

21.56



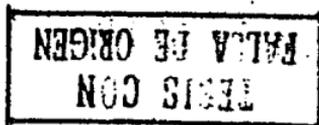
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

INCENDIOS: CONCEPTOS FUNDAMENTALES, DISPOSITIVOS  
DE PROTECCION Y PROYECTO DE UN SISTEMA DE  
DETECCION

Tesis Profesional

JOSE ARTURO GONZALEZ ZAVALA



MEXICO, D. F.

1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

### INTRODUCCION GENERAL.

El fuego en el medio ambiente.	1
El fuego y la investigación científica.	3
La tecnología del control del fuego.	4
La organización social y la lucha contra el fuego.	6

### CAPITULO I

#### PANORAMICA DE LAS VARIANTES DE SEGURIDAD.

Que es la seguridad.	8
Sistemas de detección contra incendio.	9
Aspectos económicos de los sistemas de detección contra incendio.	10
Estándares.	11
Circuitos básicos en los sistemas de detección contra incendio.	11

### CAPITULO II

#### CONFIGURACION DE UN SISTEMA DE DETECCION CONTRA INCENDIO.

Tablero central de control.	13
Fuente de poder.	16
Dispositivos de campo.	17
Dispositivos iniciadores.	17
Dispositivos indicadores.	26
Instalación eléctrica.	29

### CAPITULO III

#### ETAPAS DEL DESARROLLO DE UN INCENDIO.

Análisis de incendios que causan grandes pérdidas.	31
Pérdidas por incendio según la secuencia de ignición.	33
Grandes incendios o conflagraciones.	38

### CAPITULO IV

#### SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Perspectiva histórica.	42
Configuración de un sistema de seguridad.	45
Dispositivos sensores y categorías de la protección.	45
Control central.	55
Círculo básico de seguridad.	57

Supervisión de la alarma.	58
Estándares de los sistemas de seguridad.	

#### CAPITULO V

##### PLANTEAMIENTO DE UN PROBLEMA ESPECIFICO.

Implementación de un sistema de detección contra incendio para un edificio de oficinas.	60
Factor humano.	60
Actividades de las personas.	62
Clase de fuego y su gravedad.	63
Características constructivas del edificio.	64

#### CAPITULO VI

##### CONCEPTOS TEORICOS Y DESARROLLO DEL PROYECTO.

Características de las actividades.	66
Fuentes de ignición.	66
Cargas térmicas.	67
Medios de control de incendios.	70
Prevención de incendios.	72
Control de la energía incendiaria.	73
Restricción Física.	78
Extinción del fuego.	79
Determinantes del peligro para las personas y los bienes materiales.	81
Química y física del fuego.	83
Principios del fuego.	85
Medición del calor.	87
Transferencia del calor.	89
Fuentes de energía calorífica o fuentes de ignición.	92
Productos de la combustión y sus efectos sobre la seguridad de las personas.	98
Identificación de las necesidades.	106
Solución propuesta.	110

#### CAPITULO VII

##### EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL PROYECTO.

Falla en el tablero central.	120
Falla en los dispositivos de campo.	121

Falla en la red eléctrica.	121
Falla en la alimentación al sistema.	122
Justificación financiera.	123

#### CAPITULO VIII

EVALUACION DE LA TESIS.	125
Comentario adicional y nuevas tendencias.	126

#### ANEXOS

PLANTAS TIPO DEL EDIFICIO.	
Planta estacionamiento.	128
Planta baja.	129
Oficinas.	130
Cuarto de maquinas.	131
Detalles de montaje y conexionado.	132
Tablero central del sistema de detección contra incendio.	133
Tablero central del sistema de intercomunicación.	134
BIBLIOGRAFIA.	135

## INTRODUCCIÓN GENERAL

### El Fuego en el Medio Ambiente

El fuego ha acompañado y servido al hombre desde la prehistoria. Sin embargo hasta hoy el dominio que el hombre tiene sobre el fuego dista de ser perfecto y su comprensión del mismo es limitada.

Son muy pocos los aspectos de la vida diaria en la que no participa el fuego. Sus aplicaciones van mucho más allá de las necesidades humanas primarias de disponer de alimentos cocinados y de calefacción; es esencial para el desarrollo de una sociedad basada en la tecnología. Al extenderse el hábitat del hombre fuera de las cavernas, se amplió el campo de aplicación del fuego y consiguientemente, la necesidad de entenderlo y dominarlo.

El fuego no ha dejado de cobrar un terrible tributo a la sociedad; un tributo en dolor, sufrimiento y muerte, pero también en la destrucción material innecesaria, que no perdona tesoros culturales y artísticos.

Las pérdidas que ocasionan siempre tienden en suma a rebajar el nivel de vida. Los conocimientos que el hombre posee del fuego, aunque imperfectos, han bastado para desarrollar la tecnología de su dominio hasta un punto relativamente adelantado; muestra incapacidad para reducir sus efectos destructivos no reside en la falta de tecnología, sino más bien en actitudes sociales, en aspectos comerciales y políticos.

Muchas personas consideran que el fuego no representa una grave amenaza personal. Aunque tengan conciencia de que el peligro existe, no suelen referirlo a sí mismas y raramente lo refieren a otras. Para la mayor parte de las personas; el incendio es una posibilidad demasiado remota para motivar una respuesta activa; la actitud apática resultante subvierte la educación preventiva y obstruye la aplicación práctica de los conocimientos que se poseen sobre los medios de protección.

La aplicación de la tecnología de la protección contra incendios a la salvaguarda de vidas exige gastos y siempre cuesta ganar el dinero dedicado a la seguridad. Muy a menudo parece más atractivo aceptar un riesgo calculado que invertir fondos importantes en instalaciones de protección. Sobre todo cuando las consecuencias desagradables de un cálculo defectuoso pueden mitigarse sustancialmente a través de un seguro.

Una mínima preocupación humanitaria exige poner fin a la existencia de las circunstancias innecesarias y evitables que propicien la aparición del fuego destructivo, así como intensificar la instrucción para la defensa contra incendios, en la que se empleen los métodos más efectivos para estimular las motivaciones psicológicas. Esta actitud hacia una solución del problema del fuego debe apoyarse en una tecnología desarrollada lo suficiente como para proporcionar la información técnica fundamental sobre la que puedan estructurarse los programas educativos.

#### EL FUEGO Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

Es esencial entender el fuego desde sus comienzos hasta la combustión en forma de llamas, y aun más allá, si es que el hombre desea llegar a dominar la naturaleza destructiva del mismo. Es fundamental para esta comprensión la investigación científica tanto la básica como aplicada, de modo que todos aquellos organismos involucrados en la lucha contra el fuego puedan ocuparse mejor de esta tarea. Desde la segunda guerra mundial se ha gastado muchos millones de dolares en la investigación del fuego. Este impulso investigador tuvo su origen en las necesidades de evaluar las consecuencias de las bombas atómicas, que no solamente destruyen por el efecto de la explosión y radiación, sino que producen también innumerables incendios de materia combustibles. Surgió asimismo la necesidad de conocer mejor el proceso de combustión para desarrollar máquinas mejores y más eficaces. A partir de estos comienzos, se han ido superando etapas hacia un mejor entendimiento del proceso de la combustión, lo cual, entre otros beneficios, ha conducido al desarrollo de agentes extintores que la interrumpen en vez de extinguirla por el procedimiento convencional de enfriamiento o sofocación. La evolución de la investigación básica ha llevado a realizar estudios sobre las columnas térmicas, las llamas y sus mecanismos de propagación, la composición de los humos y otros productos derivados de la combustión, el mecanismo de la transferencia de calor, el efecto de la ventilación sobre la intensidad del fuego y la predicción del fenómeno de la Inflamación Súbita (flashover). Estos son solamente algunos ejemplos representativos de los muchos campos que se han explorado. Según van surgiendo nuevos problemas, como resultado de la aparición de nuevos productos y técnicas, o según las mentes más inquisitivas incitan a la reevaluación de los métodos existentes, la investigación aplicada se ha orientado en sus estudios a muy diversas especializaciones; así, se han realizado pruebas en pasillos para estudiar la contribución que pueden tener los acabados de paredes y falsos techos y los materiales de solado a la extensión del fuego y el fenómeno de la Inflamación Súbita Generalizada (flashover), se han estudiado las técnicas de protección para almacenamiento en alturas, se han quemado habitaciones para estudiar la propagación del fuego, se han

-efectuado mediciones de los índices de producción de humos en materiales varios y del oscurecimiento producido por el humo, así como numerosos ensayos a escala natural para estudiar las características de comportamiento al fuego de materiales y sus conjuntos. Probablemente, una de las series de ensayos a escala natural más significativa fue la realizada por el departamento municipal de prevención y lucha contra incendios de Los Angeles entre 1959 y 1961, en edificios escolares condenados. Estas pruebas atrajeron la atención nacional hacia el hecho de que el humo puede ser el elemento mortífero inicial en los incendios y llevaron a reconsiderar muchos de los conceptos de protección contra incendios prevalecientes hasta ese momento.

El fenómeno del fuego incluye una infinita combinación de factores. Aunque la investigación y cuantificación de todos ellos parezca una tarea imposible, es vitalmente importante que se investigue a fondo un número suficiente de los mismos para permitir la prevención de la mayor cantidad posible de incendios y una predicción razonablemente precisa de su evolución en caso de que se produzcan.

Entre el sector público y el privado. Los Estados Unidos se gastan aproximadamente 105 millones de dolares anuales en el desarrollo de métodos relacionados con el fuego y su investigación. Sería difícil definir un nivel adecuado de inversión con el que pueda compararse esta cifra; pero, a pesar de los progresos realizados desde el final de la segunda guerra mundial aún existen ciertas deficiencias que abarcan toda una gama desde el imperfecto conocimiento (aunque este aspecto ha mejorado) del fenómeno de la combustión, pasando por el método de tratamiento de las quemaduras y de las asfixias debido al humo hasta la investigación aplicada relativa al desarrollo de nuevos productos. Existe una prevaleciente inquietud en el sentido de que a lo largo de todo el proceso de investigación se establezca un continuo diálogo entre el investigador y el profesional de la protección contra el fuego, de modo que cada uno se beneficie del conocimiento y de la comprensión que el otro haya adquirido. Es igualmente importante que los profesionales dedicados a la protección o a la lucha contra el fuego empleen los resultados de la investigación para aumentar su bagaje de conocimientos y realizar así una mejor labor en la reducción de las pérdidas de vidas y bienes.

LA TECNOLOGIA DEL CONTROL DEL FUEGO.

La investigación, la experiencia derivada de los incendios y los conocimientos fundamentales de ingeniería son las herramientas aptas para evaluar los problemas derivados del fuego y encontrar soluciones; el profesional utiliza estas herramientas para estudiar detenidamente cada problema, hallar su solución y, finalmente, resolverlo; Podrá después supervisar la aplicación y realización de estas soluciones y comprobar los resultados.

La magnitud de estos estudios varía desde las posibles consecuencias de fumar en un teatro hasta el diseño del sistema de protección contra incendios de un gran edificio o de las instalaciones de un proceso industrial complejo. En cualquier caso, evaluación y solución deben abordarse de una manera sistemática, considerando todos los factores que afectan al problema y a su solución. Este es el enfoque característico de un ingeniero. Existen básicamente dos enfoques alternativos para estos problemas: la prevención de la ignición o el dominio de los efectos del fuego.

Si debe prevenirse la ignición, al menos con probabilidad razonable, y si la prevención ha de ser el único criterio de seguridad, será necesario calcular la energía que se necesita para que se produzca la ignición, las condiciones bajo las cuales esa energía se hace peligrosa y todas las fuentes posibles de la citada energía.

De ser necesario adquirir estos conocimientos respecto a una sola sustancia o materia, bastaría con la investigación. Sin embargo si hay que considerar una gran variedad de materiales y fuentes de energía (como por ejemplo, en un edificio), el problema se complica. Se ha realizado numerosas investigaciones sobre las características de la ignición y combustión de muchas sustancias y materiales, especialmente en lo que se refiere al control de los peligros de los procesos industriales. Sin embargo, existe un número prácticamente infinito de materiales y sustancias, y de condiciones bajo las cuales pueden encontrarse; por lo tanto no sería correcto decir que los conocimientos en este aspecto sean, ni mucho menos completos. Además con el avance de la tecnología aparecen nuevas sustancias, materiales y condiciones que dificultan aún más esta tarea del profesional. Es esencial, por tanto, que la investigación continúe, con la esperanza de que progrese aceleradamente. Todo ello sin dejar de pensar en los fallos humanos, puesto que la tecnología no ha avanzado todavía lo suficiente como para que el hombre haya dejado de ser un factor más en la provocación de incendios.

Si se enfoca el incendio desde el punto de vista de su ataque y dominio, ya se presupone la ignición y entonces se plantean varias vías alternas posibles para su control. Para valorar estas vías hay que estudiar la velocidad de crecimiento del fuego, su propagación, los productos de la combustión y la forma en que la ausencia de tales datos se relacionan con los medios de lucha escogidos. Los factores citados pueden evaluarse a partir de las características físicas y químicas del material combustible, sus propiedades y su situación en relación con otros productos de características similares o diferentes. Este tema se ha investigado bajo varios aspectos, pero principalmente con el objeto de medir los resultados en condiciones simuladas, equivalentes a las que se sabe que han causado problemas en ciertos fuegos específicos (por ejemplo, propagación de las llamas en pasillos, crecimiento y propagación del fuego en materiales combustibles depositados en almacenes o habitaciones en determinados edificios).

La investigación de los productos de la combustión se ha centrado en la toxicidad, en la disminución de la visibilidad que producen y en su difusión en los edificios altos. Los conocimientos que se poseían acerca de esta fase de la lucha contra el fuego se ha visto seriamente modificadas por la introducción de nuevos materiales que, aunque se utilizan en actividades o locales poco peligrosos, tiene valores caloríficos muy altos, arden con gran rapidez y desprenden enormes cantidades de humos tóxicos, que, por añadidura, dificultan o impiden la visibilidad. El resto de las decisiones que pueden adoptarse para dominar los efectos del fuego, se refieren al uso de técnicas que han sido profusamente estudiadas a través de la investigación pura y aplicada, y de la experiencia en otros incendios. Incluyen la adopción de conceptos básicos, como la compartimentación, la protección contra la exposición a otros fuegos externos, la detección automática y la supresión manual o automática del fuego. Cada uno de estos conceptos se subdivide hasta llegar a ser tan preciso y exhaustivo como el profesional lo requiera. Además los códigos y normas continúan a disposición del profesional ilustrando sobre los requisitos necesarios para asegurar la adecuación de todas y cada una de las características de los medios de lucha que se han adoptado.

#### LA ORGANIZACIÓN SOCIAL Y LA LUCHA CONTRA EL FUEGO.

Pascal dijo: " el hombre es solo una caña, pero una caña que piensa", Al enfrentarse a una tarea que requiere organizar el pensamiento en forma de proposiciones, el hombre, como animal social que es, siempre funciona mejor cuando esa tarea le exige poner todas sus capacidades intelectuales, físicas y sociales al servicio eficaz del bien común. Y, en este caso, la ingente tarea de organizar inteligentemente los recursos disponibles para atacar el problema de la pérdidas causadas por el fuego es de la máxima importancia. Infortunadamente, las motivaciones que apoyarían la acción concertada contra el fuego destructor se ven contrarrestadas por la ignorancia y la apatía del público. Ignorancia del verdadero alcance del problema del fuego, que amenaza no sólo el bienestar personal o a un medio ambiente compuesto por elementos combustibles, sino también a los recursos materiales del país. La apatía nos impide emplear inteligentemente los conocimientos que ya poseemos para mitigar las pérdidas por incendio. Una peculiaridad del carácter americano, extravagancia alimentada por la antigua tradición generada por sus antepasados por la sensación de encontrarse en una tierra de recursos aparentemente inagotables, los ha inclinado a despreciar la importancia del carácter irrecuperable de las pérdidas sufridas a causa del fuego, como los ha llevado a minimizar los peligros del despilfarro caprichoso e irresponsable de los recursos naturales.

Las corrientes engendradas en la sociedad por las condiciones económicas cambiantes y por el general avance de la tecnología han agregado nuevas y amplias facetas al problema del fuego. Una de ellas es la tendencia creciente hacia la urbanización. Hace medio siglo, alrededor de la mitad de la población vivía en zonas urbanas; hoy tres de cada cuatro americanos habitan en la ciudades. El uso intensivo del suelo del suelo de la zonas urbanas significa que los edificios son más altos, que la circulación está entorpecida y, en general, que hay una mayor exposición a los peligros del fuego que amenazan desde una miríada de orígenes posibles, existentes en el ambiente físico del individuo. Los edificios de gran altura, por ejemplo, aunque son símbolos del progreso urbano, concentran gran cantidad de personas en zonas limitadas, donde están expuestas a los peligros del fuego y a otros que solamente empiezan a percibirse.

La urbanización ha creado también otros problemas sociales específicos, que han aumentado las pérdidas por incendio, de forma no precisamente medible en términos monetarios. Por ejemplo, los barrios más degradados, donde los edificios ruinosos son como cajas de yesca, en las que habitan fuerosamente las familias de rentas inferiores. Los propietarios de esos edificios y viviendas, frecuentemente congestionados, reflejan una total indiferencia por la seguridad contra incendio, ya que no juzgan rentable el mantenimiento de su propiedad en buen estado. El descontento y la negligencia en los Ghetos puede generar problemas al servicio de Bomberos en forma de motines e incendios intencionados, falsas alarmas así como hostilidad contra el personal. Las soluciones no son fáciles, y van más allá de la responsabilidad del Servicio de Bomberos, pero estas condiciones ejemplifican cómo muchos de los problemas planteados por el fuego se entretajan con nuestra estructura social.

Como podrá observarse, todo lo anterior, condiciones, medio ambiente, entornos y situaciones corresponden al país vecino, país donde se ha desarrollado la tecnología actual de combate contra incendios, seguido por los países de Europa occidental, Israel, sin embargo, algunas condiciones similares empiezan a presentarse en nuestro País, concretamente en la Ciudad de México donde existen gran concentración humana en áreas muy reducidas, edificios altos, concentración de plantas industriales dentro del área urbana, zonas de alto riesgo debido a concentración de material combustible, etc. Si bien es cierto que los métodos, procedimientos y materiales de construcción son bien diferentes, no por ello deja de existir la posibilidad de incendio y sus consecuencias. Todo lo anterior nos lleva a considerar la necesidad de concientizar a las personas y autoridades correspondientes de los riesgos del fuego, los peligros que conlleva ignorarlos y a su vez implementar sistemas de detección contra incendio desde lo más básico hasta lo más sofisticado, dependiendo de las necesidades y capacidades económicas de los usuarios y clientes.

## PANORAMICA DE LAS VARIANTES DE SEGURIDAD

En este resumen se pretende abordar los sistemas antes mencionados y que son aplicados a edificios comerciales como son: Edificios de oficinas, centros comerciales, hoteles, centros de computo, laboratorios químicos y hospitales.

### QUE ES LA SEGURIDAD ?

Los sistemas de seguridad en general pueden ser planteados bajo tres funciones básicas que son las de: detectar, comunicar y actuar. Por ejemplo; un perro detecta que una persona es un intruso o extraño a la casa a través del olfato, de la vista, del oído y del tacto, sus sentidos comunican estos hechos a su cerebro y el perro actúa ladrando y posiblemente mordiendo, en general los sistemas de seguridad cumplen básicamente estas funciones de una manera análoga.

Se puede decir que los sistemas de alarmas se iniciaron hace 100 años cuando la primera señal de rondín de vigilancia fue enviada de una planta industrial a la oficina más cercana del telegrafo. Sin embargo el circuito eléctrico que llevaba esa señal fue inicialmente instalado para propósitos totalmente diferentes. La compañía telegráfica ofrecía un servicio de mensajería, consistente de un interruptor instalado en el local del cliente y un circuito de señalización a la oficina del telegrafo. Cuando el cliente necesitaba un mensaje, el mismo operaba el interruptor, para hacer esto, informaría a la oficina del telegrafo que necesitaba en esa área un mensaje. El circuito era por supuesto usado solamente durante algunas horas cuando los locales estaban ocupados. Según la historia uno de estos telegrafos tuvo un velador bastante avanzado en edad trabajando en una planta, cuyo propietario estaba inscrito al servicio de mensajería. La protección contra incendio y seguridad estuvo en manos de este anciano hombre, hasta que un día, El dueño del telegrafo preocupado por la salud y bienestar del velador se le ocurrió una idea. Porque no tener al velador operando el interruptor de mensajes una vez cada hora durante la noche, llegando la señal a tiempo a la oficina del telegrafo indicarla que el velador estaba en buenas condiciones, la falta de transmisión cada hora significaría que el velador necesitaba ayuda. Este fue el primer uso del concepto de señal de delincuencia que aun hoy esta en uso.

A medida que el tiempo pasó la idea fue complementada con otras ideas más sofisticadas, por ejemplo; dos señales simultáneas significaba problemas de incendio y tres señales simultáneas significaba que un intruso había sido reconocido. Este fue el primer uso de la codificación de señales, otro concepto que hoy esta en uso.

Más tarde aparecen los interruptores que se encargan en forma automática de señalar si una puerta esta abierta o que el termostato esta detectando condiciones poco usuales de temperatura, todo esto formando parte de la primer central contra incendios.

Como se ha dicho anteriormente la era moderna de los sistemas tiene aproximadamente 100 años, los primeros sistemas estaban orientados a la protección de bancos y pequeños centros comerciales, estos sistemas fueron mejorados sustancialmente a partir de la primera guerra mundial cuando el departamento de defensa de los estados unidos dirige investigaciones para mejorarlos. Sin embargo no es hasta la segunda guerra mundial cuando los sistemas alcanzan su mayor desarrollo y crecimiento.

Bajo un contexto económico la seguridad significa tener la cantidad suficiente de recursos humanos y de equipo para evitar los daños materiales y humanos a un inmueble.

#### SISTEMAS DE DETECCIÓN CONTRA INCENDIO

##### CLASIFICACIÓN.

Existen básicamente cinco clases de sistemas hoy en día que son los siguientes:

- a) *Sistema local.* Este es un sistema donde los dispositivos de alarma sonora están localizados solamente en el área a proteger, sus aplicaciones son: las escuelas, edificio de departamentos, y otros edificios donde la evacuación es una consideración inmediata.
- b) *Sistema Auxiliar.* Este es similar al sistema local con la adición de una conexión física a un sistema de alarma municipal ( bomberos), debido a que la alarma está dirigida a la estación de bomberos a través de un circuito eléctrico; es por esto que se llama sistema auxiliar al sistema municipal, sus aplicaciones son: escuelas urbanas, hospitales, edificios municipales y otras instituciones públicas.
- c) *Sistema de Estación Central.* Este es un sistema en el cual la señal de alarma está conectada a un tablero remoto cuya propiedad y monitoreo corre por cuenta de una compañía privada de seguridad. El sistema de seguridad que incluye equipo de detección es generalmente rentado a las compañías privadas, sus aplicaciones: almacenes comerciales, fábricas y bodegas.
- d) *Sistema de estación remota.* Este es un sistema en el cual la señal de alarma es transmitida directamente a un anunciador de alarmas en una localidad remota generalmente a un departamento de bomberos, sin que tenga que viajar a través de un circuito municipal o estación central. sus aplicaciones: Complejos escolares, plantas industriales, complejos de edificios institucionales y otros.

e) **Sistema Propietario.** Este es un sistema cuya propiedad y monitoreo es por cuenta del cliente mismo, esto a través de un control central localizado en el área a proteger. Estos sistemas son definidos como clase A por las normas de la N.F.P.A. (national fire protection association) y deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Que tengan dos formas de transmitir la señal de alarma.
- Que tengan fuente de alimentación auxiliar.
- Tener el medio adecuado para transmitir la señal de alarma, señal de avería y la señal de restablecimiento, en otras palabras; que tenga capacidad de autoverificarse.
- Monitoreo de 24 horas por personal capacitado para tal fin.

Los sistemas de clase A están diseñados para cumplir estrictas normas para minimizar las pólizas del seguro del inmueble, en los edificios donde existe una necesidad para proteger vidas humanas y no es muy relevante la propiedad del inmueble, las normas de las aseguradoras no son tan estrictas; en tales casos sistemas menos elaborados pueden ser instalados. Estos sistemas son menos costosos debido a que tienen menos componentes de reserva y quizás una protección menos sofisticada. Los sistemas clase A son la mejor alternativa en grandes complejos de edificios y plantas que están evaluadas en varios millones de dólares o más, incluido en esta apreciación el edificio en sí, su contenido y la pérdida potencial de negocios que la empresa puede sufrir ante un incendio.

#### ASPECTOS ECONÓMICOS DE LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN CONTRA INCENDIO

Estos sistemas de detección contra incendio pueden ahorrarle dinero al usuario o cliente de la siguiente manera:

- 1) Los sistemas actualmente son modulares, de tal forma que el cliente puede comprar lo que realmente necesita, no más, no menos.
- 2) Los márgenes de ahorro pueden ser significativos.
- 3) Integrando los sistemas de detección contra incendio y seguridad de un edificio a otros ya existentes, puede ser un planteamiento muy económico.
- 4) Con los sistemas de detección contra incendio y seguridad se reducen las pólizas del seguro.

Existe un número considerable de ventajas en estos sistemas, pero para poder tener los mayores beneficios de éstos es necesario preguntarse lo siguiente:

- \* Esta la interface hombre/máquina diseñada de tal forma que el operador pueda fácilmente entenderla y hacer operar el sistema?
- \* Provee el sistema una protección y total en toda el área, no quedan áreas sin protección.
- \* Están las personas que operan estos sistemas, adecuadamente calificadas y entrenadas?
- \* Existen los recursos humanos y económicos para tales sistemas?

- \* ¿Cuál es la calidad de los sistemas de apoyo como son los sistemas de extinción, departamento de bomberos; existe una respuesta rápida ?
- \* ¿Cumple el sistema propuesto con las necesidades del tamaño, valor, función y diseño - del inmueble ?

#### ESTANDARES

Los estándares básicos de la industria de los sistemas de detección contra incendio son los de la N.F.P.A. (national fire protection association.) y los de la U.L. (underwriter's laboratories.)

Los estándares de la U.L. están basados en los resultados obtenidos de los equipos patrones de prueba; todo esto para determinar si el equipo a instalarse cumple con los requerimientos funcionales y operacionales exigidos por los estándares de la N.F.P.A.; y que el equipo no representa riesgos de seguridad si es instalado y mantenido adecuadamente. Las siguientes normas proveen la guía adecuada para la aplicación, instalación, mantenimiento y uso de los sistemas de detección contra incendio :

NFPA 72A Estándar para la instalación, mantenimiento y uso de los sistemas de señalización y protección local para guardias, sistema de alarma y sistemas supervisados.

NFPA 72B Estándar similar al anterior excepto que es para sistemas de protección y señalización auxiliar y para sistemas de alarma contra incendio.

NFPA 72C Estándar similar al anterior excepto que para sistemas de protección y señalización con estación remota para alarma contra incendio y sistemas supervisados.

NFPA 72D Estándar para sistemas de protección y señalización propietario para guardias, - sistemas de alarma contra incendio y sistemas supervisados.

NFPA 72E Estándar para detectores contra incendio.

NFPA 71 Estándar para sistemas con estación central.

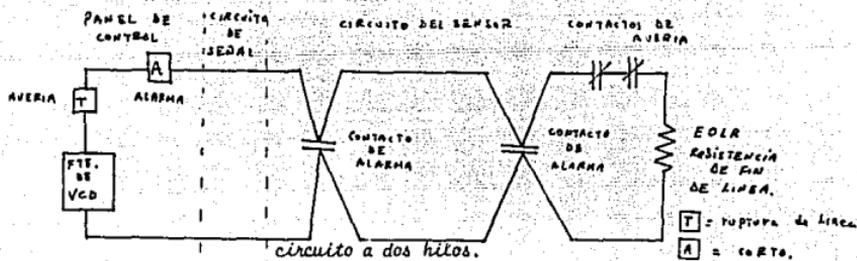
NFPA 74 Estándar para sistemas de detección contra incendio del tipo doméstico.

NFPA 90A Estándar para los sistemas de aire acondicionado y ventilación.

NFPA 101 Estándar para los códigos de seguridad humana.

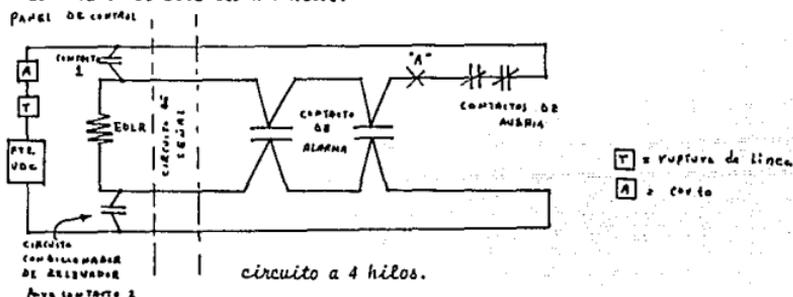
#### CIRCUITOS BASICOS EN LOS SISTEMAS DE DETECCION CONTRA INCENDIO.

El circuito básico puede tomar dos formas, que son: el circuito a dos hilos y el circuito a 4 hilos.



El circuito a dos hilos provee supervisión a través de la técnica de la resistencia de fin de línea EOLR. (end of line resistor.)

Para los sistemas de detección y seguridad un circuito abierto o avería en un contacto es reconocido como avería, un circuito en corto es reconocido como alarma. El circuito a dos hilos no tiene la capacidad para reconocer una alarma si una condición de avería existe en la línea, al menos que la condición de alarma esté antes del circuito abierto o del circuito en corto. El circuito a dos hilos con el fin de línea es una forma aceptable de supervisión para muchas aplicaciones tales como: estaciones manuales, estaciones de rondines de vigilancia, detectores de flujo de agua para los rociadores; para los detectores de humo - lo deseable es el circuito a 4 hilos.



De la figura anterior considere que el circuito está abierto en "A", un extremo de los contactos de alarma llegan a estar aislados del fin de línea, esto origina una señal de avería pero al mismo tiempo un relevador cierra el circuito. Esta acción conecta el extremo de los contactos de alarma al fin de línea, el cual está previamente aislado de la interrupción del circuito. El cierre de un contacto subsecuente pondrá en corto al fin de línea generando como consecuencia una alarma.

