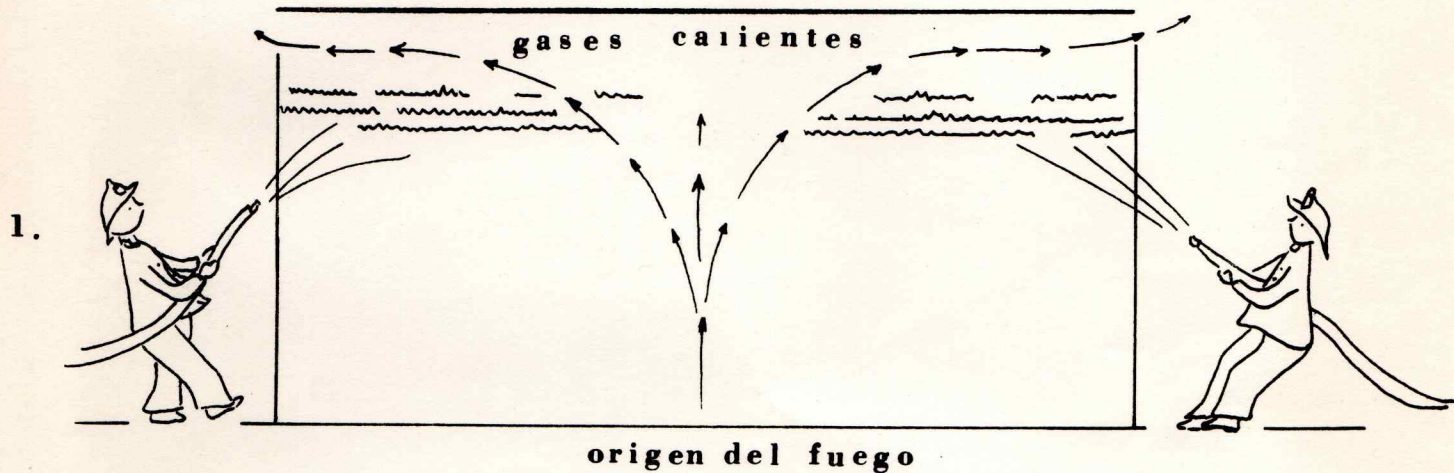
Algunos de los sistemas más efectivos de ventilación para humo y calor consisten en cortinas de tabique para producir una zona sensible al calor bajo el techo, que automáticamente abrirá ventanas o salidas de escape para los gases. La efectividad de la ventilación del techo será directamente proporcional a la diferencia de temperatura que haya entre el aire de adentro y el de afuera. La ventilación efectiva será adicionalmente acrecentada si el aire caliente se acerca debido a su encierro.

Existen varios factores que se vinculan directamente con la ventilación, de los cuales los siguientes nos parecen muy importantes:

CURSO DE LOS GASES CALIENTES

I. BAJO UN TECHO PLANO

2. DELIMITACIO DEL FUEGO GRACIAS AL SISTEMA DE VENTILACION Y TABIQUES



a) La cantidad de calor y humo que deba ventilarse depende de la cantidad y calidad del material que se esté quemando.

b) La capacidad de ventilación es proporcional al área ventilada.

c) Varias chimeneas pequeñas son más efectivas que una grande, siendo el área la misma, debido a que la temperatura de los gases decrece rápidamente a medida que se alejan del fuego.

d) Los techos altos son más convenientes que los bajos, en lo que a protección contra incendios se refiere.

Son muchas las variables que afectan la forma en que la combustión de los materiales se lleva a cabo. No existe una fórmula matemática válida para poder llegar a conocer la cantidad de ventilación requerida. Es por ello que el diseño de las instalaciones de ventilación se hace basándose en pruebas de laboratorio y en base a experiencias adquiridas. Las fórmulas y la teoría han de servir como guía únicamente.

Como ya hemos mencionado, existen una variedad de sistemas de ventilación que pueden conseguirse fácilmente en el mercado: techos y ventanas que se abren automáticamente a determinada temperatura o cuando la concentración de humo llega a cierto punto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a lo eventual que nos parece, a simple vista, que suceda un incendio, es fácil dejarse llevar por la negligencia, o la falta de previsión. Sin embargo, si consideramos que NO EXISTE ningún material realmente "resistente al fuego", si meditamos en la cantidad de vidas que se pueden perder, así como los daños materiales que puede causar un incendio, no tomaríamos las cosas tan a la ligera y nos preocuparíamos un poco más por la seguridad y bienestar de las personas y sus bienes. Creo que podemos dividir en dos grandes grupos los tipos de medidas preventivas, según sea el fin que con dichas medidas se persigue: a) Medidas preventivas para salvaguardar la vida, y b) Medidas para salvaguardar los bienes. Después de este breve estudio, nos parece que las medidas más importantes son:

a) Medidas Mínimas Para Salvaguardar Vidas:

- 1.- Contar con un sistema de salidas de emergencia (por lo menos dos) que sean lo suficientemente anchas para que permitan el desalojo en forma ordenada y lo suficientemente rápida.
- 2.- Hacer simulacros de emergencia regularmente.
- 3.- Contar con un sistema de detección de fuego y sus respectivas alarmas.
- 4.- Revisar los equipos instalados regularmente (por lo menos cada seis meses), así como determinar los posibles focos

potenciales de incendio, revisando que se respeten los pasajes y puertas de emergencia.

5.- El sistema de anuncios y prevenciones debe ser lógico, claro y terminante.

b) Medidas Para Salvaguardar los Bienes:

- 1.- Contar con un sistema de rociadores automáticos, con depósito de agua por gravedad, y con un sistema de alarma automático. Si económicamente esto no es posible, se recomienda tener un depósito de agua con sistema de alarma manual.
- 2.- Tener suficientes extinguidores portátiles en los lugares adecuados.
- 3.- Entrenar al personal y hacer revisiones periódicas.
- 4.- Hacer divisiones de cortafuegos verticales y horizontales.
- 5.- Mantener libre de basuras y materiales inflamables los pasillos y los patios.

Las recomendaciones hechas en b) complementan las medidas de a), ya que al tratar de apagar o sofocar un incendio estaremos salvaguardando las vidas de las personas directamente o indirectamente.

Recomendaciones a las Autoridades:

- a) Crear un código de requerimientos mínimos en edificios para salvaguardar la seguridad de sus ocupantes.
- b) Crear un cuerpo de supervisores, que hagan sugerencias prácticas y revisiones en los sistemas instalados.

c) Modernizar los equipos de los bomberos, ya que los equipos actualmente en uso no están fabricados para controlar eficientemente fuegos en edificios de más de cuatro pisos.



FACULTAD DE INGENIERIA, USAC



18H04283