La habilidad del circuito para funcionar a través de una sola avería es conocida como circuito de operación clase "A", la explicación anterior simplificada está basada en la acción temprana de la lógica del relevador usado para proveer la operación deseada. La tecnología actual para efectuar esta operación usa dispositivos del estado sólido resultando en operaciones más confiables para este fin.

## CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN CONTRA INCENDIO

Basicamente un sistema de detección contra incendio esta formado por las siguientes partes:

- . Tablero central de control
- . Dispositivos iniciadores
- . Dispositivos Indicadores
- . Instalación Eléctrica

### Tablero Central de Control.

El tablero central está formado por una lógica a base relevadores, circuitos integrados y/o microprocesador; por una fuente de poder de corriente directa a 24volts y por un sistema de baterías de respaldo.

### Lógica electrónica.

La lógica de un tablero convencional para un sistema de detección contra incendio con una configuración de detectores de humo, estaciones manuales y señales audibles, estaría formada basicamente por los siguientes módulos:

- a) Módulo de zonas.
- b) Módulo de señalización.
- c) Módulo comun o de alimentación y baterías de respaldo.

Nota: Para este caso se esta tomando como ejemplo un equipo comercial marca Honeywell.

### Especificaciones Generales del Tablero Central.

Temperatura ambiental de operación: 0 a 50°C  
0 a 40°C | con baterías integradas dentro del  
tablero)

Humedad Relativa: 0 a 95 % a 49°C

Cableado de las baterías: 0.1 ohms o menos.

cableado entre tableros: 0.1 ohms o menos.

Voltaje de entrada: 120V , 60 Hz +10, -15 % ; 100v, 120V, 240V, 50/60Hz +10, -15 %

Voltaje de operación: 22.5 a 30ved ( 24ved nominal)

protección: El sistema ( tablero central) debe estar aterrizado para mayor protección.

Aprobaciones: U.L. , F.M. D.O.D. ( departamento de la defensa)

### a) Módulo de zona.

Este módulo provee 4 zonas energizadas para detectores de humo tipo ionización, fotoeléctricos, o temperatura; estaciones manuales. Provee la supervisión y detección para funciones de alarma por fuego conectadas a dos hilos o cuatro hilos, tambien provee salidas silenciabiles y no silenciabiles y funciones de salida para averias; algunas versiones estan provistas de relevadores para funciones auxiliares.

Este modulo basicamente tiene 2 indicadores luminosos ( LED) por zona; uno para indicar la alarma de fuego y otro para indicar condición de averia, la cual se puede presentar en el cableado de algun dispositivo iniciador. ( detector de humo, estación manual).

### Especificaciones Del Módulo De Zona.

- Modelos: A1 módulo sin relevador auxiliar.  
A2 módulo con relevador auxiliar.

Zonas por módulo: 4

Requerimiento de energía: Voltaje de operación: 22.5 a 30 vcd  
Corriente de supervisión: 120 ma  
Corriente de alarma: 220 ma ( sin relevador)  
240 ma ( con relevador)

Circuito de dispositivos iniciadores: 30 detectores de humo o cualquier cantidad de estaciones manuales con la condición de capacidad máxima de 250 ma o usar una resistencia limitadora en serie.

Voltaje de los dispositivos iniciadores: 19.5 a 28 vcd ( 24vcd nominales)

Corriente de los dispositivos iniciadores: 200 ma máximo  
220 ma máximo ( con circuito en corto)

Resistencia de los dispositivos iniciadores: 50 ohms cuando se usen unicamente contactos normalmente abiertos ( estaciones manuales). 10 Ohms cuando se usan detectores.

Opciones de campo: . modificaciones en campo para la cantidad de detectores.  
. Modificación en campo si se desea la alarma de salida silenciable o no silenciable.  
. Modificación para el cableado a 2 hilos o 4 hilos.

Accesorios: Fin de línea para alambrado a dos hilos : 1.91Kohms.  
resistencia limitadora en serie: 910 ohms.

Sección del cableado: para la alimentación y terminal de los relevadores auxiliares: 12 AWG; las demas terminales: 14 AWG.

#### b) Módulo de señalización.

Este módulo provee alimentación, supervisión y control para 4 zonas de señales audibles polarizadas. Este módulo se usa para proveer capacidad adicional cuando el circuito de señalización ( dos zonas) del módulo común no es suficiente para los requerimientos del sistema. La señales de entrada provenientes del módulo de zona provocan que el módulo de señalización genere su alarma audible. Cada módulo de señalización provee 4 zonas energizadas. El módulo de señalización tiene dos indicadores luminosos (LEDS) por zona; un indicador de condición de alarma y otro indicador de condición de avería en la línea que alimenta al dispositivo indicador.

### Especificaciones del Módulo de Señalización.

Modelo B1 doméstico.

B2 internacional.

Zonas por módulo: 4

Requerimientos de energía: B1: 120V, 60Hz +10-15 %

B2: 100/120/240V +10-15%

Voltaje de batería de respaldo: 24VCD

Energía requerida (fuente primaria): 330VA

Circuito de dispositivo indicador: corriente: 1 amps por zona

voltaje: 22.5 a 30VCD

Resistencia: 4,5 ohms por circuito,

- usar dispositivos polarizados.

- Usar resistencia de fin de línea.

Indicadores: 2 por zona.

Sección máxima de cableado: 12AUG

### c) MÓDULO COMUN

Este provee la alimentación a todo el sistema y circuitería necesaria para interconectarse con otros módulos del tablero central, para el caso de configuraciones entre medianas y grandes. Este módulo también provee alimentación para dos zonas audibles (sirenas, campanas) y puede alimentar hasta un máximo de 8 módulos de zona también provee - señales de salida incluyendo avería común, salidas de alarma y salidas para relevadores auxiliares. Los controles que tiene son: restablecimiento, silenciar, prueba de indicadores luminosos de todo el sistema, interruptor de VCA y un interruptor para poner la batería de respaldo en régimen de carga o normal.

### Especificaciones del Módulo Comun.

Modelos: C1 sin cargador de baterías.

C2 con cargador de baterías.

Voltaje de operación: 120V, 60Hz +10-15%

Voltaje de batería de respaldo: 24VCD.

Energía requerida: 330VA

Circuito indicador: 1 amp. por circuito.

Voltaje: 22,5 a 30VCD

Resistencia por circuito: 4,5 ohms.

- usar dispositivos polarizados.

- usar fin de línea de 1,91kohms.

capacidad de los contactos en amps:

	28vdc	120 vca	220/240vca	28vdc	120vca	220/240vca
relevarador						
resistiva	5	5	3	3	3	3
piloto	-	1	0.5	-	0.4	0.2
Lampara	0.5	0.5	0.3	2	0.4	0.2
	a	l	a	n	a	
				a	v	e
				n	i	a

- Indicadores: - indicador amarillo de batería baja  
 - indicador amarillo de falla de vca.  
 - indicador verde de existencia de alimentación de vca.

El módulo de baterías provee la alimentación en caso de falla de la energía comercial y son baterías del tipo ácidas de celda de plomo sellada de 24 vcd en capacidades de 10 Ah o 20Ah; estas son cargadas directamente del módulo común.

Fuente de poder. La función básica de la fuente de poder es proveer alimentación de corriente directa a través de un cableado que puede ser a dos hilos o a cuatro hilos (conductores), dependiendo de la aplicación y norma a seguir, el sistema de baterías tiene como función vital mantener el sistema operando bajo condiciones normales durante un periodo de 24 Hrs y bajo condiciones de alarma un periodo no menor de 5 minutos.

Existen básicamente dos tipos de fuentes de alimentación que son las siguientes: la fuente primaria y la fuente secundaria. La fuente primaria es la que viene integrada al tablero de control, esta es alimentada normalmente con 110 vca y la fuente en su interior hace la conversión a 24 volts de corriente directa, las baterías deben ser recargables y tiene una vida limitada. Las baterías son del tipo seco y son normalmente de níquel-cadmio; existen un gran número de factores que afectan la vida de las baterías como pueden ser los siguientes: temperatura de operación, ciclo de carga y descarga, régimen de carga, vida de las celdas, contaminación del electrolito, interrupciones de voltaje, pérdida de los niveles de electrolito por falta de ventilación y descontrol térmico.

Las fuentes secundarias están formadas por un motogenerador, cargador automático y un banco de baterías ácidas. Las baterías ácidas son de plomo-calcio, plomo-antimonio y níquel-cadmio; este tipo de baterías deben estar en gabinetes separados del tablero central o de preferencia en alguna área lejos del tablero debido a que bajo determinadas condiciones pueden liberar hidrógeno el cual es un gas explosivo. Por las razones anteriores es indispensable que el lugar donde se encuentran las baterías este bajo un control ambiental, esto es, control de temperatura, humedad, ventilación etc.

Los cargadores de baterías deberán traer integrado voltamperemetro para tener un control de la corriente y voltaje de carga de las baterías. A medida que los tableros se van volviendo más complejos con los circuitos integrados y microprocesadores el tablero deberá tener los-

siguientes indicadores luminosos y audibles por lo que a la fuente primaria respecta: un indicador de que existe alimentación de corriente alterna, un indicador en caso de falla de la misma, un indicador para cuando el sistema esta trabajando con las baterías, un indicador de batería baja, un indicador de falla a tierra; estos indicadores luminosos deberán ir acompañados de una señal audible y por último deberán tener un interruptor momentáneo para probar los indicadores luminosos y audibles.

En la actualidad los tableros de control están generalmente formados por módulos electrónicos y los hay todavía de relevadores, la electrónica tiene como función básica la de supervisar alimentar y recibir las alarmas y averías que se presenten en los lazos de los dispositivos indicadores e iniciadores; éstos módulos siempre están zonificados para poder identificar con más precisión el área donde se está presentando la alarma o avería correspondiente.

Dispositivos de campo. Existen dentro de los dispositivos de campo dos grandes grupos que son los Dispositivos iniciadores y los dispositivos indicadores.

El dispositivo iniciador, como su nombre lo indica, es aquel que tiene la capacidad de iniciar una alarma al detectar algún inicio de incendio a través de sus diferentes manifestaciones como con el humo, llama, partículas diminutas de la combustión, etc. El inicio o generación de alarma puede ser en forma manual o automática.

Los dispositivos Indicadores tienen la función de indicar, alertar, prevenir a las personas de que un problema de incendio se está generando en alguna área; su función la realizan a través de señales audibles y/o luminosas y son de alguna manera complemento de los dispositivos iniciadores.

#### DISPOSITIVOS INICIADORES.

Dentro de este grupo caen los detectores de humo, los cuales están divididos en cuatro grupos básicamente que son: Detectores de fuego incipiente, detectores de humo visible, detectores de flama y detectores térmicos; dentro del grupo de dispositivos iniciadores también se considera la estación manual que tiene como función generar una alarma pero no de manera automática. A continuación se procede a dar una explicación de los dispositivos iniciadores.

Cada etapa del desarrollo del incendio tiene sus propias características, de manera similar existen varios tipos de detectores, cada uno utilizando las diferentes características del incendio para iniciar una alarma, como se explicó anteriormente existen cuatro grupos que son los siguientes: Detectores de fuego incipiente, detectores de humo visible, detectores de flama y detectores térmicos.

#### Detectores de Fuego Incipiente.

Estos son detectores que sensan partículas sólidas o líquidas (aerosol) o gases liberados por la descomposición térmica del combustible, dentro de este grupo están los detectores de Ionización; los cuales tienen la capacidad de sensar en una etapa muy incipiente, es decir, en una etapa de humo invisible, sin embargo, son más efectivos en la etapa inicial de fuego rápido, es decir en la etapa de flama.

#### Detectores de humo visible.

Estos son detectores que sensan humo visible, utilizan una fotocelda que reacciona con el incremento o disminución de la luz. El detector tipo haz de luz con fotocelda se alarma cuando el humo visible bloquea o hace difusa la luz de una fuente, esto reduce la cantidad de luz sensada por la fotocelda receptora, generandose una alarma. Los detectores del tipo puntual de fotocelda se alarman cuando el humo visible penetra a la cámara y refleja la luz incidiendo en la fotocelda receptora, al existir incremento en la cantidad de luz, se inicia la alarma.

Los detectores de humo visible y fuego incipiente están clasificados como detectores de fuego dentro de lo que se considera una advertencia temprana, ya que sin ser capaces de detectar fuegos en combustibles sólidos en una etapa de desarrollo donde el riesgo de vida o daños a la propiedad son mínimos a moderados, una alarma iniciada en esta etapa generalmente provee el tiempo suficiente para hacer la acción de extinción relativamente fácil y minimizar el daño.

#### Detectores de Flama.

Estos sensan la energía radiante producida por el calor o la flama. Esto puede clasificarse dentro del espectro que va del ultravioleta hasta el infrarrojo, estos detectores normalmente dependen del sensado a través de la línea de visión de la fotocelda u pueden actuar casi instantáneamente a la flama. Los detectores de flama son frecuentemente usados para detectar rápidamente el desarrollo de fuegos en líquidos inflamables, combustibles gaseosos o sólidos y disparar sistemas automáticos de extinción.

Mientras que la detección de flama puede ser el método más rápido de sentido en un incendio que se desarrolla cerca o en un área explosiva, no es considerada para el caso de una detección prematura. Debido a que los intervalos de tiempo son muy cortos entre la etapa de flama y la etapa de alta temperatura en los incendios, la detección en esta etapa del incendio, sin la acción de la extinción, haría muy poco por minimizar los daños.

#### Detectores Térmicos.

Estos sensores una temperatura predeterminada o un predeterminado rango de cambio de temperatura; la mayoría de los detectores térmicos son usados en aplicaciones ordinarias - confiables para la cuarta etapa del desarrollo de un incendio, aunque algunas veces la detección térmica es usada para iniciar solamente una alarma; son frecuentemente usados para iniciar una acción de extinción (por ejemplo; un sistema de rociadores). Generalmente un incendio que se ha desarrollado hasta la etapa de altas temperaturas significará daños serios antes de que sea extinguido.

#### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE DETECTORES.

Detectores de fuego incipiente. El detector representativo de este tipo es el detector de humo tipo IONIZACIÓN. Estos tienen una pequeña fuente de material radioactivo que tiene la función de ionizar el aire haciéndolo conductivo.

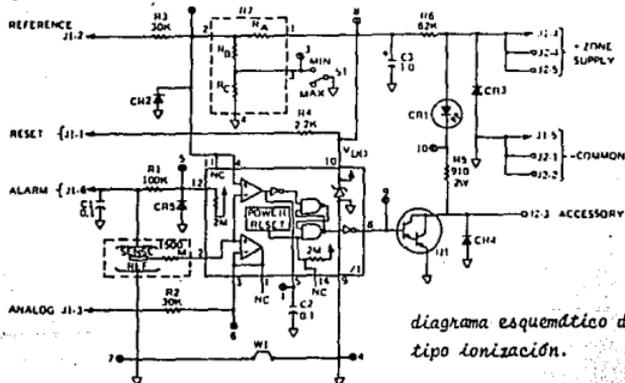


diagrama esquemático de un detector tipo ionización.

**Funcionamiento:** Este tipo de detector está formado por un circuito de estado sólido y cámara dual. La cámara exterior (de sentido) está abierta a la atmósfera a través de aperturas en la pared de la cámara.

La cámara interna (de referencia) está diseñada para prevenir la entrada de partículas de la combustión, pero tiene una pequeña apertura a la atmósfera para compensar los cambios en la temperatura, presión barométrica y humedad.

El grado de compensación anteriormente comentado está en función de la tolerancia de la fuente radioactiva.

Cada cámara contiene una pequeña cantidad de material radioactivo. Las partículas alfa emitidas de la fuente del material radioactivo ionizan el aire existente entre las placas de cada cámara, haciendo eléctricamente conductivo el espacio entre las placas. Las dos cámaras están conectadas en serie a la fuente de poder y sus resistencias forman un divisor de voltaje.

Cuando los productos de la combustión no están presentes en la cámara de sentido, el voltaje a través de la cámara de sentido está abajo del umbral de alarma del circuito. Si las partículas de la combustión entran a la cámara de sentido existe una recombinación de iones positivos y negativos en la superficie de las partículas de la combustión. La reducción del flujo de corriente como consecuencia de la recombinación de iones positivos y negativos produce un incremento en el voltaje para esa sección del circuito. Cuando el voltaje se incrementa arriba del umbral de alarma, el detector entra en alarma.

Una vez que el detector entra en alarma, permanece en condición de alarma hasta que las partículas de la combustión ya no están presentes en la cámara de sentido y el circuito de alarma es restablecido a la condición de supervisión.

#### Datos eléctricos

Voltaje de operación: 24 VDC

Rango de operación: 21.2 a 27.3 volts.

Voltaje de la fuente:  $21.2 - 15\% = 18\text{VDC min.}$

$27.3 + 15\% = 30\text{VDC max.}$

Corriente normal de supervisión: 300 microamperios.

Corriente de alarma: 30ma. a 30VDC

22 ma. a 24 VDC

15 ma. a 18 VDC

Temperatura de operación: 0 a 49°C

Temperatura de almacenamiento: - 40°C a 71°C

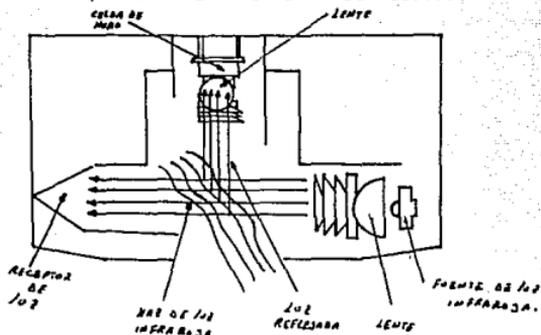
Humedad Relativa: 5 a 85 HR.

Cobertura: 900 Ft<sup>2</sup> ( 83.6 M<sup>2</sup> )

## DETECTOR DE HUMO VISIBLE.

Dentro de este tipo de detectores esta el detector FOTOELECTRICO.

21



Funcionamiento: La cámara de detección del detector es un laberinto ensamblado que permite la entrada libre del humo pero no la luz exterior. Un diodo emisor de luz pulsada (led) proyecta un haz de luz infrarroja (IR) invisible al ojo humano, directo a la cámara de detección. El led envía luz una vez cada 8 segundos y por un instante no menor de 0.1 segs. Una celda fotovoltaica llamada celda de humo, es puesta en ángulo al haz de luz (IR). La celda de humo es sensible solamente a la frecuencia del haz de luz emitida por el led y solamente cuando está encendida. Las partículas de humo esparcen el haz de luz (IR) al entrar a la cámara, parte de la luz se refleja dentro de la celda de humo generando un voltaje de salida en la celda de humo y activando el circuito de verificación de humo. El led ahora pulsa cada 3 segundos y si el humo está todavía presente en la cámara después del pulsado de 3 segundos, el detector entra en alarma y se enciende un indicador luminoso (led) de alarma en la parte exterior del detector. El detector puede ser restablecido desconectándolo o quitando la alimentación, una vez que la cámara de detección está libre de humo. La supervisión de la alimentación es provista por medio de una resistencia de fin de línea (EOLR), o por un relevador de fin de línea (EOLR); estos dispositivos sienten el cambio de corriente o ruptura de la línea, generando una condición de avería. El relevador de fin de línea está cableado para estar energizado en condiciones normales de supervisión, una ruptura en la línea provoca que el relevador se desenergice, abriendo los contactos en el cableado que va al tablero de control, provocando una indicación de avería. El rango de sentido de estos detectores está dentro del orden de 1 a 10,000 micras.

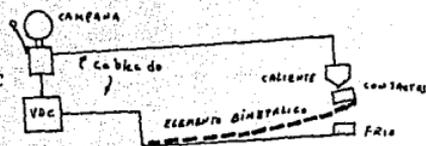
Fuente de alimentación: 16 a 32 VDC

voltaje nominal: 24 VDC

Corriente de arranque: 150 microamperios a 24 VDC.

Corriente nominal: 100 microamperios.

corriente de alarma: 125 ma max. a 24 VDC  
 temperatura de operación: 0 a 49°C  
 temperatura de almacenamiento: - 30°C a 65°C  
 humedad relativa: 0 a 85 HR  
 cobertura: 900Ft<sup>2</sup> ( 83.6 M<sup>2</sup> )



### DETECTORES TERMICOS.

Dentro de este grupo existen varias clases como son los siguientes:

Detector de temperatura fija. Estos operan cuando el detector alcanza una temperatura predeterminada; generalmente estos detectores estan ajustados para operar a una temperatura nominal de 135 a 190°F, normalmente se aplican en áreas donde existen calderas y áreas industriales con temperaturas muy elevadas.

Detectores de temperatura fija restablecida. Estos detectores usan un elemento bimetálico. Este elemento esta hecho de dos metales diferentes operando juntos de tal forma que cuando la temperatura se incrementa, uno de los metales que tiene un alto coeficiente de expansión se dobla uniendose con el otro metal de tal forma que se cierra un circuito generando una alarma. Este tipo de detectores se autorestablecen cuando el calor ha desaparecido.

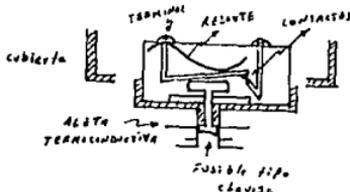
Temperatura de detección: 57°C y 93°C  
 Rango de los contactos: 3 amps a 6-125 VCA  
 1 amps a 6-28 VDC  
 0.3 amps a 125 VDC  
 0.1 amps a 250VDC

Cobertura: 83.6 M<sup>2</sup>

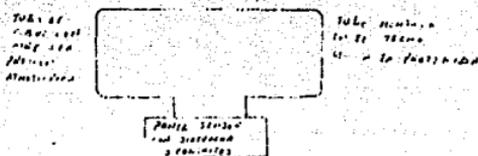
Detector de temperatura no restablecido. Estos detectores usan un elemento fusible en lugar de un bimetálico. El calor al incrementarse funde el fusible, liberando un pequeño resorte, el cual a su vez abre los contactos generando una alarma; despues de esta operación el detector o el elemento fusible debe ser reemplazado.

Temperatura de operación: 57°C y 93°C  
 Rango de los contactos: 6 amps a 6-125VCA  
 3 amps a 6-28VDC  
 1 amps a 125VDC  
 0.3 amps a 250VDC

Cobertura: 83.6 M<sup>2</sup>



### Detector de temperatura fija de línea.



Estos detectores usan un par de cables de acero los cuales son mantenidos en forma separada a través de una película sensible al calor aplicada directamente los mismos; cuando el calor alcanza la temperatura fijada, esta película se funde uniendo los dos cables y generando una alarma.

### Detector de temperatura por compensación proporcional.



La cubierta exterior de este detector esta expuesta al aire del cuarto, -- mientras que los puntales estan protegidos del aire del cuarto, en resumen el acabado de la cubierta exterior ha sido seleccionado para ser sensible al calor convectivo y radiante. El material de la cubierta se expande más alla que el material del puntal, por lo que el incremento en la temperatura provoca que la cubierta se expanda más que los puntales; esto disminuye la compresión en el montaje del puntal hasta un punto conocido permitiendo que se cierran unos contactos.

### Detector de temperatura incremental.

Estos detectores sensan un cambio en la temperatura, un cambio rápido, más que sensar una temperatura predeterminada operan bajo el principio de la expansión del aire dentro de una cámara o tubo hueco provocando que un diafragma se mueva cerrando un circuito eléctrico. Un pequeño orificio en el sistema hace que el aire entre y salga cuando la temperatura sube o baja lentamente. Los pequeños cambios de temperatura provocados por los sistemas de aire acondicionado u otros cambios normales de temperatura en el cuarto no provocan falsas alarmas. El detector basicamente sensa la diferencia entre los cambios normales de la temperatura en un cuarto y los cambios -- rápidos anormales de la temperatura provocados por un incendio.

Normalmente éstos detectan cuando la temperatura ambiente empieza a incrementarse a una razón de  $15^{\circ}\text{F}$  por minuto.

Temperatura de sensado:  $57^{\circ}\text{C}$  y  $93^{\circ}\text{C}$

Rango de los contactos: 3 amps. 6-125 vac.

1 amps. 6-28vdc

0.3 amps. 125 vdc.

0.1 amps. 250vdc.

Detectores de Flama. El concepto de operación de este tipo de detectores fue explicado anteriormente en forma muy básica, este tipo de detectores para la aplicación de detección contra incendio y para el tipo de áreas que se está tratando en este trabajo ya no son usados; la aplicación que tienen este tipo de sensores son en los quemadores que van instalados en los calentadores domésticos y calderas; estos sensores forman parte del sistema de control de la flama de los quemadores.

Otro de los dispositivos iniciadores de alarma es la llamada Estación Manual. Existen diferentes tipos de operación, pero todas aplicadas para la misma función, que es, generar una alarma en forma manual.

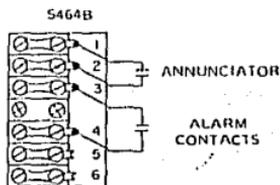
Estación Manual. Existen básicamente dos tipos de estaciones manuales que son las codificadas y las no codificadas; éstas últimas son las más usadas. El que una estación manual sea codificada significa que en el momento de generar su alarma, en el tablero de control a través de un código selecto audible se podrá identificar que estación manual es la que está en alarma; las no codificadas carecen de esta característica y se identifican en el tablero de control a través de una zona general sin poder identificar exactamente la estación que está en alarma.

La Estación Manual es un dispositivo tipo palanca [las hay de tipo "presionar botón"] que en el momento de jalar hacia abajo la palanca, ésta cierra unos contactos que provocan una alarma. El interruptor se puede restablecer abriendo la estación manual o a través de una llave se restablece desde el exterior sin necesidad de abrirla.



S164

S165



En base a las normas están diseñadas para uso rudo y de acero forjado (aunque las fabrican también de plástico), normalmente son para montarse en superficie o semiempotradas. Normalmente están provistas de una pequeña barra de cristal interior para evitar las falsas alarmas causadas por curiosos en el momento que las accionan. Debe ser imposible cerrar o accionar la palanca si antes no se ha restablecido la misma, normalmente además del contacto de alarma pueden traer contactos auxiliares para funciones como por ejemplo anunciación remota.

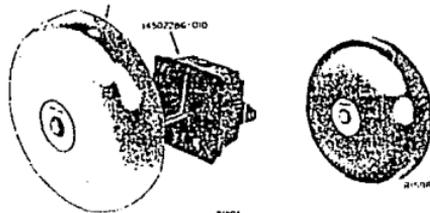
Capacidad de los contactos: 3 amps a 120 Vca ó Vdc.

3ma a 5 Vdc.

## DISPOSITIVOS INDICADORES

Estos dispositivos cumplen la función complementaria y muy importante de generar una alarma de tipo audible y visual, conjuntamente con los dispositivos iniciadores. Entre los dispositivos más importantes están básicamente: las Campanas, Bocinas, Sirenas. Bocinas con luz estroboscópica.

Campanas. Estas pueden ser usadas donde su sonido sea distintivo para señal de alarma contra fuego y no resulte confuso con otros dispositivos audibles usados para propósitos diferentes. Las campanas están básicamente divididas en dos categorías; las que operan con Vca y las que operan con Vdc y éstas divididas en dos tipos que son las de "un golpe" y las "vibratorias".



Las campanas Vca se entiende que van conectadas a tableros de control alimentados con Vca, campanas de bajo voltaje con conectadas en paralelo. El voltaje de línea es conectado en serie para proveer supervisión eléctrica a la bobina de la campana y al cableado de la instalación. Las campanas de "un golpe" son usadas para proveer una señalización audible codificada y las del tipo "vibratorio" son para señalización no codificada. Las campanas Vdc van conectadas a un tablero alimentado con Vdc, pueden ser de "un golpe" o vibratorias para los mismos propósitos señalados anteriormente de las campanas de Vca. Las campanas de Vdc no se adaptan fácilmente al funcionamiento en serie y generalmente se encuentran conectadas en paralelo. Si el circuito va ser supervisado se usan dispositivos audibles polarizados con diodo de fin de línea y de esta forma poder alimentar con polaridad inversa, debe hacerse notar que en este caso, solamente el cableado es supervisado y que el devanado de la bobina no; esto solamente se hace con las campanas conectadas en serie para los circuitos Vca.

Las campanas tiene diferentes presentaciones en tamaño, las más usuales son de 6, 8 y 10 pulgadas de diámetro, normalmente son de material a prueba de corrosión y esmalte horneado.

Voltaje: 18-26.4Vdc		6 in	8 in	10 in
Corriente: 63 a 380 ma.	un golpe	90db	91db	92db
Consumo de potencia: 1.5 a 9 watts.	vibratoria	83db	84db	85db

montaje: vertical.

**B O C I N A.** Todo lo señalado anteriormente para las campanas es aplicable para las bocinas con las siguientes excepciones: Las bocinas son provistas para aplicaciones donde la señal sea más intensa y/o distintiva. El tipo de "un golpe" no es aplicable para el caso de las bocinas, pero éstas pueden ser usadas para proveer una señal de alarma audible codificada. En lugar de varias campanas, una bocina con un proyector doble puede ser usada y en general las bocinas requieren de más potencia para operar que las campanas. En áreas de ambiente altamente ruidoso, bocinas accionadas por aire son usadas debido a su alto nivel de db's de salida.

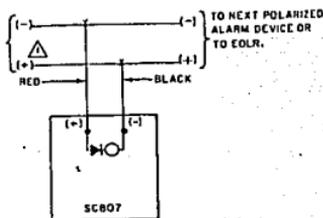
Actualmente este tipo de dispositivos suelen diseñarse con una luz estroboscópica integrada originando que se tenga una alarma de tipo audible y visual. La luz estroboscópica parpadea de 2 a 3 veces por segundo a una intensidad pico de alrededor de las 8000 candelas dentro de los primeros 10 microsegundos y decae dentro de los 100 microsegundos siguientes.



SC806A



FROM PRECEDING  
POLARIZED ALARM  
DEVICE OR FROM  
CONTROL UNIT.



△ POLARITY SHOWN IS NORMAL SUPERVISORY  
CONDITION. POLARITY REVERSES FOR ALARM,  
APPLYING POSITIVE VOLTAGE TO RED (+) LEAD.

5022

Características de la bocina.

Voltaje: 18 a 26.4 Vdc

corriente: 63 a 125 ma.

Max. potencia: 1.5 a 3 watts.

montaje: vertical.

acabado: material anticorrosivo y esmalte horneado.

nivel de sonido a 10 ft: 90-95db (1.5 watts)

94-100db (3 watts)

característica de la bocina con luz estroboscópica.

Voltaje: 18-31,4 Vdc.

Corriente: 63 ma.

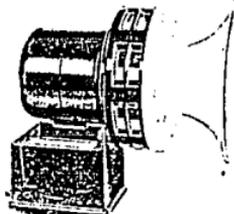
Max. potencia: 1,5 watts

montaje: vertical.

acabado: material anticorrosivo y esmalte horneado.

Nivel de sonido a 10 ft: 90-94 dbs.

SIRENA. Las sirenas son usualmente para aplicaciones limitadas a exteriores, y ocasionalmente en áreas interiores con niveles de ruido muy alto. La mayoría de las sirenas son operadas por un pequeño motor que puede ser de Vca o Vdc, no son prácticas para uso de señales codificadas.



En la actualidad existen sirenas con una potencia de salida muy alta, alrededor de los 30 watts con diferentes consumos de corrientes:

0,75 amps a 6 Vdc

1,5 amps a 12 Vdc.

2,25 amps a 18 Vdc.

También existen las llamadas sirenas electrónicas que tienen un nivel de sonido bastante aceptable con un consumo mínimo de corriente (del orden de los 40 a 60ma)

INSTALACION ELECTRICA. La instalación eléctrica es otra de las secciones que conforman un sistema de detección contra incendio. Esta sección es el vínculo que une al tablero central con el equipo de campo y esta formada básicamente por las canalizaciones y el cableado que corre por su interior; este tipo de instalación es en general muy similar a cualquier otra y es en la forma de cablear lo que la hace un poco diferente.

A pesar que localmente (en el país) existe un Reglamento de Instalaciones Eléctricas, éste no comprende ninguna norma en especial por lo que respecta a las instalaciones para los sistemas de detección contra incendio; por lo que se siguen los lineamientos establecidos por los proveedores de estos sistemas.

Respecto a las canalizaciones lo que se usa habitualmente es el Conduit galvanizado pared gruesa en los diferentes diámetros comerciales que existen, sin embargo esta regla es también flexible y esta sujeta a diferentes factores como son las condiciones ambientales y sobre todo el aspecto económico de la instalación, esto es, los costos de efectuar una instalación con determinada calidad o sin ella. La regla es encontrar el punto de equilibrio entre costo y calidad, sin embargo, es frecuente sacrificar calidad por precio.

Por lo que se refiere al cableado (conductores) del sistema, se cablea por pares de calibre 18 y dependiendo de las longitudes que se recorran irá aumentando la sección transversal del conductor, sin embargo, existe una especificación para el caso de los sistemas de marca Honeywell, que es la siguiente: 2 conductores de cobre sólido calibre 18AWG con aislamiento en diferente color y del tipo TFN, 0.015" de PVC y capa exterior de nylon de 0.44" para 600 volts a 90°C con 5 vueltas por pie lineal como mínimo y 12 como máximo, la capacitancia por pie lineal es menor a 12 picofaradios, el diámetro exterior considerando los dos conductores es de 4.14mm, la tensión máxima 30 lbs y peso de 20 lbs por cada 100 pies.

Como puede observarse y de manera general es una instalación por lo que respecta a sus elementos como cualquier otra y lo que cambia es la manera de ir cableando los circuitos y que son repetitivos, más adelante se explica la forma de cablearse las zonas de los dispositivos de campo que reportan al tablero.

### ETAPAS DEL DESARROLLO DE UN INCENDIO.

Las etapas del desarrollo de un incendio son cuatro: Etapa incipiente, Etapa sin flama, Etapa con flama y la etapa de altas temperaturas.

**Etapa incipiente:** En esta etapa la descomposición térmica del material combustible produce una gran cantidad de partículas; estas son sólidas y partículas líquidas (aerosol) compuestas de carbon no quemado, vapor de agua y varios gases liberados por la misma. La mayoría de las partículas liberadas en esta etapa son del orden de un micron ( $10^{-6}$ m) o menores, el ojo humano es capaz de percibir partículas de 5 micrones o mas por lo que se infiere que las partículas liberadas en esta etapa son practicamente invisibles.

**Etapa sin Flama:** A medida que el fuego continua en los combustibles sólidos, estos alcanzan la etapa de humo o no flama, la combustión se incrementa a tal punto que el volumen y la masa de partículas producidas son visibles y manifestadas a través del humo. En esta etapa el calor se incrementa pero llega a ser insuficiente para mantener la combustión, esta etapa puede ser muy riesgosa para la vida humana.

**Etapa con Flama:** La etapa con flama se alcanza cuando una cantidad suficiente de calor esta disponible para encender los gases y partículas no quemadas y que han sido liberadas por la descomposición térmica. Cuando el fuego alcanza esta etapa genera la suficiente energia como para llegar a ser autoprolongable y se incrementará en intensidad tanto como el oxígeno y el combustible esten disponibles y la temperatura este por encima de la etapa de encendido del combustible.

**Etapa de alta Temperatura:** Esta cuarta etapa y final se caracteriza por la alta temperatura que sigue rapidamente de la etapa de flama. Este calor es la energia liberada por la reacción química exotérmica del fuego. Cuando el fuego alcanza esta etapa final, provoca la mayoría de los daños y la mayor dificultad para extinguirlo.

## ANÁLISIS DE INCENDIOS QUE CAUSAN GRANDES PÉRDIDAS.

Los incendios que causan grandes pérdidas se investigan más a fondo que aquellos que producen pérdidas pequeñas y por ello pueden analizarse con más precisión. Los análisis de estos incendios, que son comparativamente pocos en número pero que ocasionan pérdidas imponentes, evidencian: las debilidades humanas o de los sistemas de protección que han influido más frecuentemente en su producción. Las conclusiones obtenidas de estos estudios pueden aplicarse para evitar que sufran daño las propiedades cuyo valor total es relativamente pequeño, tales como las viviendas, ya que los factores que influyen en la propagación del fuego son los mismos, sea cual sea el valor de la propiedad amenazada.

El departamento de análisis de incendios de la N.F.P.A. califica como incendios que producen grandes pérdidas individuales de 250,000.00 Dlls o más.

Los factores que permiten que un fuego se desarrolle y convierta en un incendio gigantesco, que cause grandes pérdidas, se clasifica en tres grupos: Defectos constructivos, Manipulación o almacenamiento indebido de elementos combustibles y defectos de la lucha contra incendio a nivel privado. Con muy pocas excepciones en los incendios que producen grandes pérdidas intervienen la combinación de dos o más factores arriba mencionados.

### Defectos Constructivos que Favorecen la propagación del Fuego.

Las deficiencias constructivas son factores importantes en estos incendios. De acuerdo a estadísticas el fallo más frecuente es la ausencia de tabiques cortafuego que subdividieran los grandes espacios, donde el buen juicio hubiera recomendado su existencia. Los estudios también demuestran que hubo casos frecuentes en que las paredes divisorias estaban instaladas, pero no fueron eficaces como barreras, porque no existían puertas cortafuego u otros elementos protectores: en las aberturas de estas paredes o, de existir puertas cortafuego, éstas estaban bloqueadas.

El principal defecto constructivo o de proyecto, responsable de la extensión vertical del fuego es la ausencia de cortafuegos en los tiros verticales entre pisos. Los tiros verticales de las escaleras abiertas y los tiros de los elevadores son los caminos más frecuentes por los que el fuego se propaga de manera vertical, pero hay aún otros puntos de la construcción que permiten la propagación del fuego más allá del piso en que se origina; son las aberturas para el paso de instalaciones hidráulicas, eléctricas.

El fuego se extiende con facilidad entre edificios vecinos por causa del estímulo de construcciones de tipo combustible, por la falta de protección de tipo combustible, por la falta de protección contra la exposición (como ventanas con vidrio armado) y por la existencia de pasos de intercomunicación.

Otros factores no relacionados con la construcción que han influido en los casos de incendios de origen externo son el almacenamiento de mercancías a cielo abierto en los patios comunes o en los espacios libres entre edificios y la falta de rociadores exteriores. Los acabados interiores combustibles constituyen una causa de propagación del fuego en este tipo de incendios. Los cielos rasos o techos de material acústico combustible, los muros de paneles de madera u otros materiales impregnados de aceite o ceras son algunos ejemplos de los más comunes de elementos de propagación de incendios.

#### Características del Contenido de un Edificio que Influyen en la Propagación del Fuego.

Uno de los factores de los contenidos que más frecuentemente contribuyen a la alimentación de los incendios que producen grandes pérdidas es el almacenamiento inadecuado. En este factor se incluye la ineficacia o escasez de subdivisiones entre los materiales almacenados y la existencia de mercancías apiladas en grandes alturas o contra las ventanas. Las cargas excesivas, debidas al almacenamiento inadecuado, pueden aumentar también la gravedad de un siniestro. Los líquidos combustibles o inflamables ocupan el segundo lugar entre las causas más frecuentes de la propagación de incendios en lo que respecta al contenido de las edificaciones. Los efectos de estos líquidos son evidentes cuando, debido al almacenamiento inadecuado o a la mala protección, se derraman de los depósitos, tanques, de la maquinaria industrial, intensificando el fuego. Los gases inflamables tienen un efecto similar cuando, durante el incendio se escapan de los cilindros o tuberías que los contienen.

El mantenimiento inadecuado, una de las características más negativas al considerar el contenido de los edificios, suele llevar consigo una falta general de limpieza y así se pone de manifiesto en determinadas condiciones peligrosas de incendio como el depósito de polvo sobre elementos estructurales y la acumulación de basura y desechos.

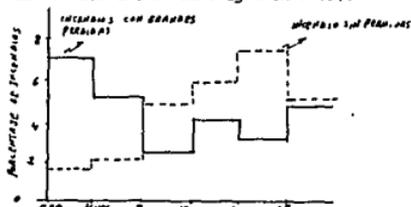
#### Insuficiencia de los medios Privados de protección contra Incendio.

Sólo un porcentaje muy pequeño de los incendios que produjeron grandes pérdidas tuvo lugar en edificios equipados con sistemas de rociadores, completos o parciales. Si la ausencia de estos sistemas se clasificara como factor responsable de la Propagación del fuego, como se clasifica la ausencia de cortafuegos verticales, el número de incendios agravado por tal factor se contaría por cientos.

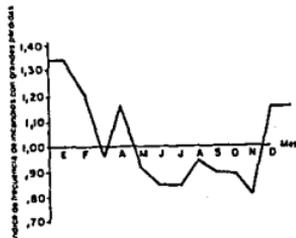
El Factor Humano. Como subrayando todas las evidencias de puntos débiles tangibles en la protección y prevención de incendios, descubiertas por el análisis de los mismos existe una debilidad intangible siempre presente cuando se ha sufrido pérdidas de incendios. Consiste en el fallo de algún ser humano en algún lugar, que no fue capaz de darse cuenta o de comprender a tiempo la importancia de aquellos fallos que, finalmente

-se combinaron para contribuir a la iniciación de un incendio.

Hora del Suceso. Según se ha descubierto, los incendios que ocasionan grandes pérdidas ocurren por la noche, entre las 8 de la noche y las 8 de la mañana, con mayor incidencia entre la medianoche y las 4 de la madrugada (ver figura, información proporcionada por la jefatura de incendio del estado de Oregon en 1970).



Los que causan pocas pérdidas tienen precisamente la característica opuesta; se producen mayormente durante el día y disminuyen durante la noche. Los primeros ocurren generalmente cuando los edificios están cerrados y desocupados o se encuentra muy poca gente dentro de ellos, quizás solamente el equipo de mantenimiento y limpieza, o un pequeño grupo de supervisores y vigilancia. Se ha observado también que los grandes incendios ocurren al comienzo del mes y en los meses que siguen a los trimestres fiscales (estos datos son para EEUU, ver figura). Tal coincidencia es demasiado evidente para ser juzgada como debida al azar. Esta tendencia se observó por primera vez en un estudio realizado por la NFPA en 1929 y se ha vuelto a observar varias veces desde entonces.



#### PERDIDAS POR INCENDIO SEGUN LA SECUENCIA DE IGNICION.

Las estadísticas sobre la secuencia de ignición en los incendios proporcionan datos sobre las fuentes u orígenes de las respectivas igniciones, así como sobre los materiales más combustibles más frecuentemente relacionados con el fuego. La prevención de incendios implica el control de estos dos factores.

En unas situaciones hay que hacer incapie en uno de ellos y en otras en el otro; así, unas veces es más fácil prevenir un incendio eliminando una fuente concreta de ignición y otras, retirando el material combustible. Por ejemplo, la secuencia de ignición provocada por Niños Que Juegan Con Fuego puede suprimirse sencillamente poniendo los cerillos fuera del alcance de aquellos; por otra parte, la ignición originada por operaciones de soldadura o corte con soplete se puede evitar alejando el material combustible de las zonas donde se realizan esos trabajos.

Un tercer método de prevención de incendios consiste en la eliminación del oxígeno (aire), o del agente oxidante que permite que el proceso de combustión se inicie o continúe una vez iniciado. Este método se emplea en varios sistemas de extinción y se ilustra muy sencillamente con el ejemplo de colocar una tapa encima de una sartén que contenga - - aceite inflamado. Este método suele ser práctico para prevenir los incendios. Normalmente se emplea sólo con materiales inestables en el aire u oxidantes energéticos.

En la tabla a continuación se muestran datos estadísticos referentes a las secuencias de ignición reunidos por la NFPA entre los años de 1970 y 1974. (\*)

Utensilios de cocina y aparatos de calefacción. El equipo de cocina o de calefacción defectuoso o sobrecargado es responsable de más de 100,000 incendios anuales. Se incluyen fuegos causados por hornos, extractores de humos, ventiladores, calentadores portátiles o fijos, quemadores industriales y comerciales, cocinas domésticas o industriales, estufas o aparatos de calefacción, incineradores, etc, mal instalados, mal mantenidos o manipulados incorrectamente. No se incluyen los incendios de chimeneas o tubos de salida de humos, la ignición de materias combustibles situadas demasiado cerca de equipos de cocina o de calefacción ni los fuegos iniciados por ascuas, tizones..

Chimeneas y conductos de humos. Se incluyen aquí los comúnmente conocidos como Fuegos de Chimenea, en los que interviene el hollín acumulado en el conducto de salida de humos o la ignición de materiales combustibles que no están debidamente aislados de los anteriores. El incendio del hollín se limita generalmente a la propia chimenea, pero si el revestimiento ignífugo estuviese cuarteado o si estuviera en contacto con algún combustible, el incendio podría propagarse a otros elementos.

Ascuas y brasas. Estos productos contenidos en recipientes combustibles, o situados en proximidad a materiales combustibles, son responsables de la mayoría de los incendios de esta categoría. Otros incendios se producen al mezclar desechos combustibles con cenizas o brasas.

Productos próximos a calentadores o estufas. Estos fuegos se producen frecuentemente en objetos como vestidos, muebles, basura, etc, por estar situados muy próximos a aparatos que desprenden calor, antes que por defectos o fallos propios de los aparatos o de sus instalaciones.

NUMERO ESTIMADO DE INCENDIOS EN EDIFICIOS CLASIFICADOS SEGUN LA SECUENCIA DE IGNICION  
DENTRO EL PERIODO DE 1970 A 1974. (\*)

NUMERO ESTIMADO DE INCENDIOS EN EDIFICIOS, CLASIFICADOS SEGUN LA SECUENCIA DE IGNICION,  
PERIODO DE 1970 A 1974

	1970	1971	1972	1973	1974
<b>Aparatos de calefacción o de cocina</b>					
Defectuosos o mal utilizados	78.600	87.800	89.400	97.500	93.300
Chimeneas, extractores	20.300	22.400	21.800	23.900	14.000
Recoldos, tizones	7.200	6.000	6.800	6.500	12.600
Materiales combustibles situados en las cercanías de estufas, calentadores y aparatos de calefacción	35.800	39.500	37.200	37.900	40.100
<b>Total:</b>	<b>142.900</b>	<b>157.700</b>	<b>155.200</b>	<b>165.800</b>	<b>160.000</b>
<b>Causados por fumadores</b>	<b>107.200</b>	<b>118.400</b>	<b>109.700</b>	<b>115.200</b>	<b>121.600</b>
<b>Electricidad</b>					
Equipo e instalaciones de distribución y cableado	89.500	98.800	101.600	106.700	112.200
Motores y aparatos eléctricos	56.200	62.100	61.000	64.000	52.800
<b>Total:</b>	<b>145.700</b>	<b>160.900</b>	<b>162.600</b>	<b>170.700</b>	<b>165.000</b>
<b>Quema de basuras</b>	<b>31.100</b>	<b>34.400</b>	<b>36.000</b>	<b>35.200</b>	<b>177.000</b>
<b>Líquidos inflamables</b>	<b>58.800</b>	<b>64.900</b>	<b>65.200</b>	<b>67.300</b>	<b>56.100</b>
<b>Fuegos abiertos y chispas</b>					
Chispas y brasas	5.000	5.500	6.200	6.500	13.300
Soldadura y corte	8.900	9.700	8.200	9.800	11.600
Chispas por fricción y chispas de la maquinaria	14.700	16.200	17.000	16.200	11.900
Descongelación de tuberías	5.200	—	5.500	5.500	5.800
Otros fuegos abiertos	33.500	—	35.000	32.000	34.900
<b>Total:</b>	<b>67.200</b>	<b>74.100</b>	<b>71.900</b>	<b>70.000</b>	<b>77.500</b>
<b>Reyes</b>	<b>20.100</b>	<b>22.200</b>	<b>22.700</b>	<b>21.800</b>	<b>18.600</b>
<b>Causados por niños</b>	<b>63.800</b>	<b>70.400</b>	<b>69.200</b>	<b>70.800</b>	<b>59.600</b>
<b>Fuegos arderos</b>	<b>21.000</b>	<b>23.200</b>	<b>25.400</b>	<b>25.200</b>	<b>44.200</b>
<b>Incendios intencionados o sospechosos</b>	<b>65.300</b>	<b>72.100</b>	<b>84.200</b>	<b>94.300</b>	<b>144.400</b>
<b>Combustión espontánea</b>	<b>14.200</b>	<b>15.700</b>	<b>15.100</b>	<b>14.800</b>	<b>11.000</b>
<b>Explosiones y fuegos de gas</b>	<b>11.400</b>	<b>12.600</b>	<b>8.700</b>	<b>9.600</b>	<b>11.900</b>
<b>Explosivos y fuegos artificiales</b>	<b>3.500</b>	<b>—</b>	<b>4.200</b>	<b>4.300</b>	<b>4.200</b>
<b>Causas conocidas varias</b>	<b>77.800</b>	<b>3.800</b>	<b>85.900</b>	<b>70.500</b>	<b>91.700</b>
<b>Causas desconocidas</b>	<b>162.000</b>	<b>166.200</b>	<b>154.200</b>	<b>150.500</b>	<b>159.200</b>
<b>Total de incendios en edificios:</b>	<b>892.000</b>	<b>996.600</b>	<b>1.050.200</b>	<b>1.085.900</b>	<b>1.270.000</b>

Incendios causados por Fumadores. Los fuegos ocasionados por fumadores descuidados y por el uso irresponsable de cerillos o mecheros se agrupan en una sola categoría, entre los artículos de los fumadores, los cigarrillos son los que causan más incendios debido a que se usan en mayor cantidad. Sin embargo el peligro de los restos del tabaco mal apagado o de los rescoldos de las pipas puede ser potencialmente mayor que el que representan los cigarrillos, porque pueden comunicar el fuego a otros materiales en diversidad de condiciones; no obstante como proporcionalmente son menos las personas que fuman en pipa, éstas se consideran un riesgo menos serio. El peligro menor lo representan los cigarrillos puros. El principal peligro proviene de los cigarrillos mal apagados o que se dejan olvidados en un cenicero o sobre algún mueble. Los cigarrillos encendidos al canzan temperaturas lo suficientemente altas, al menos en teoría, para inflamar la mayor parte de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Sin embargo hay muchos factores, tales como la humedad del ambiente y las corrientes de aire que afectan el resultado; consecuentemente, la ignición producida por el cigarrillo encendido puede ocurrir sólo cuando se combinen estos factores variables de tal forma que la propicien.

Las Ratas y los Cerillos. Fue una combinación frecuentemente citada en otros tiempos como secuencia de ignición de los incendios, pero los experimentos realizados posteriormente han demostrado que las cabezas de los cerillos no atraen a las ratas o a los ratones. ocasionalmente, esos animales emplean los cerillos para construir sus nidos y se las llevan a los orificios de las paredes, o tabiques, pudiendolas dejar cerca de la tuberías que conducen vapor o de las chimeneas, en cuyo caso su presencia pudiera constituir el comienzo de la secuencia de ignición. Los ceniceros mal diseñados son peligrosos particularmente aquellos que permiten que un cigarrillo encendido caiga o rueda fuera de él.

Cableado y equipo de distribución. Están fuentes de incendio incluyen el cableado eléctrico fijo y los componentes que se relacionan con él, tales como cajas de fusibles, interruptores automáticos de circuito y otros dispositivos protectores de sobrecorriente, enchufes eléctricos, tableros de distribución y equipos similares. Son instalaciones que pueden provocar incendios por cortocircuitos, por las formaciones de arcos o puentes o porque pueden despedir chispas en caso de que los componentes estén estropeados o defectuosos.

Motores y aparatos eléctricos. Aquí se incluyen todos los fuegos originados por aparatos eléctricos, excepto los causados por cocinas eléctricas, calefacción eléctrica o aparatos de soldadura. El uso descuidado, irresponsable, las instalaciones inadecuadas o el mal entrenamiento puede ser origen de la mayor parte de este tipo de fuegos. Los aparatos eléctricos que no han sido contruidos de acuerdo a las normas nacionales establecidas también son un factor a considerar.

Incineración de Basura.-Muchas veces los desperdicios de basura y desechos se clasifican como causa de incendios aunque, excepto en la caso de la combustión espontánea, tal clase de material no suele causar incendios, si no más bien proporcionan el combustible para las fuentes de ignición. En otros incendios, la fuente de ignición suele ser desconocida; no obstante, en vez de clasificarlos como de origen desconocido es mucho más útil designarlos como incendios de desperdicios cuya causa de ignición es desconocida.

Líquidos Inflamables. Se clasifican en esta categoría los incendios originados por el almacenamiento descuidado y la manipulación indebida de líquidos inflamables o combustibles así como aparatos que emplean combustibles líquidos para su funcionamiento. Se incluyen los fuegos en cuyo origen hayan participado los líquidos inflamables o combustibles que se emplean en lámparas, linternas, antorchas, causados por pérdidas o fugas de estos combustibles, derrames mientras se llenan los depósitos, vuelcos de recipientes o ignición de materiales combustibles a causa de una manipulación descuidada de tales objetos. Como sucede en el caso de los desperdicios, los líquidos inflamables o combustibles raramente son por sí solos fuente de ignición, pero se enumeran separadamente porque constituyen un problema de incendio de índole especial.

Incendios Intencionado o Sospechoso. Esta categoría incluye todos los fuegos de los que sabe bien o se sospecha que hayan sido ocasionados intencionadamente bien para defraudar a las compañías aseguradoras, iniciados por personas mentalmente disminuidas o por personas movidas por intenciones criminales. Estos incendios han aumentado en forma espectacular en los últimos diez años. Los investigadores más experimentados creen que la mayor parte de los incendios de origen desconocido son realmente intencionados aunque el grado de destrucción que ocasionan impide determinar claramente la causa. Ninguna de las estadísticas existentes sobre pérdidas por incendio se basa en datos suficientemente seguros, por lo que sólo indican aproximadamente la proporción de pérdidas que pueden ser de origen intencionado. Son también muy difíciles de clasificar los casos límites, es decir, aquellos que pueden deberse a indiferencia o negligencia de los propietarios u ocupantes más que a un incendio deliberado. A continuación una tabla de esta categoría de incendios.

INCENDIOS INTENCIONADOS O SOSPECHOSOS Y SUS  
PERDIDAS, DE 1964 A 1974

Año	Número	Valor de las pérdidas de bienes
1974	114 400	\$563 000 000
1973	94 300	\$320 000 000
1972	84 200	\$285 600 000
1971	72 100	\$232 947 000
1970	65 300	\$205 400 000
1969	56 300	\$179 400 000
1968	49 900	\$131 100 000
1967	44 100	\$141 700 000
1966	37 400	\$94 600 000
1965	33 900	\$74 000 000
1964	30 900	\$68 200 000

Combustión Espontánea. En esta categoría se registran los que resultan del calentamiento espontáneo e incontrolado de los materiales.

Explosiones y Fuegos de gases. Los fuegos y las explosiones causados por gases escapados de sus conducciones, tuberías, depósitos de almacenamiento o aparatos representan la mayor parte de los incendios de esta clasificación. Hay que tener en cuenta los causados por el mal uso o manipulación defectuosa de aparatos de gas.

Fuegos artificiales y explosivos. Esta categoría incluye las causadas por reacciones químicas incontrolables, también las explosiones en las que el material explosivo y la fuente de ignición no pueden determinarse claramente. En conjunto representan solo un pequeño porcentaje de todas las explosiones. De hecho una explosión sólo se diferencia de un incendio en la velocidad de combustión y por ello se suele clasificar aquella en la categoría de fuego producido por la misma fuente de ignición. Por ejemplo la explosión de un calentador de petróleo se clasificará con los incendios causados por equipo defectuoso de calefacción de petróleo.

#### GRANDES INCENDIOS O CONFLAGRACIONES.

No existe una definición exacta aceptada universalmente de lo que constituye un gran incendio o una conflagración. Hay quien emplea ese término para referirse a los incendios cuyos daños superan una cierta cantidad, independientemente de la extensión o del número de edificios quemados. La mejor práctica es la de aplicar este término solamente a los incendios que se extienden en una zona considerable y que destruyen cierto número de edificios. El gran incendio que se produce en un grupo de edificios como los que ocurren a un complejo industrial no se considera bajo este término a pesar de que el área que hayan abarcado las llamas y el valor de los bienes destruidos sean considerables; tampoco consideramos un gran incendio al que abarca varias propiedades agrupadas unas a otras, como los conjuntos locales comerciales o almacenes, a no ser que el fuego haya traspasado las barreras naturales o preparadas especialmente, tales como calles o muros cortafuegos. El término Gran incendio debe aplicarse con moderación. En algunos casos el término incendio Múltiple es quizás más descriptivo. Bajo esta definición podemos incluir los incendios dentro de los límites de un complejo industrial en el que hayan sido afectados por las llamas diversos edificios que pertenecen al mismo, así como los fuegos que afectan a un grupo de edificios comerciales particularmente dentro de una manzana urbana. En ambos casos, las edificaciones pueden estar tan próximas o inmediatas entre sí que el fuego puede extenderse desde alguno de los edificios a los contiguos, pero no es factible que se extienda fuera del conjunto industrial o de la manzana urbana, debido a la existencia de cortafuegos, calles amplias u otros obstáculos que el fuego normalmente no vencería.

Los grandes incendios se dividen en general en cinco tipos:

- 1.- Los que se originan en edificios destinados a usos peligrosos, en estado de ruina o abandonados (causantes de conflagración) de distritos urbanos congestionados y que se extienden en una o varias direcciones antes de que se pueda organizar una resistencia efectiva para dominarlos. Suelen afectar al principio a los edificios contiguos que carecen de protección contra los peligros externos; cruzan las calles por efectos del calor radiante y se extienden sobre todo en la dirección que sopla el viento. La imposibilidad de dominarlos se debe casi por completo a la insuficiencia del suministro de agua y a la incapacidad del departamento de bomberos para aplicar suficiente caudal por medio de dispositivos especiales, así como a la falta de medios de protección en los edificios afectados. Los edificios equipados con sistemas de rociadores automáticos y suficiente suministro de agua se convierten en barreras muy eficaces frente a la extensión de tales incendios.
- 2.- Los que tienen lugar en áreas fundamentalmente residenciales unifamiliares, que se escapan al control debido a la proximidad de las viviendas a su construcción con materiales combustibles, especialmente tejados de madera. Estos fuegos pueden producirse donde se permiten tales prácticas constructivas y donde las fuerzas de protección contra incendios son débiles y el suministro de agua inadecuado.
- 3.- Los que tienen como origen los incendios forestales o de monte bajo que se extienden a zonas pobladas en un frente muy amplio.
- 4.- Los debidos a explosiones que producen incendios en áreas extensas.
- 5.- Los resultantes de la iniciación de fuegos simultáneos en una zona urbana, causados por terremotos o molines. Cualquiera de estos dos orígenes del incendio puede dificultar la lucha contra el incendio.

En muchos de los grandes incendios que han tenido lugar en tiempos de paz, los gases recalentados procedentes de la combustión se han desplazado a distancias considerables, estallando en llamas en un punto alejado del incendio inicial, extendiéndolo. Las conflagraciones se propagan también horizontalmente por medio de las ondas de calor radiado. Los edificios expuestos a estas ondas se inflaman antes de que las llamas les alcancen directamente. Los fragmentos ardientes o tizonas tales como tablas, etc., también pueden iniciar fuegos con bastante antelación a la llegada del frente de llamas, este hecho hace que la protección contra la exposición al fuego sea de la máxima importancia en el combate contra incendios o conflagraciones de gran magnitud.

Vendavales causados por el incendio. Las características fundamentales de este tipo de tormentas se dan en cualquier fuego. Una columna de gases ardientes y aire caliente se eleva sobre el lugar incendiado y absorbe el aire circundante. Normalmente, el movimiento de aire hacia el centro del incendio se produce a velocidades bajas y en los incendios pequeños no se aprecia.

Sin embargo, en la tormenta causada por un incendio de gran magnitud los movimientos del aire pueden alcanzar fuerza de huracán, arrancando arboles y destruyendo edificios en la periferia de la zona incendiada. Los grandes incendios o conflagraciones descritos anteriormente son precisamente los que ocasionan los vendavales, como sucedió con las destrucciones de Hamburgo y Dresde en Alemania durante la segunda guerra mundial, que fueron acompañadas de gigantescas tormentas de viento. Otro vendaval se pudo observar en el incendio ocurrido el 14 de octubre de 1973 en Chelsea Mass. La destrucción suele ser completa dentro del área que abarca el temporal. Sin embargo, algunos edificios logran salvarse debido a las irregularidades de la corrientes de convección, a las barreras corta-fuego o a los esfuerzos de los bomberos.

Las dos tablas que a continuación se exponen son un análisis de grandes incendios ocurridos entre 1900 y 1967 y también de incendios ocurridos más recientemente entre 1969 y 1974. así como los factores que han contribuido a su causa y difusión. Las conflagraciones se deben pocas veces a un sólo factor aislado, No se ha intentado enumerar los actores menos responsables, pero los principales han quedado determinados lo más exactamente posible a partir de los análisis de los informes que existen en los archivos de la NFPA.

Factor	Cantidad de veces que estos factores han estado presentes		
	1901-1925	1926-1967	1901-1967
1. Cubiertas de tablas de madera	45	24	69
2. Velocidad del viento superior a 48 km/hora o «alta»	22	41	63
3. Sistema de distribución de agua inadecuado	23	32	55
4. Carencia de protección contra la exposición a fuegos externos	18	29	47
5. Protección pública inadecuada	23	24	47
6. Condiciones climáticas excesivamente cálidas o secas	4	23	27
7. Retraso en las alarmas	5	13	18
8. Congestión u ocupaciones peligrosas que dificultan el acceso de los bomberos	5	13	18
9. Descubrimiento tardío del fuego	4	16	20
10. Incendios forestales o de monte bajo que invaden las zonas pobladas	2	10	12
11. Fallos de las bombas de agua por rotura de las cañerías	5	6	11
12. Lucha ineficaz contra el fuego	4	6	10
13. Fallo o estado inadecuado de la protección privada contra incendios	1	9	10
14. Los bomberos estaban ocupados con otros fuegos	4	3	7
15. Propagación del fuego a través de espacios inaccesibles debajo de muelles, edificios u otras construcciones	2	4	6
16. Condiciones invernales severas	2	3	5
17. Terremotos, inundaciones, huracanes, etc.	1	3	4
18. Tomas de agua no normalizadas	2	1	3
19. Trapos de algodón, etc., almacenados en el exterior de los edificios	2	1	3
20. Tizones encendidos procedentes de aserraderos	0	2	2
21. Vegetación seca contigua a los edificios	0	2	2
22. Explosión de recipientes de gas natural líquido	0	1	1
23. Explosión de nitrato amónico a bordo de embarcaciones de carga	0	1	1
24. Tardanza de los bomberos	0	1	1
25. Fallo de la alarma contra incendios	1	0	1
26. Explosión de explosivos a bordo de camiones	0	1	1
27. Dificultad o imposibilidad de combatir el fuego por causa de disturbios o motines	0	2	2

## GRANDES INCENDIOS O CONFLAGRACIONES, DE 1969 A 1974

Fecha	Lugar	Bienes destruidos	Pérdidas materiales
22-5-64 (Descubrimiento tardío, estructuras combustibles muy próximas entre sí, día caluroso, seco y con viento)	Boston, Mass.	17 edificaciones	\$750.000
29-10-69 (Vientos de 80 km/hora, clima cálido y seco, agua insuficiente)	Los Angeles County, Calif.	2 000 hectáreas y 5 viviendas unifamiliares	
7-2-72 (Productos químicos, volátiles (MEK), fuerte viento, mucho frío, edificaciones viejas y congestionadas)	Wakefield, Mass.	6 edificaciones	\$1.500.000
27-5-73 (Rociadores automáticos destruidos por explosión y roturas de las principales conducciones de agua)	Chicago, Ill.	5 edificaciones afectadas	\$25.000.000
12-6-73 (Explosión de líquidos inflamables)	Filadelfia, Pa.	4 edificios y 4 viviendas 2 bomberos muertos	Más de \$5.000.000
14-10-73 (Insuficiente suministro de agua, clima cálido y con fuerte viento, materiales combustibles almacenados muy próximamente entre sí, calles estrechas, carencia de cortafuegos, retraso en la alarma)	Chelsea, Mass.	300 edificios afectados	\$1.313.650
5-11-73 (Detección del fuego con retraso, enorme calor radiante, los rociadores no estaban en servicio)	Indianápolis, Ind.	5 edificios (2 de ellos de gran altura)	\$5.321.000
9-4-74 (Rotura de la conducción principal de agua y fuertes vientos)	Grand Junction, Col.	8 edificaciones	\$2.594.000
9-4-74 (Las poblaciones de Sacramento y Weed y bosques naturales)	Cloudfcroft, N. M.	8.000 hectáreas	\$16.000.000
22-5-74 (Suministro insuficiente de agua, grandes edificios construidos con materiales combustibles y muy próximos entre sí, presencia de líquidos inflamables que contribuyeron a la difusión del fuego, explosiones químicas y clima cálido y seco)	Cholres, Mass.	6 edificios	\$3.592.326
6-9-74 (Retraso en la detección del incendio, agua insuficiente, escenarios de cinematografía construidos muy próximos entre sí y con material combustible)	Burbank, Calif.	7 estructuras resultaron afectadas	\$5.828.832
13-12-74 (Estructuras de madera, retraso en la detección, agua insuficiente para la instalación de rociadores)	Middleboro, Mass.	4 edificios	\$500.000

## SISTEMAS DE SEGURIDAD

### Perspectiva Histórica.

Cómo el hombre protegió sus pertenencias? quizás lo más grande y relevante pregunta es *Qué querían entonces?* Pero no importa que tan grande o significativo, ellos tenían sus debilidades; por ejemplo, tenían que dormir, y cuando ellos estaban dormidos, alguien siendo aun más pequeño y débil podría tomar un garrote y golpearlos, quizás una forma mejor de disfrutar la seguridad era siendo lo suficientemente inteligente para burlar al enemigo; ocultando los mayores valores e instalando trampas podría estarse más seguro. En ocasiones el poner arbustos alrededor era suficiente para alertar contra un intento de intrusión al territorio, pero este tipo de protección primitiva no tenía valor alguno si la intrusión era hecha por un grupo contra una persona sola.

### Necesidad de Grupo.

Por muchas razones de seguridad llegó a ser evidente que los grupos de individuos podían manejar y controlar el medio ambiente de una manera más eficaz, un grupo podía efectuar la cacería mientras alguien siempre se quedaba para proteger a las familias y pertenencias. Quizás el mayor beneficio material derivado del concepto de grupo fue la especialización por las labores originando mayores bienes para todos.

### Un Hogar Permanente.

Se estima que las primeras civilizaciones se vieron motivadas en su crecimiento por el cultivo de las plantas silvestres, dando origen a poblados permanente. En resumen los animales fueron domesticados para realizar labores y para ser proveedores de alimentos las mejoras de seguridad se reducían a corrales, fue mucho más fácil y confiable proteger un área permanente, de esta forma no hubo mayores necesidades ya que las pertenencias eran portables, el mobiliario pesado y refugios complejos eran una posibilidad, sin embargo como grupos que eran, en ocasiones la codicia se presentaba entre ellos, por esta razón estos grupos tendían a ser pequeños y permanentes, el robo dentro del grupo era mínimo, ¿qué podía hacerse con un artículo robado? todo tenía marca y era fácilmente identificable.

### La Cerradura.

A medida que la civilización avanza, ciertos grupos, tribus, pueblos imperios y países empezaron a dominar a otros; algunos eran dominados por encontrarse en zonas fértiles, otros por tener una religión común o sistema político, el cual los habilitaba para unir esfuerzos hacia una dirección común. Algunos fueron más crueles, otros más astutos o tuvieron más poder; pero crecieron como cultura, una nueva amenaza llegó a ser evidente. Miembros de la misma cultura robarían las pertenencias de otros, generalmente a los ricos.

Como resultado de lo anterior, Los Egipcios hacia el años 1000ac encontraron que era necesario usar cerraduras. Estas eran barras de madera sólida, la parte "macho" actuaba como cerrojo, las llaves eran de 70 cms de longitud y pesaban cerca de 2 kgs. Posteriormente los Griegos modificaron la cerradura con un principio diferente para la llave y fue posible reducir el tamaño a 30 cms; modificaciones posteriores fueron introducidas por los Romanos como otra reducción en las llaves a 15.2 cms.

#### Producción de la Abundancia.

Alrededor de 1700 empezó la revolución industrial, la ciencia tuvo que pagar un precio por las nuevas tecnologías. La recién llegada Bomba permitió la extracción de agua de las minas de carbon. El carbon fue usado para mover los motores de vapor, los cuales a su vez proveían de energía a las plantas industriales. Las plantas industriales captaron gente de áreas dispersas y con la especialización en el trabajo y nuevas técnicas en la producción crecieron. Nuevas ciudades fueron apareciendo, más y más gente se fueron congregando en y alrededor de las plantas industriales, a pesar de que las condiciones de trabajo eran pobres; las jornadas eran largas y la paga escasa. A pesar de que las grandes ganancias eran para los menos o no pasaban por los obreros, grandes cantidades de obreros de veían en las plantas industriales y no en las granjas. Con tales concentraciones de personas era natural pensar que se presentara la codicia por las pertenencias ajenas, especialmente los obreros quienes sentían que los ricos industriales los estafaban; el resultado fue un incremento en el índice de criminalidad y un incremento en el sentimiento de la necesidad de mayor seguridad.

#### Los Aparatos eléctricos de Thomas Edison.

Después de la Guerra civil Americana, Thomas Edison invento la luz eléctrica y el dínamo que dio inicio a la revolución eléctrica, trayendo confort y lujo al hogar que en otra época hubieran sido imposibles. La energía de los Dinamos encendió los motores y maquinaria para una mayor industrialización. Se puede decir que Thomas Edison también nos dio el principio de nuestros problemas modernos de seguridad y una bendición a los amantes de lo ajeno. Con la revolución industrial apareció la producción masiva dando como consecuencia la reducción en los costos de producción y esto originó productos accesibles a cualquier trabajador. Se llegó casi a asegurar que cualquier hogar americano tenía algo que podía ser robado y fácilmente vendido por un rápido efectivo; licuadoras, planchas eléctricas, fonógrafos, y, más tarde televisiones, radios, cámaras y estéreos. Actualmente aunque se espera que una casa promedio no tenga platería o grandes colecciones de arte si se espera que tenga varios cientos o miles de dolares en aparatos eléctricos. Para el estándar potencial, en esa época todavía existía un problema; la mayor parte de este equipo en los hogares era lo suficientemente voluminoso y pesado como para poderse llevar fácilmente.

### La Revolución del Estado Solido.

Con la llegada del transistor y más tarde los circuitos integrados, los dispositivos electrónicos crecieron en complejidad como también se redujeron en tamaño y peso. Literalmente miles de transistores, diodos, capacitores, resistencias y sus interconexiones requeridas fueron colocados en un sólo circuito integrado que a su vez tenía el tamaño de la yema de un dedo. El circuito integrado proporciona un funcionamiento sobresaliente en una área tan diminuta, como consecuencia, las tendencias comerciales actuales indican que cualquier hogar promedio tiene varios cientos de dolares contenidos en un solo equipo estéreo de música, muy ligero de peso y fácilmente transportable.

Agregando a esta situación, la existencia de grupos que son o se sienten marginados, gente que se siente que el sistema les debe algo y que tienen o se sienten con el derecho de tomar lo que deseen y aunado a esto la existencia de jóvenes que no se adaptan a la escuela, dando origen al desempleo o subasalariados. Todo esto va creando condiciones propicias para que los jóvenes vayan formando pandillas y demás grupos dedicados a actos delictivos y de esta forma vivir más allá de sus posibilidades.

Existe otro factor que es el alto índice migratorio de las personas, las cuales no llegan a establecerse por completo en un lugar específico, dando como consecuencia una desintegración familiar; otro de los factores sicosociales es que grandes masas de personas viven en las ciudades o zonas suburbanas dando origen a problemas de soledad y de situaciones de identidad al sentirse un número más o una cara más dentro de las grandes multitudes y dando origen a un sentimiento de libertad de hacer lo que les plazca.

Así la sociedad cae dentro de un círculo vicioso, donde el hombre originalmente renunció a su individualidad para formar grupos por razones de seguridad, y ahora lo que quiere es protegerse así mismo, individualmente debido a que vive muy cerca de las grandes multitudes que son indiferente a sus necesidades. Escapar a todo es una solución, aislarse a sí mismo junto con sus propiedades; consecuentemente muchas familias han empezado a moverse de las grandes ciudades hacia regiones suburbanas, provincia o incluso fuera del país. Las dos primeras regiones hasta hace 5 o 10 años fueron relativamente seguras hoy la experiencia muestra altos índices de criminalidad; como consecuencia de todo lo anterior se llega al planteamiento de la necesidad de seguridad para con uno mismo y sus propiedades.

## CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD

Los sistemas de seguridad (alarmas) están compuesto por tres partes principales:

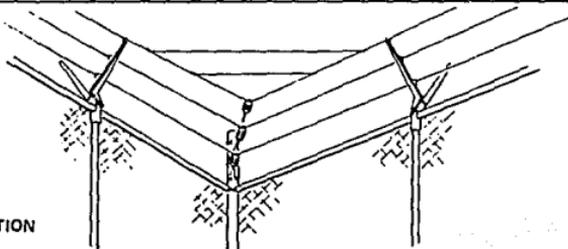
- a) **Dispositivos Sensores.** Tienen la función de detectar al intruso.
- b) **Control Central.** Activa o desactiva toda la red de protección.
- c) **Supervisión de la Alarma.** Su función es notificar a alguien que el sistema de seguridad se ha disparado.

### DISPOSITIVOS SENSORES Y CATEGORÍAS DE LA PROTECCIÓN.

Un sensor de seguridad puede ser cualquier dispositivo, desde un simple contacto magnético hasta un detector de movimiento de estado sólido. Cuando más de un sensor es usado para proteger un área riesgosa, se cae dentro del concepto "Profundidad de la protección" (depth of protection). Por ejemplo, una caja que contiene valores es el primer objetivo para un intruso. La caja es el objeto protegido y puede ser asegurado por medio de un detector de capacitancia, el área alrededor de la caja puede ser protegida por un detector de movimiento y así sucesivamente la protección puede ir haciéndose tan compleja como las necesidades lo requieran. Así llegamos a las categorías de la protección que están directamente relacionadas con la localización de la protección. Existen tres categorías que son: PROTECCIÓN PERIMETRAL, PROTECCIÓN DE ÁREA Y LA PROTECCIÓN DE OBJETOS.

Lo que significa esto es que, un sistema de seguridad pueden proveer cualquiera de los tres niveles de protección o los tres simultáneos; ya sea en un acceso principal, en el área por donde el intruso intenta pasar y finalmente el objetivo que pretende alcanzar. Protección Perimetral. Esta está subdividida en dos partes que en la Protección perimetral EXTERIOR y la Protección perimetral INTERIOR.

La protección perimetral EXTERIOR es la primer defensa de un sistema de seguridad. Un método particularmente efectivo y práctico para la protección exterior es el llamado "sistema de detección por cable tensado" (taut wire detection system). Este tipo de sistema puede proteger grandes extensiones perimetrales a bajo costo.



CORNER CONNECTION

Este tipo de sistemas ha comprobado su efectividad a través de muchas instalaciones, complejos industriales, instituciones e instalaciones militares. En este tipo de sistemas un cable casi invisible pero muy fuerte es tendido a lo largo de la alamburada o muro en la parte superior, la tensión del cable es tal que no es necesario ser tocado por el intruso para que la alarma se provoque, el movimiento de la alamburada puede ser suficiente, aun un cuidadoso saltador la activarla.

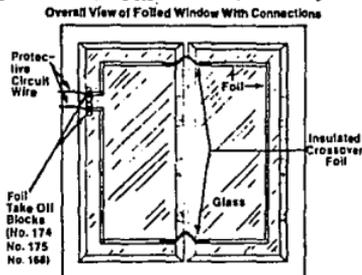
Otros sistemas perimetrales para exterior incluyen sistemas de alambradas electrónicas, sistemas de radiofrecuencia. Los sistemas de alambradas y muros electrónicos tienen el pequeño inconveniente de ser extremadamente complejos y de muy alto costo, justificables para las instalaciones militares o de muy alta seguridad.

La protección perimetral INTERIOR es más fácil implementar ya que los problemas de orden climático son eliminados o al menos minimizados, sin embargo muchos otros problemas permanecen. El principal factor es el costo de proteger el perímetro total como muros, techos y pisos de un edificio. Otros de los factores son la configuración arquitectónica del edificio, los muros y divisiones de los mismos.

Lo poco práctico de la protección perimetral total nos conduce en la mayoría de los casos a dos alternativas: 1) la protección de puntos de acceso normal principalmente las puertas y ventanas. 2) la protección de área. Esta será discutida posteriormente, por ahora trataremos la primera alternativa.

#### Cinta Magnética (Foil tape)

Esta es una tira muy delgada de baja ductilidad y de una aleación estaño-plomo, que se adhiere a la superficie del cristal de las puertas y ventanas.

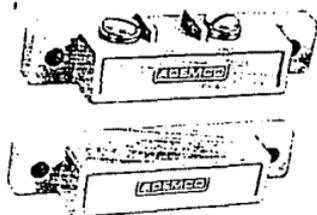


En el momento de romperse o abrirse la cinta a causa de la fractura en el cristal se interrumpe un flujo de corriente a través de ésta originando una alarma. Desafortunadamente este recurso de protección es muy dado a generar falsas alarmas, un alto costo por mantenimiento y lo más importante fácilmente burlada por el intruso.

### Contactos magnéticos. ( magnetic contacts)

Estos dispositivos son ampliamente usados por su confiabilidad y bajo costo para la protección de puertas y ventanas; Basicamente estan formados por dos partes; el magneto y el interruptor; el magneto cumple la función de mantener normalmente cerrado o abierto el interruptor, el magneto al alejarse del interruptor como consecuencia del movimiento de la puerta o ventana provoca que el interruptor de abra o cierre generando una alarma.

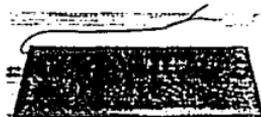
39-2



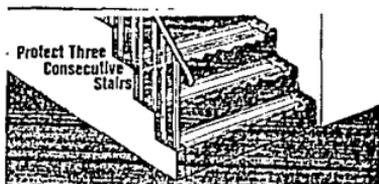
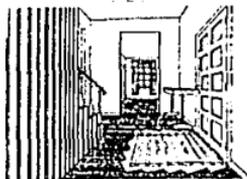
Estos pueden ir montados en la superficie del marco de la puerta o ventana, pueden ir ahogados u ocultos. Existe una gran variedad de acabados y tipos para la aplicación precisa de cada caso. El interruptor normalmente es de tipo mecánico y viene dentro de una cubierta de plástico, otros vienen encapsulado en cristal de tal manera que quedan completamente aislados del polvo y humedad, tambien existen los interruptores del tipo de mercurio para aplicaciones más específicas.

### Tapete de presión ( Switch Mat).

Estos dispositivos se activan cerrando un contacto cuando se ejerce una presión suficiente sobre ellos, concretamente al pararse sobre ellos, de esta manera se genera una alarma. Son muy usados para la apertura de puertas en forma automática, es usado para supermercados, en pasillos, entradas en general son un excelente dispositivo para la detección de intrusos ya que pueden ser fácilmente ocultos abajo de tapetes, alfombras o algun acabado de piso. Tiene un Índice extremadamente bajo de falsas alarmas.



Pressure Mats



### Sensor Fotoeléctrico

Estos operan bajo un principio muy simple; una fuente luminosa proyecta un haz de luz sobre un fotodetector a cierta distancia, un intruso interrumpe el patron del haz de luz generando una alarma. Se usan espejos o lentes para enfocar el haz y para proveer patrones de haces de luz más largos. Este tipo de sensor ha sido usado por 40 años. Los primeros haces de luz usaron fuentes luminosas uniformes, incandescente y visibles, esto hacía relativamente fácil al intruso burlar o evitar el haz, alternativamente podía bypasarlo [puntearlo, engañarlo] con un haz de luz intermitente dirigido hacia el receptor, lo mismo podía suceder si la luz del sol incidía accidentalmente sobre el receptor, o la luz incandescente sola quemarse originando falsas alarmas y esto también originaba un consumo de corriente considerable, limitando el tiempo de operación de las baterías de respaldo en caso de falta de la energía comercial o privada. La primera mejora fue colocar un filtro infrarrojo enfrente y cerca de la fuente luminosa para hacer el haz invisible, el voltaje del filamento fue reducido del valor del bulbo incrementándose con todo esto la vida promedio. Un método alterno fue usar un haz de luz visible pulsada, los pulsos detectados por el receptor eran comparados con los transmitidos y cualquier diferencia detectada era o significaba una alarma; sin embargo seguía el problema de ser luz visible.

La mayoría de los sensores fotoeléctricos usados hoy en día usan un diodo emisor de luz infrarroja, similar al LED pero con luz invisible; algunos usan Laser, sin embargo, son limitados al uso militar. El haz del LED opera de un modo pulsado, el cual provee una mayor vida promedio de operación y provee también seguridad contra alguna luz intermitente que intente burlar el detector, o incida accidentalmente la luz solar o de otra fuente que pueda generar luz directamente o reflejarla como pisos brillosos, superficies metálicas, espejos, etc.



No. 1356



No. 1338



Ameco 1339

La mayoría de los sensores fotoeléctricos son del tipo dual (double ended), esto es, el transmisor y el receptor son dos unidades separadas teniendo rangos de operación de 50 hasta 1000 pies dependiendo de la aplicación y modelo. Un espejo puede ser usado para reflejar el haz en una esquina o para incrementar la cobertura, sin embargo tiene algunas desventajas. Los sensores individuales (single ended) incluyen el transmisor y el receptor en una misma unidad, usan un retrorreflector para recuperar el haz, teniendo una cobertura máxima de 75 pies hasta 250 pies. Su popularidad se ha visto incrementada debido a que su instalación y cableado es únicamente hacia una unidad, el retrorreflector puede ir colgado o simplemente montado en la pared y su alineamiento no es crítico, además de que con este tipo de unidad se puede ahorrar una cantidad considerable de cableado.

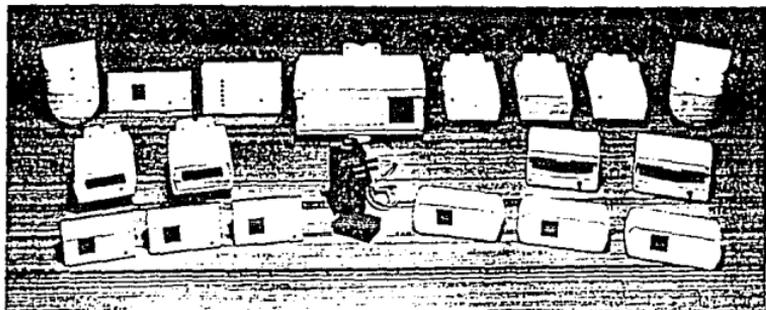
Un defecto de los detectores de una unidad es que ya sea que un haz de luz de color o un objeto reflejante colocado cerca y enfrente del transductor (unidad reflectora) ya sea accidentalmente o a propósito pueda reflejar la suficiente energía infrarroja como para perderse parte de la protección sin que aparezca condición de alarma alguna. Por lo tanto un detector dual provee un nivel más alto de seguridad que el individual debido a que en el sensor dual cualquier patrón obstructivo creará una condición de alarma. Esto no quiere decir que el detector individual no sirva; realmente todos los detectores tienen limitaciones y se debe estar conciente de ello para su aplicación.

Cuando se instalan los sensores fotoeléctricos, las unidades deben tener patrones claros, montados rigidamente y cuidadosamente alineados. Deben estar protegidos contra colisiones o choques que puedan golpearlos y sacarlos de su alineamiento. Algunas empresas tienen protecciones opcionales para estos propósitos. Para trabajo pesado como por ejemplo, en áreas donde circulan camiones muy pesados, montacargas, además de las protecciones arriba mencionadas deben estar fijos con tuberías hasta 15 cms de profundidad y que estén estas ahogadas en concreto. Una tentación muy común con los sensores fotoeléctricos es excederse en la cobertura máxima o usar demasiados espejos, todo con el objeto de ahorrar dinero; ya sea usando sensores más baratos de menor cobertura o usando un sensor en lugar de instalar dos, que son los necesarios.

Los espejos pueden ser usados, pero teniendo en cuenta que por cada espejo usado el alineamiento se hará más difícil y crítico, cada espejo reduce el patrón del haz de luz de un 20 hasta un 50%. El uso de espejos debe estar limitado preferentemente a uno y no más de dos por haz de luz. Los espejos deben tener las mismas medidas de seguridad de montaje y protección que el transmisor y el receptor; deben también mantenerse libre de polvo y suciedad y condensación por humedad. Los detectores fotoeléctricos son bastante confiables, relativamente fáciles de aplicar y relativamente libres de falsas alarmas.

Son generalmente menos caros que los detectores de movimiento, sin embargo, su detección no es del tipo volumétrico como los de movimiento, falsas alarmas pueden ser causadas por la interrupción del haz de luz, por brillantez, por ser de luz uniforme; los sensores mas recientes consideran en su diseño la luz pulsada, la interrupción de luz puede deberse a obstáculos físicos como cajas, la caída de las mismas, animales, insectos, quemadura de la fuente, golpe al sensor, desalineamiento, suciedad, superficie mojada de la lente, luz solar u otro tipo de brillantez incidiendo directamente o reflejada por una superficie brillante.

Detectores Infrarrojos pasivos. Como su nombre lo indica, los detectores infrarrojos son dispositivos pasivos. A diferencia de los sensores fotoeléctricos, ultrasónicos o de microondas; ellos simplemente "observan" o ven los cambios de energía infrarroja (IR), la cual es energía calorífica. Todos los objetos que están por encima del valor del cero absoluto, el cual es de  $-273^{\circ}\text{C}$ , radian energía en proporción a su temperatura, por ejemplo, una persona cuyo cuerpo está a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$  radia más energía por unidad de área o superficie que una pared que está a  $20^{\circ}\text{C}$ ; esto permite que al pasar un intruso a través de una área protegida, la diferencia de energía térmica sea detectada.



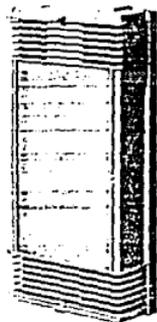
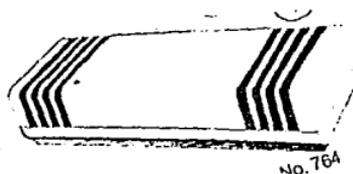
Existe una gran variedad de detectores infrarrojos pasivos disponibles. Existe básicamente dos patrones de detección disponibles; uno que es el patrón de ángulo amplio, el cual típicamente cubre de  $75$  a  $80^{\circ}$  con un alcance de  $7.6$  a  $12$  metros. Cuando se instala en el extremo superior de una esquina de un cuarto se logra cubrir la mayor parte de éste y se evitan las falsas alarmas potenciales a causa de fuentes caloríficas provenientes de otras áreas. El otro patrón de detección es de largo alcance que consiste de un haz estrecho y largo, algunas unidades son usadas típicamente para pasillos y en áreas aisladas y algunas veces en lugar de los sensores fotoeléctricos; algunas unidades usan dos haces que son balanceados para proveer una mayor inmunidad contra falsas alarmas. Su alcance varía de  $30$  hasta  $300$  metros, este tipo de sensores están disponibles como unidades independientes o como unidades interconectadas; en este último caso pueden conectarse hasta  $8$  unidades y generalmente resulta más económico usar éstas, además de que este tipo de unidades pueden mezclar los dos tipos de radiación si así se desea.

Lo más importante a considerar cuando se aplican estos sensores es que el patrón de detección no tiene supervisión; esto significa que cualquier obstrucción entre el haz bloqueará la detección ya que la energía infrarroja no penetra ninguna clase de material, por esta razón es muy importante chequear su operación de manera continua. Para lograr esto todos los sensores infrarrojos traen integrado un pequeño LED llamado Walk Test que sirve para que el instalador o el usuario camine frente al haz de luz y si todo está operando normalmente el led debe encenderse.

#### PROTECCIÓN DE AREA.

Como su nombre lo indica es la protección que se provee a una área específica de alto riesgo; a continuación se abordan algunos de los principales sensores usados para esta aplicación.

Sensor de movimiento Ultrasonico. Este sensor es un dispositivo del tipo activo y volumetrico. El sensor envia una onda de ultrasonido de uno o más transmisores los cuales practicamente llenan el volumen a proteger, por ejemplo, un cuarto o porción del mismo. La frecuencia de la onda sonora es demasiado alta para ser escuchada por las personas pero si puede llegar a molestar a algunos animales. Cuando el intruso se mueve a través del área protegida, el movimiento genera un corrimiento en la frecuencia de la onda sonora conocido como un "corrimiento dopler", estos corrimientos son analizados uno por uno por receptores y detectados como una intrusión. Los sensores ultrasónicos estan divididos en tres categorías: 1) unidades individuales 2) unidades maestro-esclavo 3) unidades de multiples cabezas.



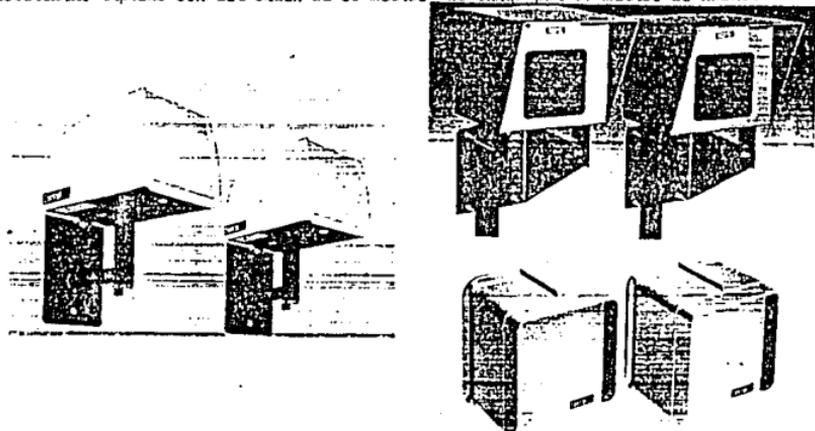
Las unidades INDIVIDUALES son las más económicas y pequeñas. proveen un patron elíptico de una cobertura de aproximadamente 7.6 metros de longitud y de la mitad de ancho del objetivo, son generalmente usados para proteger pequeños cuartos o áreas de alto valor en cuartos más grandes.

Las unidades MAESTRO-ESCLAVO esta formada por una unidad la cual contiene un par de transductores (transmisor-receptor), la electrónica necesaria y una batería opcional de respaldo. Aunque el costo es mayor que las primeras proveen una mayor cobertura de alrededor de 12m por 6m, algunas tienen la opción de cambiar su patron de cobertura; se pueden colocar al mismo control maestro hasta 8 unidades esclavas.

Las unidades de MULTIPLES CABEZAS se entiende que son para una aplicación en áreas muy grandes a diferencia del sistema anterior. el control central esta formado por la electrónica y la batería de respaldo; los transductores vienen separados para ser alambrados al control central. Estos sistemas pueden ser o usar transductores omnidireccionales o direccionables y se pueden conectar de 20 hasta 100 pares de transductores; el área máxima que se puede llegar a cubrir es de 18000 m<sup>2</sup>.

El principal enemigo o causa de falsas alarmas en estos sensores es el ruido generado por teléfonos, campanas, silbatos, maquinarias, ventiladores, etc., sin embargo la mayoría de los fabricantes proporcionan la información suficiente para efectuar la calibración de los sensores y reducir al mínimo este tipo de problemas y también efectuar la relocalización de los sensores cuando así se requiera.

Sensor de Movimiento de Microondas. Estos sensores son similares a los ultrasónicos en cuanto a la operación bajo el principio de "corrimiento de frecuencia", originada por el movimiento. En lugar de operar a un rango de frecuencia superior al oído humano, operan en un rango de frecuencia alto. Los sensores actuales operan a 10.525 Ghz; estos son altamente direccionables. Su cobertura está determinada por la antena que va enfrente del transductor, diferentes antenas proveen diferentes rangos y ángulos de cobertura. La mayoría de los sensores de microondas son individuales, es decir, transmiten la energía de la microonda y detectan la energía reflejada en la misma unidad; por supuesto que se trata de observar algún corrimiento en la frecuencia de la energía reflejada. Las coberturas típicas son del orden de 23 metros de largo por 11 metros de ancho.

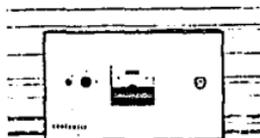


Existen otras unidades del tipo dual con una cobertura de 95 metros de largo por unos 5 metros de ancho y la misma altura, estas unidades son típicamente usadas para protección perimetral externa o interna. La ventaja del sensor de microondas sobre el fotoeléctrico es que el primero tiene altura y ancho reduciéndose de esta forma al mínimo las posibilidades de que sea burlado. Aunque la unidad de microonda es más costosa que la de ultrasonido, la primera puede llegar a ser más económica a la larga y puede cubrir mucho más volumen que el de ultrasonido. Por otro lado es muy importante no usar los sensores de microondas donde se identifiquen altas probabilidades de falsas alarmas.

La mayor incidencia de falsas alarmas proviene del hecho de que la energía de la micro-onda penetra e traspasa la mayoría de los materiales dentro de un edificio, por ejemplo: la madera, plástico, muros de tabique, concreto y roca no tan fácilmente; esto trae como consecuencia que el sensor a través de muros ligeros o cristales puede detectar a una persona inocente generando una alarma. Otra forma muy común de presentarse falsas alarmas es cuando pasa un camión pesado y el sensor lo detecta a través de los cristales de las puertas y ventanas generando alarma inmediatamente. Una forma de reducir este problema es por medio del ajuste de sensibilidad sin llegar a los extremos de que se pierda cobertura por tratar de evitar la penetración más allá del objetivo; otra forma es usar películas metálicas sobre los cristales aunque conlleven el riesgo de la reflexión. Otras causas potenciales de falsas alarmas son las superficies metálicas, radios de la policía, C.B., bomberos, ambulancias, aviones y luces fluorescentes.

#### PROTECCION PUNTUAL O DE OBJETO.

Este tipo de protección está enfocada a objetos de valor en particular, es decir al objetivo final del intruso como son las cajas fuertes, objetos de arte, joyas, etc., El dispositivo más común para este tipo de protección es el DETECTOR DE CAPACITANCIA. Con este dispositivo el objeto a proteger después de efectuar un arreglo, se comporta como una antena electrónicamente conectado a una unidad central de detección. Cuando una persona se acerca o aproxima al objeto o lo toca (dependiendo del nivel de sensibilidad ajustado), un campo electrostático generado es desbalanceado; esta condición es analizada en la unidad de control y después generará una alarma, este tipo de protección es altamente flexible y muy económico.



#### CONTROL CENTRAL.

Existen tres tipos de alarma o control central que son: Sistema de alarma local, Sistema con estación Central y Sistema propietario.

Sistema de alarma local. Este es un sistema en donde un dispositivo de tipo audible (campana, sirena etc) es localizada en el área inmediata a proteger, su aplicación es en tiendas, gasolineras y otros establecimientos similares. Estos sistemas son usados en lugares donde es imposible conectarse a una estación de monitoreo, sin embargo, el valor de la sonorización de la alarma deja mucho que desear por las siguientes razones:

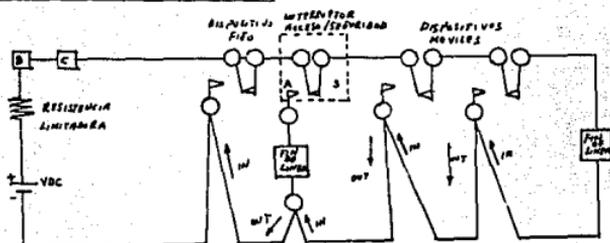
- a) El sistema de detección generalmente es muy simple y sujeto a fallas.
- b) Estos sistemas una vez disparados generan problemas de ruido a los vecinos al no haber la posibilidad de desactivarlo.
- c) Al intruso no le inquieta este tipo de alarma ya que las señales audibles funcionarían cuando el intruso se retire del área.
- d) Con este tipo de sistemas raramente se atrapa al intruso. (¿alguna vez se ha preocupado por el ruido de una campana o sirena cuando camina por la calle? )

Sistema de Estación Central. Este sistema es el que la alarma es relevada del área protegida a un panel remoto localizado en alguna instalación centralizada operada generalmente por empresas externas al usuario; su aplicación es similar al primer tipo de alarma. Este tipo de sistemas son muy usados sobre todo en áreas densamente pobladas y donde existen cientos de pequeños comercios donde se prefiere un alto grado de protección que es imposible obtener con un sistema local. Una línea telefónica rentada es conectada a cada local comercial y éste a la central, por supuesto que la central debe estar cerca del suscriptor para que resulte un servicio económico.

Cuando una alarma es recibida en la central un despachador se comunica a la policía y pide la ayuda necesaria para ser enviada al suscriptor; algunas otras compañías tienen sus propias fuerzas de seguridad para enviarlas al lugar donde se presenta el problema. Generalmente en este último caso la fuerza de seguridad (guardias) tienen acceso a los lugares del problema.

Sistemas Propietarios. En este caso la alarma es relevada a un tablero centralizado y monitoreado, manejado y operado por el propietario. Puede estar conectado directamente al departamento de policía; su aplicación es en instalaciones industriales, edificios de oficinas, bases militares, complejos escolares, edificios institucionales y otros. Quizás el ejemplo más representativo de un sistema propietario es aquel instalado en una planta industrial la cual mantiene su propia fuerza de seguridad. La planta puede consistir de varios edificios separados cada uno con sus propios requerimientos de seguridad; existen áreas de trabajos especializados, almacenamiento de producto terminado, administrativas, manufactura y otras afines. Cualquiera que sean los requerimientos en estas áreas deberán ser satisfechas con el equipo adecuado el cual deberá estar cableado al sistema central.

### CIRCUITO BASICO DE SEGURIDAD.



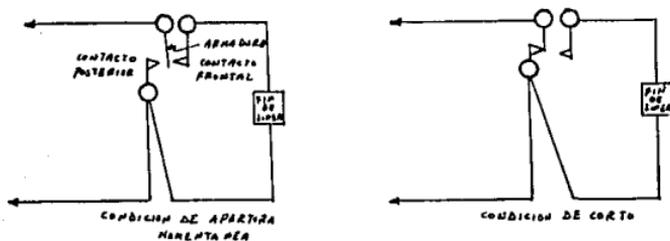
El conocimiento básico de un circuito de seguridad nos ayudará a entender la aplicación y función básica de los dispositivos y sistemas de seguridad.

Para entender el circuito vamos a recorrerlo empezando por el lado + de la fuente de alimentación y siguiendo la resistencia limitadora de corriente. Los puntos identificados como "B" y "C" son elementos del circuito cuya función es monitorear los niveles de corriente. Estos forman parte del llamado Panel central. El punto "B" es el elemento detector de circuito abierto; si la corriente de supervisión que fluye en el circuito cae a cero o abajo de algún valor predeterminado el punto "B" generará una alarma. El punto "C" es el elemento detector de circuito corto y su función es detectar si existe un incremento de corriente por encima de un valor predeterminado y entonces generar una alarma. Estos dos elementos en los sistemas menos actuales están representados por relevadores y los sistemas más modernos los integran a través del estado sólido. Siguiendo el recorrido llegamos a un elemento de "protección fija". Este representa a un sensor de seguridad el cual está bajo la constante vigilancia día y noche, este o no ocupada el área a proteger; por ejemplo, pueden ser contactos magnéticos, puertas de emergencia, cinta magnética, etc., luego llegamos al "elemento de seguridad/acceso" que es un interruptor de dos posiciones operado a través de una llave o ceder el control al panel central. Continuando el recorrido llegamos al dispositivo de "protección de movimiento" que puede ser cualquier clase y número de sensores los cuales pueden ser desactivados del circuito durante periodos de tiempo que el área protegida está ocupada o en acceso. Algunos ejemplos de éstos son: contacto magnéticos en puertas de acceso, detectores de movimiento, sensores fotoeléctricos, etc., así llegamos al dispositivo de Fin de Línea que frecuentemente puede ser una resistencia, un diodo y un diodo zener.

Este elemento es necesario para proveer un circuito balanceado de tal forma que un incremento o decremento en la corriente de supervisión pueda ser detectado por el p nel central. Los contactos posteriores de los dispositivos de movimiento est n conectados hacia el retorno del circuito, notese que el circuito está cableado de tal forma que se entra y sale de los contactos, este tipo de cableado siempre se hace en los sistemas de seguridad de tal forma que la supervisión siempre se tiene contra casos de ruptura o apertura del circuito, es decir siempre se detectará ya que si se presenta la apertura, también se presentara la interrupción de corriente. Siguiendo el circuito a la otra entrada y salida del otro fin de línea hasta llegar finalmente al extremo negativo de la fuente.

#### SUPERVISION DE LA ALARMA.

Vamos a considerar que una corriente de 10 ma fluye en el circuito, el sistema est  en seguridad y el componente de fin de línea (EOLR) es una resistencia. Cuando un dispositivo de seguridad opera, la armadura primero se separa del contacto, en esta posición intermedia, como se muestra en la figura, significa una condición de apertura ya que el circuito es interrumpido por un corto intervalo de tiempo mientras que la armadura hace el cambio del contacto de enfrente hacia el posterior.



El punto "B" detectará esta interrupción momentánea generando una alarma. Cuando la armadura hace contacto en el extremo posterior la corriente del circuito se incrementa de cero a un valor fijo mayor que el normal. Esto sucede porque el dispositivo de fin de línea es eliminado o en otras palabras es puesto en corto.

El incremento de la corriente en el circuito provocará que el punto "C" lo detecte y genere una alarma cuando una condición de apertura se presente, seguida inmediatamente por una condición de corto, la alarma resultante es conocida como de "doble caida" (double drop). Algunos sistemas interpretan esto en forma separada, otras generan una alarma condicionada por la presencia de la otra o ambas.

Se dice que una alarma es muy sensible a la condición de apertura o corto cuando detecta una muy alta resistencia a la apertura o muy baja resistencia al corto. Este tipo de supervisión de línea es generalmente aceptado por la industria como adecuado para el circuito de se nalizaci n entre un área protegida y la estación de pol cia.

Cuando una alarma es sensitiva al 50% , significa que detectará un incremento o decremento en la corriente de supervisión del 50% de su valor normal. Volviendo con nuestro ejemplo inicial el punto "B" detectará una alarma si la corriente cae abajo de los 5ma y el punto "C" generará otra alarma si la corriente se incrementa por encima de los 15 ma. La condición de apertura reduce la corriente a cero. Los parámetros del circuito tales como el fin de línea y la resistencia limitadora de corriente del pñel central son generalmente escogidas para crear una corriente del doble de lo normal -- cuando una condición de apertura ocurre. Por consiguiente cuando una condición de apertura y/o corto la corriente del circuito puede llegar a valores más alla del límite establecido para la detección. Esto provee una operación bastante confiable y nada marginal. En algunos casos como en especificaciones del gobierno o militares se exige una sensibilidad del 10%; en éstos casos se emplean dispositivos muy precisos y delicados para la supervisión como el puente balanceado de Wheastone. Se deberá tener mucho cuidado de los factores externos para estos casos como son: transitorios, ruido, interferencia, humedad y con la temperatura. Este tipo de aplicación se entiende que son en casos donde las condiciones ambientales estan controladas. En general para obtener optimos resultados en la supervisión se emplean sistemas digitales aleatorios y sistemas de alta velocidad digitales de pregunta y respuesta; con esto se evitan los problemas de tipo ambiental.

#### ESTANDARES DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Underwriters Laboratories INC ha establecido las normas para los sistemas de seguridad y son las siguientes:

- U.L. subject 609.- Sistemas locales de alarma contra robo.
- U.L.subject 611.- Sistemas de alarma contra robo con estación central.
- U.L.subject 681.- Instalación y clasificación de alarmas comerciales y bancarias.
- U.L. subject 1076 .- Sistemas de alarma contra robo propietario.

### PLANTEAMIENTO DE UN PROBLEMA ESPECIFICO.

#### "Implementación de un Sistema de Detección Contra incendio para un Edificio de oficinas"

Quando se proyecta un edificio debe tenerse en cuenta muchos factores para que el resultado sea una estructura económica que, a la vez, satisfaga al máximo las necesidades funcionales.

A pesar que se dedica mucho tiempo, dinero y esfuerzo a la investigación de la seguridad personal de los ocupantes de un edificio, no se integran tales conocimientos a la planificación de los mismos; muchas veces los proyectos se encuentran ya en su etapa de diseño más avanzada cuando se consultan los códigos de incendio locales; en la mayor parte de los casos, estos códigos solamente establecen requisitos mínimos que no se enfrentan a todo tipo de situaciones.

Por lo tanto para garantizar que la propiedad reciba una protección adecuada es necesario incorporar al proyecto en sus etapas iniciales las medidas y características necesarias para garantizar su seguridad y la de sus ocupantes. Muy a menudo los propietarios dan por hecho que los arquitectos y proyectistas incluyen automáticamente estos elementos en el proyecto; es muy común que en nuestro medio el factor económico sea de suficiente peso como para dejar a última consideración estos elementos o simplemente apegar a los mínimos requerimientos solicitados por los códigos locales o por la compañía aseguradora.

Entre los factores importantes que deben considerarse durante la planificación de un edificio hay que citar:

- 1) Las personas que van a ocupar el edificio.
- 2) Las actividades que se realizarán en su interior.
- 3) La clase e intensidad de los incendios que pueden preverse en función de las actividades a que se dedica.
- 4) Las características de forma y distribución del edificio que podrán influir sobre la seguridad de las vidas en caso de incendio.

#### 1) Factor Humano.

En la mayor parte de los casos, los autores del proyecto, al incorporar al edificio las medidas de seguridad contra incendios, tratan preferentemente a las personas. Aunque las técnicas de evacuación a sitios seguros se entienden razonablemente bien, los factores humanos son un dato importante; por ejemplo, el cálculo y proyecto de las vías de salida se regula fundamentalmente por las características del comportamiento humano.

Las características del comportamiento humano que deben considerarse para la realización del proyecto de edificios desde el punto de vista de seguridad contra incendios son los siguientes:

- a) Características físicas y mentales.
- b) Edad.
- c) Agilidad
- d) Capacidad para tomar decisiones.
- e) Concientización.
- f) Adiestramiento.
- g) Conocimientos y creencias especiales.

El tratamiento de estos temas estará basado principalmente en los estudios realizados sobre siniestros de incendio cuyos antecedentes se conservan en los archivos de la NFPA aunque algunas características de comportamiento se ponen de evidencia en otras situaciones que no son de incendio, pueden ser una muestra del comportamiento de las personas. No se incluye en la lista de características (puesto que no es una característica, sino el resultado de una situación) la manipulación de multitudes.

Esta situación adquiere gran importancia en los edificios escolares y en los de ciertas industrias. Se ha demostrado que durante las emergencias de incendio, la evacuación puede ser perfectamente rápida y ordenada cuando las personas han sido sometidas a un adiestramiento y una disciplina. En estas circunstancias existen muy pocas posibilidades de que se produzca un pánico colectivo y las personas que han recibido este tipo de adiestramiento serán capaces de hacer frente a cualquier situación inesperada.

En un estudio realizado en la Gran Bretaña por Peter G. Wood se extraen conclusiones a partir de los datos recogidos en 1000 casos de incendios en los que estuvieron implicadas más de 2000 personas. Wood apunta tres tipos generales de reacciones, que se citan en orden de frecuencia.

- 1) Preocupación por la evacuación del edificio de uno mismo o en compañía de otras personas.
- 2) Preocupación por la lucha contra el fuego o al menos contener el fuego.
- 3) Preocupación por alertar a otras personas o al departamento de incendios.

Las acciones se consideraron en secuencia, siendo las más frecuentes y por orden cronológico las siguientes: 1) alguna actividad de lucha contra el fuego; 2) avisar al departamento de bomberos; 3) investigar el fuego; 4) avisar a otras personas; 5) hacer algo por reducir el fuego; 6) salir del edificio; 7) evacuar a otros del edificio. Estas siete diferentes acciones describen casi el 80 % de las primeras actuaciones de los ocupantes.

El efecto de otras variantes sobre las primeras acciones que se tomaron fueron las siguientes: Cuanto más grave le pareciera a una persona el incendio, existió mayor probabilidad de que intentara abandonar el edificio y menor probabilidad de que luchara contra el fuego. La familiaridad con la distribución del edificio no influye sobre la decisión de abandonarlo inmediatamente. Las personas menos familiarizadas con el edificio mostraron mayor propensión a tratar de salvar objetos personales.

En los casos en que las personas habían recibido instrucción más frecuente en caso de incendio, existió mayor probabilidad de que diera la alarma e intentara organizar la evacuación como primera acción.

Las personas que se habían visto involucradas en algún incendio no mostraron mayor propensión a avisar a los bomberos que las que no habían estado nunca en un incendio. Sin embargo era más probable que estas personas intentaran atacar el fuego o reducir los riesgos de alguna manera. Al mismo tiempo eran menos proclives a abandonar el edificio inmediatamente. Las mujeres se mostraron más propensas a adoptar las primeras acciones siguientes: a) avisar a otros; b) abandonar inmediatamente el edificio; c) pedir ayuda para evacuar a sus familias. Las mujeres demostraron ser menos propensas a seguir las primeras acciones siguientes: a) atacar el fuego; b) reducir el fuego. Una proporción creciente de personas entre los 10 y 59 años se mostraron inclinadas a luchar contra el fuego.

#### Evacuación del Edificio.

Los hombres parecieron menos dispuestos a abandonar el edificio que las mujeres. Así mismo, mostraron más inclinación a volver al interior del edificio una vez que habían salido de él. Se observó que las personas abandonaron el edificio si no conocían ningún medio de escape de emergencia. Las personas se mostraron más dispuestas a abandonar el edificio cuando había presente humo. La hora en que sucedió el incidente no influyó sobre el abandono del edificio por sus ocupantes. A mayor propagación del humo, más frecuentemente se emplearon otras salidas distintas de las que se emplean normalmente. Las personas volvieron a penetrar al edificio más frecuentemente cuando estaban presentes los miembros de su familia más directa.

#### Actividades de las Personas.

Un estudio de estas actividades debería alertar a los arquitectos y proyectistas respecto a las circunstancias que requieren atención específica, por ejemplo, si el ocupante de un edificio está realizando labores de oficina, debe suponerse que sus características mentales, la capacidad para tomar decisiones y su estado de conciencia son normales.

Sin embargo, si se trata de una persona parapléjica, deben considerarse sus características físicas y de agilidad. Igualmente, el sueño presenta consideraciones especiales que son típicas de los edificios residenciales e institucionales. Hay muchos tipos de actividades que se realizan en estos edificios que deben estudiarse separadamente. En algunos edificios, las actividades de la gente, combinadas con las características del comportamiento humano, presentan situaciones muy especiales que requieren mayor cantidad de medidas de seguridad que en otros edificios. Es útil realizar un estudio de las actividades a que se dedicaran las personas para analizar la clase y gravedad de un incendio que pudiera ocurrir en edificio dado. Sin embargo este punto estará restringido en gran parte al estudio de las actividades que presentan riesgos conocidos, puesto que en edificios es tan grande la variedad de actividades que se realizan, que los resultados de un estudio serían inexactos si solamente se estudiaran algunas de ellas.

Las actividades de las personas dan indicación sobre las situaciones que deben considerarse al realizar el proyecto del edificio desde el punto de vista de la seguridad personal. Por ejemplo, además de los muchos peligros de incendio que se encuentran normalmente en las actividades de un restaurante, comer en un restaurante es una actividad humana que puede degenerar en situaciones de congestión, vías estrechas y obstaculizadas para alcanzar las salidas, sillas caldas durante el escape, obstrucción de las vías de salida con mesas u otros objetos, salidas cerradas con llave para impedir que los clientes se marchen sin pagar y otras situaciones típicas de los restaurantes.

Este tipo de situaciones deben dar pistas al arquitecto o proyectista para que el proyecto del edificio prevea una utilización del espacio que aminore estas situaciones que agravan el peligro de incendio normal. El proyecto debe también tomar en consideración los peligros inherentes a la explotación de un restaurante.

El ejemplo anterior es una simple indicación de los tipos de actividades humanas que deben ser consideradas por el proyectista, el redactor de normas, el ingeniero especializado en protección contra incendio y cualquiera que este relacionado con la seguridad humana en los edificios. Las actividades humanas constituyen un factor determinante en el proyecto desde el punto de vista de la seguridad humana que no debe ignorarse.

#### Clase de fuego y su Gravedad.

La clase e intensidad que puede alcanzar un fuego declarado en un edificio dado es importante en las etapas iniciales del proyecto, porque la predicción influye en las decisiones que se tomen respecto al manejo tanto el fuego como de los ocupantes que están expuestos al mismo.

Las acciones y conducta de las personas tambien pueden estar relacionadas con la clase y gravedad que puede revestir un incendio dado. Por ejemplo, el portero de una escuela esta encargado, entre otras cosas de mantenerla limpia. Cuando apila todos los pupitres en un rincon para barrer el suelo, la clase y gravedad del incendio que pudiera ocurrir en ese momento, si se incendia el mobiliario, seria bastante distinta que si los pupitres estuvieran dispuestos en su distribucion normal.

Debe comprenderse que, en algunos casos, las tendencias de la conducta parecen ser inherentes al tipo de actividad; por ejemplo, es comun que en los incendios de hoteles, los huéspedes presten poca atencion a las alarmas y que los empleados busquen el fuego del que se les haya avisado e intenten apagarlo, generalmente sin exito. El aviso a los bomberos parece ser el último recurso y para entonces suele haber transcurrido el tiempo suficiente para que el incendio se convierta en un siniestro grave.

#### Características constructivas del Edificio.

Uno de los aspectos fundamentales del proyecto de edificios es el de la consecucion de una estructura dispuesta de tal modo que sirva óptimamente al fin propuesto. Antes de comenzar el proyecto, el proyectista debe dedicar cierto tiempo a la determinación de las necesidades del cliente y, más específicamente, a catalogar las diferentes actividades que han de realizarse en el edificio. El edificio debe permitir la utilización más eficiente del espacio y proporcionar un ambiente que facilite su empleo eficaz por las personas que lo ocupen. Debido a estas realidades, debe comprenderse que los edificios destinados a determinadas actividades producen ciertas características de diseño inherentes a las mismas, que deben considerarse con atención cuando se analizan los elementos de protección y seguridad para las personas. Los centros comerciales con galerías cubiertas, por ejemplo, tienen características propias que dificultan la tarea del encargado de la protección. Cubren y abarcan bajo un solo techo y por lo tanto se convierten en edificios (únicos) peligrosos muy diferentes. Puesto que los comerciantes están interesados en desplegar su mercancía para atraer a los compradores hacia sus tiendas, cada una de estas tendrá grandes vitrinas o escaparates entre ellas mismas y la galería, o el frente de la tienda se abrirá directamente a la galería. De este modo el incendio que se declare en una tienda tenderá a propagarse hacia la galería; si el edificio es de más de una planta, es de suponer que la galería sea de doble altura para que los viandantes puedan ver la mayor cantidad posible del frente comercial, por lo que no es posible la separación vertical. Como muchas de las tiendas de galerías comerciales son relativamente pequeñas, tienen solamente una vía de salida hacia la galería. Esto puede producir unos recorridos de escape demasiado largos y como consecuencia peligrosos.

Probablemente uno de los ejemplos más logrados de las características de la estructura de un edificio que afectan la seguridad personal contra incendios, es el de los edificios de gran altura. Los edificios de gran altura se han defidido de muchos moaos, pero existe un acuerdo general en aceptar que existen tres factores inherentes a los mismos: 1) De ocurrir un incendio, Este debe atacarse desde el interior del edificio; 2) La evacuación del edificio no es práctica debido a la gran cantidad de tiempo que se necesita, y 3) El efecto de chimenea es muy acentuado.

Estos tres factores deben considerarse cuando se proyecta el sistema de protección de las personas de un edificio de esta naturaleza. Además los edificios de gran altura pueden contener locales dedicados a muy diversas actividades, cada uno de los cuales representan diversos grados de riesgo. Puede considerarse característico a este respecto un edificio que, comenzando en las plantas más bajas, con un lugar de reunión (restaurante) en la última planta, estacionamiento, oficinas, tiendas, viviendas en las plantas más bajas. Es de suponer que esta ocupación tan compleja se haga cada vez más frecuente.

Otros edificios típicos cuyas configuraciones y actividades afectan la seguridad humana son:

1. Grandes edificios industriales en los que la compartimentación de la nave es ineficaz y donde los recorridos son excesivos.
2. Edificios escolares cuyos espacios están organizados de forma abierta y flexible y en los que la compartimentación no es posible y los accesos de vías de salida pudieran ser muy distintos y/o estar obstaculizados.
3. Salones de exposiciones montados en hoteles que pueden tener elevadas cargas de fuego y al mismo tiempo numerosas fuentes de ignición.
4. Edificios sin ventanas que dificultan la entrada de los bomberos para combatir el fuego o para operaciones de rescate.

### DESARROLLO DEL PROYECTO.

Como se explico anteriormente el proyecto se desarrollara en un edificio de oficinas, concretamente sera en el proyecto de " Bolsa Mexicana de Valores " , proyecto que a la fecha (noviembre del 87) se encuentra en la etapa de la obra negra del edificio; el proyecto de detección basicamente lo dividiremos en tres pasos que son los siguientes:

- a) Conceptos teoricos.
- b) Identificación de necesidades.
- c) Solución Propuesta.

### CONCEPTOS TEORICOS.

#### Características de las actividades.

Historicamente, las actividades relacionadas con la administración de negocios se han considerado de bajo peligro, desde el punto de vista de la seguridad contra incendios. En general, estan relativamente exentas de articulos u operaciones que presenten peligros especiales de gran magnitud. El peligro presente se relaciona con fuentes de ignición comunes, derivadas de la calefacción, la iluminación, y todos los aparatos conectados a la red de energia eléctrica, asi como las originadas por un alto nivel de actividad personal y las actividades subsidiarias, tales como comedores, cocinas, estacionamientos y actividades altamente especializadas como es el caso de una bolsa de valores. Los edificios de oficinas contienen frecuentemente grandes concentraciones de personas durante las horas laborables. Aunque estas concentraciones no son tan densas como las cargas de población que se encuentran en los edificios pùblicos, pueden estar distribuidas con gran profusión por la totalidad de un edificio, en proporciones cercanas a los 10m<sup>2</sup> de superficie bruta por persona. Muy a menudo los edificios de oficinas albergan una alta concentración de objetos de gran valor. Estq ocurre particularmente en los centros de proceso de datos y en las instituciones financieras que manipulan dinero en metálico u otros efectos de crédito negociables. La interrupción de las actividades que se desarrollan en un edificio de bolsa de valores puede tener un efecto altamente negativo sobre los negocios, la continuidad de los servicios es indispensable. En este tipo de edificios se encuentran equipos altamente costosos como son las computadoras, aparatos electrónicos, redes de comunicaciones y documentos vitales.

#### Fuentes de Ignición.

Los incendios en los edificios de oficinas se originan normalmente por motivos muy comunes, siendo las causas más frecuentes los cigarrillos y objetos de fumadores,

Las maquinas eléctricas, equipos de oficinas, sopletes y aparatos de llama abierta empleados para soldar, cortar, etc., en operaciones de reparación o mantenimiento. Los combustibles iniciales más comúnmente involucrados son el mobiliario, papeles y otros materiales de trabajo empleados en la administración de los negocios y ocasionalmente, los elementos decorativos y los aislamientos termoacústicos. En los edificios de oficinas existe frecuentemente una circulación masiva de papeles, por lo que debe prestarse una atención principal a la recolección de los desperdicios de papel, su almacenamiento y eliminación.

### Cargas Térmicas.

La mayor parte de las experiencias prácticas actuales en este sentido se basan en estudios realizados a finales de la década de los años veinte y a principios de los treinta, generalmente estas mediciones se tomaron en los tipos de negocios que existían en ese tiempo, cuyo mobiliario (mesas, armarios, archiveros) eran generalmente de madera. Los valores comunicados en esos estudios primitivos incluían materiales combustibles que formaban parte de los acabados interiores y remates, así como el mobiliario, equipo y materiales de trabajo. Estos estudios demostraron la existencia de concentraciones de combustibles que oscilaban entre 0 y 420 Kgs por  $m^2$  de superficie en planta. Las normas generales de diseño se han basado desde entonces en unos margenes generalmente situados entre 100 y 150 Kgs por  $m^2$ . Estas cifras se han puesto en duda continuamente por considerarse anticuadas y representativas de tipos de mobiliarios que ya han caído en desuso. Desde entonces se han realizado bastantes estudios sobre las cargas de fuego, el más importante respecto a los edificios esta aún en ejecución. Los estudios piloto iniciales han indicado unas cifras muy aproximadas a las que aparecen en la figura siguiente:

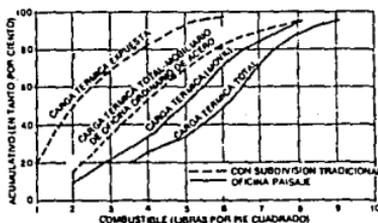


Fig. 8-4A. Gráfico elaborado a partir de los datos obtenidos en dos estudios piloto separados. En un caso, titulado «con divisiones tradicionales», se realizó un ensayo en un edificio gubernamental donde la mayor parte del mobiliario era metálico de tipo moderno, y el edificio estaba subdividido en locales separados. Este estudio se comunicó con detalle en la publicación «Técnicas para la investigación y evaluación de las sobrecargas vivas por planta y de las cargas de fuego en los edificios modernos», de la Oficina Nacional de Normas, serie científica, número 16<sup>1</sup>. La línea continua representa un estudio realizado separadamente en un edificio de oficinas «pasaje» en el que una gran superficie se disponía sin tabiques, subdividida con mamparas de aproximadamente 1.25 m de altura, siguiendo algunos de los conceptos más modernos que eliminan los cajones cerrados o los envases para materiales combustibles. En esta última disposición, toda la carga de combustible móvil está expuesta a una posible ignición.

En años recientes ha habido una tendencia a mejorar la estética y apariencia de muchos edificios de oficinas (en el caso concreto de la ciudad de México, existen bastantes ejemplos como podrían ser los edificios siguientes: Transportación Na Titima Mexicana, Centro operativo Bancomer, Inverlat, etc). En numerosos casos esta preocupación ha dado por resultado el aumento del uso de materiales de espuma plástica. Además, ha habido un aumento significativo en el uso de plásticos del tipo de alto impacto usado en las carcasas de las máquinas y equipos de oficinas. La introducción de estos materiales tiene efectos significativos sobre las probables condiciones de incendio en los edificios de oficinas. Los problemas relacionados en general con la carga de las actividades que se desarrollan en las oficinas, pueden clasificarse, grosso modo, en base al tipo predominante de mobiliario y equipo que se emplee. Cuando se involucra en el problema la presencia de acabados interiores combustibles, puede decirse que aumentan significativamente los peligros de incendio de cualquiera de los materiales siguientes: mobiliario de acero, mobiliario de madera, materiales plásticos, materiales de comunicación para procesos de datos y archivos.

Mobiliario de Acero. El mobiliario de acero tiene muy poca probabilidad de contribuir al desarrollo del fuego (que depende casi enteramente de los materiales combustibles expuestos exteriores al mobiliario de acero) y muy bajo potencial de gravedad del fuego.

Mobiliario de madera. El mobiliario de madera contribuye a aumentar el probable índice de crecimiento del fuego. La principal diferencia entre las oficinas que contienen muebles de madera y las que contienen muebles metálicos, es la incapacidad de los archivadores, libreros y escritorios de madera para impedir que los materiales que contienen en su interior participen en el fuego, particularmente según el fuego crece en tamaño o cuando la habitación en que se encuentran se ve totalmente envuelta por el fuego.

Repercusión de los Plásticos. Los interiores de todos los edificios modernos contienen algunos materiales plásticos. Los materiales plásticos pueden convertirse en un factor regulador, aumentando grandemente el peligro de incendio cuando representan grandes concentraciones (tales como el tapizado de sofás, cajones, carcasas, o elementos básicos del mobiliario). Los plásticos son especialmente preocupantes cuando se emplean como envases (papeleras, escritorios, armarios u otros recipientes similares) para alojar otros materiales combustibles. Los valores potenciales de emisión de calor y desarrollo del fuego de algunos plásticos son bastante mayores que los de los materiales celulósicos combustibles ordinarios (madera, papel, etc), de modo que cualquier concentración de plásticos puede dar por resultado un aumento significativo de la probabilidad de que suceda un incendio grave, peligroso y extendido.

Procesamiento de datos y comunicaciones. Los centros de comunicaciones y de procesamiento de datos representan concentraciones masivas de equipos de gran importancia funcional y monetaria. También representan frecuentemente una concentración considerable de plásticos, generalmente en combinación con grandes cantidades de papel y gran profusión de energía eléctrica. Se considera necesario proporcionar una protección especial para este tipo de instalaciones; tema no considerado en este trabajo por ser, más que un problema de detección, es un problema de extinción.

Archivos. En los edificios de oficinas, los documentos guardados en archivadores metálicos no presentan un aumento notable de los peligros normales de incendio. Pero cuando las carpetas de documentos se guardan o conservan en estanterías abiertas o parcialmente abiertas, representan aumentos masivos del potencial de incendio. Los datos conservados en medios magnéticos o microfotografía también representan aumentos equivalentes del potencial incendiario, especialmente cuando se contienen en cassettes, cajas y bobinas de materiales termoplásticos. El material termoplástico más comúnmente empleado es el poliestireno.

#### Construcción.

Se puede encontrar oficinas de casi todos los tipos de construcciones. Además, esta actividad se encuentra a menudo mezclada con otras, debido a la necesidad de que casi todos los negocios o industrias posean oficinas. Este tipo de actividad se realiza muy a menudo en edificios de viviendas, almacenes, fábricas u otros tipos de edificios donde sea posible proporcionar iluminación y calefacción y situar un escritorio u otros espacios de trabajo administrativo. Sin embargo, existe un tipo de edificio, bastante común, especialmente dedicado a actividades administrativas, que se llaman generalmente edificios de oficinas. Aunque estos edificios están situados en los distritos comerciales congestionados o separados en cualquier punto de un municipio, se encuentran más frecuentemente en los lugares de mayor valor económico. Los códigos permiten que estos edificios o actividades comerciales parecidas estén emplazadas en edificios de gran altura. Los edificios de oficinas pueden dividirse generalmente en dos clases. Los más antiguos anteriores a 1945, particularmente los edificios más altos, son generalmente de construcción sólida y resistente al fuego, de hormigón y ladrillo, de bóveda de ladrillo o estructura de acero encajonada con hormigón u otro tipo de construcción resistente al fuego. Estos edificios suelen encontrarse divididos en compartimientos, con una distribución regular de pasillos y salidas que separan las actividades y los inquilinos en zonas individuales, que a su vez subdividen por medio de gruesos muros de obra de fábrica. Generalmente, todas las oficinas u otros espacios tiene ventanas practicables, usualmente de dos hojas. Este tipo de edificio suele ser poco proclive a la formación de efectos de chimenea.

En ocasiones ocurren incendios graves en estos edificios, generalmente debido a factores fácilmente identificables, tales como escaleras sin protección o acabados de interiores combustibles. Sin embargo, en la mayor parte de los casos los incendios se detienen en estos edificios con muy pocos efectos sobre los edificios o locales adyacentes. En los últimos años ha cambiado el estilo general de los edificios y los métodos de construcción y, al mismo tiempo, se han modificado muchos edificios antiguos de modo que se aproximen en cuanto a estilo, apariencia y dotaciones de seguridad contra incendio, a los más modernos. En los edificios modernos, se emplean formas de construcciones más ligeras, en lugar de las construcciones de obra maciza, que proporcionaba una magnífica masa para la disipación del calor, las estructuras ligeras de acero y otras similares se protegen con materiales resistentes al fuego. Estos elementos protegen la estructura pero no actúan como disipadores de calor ni ayudan a mitigar los efectos de la energía incendiaria. La construcción de grandes bloques y la proliferación de espacios abiertos en subdivisiones se han hecho cada vez más frecuentes, con lo que se ha perdido el valor intrínseco que posee la compartimentación que era parte integral de este tipo de edificios, para reducir la propagación del fuego.

Los plafones y las instalaciones de aire acondicionado, energía e iluminación han provocado la existencia de numerosos espacios abiertos y ocultos entre el techo y el forjado, así como penetraciones verticales en los forjados. Las actividades comerciales modernas han aumentado enormemente el grado de utilización de la energía.

Los perímetros de los edificios se construyen actualmente lo más estancos posibles con miras a la conservación de energía, de modo que las ventanas fijas y herméticas son muy frecuentes en estas construcciones. Incluso cuando las ventanas son fijas, están calculadas de modo que su apertura sea difícil para que sean lo más herméticas posible.

El efecto resultante es la creación de un ambiente artificialmente controlado, en situaciones normales, esto es útil y beneficioso tanto para la economía como para la comodidad. Pero en condiciones de incendio, puede provocar que grandes espacios se vean envueltos en el siniestro y contribuyan a la formación de un ambiente peligroso y posiblemente mortífero.

#### Medios para control de Incendios.

El control de los efectos del fuego en los edificios de oficinas comprende tres fases principales expresadas en secuencia:

**Prevención de Incendios:** Es axiomático que no pueden resultar daños de un fuego que no existe. Las consideraciones relativas al proyecto de edificios desde el punto de vista de la prevención o evitación de la iniciación del fuego giran alrededor del principio de evitar que las fuentes de ignición entren en contacto con los materiales combustibles.

Reducción de las dimensiones del fuego y su velocidad de propagación. Puesto que es funcionalmente imposible evitar todos los incendios, es necesario proyectar los edificios sobre la base de que puede suceder un incendio. El autor del proyecto dispone de muchos medios para crear un diseño que limite el potencial máximo previsible de un incendio y de sus productos, tanto desde el punto de vista de su posibilidad de crecimiento como de su extensión final. Su capacidad para manejar este potencial se determina por medio de:

- 1) La energía potencial intrínseca de la situación incendiaria regulada por la cantidad, tipo, posición y distribución de los materiales combustibles en la construcción del edificio y en el mobiliario y equipo, así como otros materiales traídos por los ocupantes o inquilinos.
- 2) Confinamiento o restricción física a la propagación del fuego, proporcionada por la integridad estructural del edificio y de todos los compartimentos y subdivisiones de que se compone.
- 3) Extinción o sofocación del incendio utilizando medios de extinción u otros sistemas manuales o automáticos para la eliminación de la energía incendiaria.

Protección de las personas o cosas expuestas. Cuando ocurre un incendio, todo lo que se encuentra dentro del ambiente donde sucede queda amenazado y su protección reside esencialmente en la capacidad para resistir o retardar los efectos destructivos del fuego. En general, esto se denomina valor recuperable. Para todos los efectos prácticos, los seres humanos no tienen capacidad para sobrevivir después de un cierto periodo de tiempo de exposición real a la reacción química del fuego. Otros entes tienen una capacidad diferente y en algunos casos pueden añadirse medidas protectoras especiales que mejoren la posibilidad de recuperación. Esto tiene particular importancia en el caso de la protección de documentos, en que la supervivencia ante el fuego y la posibilidad de recuperación fundamentalmente determinada por las características del sistema que se emplee para su almacenamiento. En los casos en que todo aquello que pueda estar expuesto al fuego (especialmente los seres humanos) pueden alejarse por sí mismo o ser rápidamente trasladados y apartados de la dirección en que avanza el peligro, o cuando los elementos capaces de limitar la extensión del fuego impiden su avance más allá de un límite predeterminado, la protección de las personas y de la propiedad puede proyectarse por medio de:

- 1) la provisión de elementos necesarios, incluyendo los apropiados para mantener la supervivencia.
- 2) los dispositivos para el traslado del personal empleado y del público (vías de salida) desde las áreas de peligro a las zonas de seguridad.

3) Medios de comunicación y de control de emergencias, para dirigir al público y para mandar al equipo mecánico y eléctrico.

4) Introducción apropiada y consideración de las capacidades y limitaciones de las personas durante la etapa de planificación y proyecto. Los elementos del proyecto relacionados con la seguridad contra incendios, destinados a limitar el alcance del fuego y a proteger todo aquello que pueda verse expuesto a la acción del fuego se indican en la figura siguiente

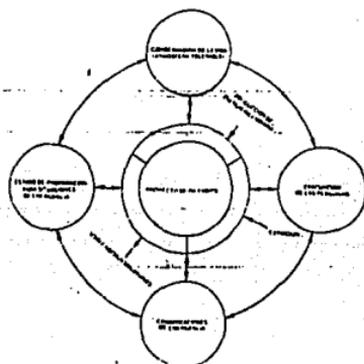


Fig. 8-68. Los elementos del proyecto para la seguridad contra incendios.

**PREVENCIÓN DE INCENDIOS.** La prevención de incendios puede subdividirse en dos aspectos generales: prevención en el interior y prevención de la ignición procedente del exterior.

Ignición en el interior. Este enfoque del proyecto implica la eliminación de las fuentes de ignición por medio del control de los peligros comunes y especiales, tales como la energía eléctrica, la calefacción, las instalaciones de cocina y otras fuentes de energía o productoras de llamas. El proyectista tiene muy poco que decir acerca de las fuentes de ignición aportadas de manera caprichosa por los ocupantes; aun así, su planificación puede tener efectos muy significativos sobre la presencia de combustibles, especialmente los materiales que entran y salen de las instalaciones. Es importante que los proyectistas de edificios consideren, en atención a la prevención de incendios, los locales destinados a la recepción de mercancías, su transporte por el interior de los edificios, las zonas de almacenamiento y de preparación y particularmente la totalidad del sistema para la recolección, almacenamiento y eliminación de desperdicios.

Ignición externa. La ignición externa puede venir de un fuego exterior que irradie energía hacia el edificio que nos ocupa. Los requisitos exigidos para la protección contra la exposición externa tienen en cuenta este peligro potencial. El mecanismo básico para la transmisión de energía desde un incendio exterior hasta la envoltura exterior del edificio o hacia el interior del mismo a través de los huecos, es la energía radiante.

#### CONTROL DE LA ENERGÍA INCENDIARIA.

Puesto que el factor esencial en la producción de energía incendiaria es el material combustible, todo lo que tienda a reducir la cantidad total de combustible tendrá un efecto sobre la reducción potencial incendiaria total. Sin embargo, existen ciertos factores adicionales que tienen gran influencia sobre el efecto de la carga de combustible en la actividad de los edificios de oficinas.

Efectos de los armarios de acero sobre la carga combustible. Puesto que el mobiliario y equipo de los edificios de oficinas son frecuentemente de acero, es importante comprender los efectos aislantes que producen los recipientes de acero robustos (tales como los archivadores o escritorios) en la reducción del potencial de incendio de los materiales combustibles contenidos en su interior. La siguiente tabla se ha compuesto a partir de datos publicados por la oficina nacional de normas de los Estados Unidos y muestran claramente el valor de los armarios de acero para la reducción del potencial de incendios de los materiales combustibles. [ \* ]

Otros factores que afectan a la carga combustible. Además de la carga bruta combustible existente en el edificio y de los efectos de los armarios y recipientes de acero, los ensayos y simulaciones de incendio más recientes han indicado la existencia de factores adicionales que se relacionan con los efectos del combustible situado en un espacio dado, y que son especialmente relevantes en lo que respecta a la facilidad de combustión y al grado resultante de liberación de energía. Hasta estos momentos, los datos técnicos sobre estos factores y sus efectos son esquemáticos y deben tenerse en consideración solamente para sacar deducciones generales. Sin embargo, las siguientes afirmaciones básicas son válidas y útiles para la comparación de los cambios sucedidos en las actividades comerciales tradicionales, en lo que se refiere a la consideración de los nuevos materiales y sus configuraciones.

- 1) A mayor superficie de combustible expuesta, mayor velocidad de desarrollo del fuego.
- 2) A mayor porcentaje de espacio ocupado por materiales combustibles en relación al espacio total disponible, mayor posibilidad de que se produzca un incendio y más rápido desarrollo de éste.
- 3) A mayor índice de propagación superficial de las llamas de un material, más rápido el desarrollo del fuego.

- 4) Los materiales combustibles del techo contribuyen más a la propagación de las llamas y al desarrollo del fuego que los materiales de paredes y tabiques.
- 5) Los materiales combustibles cercanos a los muros o al techo contribuyen al desarrollo del fuego más que los que están alejados de los muros y del techo.
- 6) La combinación de techos y paredes combustibles con la proximidad de materiales combustibles especialmente en los ángulos, contribuyen al desarrollo y propagación del fuego más que los mismos materiales situados en otra posición respecto a la habitación.
- 7) Los diversos materiales tienen también diversos grados de emisión de calor en su combustión. Cuanto más alto sea el grado de emisión de calor de un material, más rápido es el desarrollo del fuego.

(\*)

**EFFECTOS DE LOS RECIPIENTES DE ACERO SOBRE LA CARGA TERMICA**

Recipiente	Proporción de materiales combustibles en el interior de recipientes		
	Menos de 1/2 (%)	de 1/2 a 3/4 (%)	Más de 3/4 (%)
Estanterías con trasería y divisiones	75	75	75
Estanterías con puertas y cajones móviles	60	50	25
Archivos y escritorios	40	20	10
Equipos resistentes al fuego para almacenamiento de documentos, con clasificación de una hora o más	0	0	0

Factores Espaciales y ambientales que influyen sobre el crecimiento inicial del fuego.

Aunque la presencia de materiales combustibles constituye el factor individual más importante y, en las primeras etapas del fuego, el factor dominante, el ambiente circundante tiene una participación significativa y llega a ser el factor dominante en el crecimiento del fuego. Las dimensiones del incendio llega a desarrollarse hasta producir una interacción de energía con otros materiales distintos de aquellos que originaron el incendio y tan pronto como el índice de combustión establece una demanda de oxígeno mayor que la que puede suministrar la atmósfera inmediatamente circundante. Es evidente que una cantidad pequeña de combustible (por ejemplo un saco de 5 kgs de toallas usadas) produciría un efecto enteramente distinto si arde en un espacio grande y abierto, como puede ser en un patio de estacionamiento en el exterior del edificio, que si ardiera en un espacio pequeño y cerrado, tal como un ascensor. Las mismas diferencias son válidas a gran escala. Los principales factores de influencia son los siguientes:

Las dimensiones del espacio, particularmente la altura. Las dimensiones del local o espacio son importantes, debido a los efectos que tienen los muros y el techo sobre la extensión de las llamas, y, por lo tanto, el desarrollo de una superficie incendiada radiante. La dimensión más importante es la altura del techo. El término altura del techo significa en este caso la distancia entre el nivel en que se encuentra el material incendiado y el techo. Normalmente, es la distancia desde el piso o la altura de un escritorio hasta el techo. En aquellos casos en que los materiales combustibles están amontonados a bastante altura, la altura a la que nos referimos es la distancia que existe desde la parte alta del montón hasta el techo. Cuando la columna de llamas en desarrollo choca contra una barrera, como el techo o las paredes, se abre en forma de hongo y produce una superficie de llamas total mayor, con más alta probabilidad de englobamiento rápido que coloque a la totalidad del volumen bajo la influencia del fuego, aunque el punto de iniciación contenga una fuerza combustible pequeña.

Ventilación. En las etapas iniciales del fuego, la ventilación es importante, principalmente por los efectos de renovación del volumen de aire. Si el fuego alcanzara el grado de combustión súbita generalizada, la ventilación se convierte en el principal factor dominante, del mismo modo que el regulador de tiro controla el fuego en un horno de combustible sólido. En las etapas iniciales la tasa de ventilación se regula por el movimiento del aire a través de conductos, puertas, ventanas abiertas, etc. En la etapa posterior a la combustión generalizada, es razonable suponer que las ventanas en el cuarto donde originalmente comenzó el incendio estarán rotas y que la ventilación estará determinada por el tamaño de las ventanas.

Combustión Súbita Generalizada. (Flashover) En los edificios de oficinas, un factor crítico de los efectos y amenaza del fuego es lo que se llama Combustión Súbita Generalizada. En muchos edificios de oficinas, los niveles de combustibles son tales que esta combustión generalizada no sucede en todos los casos o requerirla plazos prolongados de crecimiento del fuego para alcanzar este estado. El fuego se desarrolla en forma gradual de tal forma que la intensidad de radiación de calor, la cantidad y temperatura de los gases calientes es relativamente baja en las primeras etapas, hasta llegar a un punto (influido por los factores de combustible y de ambiente) en que frecuentemente sucede un cambio brusco y dramático (combustión súbita generalizada) produciéndose la ignición simultánea de muchos objetos situados en el sector incendiado. En este punto, el nivel de radiación puede más que duplicarse, se producen grandes cantidades de gases de alta temperatura, la zona afectada aumenta considerablemente y las llamas lo envuelve todo, afectando indistintamente a todos los artículos combustibles presentes.

Desde el punto de vista práctico, la situación puede ser tal que las condiciones de ambiente y combustible en que se desarrolle el fuego le permitan desarrollarse y extinguirse sin llegar a alcanzar nunca el estado de desarrollo pleno o de combustión súbita generalizada, o una situación en que el fuego persista hasta el punto que alcance su desarrollo pleno. Desde el punto de vista del proyecto, no existe una etapa intermedia. Ver a continuación las figuras de la combustión súbita generalizada:

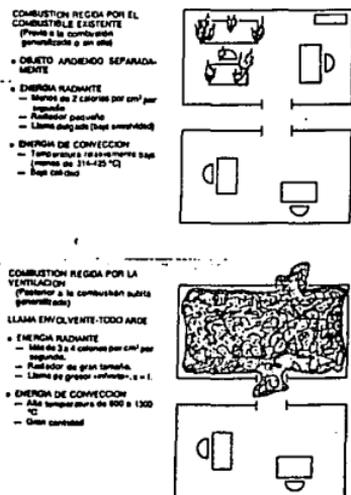


Fig. 8-6C. Combustión súbita generalizada: (arriba) combustión regida por el combustible existente y (abajo) combustión regida por la ventilación.

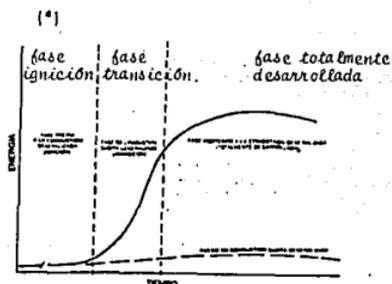


Fig. 8-6D. Desarrollo de la intensidad del fuego en tres fases.

Intensidad del fuego. La intensidad del fuego es una medida de la energía producida.

La intensidad del fuego varía a lo largo de su desarrollo. Los incendios que no desembocan en la situación de combustión súbita generalizada, normalmente continúan su desarrollo en un grado de intensidad bajo. Los fuegos que alcanzan el grado de combustión generalizada, pasan normalmente por tres fases de intensidad como se muestra en el diagrama del extremo superior izquierdo. (\*)

La primera fase de estos incendios es la previa a la combustión generalizada y se parece a la de los incendios de baja intensidad. En el punto de la combustión súbita generalizada, la intensidad se eleva espectacularmente y su nivel total se determina principalmente por la cantidad total de combustible disponible y/o por la capacidad de ventilación. Normalmente, a mayor ventilación mayor intensidad, pero al mismo tiempo más breve será el periodo de duración de esta alta intensidad. La intensidad del fuego es la medida que determina la capacidad de los efectos del fuego para transmitir calor por radiación o por convección a través de los corredores o de otros espacios abiertos, en cantidad suficiente para incendiar otros materiales combustibles. En las situaciones en que no exista suficiente combustible o condiciones ambientales adecuadas para que el fuego se desarrolle a su intensidad plena o alcance el punto de combustión súbita generalizada, y no exista continuidad de combustible por donde se propaguen las llamas, el fuego no se extenderá normalmente más allá del punto donde se haya originado inicialmente. Cuando las condiciones conducen a la combustión generalizada, la ignición puede transmitirse fácilmente a través de espacios abiertos que estén totalmente libres de materiales combustibles. Existen ciertos datos que han suscitado una preocupación especial, reforzados por experiencias de incendios reales que demuestran que se alcanzan importantísimos niveles de intensidad del fuego en cuartos o espacios revestidos con materiales de acabados combustibles, en comparación con situaciones de incendio en cuartos o espacios idénticos en todos los demás aspectos, excepto el revestimiento combustible. Se ha comprobado que los niveles de intensidad pueden duplicarse en tales condiciones. Esta influencia de los revestimientos combustibles sobre la intensidad del fuego parece haber sido el factor dominante en los trágicos incendios de gran altura en Sao Paulo, Brasil.

Relación entre la carga térmica y los factores ambientales respecto a la gravedad del fuego.

La gravedad del fuego es una medida del impacto total de la energía de un incendio. Como tal, éste es el principal factor que determina la capacidad de los elementos constructivos y otros materiales para resistir el impacto del fuego y conservar su forma y configuración. La gravedad del fuego es esencialmente la integración de la zona situada por debajo de la curva de intensidad del fuego. Sobre esta base puede suponerse que, a no ser que se produzca la combustión súbita generalizada, no existe virtualmente gravedad. Por lo tanto, la gravedad del fuego se determina por los mismos factores que determinan la intensidad. De estos factores, los que tienen mayor influencia sobre el nivel de energía posterior a la combustión súbita generalizada y a la duración total de fuego son:

- 1) La cantidad total de combustible disponible.
- 2) La ventilación o velocidad a la que puede alimentarse aire al combustible disponible.
- 3) Las propiedades térmicas de los elementos de acabado.

Propagación superficial de las llamas. Cualquier material combustible en forma continua o casi continua puede actuar como mecha que transporte el fuego de un lugar a otro. Las características del material de que se trate, su posición y el ambiente en donde se inicie el fuego al que este material esté expuesto, determinan tanto la extensión como la rapidez con que se propague el fuego sobre la superficie de estos combustibles. La consideración de la influencia de los acabados interiores sobre la propagación del fuego es fundamental en los edificios de oficinas. En este tipo de instalaciones, en que la carga del fuego es ligera, la presencia de acabados decorativos altamente combustibles, materiales acústicos y térmicos, etc., puede ser el principal factor determinante de la extensión del incendio y de su gravedad e intensidad. Puede decirse axiomáticamente que a menor grado de peligro de una actividad, más crítica es la amenaza de los materiales de acabado.

#### RESTRICCIÓN FÍSICA.

La carga térmica normal (entre moderada y ligera) y la distribución usual de las oficinas y otras actividades de negocios, hace que la restricción física del fuego sea un factor importante del proyecto, desde el punto de vista de la seguridad contra incendios. En los edificios antiguos y tradicionales, en que las oficinas y otras zonas de trabajo estaban subdivididas por tabiques sólidos (aunque no se lograsen necesariamente los niveles aceptados de resistencia al fuego) la compartimentación por forjados resistentes al fuego y las estructuras con aberturas verticales apropiadas, y efectivamente protegidas, de tipo natural, que limitaban las dimensiones máximas probables del fuego, reducen el peligro con gran eficacia como puede demostrarse por el historial de estos edificios. Las tendencias arquitectónicas y estéticas modernas hacia el paisajismo de oficinas en planta abierta, patios interiores cerrados y otro tipo de aberturas verticales, reducen la capacidad natural para limitar el peligro de incendio. Cuando se deseen grandes espacios abiertos, adquiere mayor importancia la adopción de otras medidas tales como la limitación de la presencia de materiales combustibles o, mucho más importante, la provisión de medios para la rápida extinción de cualquier fuego. Los principales elementos de que debe disponer un sistema destinado al confinamiento o contención física del fuego deben contemplar lo siguiente:

- 1) La barrera para cortar el avance del fuego debe permanecer estructuralmente estable.

- 2) La barrera debe resistir la transferencia térmica del calor conducido.
- 3) La barrera debe impedir la transmisión de las llamas a través de las aberturas que pudieran existir en el momento de la iniciación del fuego o que pudieran abrirse de algún modo durante el desarrollo del mismo.

#### EXTINCIÓN DEL FUEGO

Todos los fuegos acaban por consumirse al agotarse el combustible disponible o por algún tipo de acción manual o automática de extinción, dependiendo del grado de eficacia de los sistemas de extinción. Estos reducen o eliminan las consecuencias del fuego, sofocándolo o interfiriendo de algún modo en el proceso de combustión y, ocasionalmente, por enfriamiento, o protegiendo de algún otro modo los elementos constructivos del edificio y su contenido.

Extinción del fuego con agua. Aunque existen muchos medios de extinguir incendios, el agente extintor más frecuentemente empleado para atacar los fuegos que se producen en los edificios, es el agua. El agua extingue el fuego quitándole calorías a la fuente de calor. Cuando se aplica agua al fuego, de manera que la eliminación de calor sea por lo menos igual a la producción de éste, el fuego queda dominado y se impide su propagación. Cuando la absorción de calor aumenta hasta el nivel en que se produce verdaderamente el enfriamiento del material combustible, el fuego está extinguido.

Extinción por medio de sistemas de rociadores. El principal sistema de respuesta automática para la extinción de incendios en los edificios que se emplea hoy día, es el sistema de rociadores automáticos. La capacidad que tienen los sistemas de rociadores automáticos para aplicar cantidades de agua relativamente pequeñas, rápida y directamente sobre la parte incendiada, es el modo más efectivo de empleo de agua. Esta capacidad es una de las razones principales por las que los sistemas de rociadores automáticos han alcanzado un historial relevante en la prevención de daños graves por incendio. El sistema de rociadores es también un eficaz consumidor de calorías y puede emplearse como medio de refuerzo para reducir la emisión potencial de calor de una actividad que contenga una importante carga térmica, cuando la energía incendiaria potencial exceda la capacidad de resistencia real al fuego de la estructura.

Otros sistemas de extinción automática. Otros sistemas de extinción automática que pueden emplearse son los diluvios de agua, anhídrido carbónico, Halon y otros sistemas basados en la reducción de oxígeno; sistemas de espuma de alta expansión y sistemas de polvo seco. Para seleccionar un sistema de extinción es necesario incluir en el cálculo el gasto inicial, la relación costo/eficacia de la instalación, posibles daños causados por el fuego y por la acción extintora, la posible necesidad de largos periodos de espera por empapamiento de los locales y el contenido, o por mantener suministros en reserva, la fiabilidad de la totalidad del sistema y la inspección, cuidados preventivos y otros servicios necesarios para mantener el sistema en condiciones de funcionamiento.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Todos estos factores se reúnen en los siguientes cuatro parámetros que determinan el valor de cualquier sistema de extinción automático:

Capacidad de extinción o de control del fuego. Dado que el sistema de extinción de incendios se basa en su activación automática y en la descarga del agente extintor de la manera prevista, el probable alcance del fuego, los daños causados y los efectos totales son factores determinantes primarios. Cada sistema tiene sus propias características y capacidades.

Fiabilidad. Todas las funciones antes citadas dependen de las características eléctricas mecánicas y de diseño general de todo el sistema para suministrar, poner en acción y aplicar el agente extintor. Todos los sistemas poseen algún grado de vulnerabilidad. El grado de ineficacia puede reducirse por un alto nivel de fiabilidad logrado gracias a un proyecto cuidadoso y un buen mantenimiento. Los diferentes tipos de sistemas tienen características intrínsecas de fiabilidad variables. Los sistemas más complejos, los que emplean mayor cantidad de interconexiones e interbloques eléctricos o electrónicos, los que tienen mayor número de válvulas son generalmente los que tienen mayores problemas de fiabilidad.

Sistemas manuales. Además de los sistemas automáticos, existen varios dispositivos manuales para atacar el fuego que son fundamentales cuando se considera el proyecto de un edificio. Sin embargo, los sistemas manuales sólo representan una parte del sistema de extinción total. Tales sistemas tienen un valor solamente si se ponen en servicio en las primeras fases de un incendio. Para que cualquier sistema manual sea efectivo, debe producirse primero la alarma; segundo, las personas que deben manejarlo han de disponer de acceso libre y protegido al punto donde la acción extintora debe tener lugar; tercero, el equipo debe ser el apropiado, listo para funcionar y en buenas condiciones; y, finalmente los dispositivos y el equipo deben tener la capacidad de atacar efectivamente un fuego de las dimensiones previsibles. Los equipos manuales consisten en los siguientes:

- 1) Extintores manuales que se sitúan generalmente en puntos convenientes del edificio. Estos son tradicionalmente los aparatos que forman la primera línea de ataque. Aunque son generalmente obligatorios por ley, tienen valor mínimo y una capacidad extremadamente limitada para atacar incendios en edificios de oficinas.
- 2) En muchas poblaciones se encuentran mangueras de pequeño diámetro colgadas en los puntos donde existen tomas de agua destinadas a su empleo por los ocupantes. En otras poblaciones no se dispone de estas mangueras en los edificios de oficinas, generalmente debido a que los ocupantes carecen de la habilidad necesaria para manipular adecuadamente y con seguridad las mangueras y enfrentarse con los problemas que representa mantenerlas en buenas condiciones de servicio.

5. Los sistemas de extinción manual que tienen efectos más determinantes son los que se basan en las operaciones de los cuerpos de bomberos profesionales. Desde el punto de vista del proyectista de un edificio de oficinas, para facilitar la intervención más eficaz y optimizar la capacidad de los departamentos de incendios es necesario considerar los factores siguientes que :

- a) Avisen al servicio de bomberos con la mayor velocidad posible en cuanto se descubra la ignición.
- b) Ofrezcan al servicio de bomberos fácil y rápido acceso sin peligro, por todo el edificio.
- c) Faciliten información y datos sobre el edificio en que sucede el siniestro, incluyendo datos sobre los ocupantes y sus actividades.
- d) Proporcionen un medio interno, rápido, directo y seguro para trasladarse desde la entrada del edificio al punto desde donde se lance el ataque contra el incendio.
- e) Proporcionen una posición segura desde donde pueda lanzarse el ataque contra el incendio.
- f) Proporcionen medios de comunicación interna entre la posición de mando y las unidades que estén atacando directamente el lugar incendiado.
- g) Provean un suministro de agua suficiente con tomas y conexiones a la altura de las necesidades de lucha contra el fuego, situadas convenientemente en los puntos desde donde pueda lanzarse el ataque contra el fuego sin peligros.
- h) Coordinen los procedimientos de extinción de incendios del edificio con las prácticas y técnicas de extinción de los servicios de bomberos.
- i) Aseguren a los bomberos un grado razonable de seguridad. Es particularmente en la lucha contra el fuego evitar que las fuerzas de ataque puedan quedar atrapadas debido a condiciones peligrosas que no aparezcan evidentes al oficial que esté al mando de aquéllas. Lo más importante es evitar la probabilidad de que sucedan explosiones, además del colapso estructural que puede ocurrir sin que se presenten señales anticipadas de peligro inminente.

#### DETERMINANTES DEL PELIGRO PARA LAS PERSONAS Y LOS BIENES MATERIALES.

Los temas comentados anteriormente se relacionan con los factores que regulan las dimensiones y la extensión del incendio, los productos de la combustión y sus efectos. Desde luego, el fuego y sus efectos son los principales factores que determinan los daños que pueden sufrir las propiedades y las personas. En gran medida, el grado de daños que sufra la propiedad es idéntico a la extensión del fuego. Incluso dentro de la zona donde se haya extendido el fuego, existe frecuentemente un alto grado de recuperación de bienes con posterioridad al incendio. La duración del fuego, así como las características de vulnerabilidad o de resistencia de los materiales, pueden tener una influencia importante en el grado de recuperabilidad. No suele ser posible trasladar la mayor parte de los bienes cuando se presenta la amenaza de incendio; por lo tanto, la primera medida para la protección de la propiedad contra el fuego es detener su avance antes de que llegue a alcanzarla en su totalidad.

Evidentemente cualquier medio de protección u otros dispositivos que impidan la iniciación del fuego o limiten su extensión, contribuyen a la protección personal y material. Sin embargo, los seres humanos tienen mucho menos resistencia al fuego que incluso la maquinaria más sensible y los documentos más valiosos. Los seres humanos no pueden soportar ni siquiera unos breves momentos de exposición a las llamas. Son especialmente susceptibles a los humos y gases tóxicos que produce el fuego. Los seres humanos deben considerarse no solamente como los entes más valiosos, sino también los que resultan más fácilmente dañados en el incendio de un edificio. Sin embargo, normalmente, los ocupantes de los edificios de oficinas son ambulantes y pueden moverse libremente y escapar del incendio si se les advierte de su existencia y cuentan con medios de emergencia para trasladarse a un lugar seguro, si se mantiene una atmósfera razonablemente conducente a la supervivencia (reducción del humo) y si se tienen los conocimientos y adiestramiento acerca de lo que debe hacerse en caso de incendio.

Reacciones químicas Endotérmicas y Exotérmicas. El calor de formación es la energía que se gana o se pierde cuando tiene lugar cierta reacción. En las reacciones endotérmicas, las sustancias que se forman contienen más energía que los materiales en reacción, mientras que en las exotérmicas se producen sustancias con menos energía que la que poseen los materiales en reacción; aunque la energía puede adoptar muchas formas, generalmente en una reacción química se gana o se pierde en forma de calor.

### COMBUSTION

Combustión incandescente y llama. La combustión es el proceso de las reacciones exotérmicas autocatalizadas en las que participa un combustible en fase condensada, en fase gaseosa, o ambas. Este proceso, generalmente, aunque no necesariamente, está asociado con la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico. A la combustión en fase condensada se le suele designar como combustión "incandescente", mientras que a la de fase gaseosa nos referimos como combustión "con llama". Si este proceso ocurre dentro de un lugar cerrado, de forma que se produce un aumento apreciable de la presión, se le denomina Explosión. Si la onda de combustión se propaga a velocidad supersónica, se forma un frente de choque que avanza delante de la onda. A este proceso se le llama Detonación.

Temperatura de Ignición (temperatura de autoignición). La temperatura de ignición es la temperatura mínima a la que debe ser calentada una sustancia en el aire para que en ella se pueda iniciar y mantener una combustión independiente de la fuente de calor. Generalmente, para que exista una interacción química entre una molécula combustible y otra de oxígeno, debe aplicarse a ambas suficiente energía, lo que pueda originar su colisión y consiguiente transformación química que viene a su vez acompañada de desprendimiento de calor. La energía mínima que deben poseer las moléculas para propiciar la interacción química se denomina energía de umbral o energía de activación.

El aumento de temperatura incrementa el número de moléculas portadoras de energía de activación, aumentando así la velocidad de reacción. Al continuar aumentando la temperatura, se llega al punto en que un número suficiente de moléculas de oxígeno y de combustible reaccionan entre sí originando la suficiente liberación de energía para continuar la reacción de combustión sin aporte externo de energía hasta que uno de los dos reaccionantes, o ambos, se hayan consumido.

El umbral de energía para que suceda la combustión depende del tipo de fuente de ignición, la naturaleza química y el carácter físico del combustible y la composición y presión de la atmósfera. Independiente de la naturaleza sólida, líquida o gaseosa del material combustible, la iniciación de la reacción ocurre en la fase gaseosa o vaporizada del combustible. En el caso de sólidos o líquidos, debe haberseles aplicado suficiente energía térmica para convertir una parte de sus contenidos combustibles en vapor, para que esa combustión tenga lugar.

Para una concentración fija de oxígeno, el umbral de energía de ignición varía en sentido inverso al cuadrado de la presión de la atmósfera. Existe un punto mínimo de presión debajo del cual no puede tener lugar la ignición. Al aumentar la temperatura de un sistema dado, se reduce la cantidad de energía necesaria para causar la ignición de la mezcla hasta que se llega a una temperatura lo suficientemente alta a la que dicha mezcla entra en ignición espontáneamente. A esta temperatura se le denomina Temperatura de Autoignición (ignición espontánea).

Las temperaturas de ignición observadas bajo unas ciertas condiciones pueden cambiar fundamentalmente si éstas varían, se conocen ciertas variantes que afectan a las temperaturas de ignición de los líquidos y gases inflamables, como son la forma y dimensiones del espacio donde ocurre la ignición, el grado y duración del calentamiento, la clase de fuente de ignición y su temperatura y la presencia de materiales que posean propiedades catalíticas.

Límites de Inflamabilidad o Explosividad. Para que sea posible la ignición, debe existir una concentración de combustible suficiente en la atmósfera oxidante dada. Una vez que ésta comienza, mantener el estado de combustión exige un suministro continuado de combustible y oxidante. En el caso de líquidos, vapores o gases combustibles, pueden existir dos tipos de mezclas en la atmósfera: Homógena o heterogénea.

Se llama mezcla homogénea aquella cuyos componentes están mezclados íntima y uniformemente de tal modo que una muestra de poco volumen sea verdaderamente representativa de la totalidad de la mezcla. Una mezcla homogénea inflamable es aquella cuya composición se encuentra dentro de los límites de inflamabilidad del gas combustible o vapor, referido a una composición dada y a temperaturas y presiones determinadas.

Límites de inflamabilidad. Son los límites extremos de concentración de un combustible dado dentro de un medio oxidante en el cual la llama, una vez iniciada, continúa propagándose a las presiones y temperaturas especificadas. La disminución de la temperatura puede hacer que una mezcla anteriormente inflamable deje de serlo, al situarse por encima o por debajo de sus límites de inflamabilidad para una condiciones ambientales fijas.

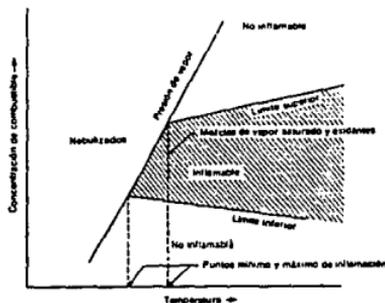


Fig. 2-1A. Efectos de la temperatura sobre los límites de inflamabilidad de un vapor combustible en el aire.

De la anterior figura, observese que para combustibles líquidos en equilibrio con sus vapores en aire existe una temperatura mínima para cada combustible, por encima de la cual se comienza a emitir suficiente vapor para formar una mezcla vapor-aire inflamable. También hay una temperatura máxima por encima de la cual la concentración de vapor es demasiado alta para que se pueda propagar las llamas. Estas temperaturas mínimas y máximas se llaman respectivamente punto mínimo y máximo de inflamabilidad. Las temperaturas del punto de inflamabilidad de un combustible líquido varían en proporción directa con la presión ambiental.

Punto de incendio. La temperatura más baja a que un líquido contenido en un recipiente abierto comienza a emitir vapores con suficiente velocidad para propiciar la combustión continua se llama punto de incendio. El punto de incendio está generalmente a unos pocos grados por encima del punto de inflamación.

Catalizador. Se denomina así a la sustancia que, aún estando presente en pequeña cantidad tiene efectos importantes sobre el grado de reacción química, pero a su vez no se ve alterada permanentemente por tal reacción.

Inhibidores. También llamados estabilizadores, estos son productos químicos que pueden agregarse en pequeñas cantidades a una materia inestable para impedir una reacción vigorosa.

Contaminantes. Los contaminantes son materias extrañas que no deben encontrarse normalmente en la sustancia que se trate. Algunos contaminantes, tales como el cloruro de calcio pueden ser inofensivos desde el punto de vista de riesgo de incendio. Los contaminantes peligrosos pueden actuar como catalizadores o interviniendo por su propia naturaleza en una reacción potencialmente peligrosa.

Materias estables. Se llaman materias estables aquellas que normalmente tienen la capacidad de resistir cambios en su composición química, a pesar de su exposición al aire, al agua, al calor, al impacto o a la presión. Las materias estables pueden quemarse; la mayor parte de los sólidos entran en esta categoría.

Materias inestables. Las materias inestables, si se exponen al aire, agua, calor, al impacto o a la presión se descomponen, se condensan o se hacen autoreactivas.

#### PRINCIPIOS DEL FUEGO.

Reacciones de oxidación. Las reacciones de oxidación presentes en los fuegos son exotérmicas, es decir, que uno de los productos de la reacción es el calor. Muy frecuentemente son complejas y muchas no se han llegado a entender por completo. Sin embargo, podemos hacer algunas afirmaciones útiles al respecto.

Para que se produzca una reacción de oxidación, deben estar presentes un material combustible y un agente oxidante. Los combustibles incluyen innumerables materias que no se encuentran en su estado de máxima oxidación.

El que un material dado pueda o no aumentar su grado de oxidación depende de su composición química; para simplificar el tema puede decirse que cualquier material que consista principalmente de carbono e hidrógeno puede oxidarse. La mayor parte de las materias orgánicas sólidas combustibles y de los líquidos inflamables contienen altos porcentajes de carbono e hidrógeno.

La materia oxidante más importante es el oxígeno que existe en el aire. El aire se compone de aproximadamente una quinta parte de oxígeno y cuatro quintas partes de nitrógeno. Ciertos productos químicos que emiten fácilmente oxígeno bajo ciertas condiciones favorables, por ejemplo el nitrato de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ) y el clorato de potasio ( $\text{KClO}_3$ ) se encuentran entre los agentes oxidantes menos comunes, pero mejor conocidos que están presentes en los fuegos. Algunas materias combustibles, tales como la piroxilina plástica, contienen oxígeno combinado en sus moléculas, de tal modo que su combustión puede realizarse sin necesidad de aporte exterior de oxígeno.

También puede tener lugar la combustión en una atmósfera de cloro, dióxido de carbono, nitrógeno y algunos otros gases, sin que participe el oxígeno. Por ejemplo, el polvo de zirconio puede entrar en ignición si está suspendido en dióxido de carbono. Naturalmente estos casos son bastantes raros y la preocupación principal es la combustión por oxígeno.

**Ignición y Combustión.** Un incendio es una reacción bastante complicada, en realidad al elevarse la temperatura por encima de la del ambiente, aparece la pirólisis, que se define como la descomposición química de la materia por la acción del calor. La pirólisis sigue los siguientes mecanismos (se utiliza como ejemplo la madera):

1. La descomposición inicial de la madera emite lentamente ciertos gases entre los que se incluye vapor de agua. Los componentes combustibles de estos gases aumentan durante las primeras etapas; al principio, la superficie de la madera resulta atacada y a continuación, al suceder el proceso de carbonización, la reacción se profundiza más en el material.
2. La evolución de los gases continúa, y si se alcanza la energía de ignición mínima, se inflaman cuando alcanza su límite mínimo de inflamabilidad. A la temperatura en que sucede la inflamación, el equilibrio químico pasa de ser endotérmico a exotérmico, y la reacción se autoabastece ya de la energía necesaria.
3. A esta temperatura de ignición, los gases emitidos al principio son demasiado ricos en dióxido de carbono y en vapor de agua para mantener la llama durante mucho tiempo. Sin embargo, el calor de la llama inicia una serie de reacciones de pirólisis secundaria y la combustión por llama sucede enteramente en la fase de vapor destilado. La emisión de gases puede ser lo suficientemente rápida para cubrir la superficie de la madera, dejando fuera el aire e impidiendo que el carbono arda, retardando así la penetración del calor y demorando el avance de las temperaturas de ignición al interior de la madera. Al continuar aumentando la temperatura, el carbono entra en el estado de incandescencia y el aire que absorbe alimenta la combustión.

Al inicio de una reacción de pirólisis, debe tenerse en cuenta la posibilidad de que se establezca o no un equilibrio energético negativo en la misma. Si el calor se emite en forma concentrada y en cantidad suficiente para mantener la reacción de oxidación y si se genera más calor del que se pierde por medio de la conducción, la convección o la radiación, se crea un equilibrio energético positivo. Sin embargo, si todo el calor generado, o parte de él, se pierde como le ocurre a la llama de una cerilla ante un fuerte viento, existe un balance energético negativo y el fuego se apaga. Al mismo tiempo puede existir un efecto llamado de realimentación. La realimentación consiste en que parte del calor generado se aplica al calentamiento de materiales adyacentes, lo que constituye la preparación para su combustión, produciéndose a su vez, en dicho material la pirólisis. Si esta realimentación fuese insuficiente, el fuego se apagaría.

Además del calor generado durante la pirólisis, la concentración de agente oxidante es otro factor que determina la posibilidad de que la ignición y posterior combustión ocurran. En casi todos los materiales parece haber una concentración mínima de agentes oxidantes por debajo de la cual la combustión no puede tener lugar. Los combustibles sólidos, tales como el nitrato de celulosa, que contienen oxígeno propio en las moléculas que lo constituyen, son una excepción a esta regla. El oxígeno de las moléculas puede liberarse por el calor aunque la cantidad de aire sea mínima o no exista. Debe tenerse en cuenta que no es necesaria la presencia del aire para que exista una reacción de pirólisis.

Resumiendo, la ciencia de la protección contra el fuego se apoya en los siguientes principios:

1. Para que exista combustión es esencial un agente oxidante, una materia combustible y una fuente de ignición.
2. Antes de que arda, el material combustible debe calentarse hasta que alcance su temperatura de ignición.
3. La combustión continúa hasta que:
  - a) El material combustible se consume o es apartado de la fuente de calor.
  - b) La concentración de agente oxidante se reduce por debajo de la concentración necesaria para eliminar la combustión.
  - c) El material combustible es enfriado por debajo de su temperatura de ignición.
  - d) Las llamas son inhibidas químicamente.

#### MEDICION DEL CALOR.

Unidades de temperatura. La temperatura de un material es la condición que determina su capacidad para transmitir o recibir calor, midiéndose como tal magnitud en grados.

Grado Celsius. (también llamado grado centígrado): Un grado Celsius es la centésima parte de la diferencia entre la temperatura de fusión del hielo y la temperatura de ebullición del agua a una atmósfera de presión. En la escala Celsius, el cero es el punto de fusión del hielo y 100 es el de ebullición del agua.

**Grado Farenheit:** Un grado farenheit es la 1/180 parte de la diferencia entre la temperatura de fusión del hielo y la temperatura de ebullición del agua a una atmósfera de presión. En la escala Farenheit, 32 es el punto de fusión del hielo y 212 es el punto de ebullición del agua.

**Grado Kelvin:** Un grado kelvin es idéntico a un grado celsio. En la escala Kelvin el cero corresponde a  $-273.15^{\circ}\text{C}$ .

**Grado Rankine:** Un grado Rankine es igual a un grado Farenheit. En la escala Rankine el cero esta a  $-549.67^{\circ}\text{F}$ .

#### Unidades Térmicas.

**British Thermal Unit. (Btu):** La cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de una libra un grado Farenheit (medido a  $60^{\circ}\text{F}$ ) se llama British Thermal Unit (unidad térmica británica)

**Caloría.** La caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua a un grado Celsius (medido a  $15^{\circ}\text{C}$ ). Una Btu = 252 calorías.

Como el calor puede medirse en cualquiera de estas unidades es muchas veces más conveniente convertirlas en julios o en caballos de fuerza.

1 Btu = 1055 julios      1 Btu por minuto = 0.0236 hp.

**Medición de Temperaturas.** Los dispositivos para medir temperaturas, generalmente, utilizan la medición de un cambio físico (expansión de un sólido, un líquido o un gas), un cambio de estado sólido a líquido o un cambio de energía (cambios de intensidad de la energía eléctrica).

**Termómetro de expansión líquida.** Consiste en un tubo parcialmente lleno de un líquido que se contrae o se expande con el cambio de temperatura. Dicho tubo esta calibrado para poder realizar lecturas del nivel de expansión o contracción del líquido en grados de una de las escalas de temperatura.

**Termómetro Bimetálico.** Consta de dos metales con diferentes coeficientes de expansión laminados y dispuestos en forma de cinta o espiral. Al cambiar la temperatura, las dos partes del metal laminado se expanden o contraen haciendo que la cinta o la espiral se deforme. Esta deformación se mide en una escala calibrada en grados de temperatura.

**Termopar.** El termopar consiste en un par de alambres de diferentes metales conectados por un extremo llamado extremo sensitivo. Los otros extremos están conectados a un potenciómetro. Cuando el extremo positivo está a diferente temperatura del potenciómetro se establece una diferencia de potencial cuya magnitud depende en parte de la diferencia de temperatura entre los dos extremos. El potenciómetro puede calibrarse para producir lecturas en grados de temperatura.

Pirómetro. Los pirómetros miden la intensidad de la radiación procedente de un objeto caliente. Como dicha intensidad depende de la temperatura, éstos pueden calibrarse para obtener lecturas en grados de temperatura. Los pirómetros ópticos miden la intensidad de cierta longitud de onda de la radiación.

Calor Específico. El calor específico o, más propiamente la capacidad térmica o calorífica de una sustancia, es el número de unidades de calor necesarias para elevar la temperatura de una masa de dicho material un grado en cualquiera de las escalas, es decir, en Btu para elevar la temperatura en  $1^{\circ}\text{F}$  de una libra de la materia, y en calorías elevar a un gramo de esa materia  $1^{\circ}\text{C}$ . Los calores específicos de las diversas materias varían enormemente: las sustancias más comunes, excepto el agua, tienen un calor específico inferior a la unidad. Las cifras de calor específico tienen importancia para la protección contra incendios, pues indican la cantidad relativa de calor necesaria para elevar las temperaturas de ciertas materias a un punto peligroso, o la cantidad de calor que debe suprimirse para enfriar una sustancia caliente y ponerla a una temperatura de seguridad. Una de las razones de la eficacia del agua como agente extintor es que su calor específico es más alto que el de la mayoría de las otras sustancias.

Calor latente. Las materias absorben calor cuando pasan del estado sólido al líquido y del estado líquido al gaseoso. Inversamente, pierden calor en el proceso de conversión de gas a líquido o de líquido a sólido.

Se llama calor latente a la cantidad de calor absorbido o emitido por una materia al pasar de la fase líquida a la gaseosa (calor latente de evaporación), o de sólido a estado líquido (calor latente de fusión). se mide en Btu o calorías por unidad de peso. El alto valor de la temperatura de evaporación del agua es otra de las razones de su eficacia como agente extintor. El calor latente de la mayor parte de las materias más comunes está muy por debajo del valor que posee el del agua. De este modo, el calor que absorbe ésta en esas condiciones no puede emplearse en propagar la llama, ya sea por evaporación de líquidos o por medio de la pirólisis de sólidos.

#### TRANSFERENCIA DE CALOR.

La transferencia de calor es la propiedad que actúa en el comienzo o en la extinción de la mayor parte de los fuegos. El calor se transfiere por uno de estos tres medios: Conducción, radiación o convección.

Conducción. La transferencia de calor por contacto directo entre dos cuerpos se llama conducción. Por ejemplo, una tubería de vapor en contacto con una pieza de madera transfiere su calor a la madera por contacto directo. La cantidad de energía térmica transferida por contacto entre dos cuerpos en un momento dado está en función de la temperatura potencial y de la conductancia del punto de contacto. La conductancia depende de las conductividades térmicas, de la sección transversal perpendicular a la trayectoria de conducción y de la longitud de esa trayectoria.

La magnitud de la transferencia térmica es por lo tanto, simplemente, la cantidad de calor por unidad de tiempo, mientras que el flujo de calor es la cantidad de calor por unidad de área de la sección transversal, por unidad de tiempo.

La conducción de calor a través del aire u otros gases es independiente de la presión, dentro del margen normal de presiones. Se acerca a cero solamente a presiones muy bajas. Los sólidos son mejores conductores de calor que los gases. Los mejores aislantes térmicos comerciales consisten en pequeñas partículas o fibras de sustancias sólidas cuyos intersticios están ocupados por aire. La conducción de calor no puede impedirse totalmente por ningún material termoaislante. En este aspecto, el flujo de calor no puede compararse con el del agua, que puede detenerse por medio de barreras sólidas. Los materiales aislantes térmicos pueden tener una conductividad térmica muy baja, pero sea cual fuere el espesor del espacio entre la fuente del calor y el material combustible, puede no ser suficiente para impedir la ignición de este último. Si el valor de la conducción térmica a través del material aislante es mayor que el de la disipación del mismo a través del material combustible, la temperatura de éste puede aumentar hasta su punto de ignición. Por ello en lugar de confiar exclusivamente al material termoaislante la misión de proteger, debe existir siempre una cámara de aire o algún otro medio de disipación de calor por convección. Han ocurrido incendios debido a la transmisión de calor durante un periodo prolongado a través de muros de hormigón macizo hasta de 60 cms de espesor.

Convección. Por la convección, el calor se transfiere a un medio circundante, gaseoso o líquido. Así el calor generado por un estufa se distribuye a una habitación al calentarse el aire por conducción, pero el calentamiento de los objetos que se encuentran en la habitación distante de la estufa, a través de la circulación del aire caliente, se debe a la transferencia por convección. El calor se transfiere del aire a estos objetos por conducción. El aire caliente se expande y se eleva, y por esta razón la transferencia de calor por convección ocurre en sentido ascendente aunque puede conseguirse que las corrientes de aire transfieran el calor por convección en muchas direcciones.

Radiación. Se habla de radiación cuando la energía se mueve a través del espacio o de los materiales en forma de onda, que se mueven a la velocidad de la luz. Al entrar en contacto con un cuerpo, éste las absorbe, las refleja o las transmite. La luz visible comprende longitudes de onda que varían desde 4 por  $10^{-5}$  a 7 por  $10^{-5}$  cms (de violeta a la banda roja). Las emisiones del proceso de combustión se extienden desde el ultravioleta (longitud de onda menor que la violeta) hasta la región de los infrarrojos (la radiación del calor con ondas mayores que la longitud de onda roja).

Un ejemplo de radiación es la llama de la vela. El aire calentado por la llama se eleva mientras que el aire frío se mueve hacia abajo en dirección a la llama para alimentarla con oxígeno, manteniéndose así la combustión.

Si se pone la mano al lado de la llama, no se enfria por el movimiento de aire sino que se experimenta una sensación de calor, debido solamente a la absorción por la mano de energía no conducida por el aire; esta energía se llama calor radiante o radiación. Aunque la mayor parte de las llamas emiten radiaciones visibles, las del nitrógeno-oxígeno las emiten solamente en el campo ultravioleta e infrarojo.

El calor es una forma de energía y existe en un cuerpo debido al movimiento de sus moléculas. El calor que se aplique a un líquido aumentará la acción molecular en el seno del mismo, pudiendo inclusive producir corrientes de convección en su interior debido a las diferencias de temperatura existentes a diferentes niveles del líquido.

El calor aplicado a los gases aumenta igualmente su actividad molecular, llegando a producir fenómenos de presión por colisión de las moléculas entre si y contra los costados del recipiente que lo contiene.

El calor radiante pasa también, libremente a través de las moléculas simétricas diatómicas tales como el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno; así pues, no hay absorción de calor por el aire excepto a través de sus componentes tangibles o contaminantes, tales como vapor de agua, monóxido de carbono, dióxido de carbono o hidrocarburos. En general la concentración de estos componentes del aire que pueden absorber calor es tan baja que la radiación total absorbida apenas tiene importancia. Por lo tanto la calidad y cantidad de la radiación calorífica depende exclusivamente de la temperatura del cuerpo radiante y de las dimensiones de la superficie radiante. Si una parte de esta radiación quedara dentro del espectro visible, se produce la luz, y el proceso se llama incandescencia. La propagación de los incendios forestales por radiación es muy sensible a la humedad relativa puesto que el vapor de agua absorbe la radiación infrarroja.

La energía radiada se mueve en línea recta. Evidentemente, el calor absorbido a partir de una fuente de pequeña dimensión será mucho menor que la misma cantidad de calor absorbida a partir de una superficie radiante amplia, siempre y cuando el cuerpo que la absorba posea también una superficie de dimensiones apreciables.

La radiación se encuentra principalmente en las regiones rojas e infrarrojas del espectro. Sus cualidades de absorción y refracción difieren algo de las de la luz del sol porque esta se compone de todos los colores del espectro. La radiación se puede detener por cuerpo opaco; así, para proporcionar una protección temporal en las superficies combustibles situadas debajo de una estufa se colocan planchas de metal en el suelo o en las paredes expuestas. El cristal y el vidrio ordinario, al ser transparentes no pueden detener apreciablemente la radiación.

### FUENTES DE ENERGIA CALORIFICA O FUENTES DE IGNICION.

Como la prevención y extinción del fuego dependen del dominio que se ejerza sobre la energía calorífica, es importante conocer las formas más comunes en que se produce dicha energía. Existen básicamente cuatro fuentes de energía calorífica: Química, eléctrica, mecánica y nuclear.

Energía Calorífica Química. Las reacciones de oxidación generalmente producen calor. Estos son los tipos de fuente de calor que constituyen el principal interés del ingeniero dedicado a la protección contra incendios.

**Calor de Combustión.**- El calor de combustión es la cantidad de calor emitido durante la oxidación completa de una sustancia; es decir, la conversión de la misma en dióxido de carbono y agua. El calor de combustión, generalmente llamado calorífico o valor combustible, depende del tipo y número de los átomos de la molécula, así como su disposición. Generalmente se expresa en Btu/libra o en calorías por gramo. Los valores caloríficos se emplean para calcular la carga de fuego, pero no indican necesariamente la intensidad relativa del fuego de los materiales puesto que ésta depende de la geometría y dinámica del incendio en el material de que se trate, así como de la cantidad total de calor producido. La intensidad del fuego puede definirse como la tasa de liberación de calor por unidad de volumen de la zona en combustión.

El hecho de que el calor se produzca por oxidaciones incompletas o parciales, que sucedan en algunas etapas de casi todos los fuegos accidentales y en el calentamiento espontáneo por oxidación, es también de interés para el ingeniero especialista en protección contra incendios. En caso todos los compuestos de carbono e hidrógeno, o de carbono, hidrógeno y oxígeno (con lo cual se incluyen las sustancias de origen vegetal o hidrocarburos), el calor de la oxidación, tanto si es completo o parcial, depende del oxígeno consumido.

En esta clase de sustancias comunes (madera, algodón, azúcares y aceites vegetales o minerales), el calor de la oxidación es de aproximadamente 4,778 kcal por metro cúbico (537 Btu por cada pie cúbico) de oxígeno consumido, independientemente del que se desprenda de la combustión completa de la sustancia. Por esta razón, el calor producido por un fuego o por el calentamiento espontáneo debido a la oxidación viene limitado por el suministro de oxígeno en cada caso.

**Calentamiento Espontáneo.**- El proceso de aumento de temperatura de una material dado sin que para ello extraiga calor de su entorno se llama calentamiento espontáneo. El calentamiento espontáneo de un material hasta su temperatura de ignición tiene por resultado la ignición espontánea o la combustión espontánea. Las causas fundamentales del calentamiento espontáneo son pocas, pero las condiciones bajo las cuales éstos factores fundamentales operan hasta llegar a plantear una situación peligrosa son muchas y muy variadas.

Hay tres circunstancias que tienen una relación con la peligrosidad del calentamiento - originado por la reacción de oxidación, que son: la cantidad de aire disponible, la tasa de generación de calor y las propiedades aislantes del entorno inmediato.

Prácticamente todas las sustancias orgánicas expuestas a la atmósfera que sean capaces de combinarse con oxígeno se oxidan a cierta temperatura crítica con desprendimiento de calor. La tasa de oxidación a temperaturas normales es generalmente tan baja que el calor que se desprende se transfiere al entorno inmediato a la misma velocidad que se forma, con el resultado de que no existe aumento de temperatura en el material combustible sujeto a la oxidación. Sin embargo, esta afirmación no es válida para todos los materiales combustibles, puesto que ciertas reacciones de oxidación a temperaturas normales (por ejemplo, la reacción del polvo de zirconio) genera calor más rápidamente de lo que se puede disipar, con el resultado de la ignición espontánea.

Debe disponerse de suficiente cantidad de aire para permitir la oxidación, aunque no tanta como para que el calor se elimine por convección a la misma velocidad que se forma.

Un trapo empapado de aceite vegetal, que podría calentarse espontáneamente estando situado en el fondo de un cubo de basura, normalmente no se calentaría si estuviera colgado en un tendedero donde el movimiento del aire eliminaría el calor. Debido a la gran cantidad de posibles combinaciones de los factores interconectados de suministro de aire y aislamiento, es imposible predecir con exactitud en que condiciones puede calentarse espontáneamente un material.

En presencia de aire, las sustancias objeto de oxidación comienzan a formar productos de oxidación parcial que pueden actuar como catalizadores de la oxidación. Por ejemplo, el aceite de oliva rancio, expuesto al aire, se oxida a una velocidad mayor que el aceite fresco que no ha sido expuesto al aire. La adición de calor puede iniciar un calentamiento espontáneo en algunos materiales combustibles que no están sujetos a este fenómeno de temperaturas ordinarias. En estos casos, el precalentamiento aumenta la tasa de oxidación lo suficiente para que el calor se produzca a más velocidad de la que se pierde.

Muchos incendios han comenzado por el calentamiento espontáneo de espuma de caucho después de su precalentamiento en un secador.

La oxidación bacteriana es causa corriente del calentamiento de las cosechas agrícolas - por ser el calor uno de sus productos. Puesto que la mayor parte de las bacterias no sobreviven a temperaturas muy superiores a 70 u 80°C, se cree que el calentamiento continuado de los productos agrícolas hasta alcanzar su temperatura de ignición podría deberse a la oxidación rápida iniciada a continuación de un precalentamiento bacteriológico. El contenido de humedad de los productos agrícolas tiene una definida influencia en el riesgo de calentamiento espontáneo. El heno húmedo o curado indebidamente tiende a calentarse dentro de los pajares. La experiencia indica que el calentamiento puede producir la ignición en un período de entre dos y seis semanas después del almacenamiento.

Calor de descomposición. Es el desprendido por la descomposición de compuestos que requieren la presencia de calor durante su formación. Como la mayor parte de los compuestos químicos se producen por reacciones exotérmicas, el calor de descomposición no es un fenómeno muy común. Cuando comienza la descomposición por calentamiento por encima de la temperatura crítica, dicha descomposición continúa por sí sola con liberación de calor. El nitrato de celulosa es muy bien conocido por su tendencia a descomponerse con liberación de peligrosas cantidades de calor. La acción química responsable del efecto de muchos de los explosivos militares o comerciales es la rápida descomposición de un compuesto inestable.

Calor de disolución. Es el que se desprende al disolverse una sustancia en un líquido. La mayor parte de las materias emiten calor al disolverse, aunque su cantidad no es generalmente suficiente para que tenga algún efecto significativo en lo que respecta a la protección contra incendios. Algunos productos químicos (tales como el ácido sulfúrico concentrado) emiten calor en cantidades que pueden llegar a ser peligrosas. Los productos químicos que reaccionan en el agua de esta manera no son combustibles por sí mismos, pero el calor liberado puede ser suficiente para producir la ignición de algún material combustible próximo.

Energía Calorífica de origen Eléctrico. La energía eléctrica produce calor cuando fluye por un conductor o salta una chispa debido a una discontinuidad de la conducción.

En el proceso del flujo de la corriente a través de un conductor, los electrones van pasando de átomo en átomo dentro del mismo con frecuentes colisiones entre las partículas atómicas que se encuentran en el camino. Los mejores conductores, como el cobre y la plata, contienen sus electrones externos más fácilmente eliminables, de modo que la fuerza o voltaje necesario para establecer o mantener una unidad de corriente eléctrica a través del conductor es menor que en otras sustancias compuestas de átomos con enlaces más fuertes. Así, la resistencia eléctrica de cualquier sustancia depende de sus características atómicas y moleculares y es proporcional a la energía necesaria para mover cualquier unidad de cantidad de electrones a través de la sustancia, venciendo las fuerzas de colisión y captura de electrones. Este gasto aparece en forma de calor!

Calentamiento por resistencia. Cuando la tasa de generación de calor es proporcional a la resistencia y al cuadrado de la corriente, se llama calentamiento por resistencia. Puesto que la temperatura del conductor resultante del calentamiento por resistencia depende de la disipación de calor a su entorno, los cables desnudos pueden portar mayor corriente que los provistos de aislamiento sin calentarse de forma peligrosa, y los alambres individuales pueden portar más corriente que los múltiples o los que están fuertemente agrupados.

El calor generado por las bombillas incandescentes o infrarrojas se debe a la resistencia de sus filamentos. Para fabricar filamentos capaces de calentarse al blanco en las lámparas incandescentes se emplean materiales con un punto de fusión muy alto y su destrucción por la oxidación se impide por medio del vacío parcial de la bombilla y la supresión del oxígeno.

Calentamiento por inducción. Cuando se someten átomos a gradientes de potencial eléctrico, la disposición del átomo se distorsiona, con lo que los electrones muestran una tendencia a dirigirse al potencial positivo mientras que los protones la manifiestan en dirección opuesta. Esto es válido tanto si el potencial aplicado externamente se origina de una batería o generador como si es el resultado de un campo magnético.

Siempre que un conductor esté sujeto a la influencia de un campo magnético fluctuante o alterno, o entre en actividad a través de las líneas de fuerza de un campo magnético, aparecen en él diferencias de potencial que dan como resultado un flujo de corriente con calentamiento por resistencia en el conductor. Ante estos potenciales rápidamente cambiantes o alternantes se gasta mayor cantidad de energía y al cambiar la polaridad aparece una energía calorífica debida a la distorsión mecánica y eléctrica de la estructura molecular. Este último tipo de calentamiento aumenta con la frecuencia de la alternación.

Una forma útil de calentamiento por inducción se crea al pasar una corriente alterna de alta frecuencia a través de una espiral que rodea al material a calentar.

Calentamiento Dieléctrico. Como los materiales aislantes disponibles distan de ser perfectos, cuando se someten a tensiones importantes, siempre hay una cierta cantidad de flujo de corriente. Este flujo se denomina corrientemente pérdida, fuga o filtración de corriente y desde el punto de vista de la generación de calor no suele ser importante. Sin embargo, si el material aislante no fuese apto para el servicio que se le exige o, por razones de economía, ahorro de espacio o con el objeto de intentar lograr la máxima capacidad de un condensador, este material aislante fuese demasiado delgado, las corrientes filtradas podrían exceder los límites de seguridad con el resultado de un calentamiento inicial, un deterioro consiguiente del material y su destrucción final.

Si se inserta un material no conductor en el espacio de aire existente entre dos placas de un condensador, puede calentarse por el flujo de corriente que pasa a través del mismo.

Calor debido al arco eléctrico. El arco eléctrico se produce cuando un circuito eléctrico que porta corriente se interrumpe, tanto si esta interrupción es intencional (interruptor de cuchilla) como si es accidental (cuando se suelta un contacto o terminal). La formación de arco eléctrico es especialmente grave cuando se produce en motores u otros circuitos inducidos. La temperatura de los arcos eléctricos es muy alta y el calor emitido puede ser suficiente para producir la ignición del material combustible o inflamable que puede haber en sus cercanías. En algunos casos, el arco puede fundir el conductor, dando por resultado que el metal fundido se esparza. Un requisito para que un circuito eléctrico pueda considerarse intrínsecamente seguro es que el arco producido por una interrupción accidental de la corriente no desprenda suficiente energía para causar la ignición de las atmósferas peligrosas en las que el circuito está instalado.

Energía calorífica de origen mecánico. La energía calorífica de origen mecánico es responsable de un importante número de incendios todos los años. El calor generado por la fricción produce la mayor parte de estos incendios aunque hay unos pocos y notables ejemplos de ignición por energía calorífica mecánica desprendida por compresión.

Calor por Fricción. La energía mecánica empleada para vencer la inercia de sólidos en contacto entre sí, se llama calor por fricción. Cualquiera fricción genera calor. El peligro depende de la cantidad de energía mecánica transformada en calor y de la tasa de generación calorífica. Algunos ejemplos de calor por fricción pueden ser el causado por la fricción de una banda de transmisión que se desliza sobre la polea y las partículas metálicas calientes despididas cuando una pieza de metal se introduce en un molino de afilar.

Chispas de Fricción. Cuando dos superficies duras, una de las cuales al menos es metálica chocan entre sí, este impacto produce chispas, llamadas de fricción, que pueden producir incendios. Ejemplos de chispas de fricción a las que se les atribuye la responsabilidad de algunos incendios son las producidas por la caída de herramientas al golpear alguna pieza de maquinaria o de tubería, o por la fricción de virutas o polvo metálico en los talleres de afilar, así como la fricción de los clavos de las suelas sobre un piso de hormigón. Aunque la temperatura necesaria para alcanzar la incandescencia varía según los metales, en la mayor parte de los casos esta muy por encima de las temperaturas de ignición de los materiales inflamables; por ejemplo, la temperatura de una chispa despedida por una herramienta de acero llega a los  $745^{\circ}\text{C}$ ; las chispas de las aleaciones de cobre y níquel con pequeñas cantidades de hierro pueden estar muy bien por encima de los  $130^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo, la posibilidad de ignición de una chispa depende de su contenido total de calor. Así pues, el tamaño de la partícula tiene un efecto pronunciado sobre la ignición iniciada por la chispa. El peligro práctico que representan las chispas de origen mecánico está limitado por el hecho de que generalmente son muy pequeñas y con un contenido calorífico total muy bajo, aunque su temperatura muy bien puede llegar a los  $590^{\circ}\text{C}$  o más. Como se enfría muy rápidamente, solo son capaces de iniciar un incendio en condiciones muy favorables, tales como su caída en sobre algodón seco, polvo combustible o materiales explosivos. Las partículas de metal de mayores dimensiones, capaces de retener el calor durante más tiempo, no se calientan generalmente hasta temperaturas peligrosas. Aunque frecuentemente se exagera el riesgo de ignición de los vapores o gases inflamables por las chispas de fricción, en aquellas zonas donde pueden estar presentes líquidos inflamables, gases o vapores es preferible evitar el empleo de ruedas de afilar y otras fuentes de chispas mecánicas.

El níquel y el bronce comportan un riesgo mínimo por chispas; el acero inoxidable tiene también mucho menor potencial de despedir chispas que las herramientas normales de acero. Existen herramientas especiales de cobre-berilio y otras aleaciones destinadas a minimizar el riesgo de producción de chispas, para su uso en áreas de alto riesgo.

Sobrecalentamiento de la maquinaria. El sobrecalentamiento de la maquinaria es un término referido a los incendios causados por el calor que resulta del rodamiento, deslizamiento o fricción de la maquinaria o entre dos superficies duras, al menos una de las cuales es metálica generalmente. Las fuentes de ignición en este caso son los cojinetes recalentados de la maquinaria giratoria y las bandas de transmisión que se recalientan en su deslizamiento sobre la polea.

Calor por Compresión. Es el que se desprende de la compresión de un gas. También se denomina Efecto Diesel. El hecho de que la temperatura de un gas aumente cuando se le comprime ha encontrado aplicación práctica en los motores diesel, en los que el calor de la compresión elimina la necesidad de un sistema de ignición por chispas. Inicialmente se comprime el aire en el cilindro de estos motores y a continuación se inyecta un chorro de aceite combustible en el interior del aire comprimido. El calor que se desprende al comprimirse el aire basta para que el aceite entre en ignición.

La explicación más lógica que se ha podido encontrar para explicar dos grandes explosiones que tuvieron lugar en dos portaaviones fue la ignición por compresión de una mezcla de aire comprimido y aceite en los motores de las catapultas. Los ensayos han demostrado que, cuando un chorro de aire comprimido se dirige a la cavidad de un bloque de madera, ésta puede entrar en ignición. Apparently, las ondas de compresión que se forman en la cavidad se convierten en calor, que aumenta la temperatura de la madera a su punto de ignición. Sustituyendo la madera por conexiones de tubería, se puede también lograr la ignición de una fina capa de aceite colocada en el interior de esas conexiones.

Energía calorífica de origen nuclear. La energía calorífica nuclear es la que despiden el núcleo de un átomo. Este núcleo se compone de materias muy unidas por tremendas fuerzas, que pueden liberarse cuando se le bombardea con partículas. La energía nuclear se desprende en forma de calor, presión y radiación nuclear. En la fisión nuclear, dicha energía se desprende por la fractura del núcleo, mientras que en la fusión nuclear lo hace por la unión de dos núcleos. La energía desprendida por el bombardeo del núcleo es generalmente un millón de veces mayor que la desprendida por las reacciones químicas ordinarias. El desprendimiento de grandes cantidades de energía calorífica nuclear da por resultado una explosión atómica, mientras que el regulado se convierte en una fuente de calor para empleo cotidiano, como por ejemplo la generación de vapor para estaciones generadoras de electricidad.

## PRODUCTOS DE LA COMBUSTION Y SUS EFECTOS SOBRE LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS.

Los productos de la combustión pueden dividirse en cuatro categorías: gases de la combustión, llamas, calor y humo. Estos productos tienen múltiples efectos fisiológicos sobre los seres humanos, siendo los más importantes las quemaduras y los efectos tóxicos que resultan de la inhalación del aire caliente y de los gases.

Gases de combustión. Esta expresión designa los gases que permanecen en el aire al reducirse los productos de combustión a sus temperaturas normales. La mayor parte de las materias combustibles contienen carbono y, al quemarse, forman anhídrido carbónico si la concentración de aire es suficiente, pero pueden formar el peligroso monóxido de carbono si dicha concentración es pobre. En general, salvo cuando ya hay previamente una mezcla de aire y combustible, la concentración de aire en la zona suele ser baja. Por lo demás, al quemarse los materiales pueden formarse también otros gases, como anhídrido sulfuroso, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, cianuro de hidrógeno, óxidos nítricos y nitroso, fosgeno y cloruro de hidrógeno. El tipo de gases que se forme en un incendio depende de muchos factores, siendo los principales la composición química del material en combustión, la cantidad de oxígeno disponible para la combustión y la temperatura.

Toxicidad de los gases de combustión. Aunque no existen estadísticas exactas sobre las verdaderas causas de todas las muertes debidas al fuego, se reconoce en general que, en los incendios, los fallecimientos producidos por inhalación de gases o aire caliente son mucho más numerosos que el total de muertes debidas a todos los demás agentes en conjunto. Los estudios de los fuegos que han costado gran número de vidas revelan que, prácticamente en todos los casos, la causa principal de las pérdidas humanas es la inhalación de gases calientes tóxicos o pobres en oxígeno.

Son varios los factores que determinan la toxicidad de los productos de la combustión sobre el ser humano, como la concentración de los gases en el aire, la duración de la exposición a los mismos y el estado físico de las personas. Casi sin excepción, el análisis de estos gases revela la presencia de varios de ellos simultáneamente. Diversos ensayos demuestran que el efecto combinado será mayor que la suma de los efectos de cada uno por separado. Se ha comprobado, por lo demás que los efectos tóxicos de los gases sobre las personas se intensifica durante los incendios porque el ritmo respiratorio se hace más rápido a causa del esfuerzo, el calor y el exceso de anhídrido carbónico. En tales condiciones, las concentraciones gaseosas que ordinariamente se considerarían inofensivas pueden resultar peligrosas. Las investigaciones al respecto han demostrado que la causa principal de muerte en los incendios son los siguientes gases: Monóxido de carbono, anhídrido carbónico, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, dióxido de nitrógeno y fosgeno.

Monóxido de carbono. El monóxido de carbono, principal peligro en la mayor parte de los incendios, no es el más tóxico pero sí uno de los más abundantes. En condiciones de incendio controladas, el carbono de la mayor parte de las materias orgánicas puede oxidarse por -

completo y convertirse en anhídrido carbónico si hay suficiente oxígeno. Pero como las condiciones son incontroladas en un fuego accidental la disponibilidad de oxígeno no es siempre óptima, parte del carbono se oxida incompletamente y se convierte en monóxido de carbono. En un fuego encerrado, sin llamas, la proporción de monóxido de carbono respecto al anhídrido carbónico es en general mayor que en un fuego que arde con abundantes llamas y que esté bien ventilado.

El monóxido de carbono envenena por asfixia, se combina con la hemoglobina para formar la carboxihemoglobina a una velocidad de 210 veces mayor que el oxígeno. De este modo arrebatada rápidamente a la sangre el oxígeno que el cuerpo necesita. Simultáneamente, impide que la sangre elimine los residuos de anhídrido carbónico que normalmente lleva de vuelta a los pulmones. Este tipo de acción hace que sea peligroso a concentraciones relativamente bajas. La exposición a una concentración de 0.15% durante una hora o de 0.05% durante tres horas es peligrosa para la vida. La exposición a 1.3% puede causar la pérdida del conocimiento en solamente dos o tres inhalaciones y la muerte en pocos minutos. Existen muchos factores tales como el agotamiento físico, el calor y la presencia de anhídrido carbónico y otros gases tóxicos puede afectar a la cantidad de monóxido de carbono tolerable sin causar pérdida del conocimiento, lesiones o muerte. En la tabla siguiente indica las relaciones entre el monóxido de carbono y la carboxihemoglobina.

MONOXIDO DE CARBONO Y CARBOXIHEMOGLOBINA<sup>1</sup>

Concentración de monóxido de carbono		Exposición máxima	Niveles aproximados de carboxihemoglobina que se alcanzan, y síntomas correspondientes
Partes por millón (PPM)	%		
50	0.005	8	10 (sin efectos)
200	0.02	2	20 (efectos ligeros)
1,000	0.1	1	40 (efectos graves)
10,000	1.0	1 minuto	20 (muerte)

En un estudio realizado sobre 45 bomberos que habían estado presentes en 15 incendios, se demostró que existían niveles de carboxihemoglobina en un margen comprendido entre el 2 y el 28%. En 33 muestras de sangre se apreciaron concentraciones de 5% o más y en dos de ellas del 20% o más; en uno de los incendios, un hombre, que no llevaba máscara, mostró un 12% de carboxihemoglobina al cabo de 10 minutos; otro un 10% al cabo de 10 minutos con máscara de aire puesta y dos minutos sin ella, y un tercero, un 28% de carboxihemoglobina después de 10 minutos sin máscara.

Anhídrido carbónico. Se produce en grandes cantidades en los incendios, y su presencia a altos niveles estimula en exceso el ritmo de la respiración. Esta circunstancia, combinada con la disminución de oxígeno y la presencia de sustancias irritantes en un ambiente incendiado, puede hacer que los pulmones se inflamen como consecuencia del exceso de fluido. Se cree que el ritmo de la respiración aumenta en un 50% ante una concentración del 2% ----

de anhídrido carbónico, y en un 100% ante una concentración del 3%. Con un 5% la respiración se hace dificultosa para algunas personas, aunque hay quienes han permanecido en recintos con concentraciones del 5% hasta una hora sin que se notaran efectos posteriores.

El doctor William D. Claudy informa que concentraciones cercanas al 10% pueden causar la muerte si se respiran más de unos pocos minutos. Puesto que una alta concentración de anhídrido carbónico aumenta el ritmo de la respiración, aumenta simultáneamente el ritmo de inhalación de otros gases tóxicos que pudieran estar presentes y, por tanto, incrementa el peligro de originar fatales consecuencias.

Sulfuro de Hidrógeno. La combustión incompleta de materias orgánicas que contengan azufre produce sulfuro de hidrógeno. Se forma por ejemplo, cuando se quema lana, goma, cueros, carne o cabellos. Este gas se identifica inmediatamente por su olor a huevos podridos. El olor, sin embargo, no representa una garantía de advertencia del peligro. En concentraciones superiores al 0.02% el sentido del olfato humano medio se desensibiliza tan rápidamente que después de unas pocas inhalaciones la presencia del gas no puede detectarse.

La exposición a concentraciones del 0.04% al 0.07% durante más de media hora es peligroso y puede producir síntomas tales como mareos y desarreglos intestinales, así como sequedad y molestias en el sistema respiratorio. En concentraciones superiores al 0.07% en aire, el sulfuro de hidrógeno es muy venenoso y afecta al sistema nervioso, causando casi simultáneamente una respiración acelerada, seguida de parálisis respiratoria. Esta característica indica la vital importancia de tomar medidas protectoras en el instante en que se detecta su presencia.

Anhídrido Sulfuroso. La oxidación completa de materias orgánicas que contengan azufre produce el anhídrido sulfuroso, cuya presencia se delata por un efecto extremadamente irritante en los ojos y en los conductos respiratorios. Las concentraciones de un 0.05% se consideran peligrosas, incluso durante periodos breves. El anhídrido sulfuroso es un producto de la combustión típica de la lana, la goma y algunas maderas; sin embargo, se dice que las cantidades producidas por estos materiales son demasiadas pequeñas para que lleguen a ser tóxicas. El azufre incendiado produce grandes cantidades de este anhídrido.

Amoniaco. El amoníaco se forma durante la combustión de materias que contengan nitrógeno (lana, seda, plásticos, acrílicos y fenólicos y resinas de melamina combinadas con sustancias de relleno). Por emplearse como refrigerante en sistemas comerciales e industriales de frío, el amoníaco constituye un riesgo tóxico potencial, debido a la posibilidad de su escape accidental durante un incendio. Tiene efectos extremadamente irritantes en los ojos, nariz, garganta y pulmones. La exposición a concentraciones del 0.25% al 0.65% de amoníaco en aire durante media hora es suficiente para causar la muerte o lesiones graves.

Cianuro de Hidrógeno. El cianuro de hidrógeno es muy tóxico. Por fortuna, en la mayor parte de los fuegos no es fácil que se produzca en cantidades peligrosas. Se pueden formar cantidades relativamente importantes con la combustión incompleta de ciertos materiales que contienen nitrógeno, tales como la lana, la seda, el uretano, las poliamidas y los acrílicos.

En los incendios de madera y papel tiene lugar también cierta fijación del nitrógeno, al combinarse el nitrógeno atmosférico con el carbono procedente de los materiales en combustión. El cianuro de hidrógeno es un fumigante venenosa y constituye un serio riesgo para los bomberos que trabajan en edificios que hayan sido fumigados con este producto o en los que estén almacenados estos fumigantes. La exposición del 0.3% es fatal. Su característico olor a almendras amargas advierte algunas veces su presencia, pero no puede confiarse en el sentido del olfato, porque ese olor puede estar mezclado y disimulado por otros olores y además el sentido del olfato puede quedar rápidamente afectado.

Cloruro de Hidrógeno. Es un producto de materias plásticas (de la combustión) que contiene cloro. El cloruro de polivinilo es el más importante, porque se emplea mucho como aislante de los conductores eléctricos y otros conductos.

Aunque su inhalación en concentraciones de unas 1500 partes por millón en el aire durante minutos es fatal, el cloruro de hidrógeno tiene un olor fuerte e irritante que nadie tolera voluntariamente. Después de la extinción de un incendio en unos sótanos con instalaciones eléctricas de un edificio de oficinas\* D.C., 31 bomberos tuvieron que recibir tratamiento por lo que parecían ser los efectos de inhalación de cloruro de hidrógeno. Se ha informado de varios casos de corrosión metálica por este gas emitido durante la combustión del cloruro de polivinilo.

\* Washington D.C.

Dioxido de nitrógeno. El dioxido de nitrógeno (peróxido) es extremadamente tóxico; la concentración de este gas en el aire que puede respirarse sin riesgo durante minutos es solamente del 0.0025%. Se forma con otros óxidos de nitrógeno durante la descomposición y la combustión del nitrato de celulosa, así como en los incendios en presencia de nitrato amónico u otros nitratos inorgánicos y cuando el ácido nítrico entra en contacto con materias o metales combustibles. Es difícil identificarlo en los incendios por su color marrón rojizo. El dioxido de nitrógeno tiende a anestesiarse la garganta, de modo que su presencia pasa inadvertida. Sus efectos tóxicos aparecen con retraso, a no ser que la exposición al mismo sea muy grande. En cantidades moderadas, hasta ocho horas después, cuando la respiración comienza a hacerse dificultosa debido a la acumulación de fluido en los pulmones. La recuperación es difícil y a veces acaba en neumonía. La exposición a 0.002 al 0.007% puede ser mortal.

Acroleína. La acroleína es un gas muy tóxico e irritante que se produce durante la combustión de productos petrolíferos, grasas, aceites y muchas otras materias comunes. Aunque solo es un constituyente menor de los gases de combustión, es intolerable para el hombre a concentraciones superiores a 10 partes por millón, es mortal.

Fosgeno. El fosgeno es muy tóxico, pero no suele estar presente o, si lo está, sólo en cantidades menores, en los productos de la combustión de los materiales combustibles ordinarios. Siempre que un compuesto clorado entra en contacto con la llama, uno de los productos de esta combustión es el fosgeno. Por tanto, se produce en los incendios que afectan a plásticos de cloruro de polivinilo o cuando se exponen a las llamas disolventes clorados.

**LLAMAS.** La combustión en una atmósfera con una concentración normal de oxígeno suele ir acompañada por una luminosidad llamada llama. De ahí que la llama se considere como un producto distinto de la combustión. La exposición directa a la llama o al calor radiado de ésta causa quemaduras.

El observador que ve llamas puede estar seguro de que hay un fuego. Muy rara vez se separa la llama de los materiales en combustión a una distancia apreciable. Sin embargo, en ciertos fuegos cubiertos o sofocados, sin llama, pueden producirse calor, humo o gases que sean transportados por las corrientes de aire hasta puntos muy alejados antes de que el fuego llegue a ellos.

**CALOR.** De los productos de la combustión, el calor es el principal responsable de la propagación del fuego en los edificios. Los riesgos fisiológicos por exposición al calor comprenden desde las lesiones leves hasta la muerte. La exposición al aire caliente puede causar directamente deshidratación, agotamiento por el calor, bloqueo de las vías respiratorias debido a la presencia de fluidos y quemaduras. El calor intensifica también el latido cardíaco. Cuando su intensidad excede el umbral de la tolerancia humana, es mortal. Se ha indicado que los bomberos no deben penetrar en atmósferas cuya temperatura exceda de 50 a 55°C sin llevar ropa especial protectora y máscaras. Nadie puede respirar más de dos o tres bocanadas de aire saturado de humedad a estas temperaturas sin sufrir serias consecuencias. En los ensayos realizados de incendios en escuelas de Los Angeles en 1955, se llegó a la conclusión de que la temperatura máxima a que podía estar un pasillo al que entrarán, procedentes de una habitación relativamente fresca, tanto los maestros como los alumnos era de 65°C medidos a 1.5 metros. Este límite se fijó partiendo de la base de que el aire fuera seco y la exposición durara solamente el breve periodo de tiempo necesario para alcanzar la salida.

En los ensayos de incendios realizados por el Consejo nacional de investigaciones del Canadá se llegó a la conclusión de que la temperatura máxima del aire que puede respirarse con esperanzas de supervivencia es de 150°C. Estas temperaturas sólo pueden resistirse durante un periodo muy corto, y nunca en presencia de humedad. Al emplearse agua en la lucha contra el fuego, se produce vapor. Por tanto, la atmósfera en la zona de un incendio es muy posible que esté cargada de humedad.

Las quemaduras causadas por el fuego se clasifican comúnmente como de primero, segundo o tercer grado. Las de primer grado afectan solamente a la capa exterior de la piel y se caracterizan por un enrojecimiento anormal, dolor y, a veces, pequeñas acumulaciones de fluido llamadas ampollas. Las de segundo grado penetran más profundamente en la piel; la zona quemada está húmeda y sonrosada, se forman grandes ampollas y suele observarse una acumulación considerable de fluidos subcutáneos.

Las de tercer grado son las más graves y penetran profundamente debajo de la grasa subcutánea, son generalmente secas, de color blanco perlado con zonas chamuscadas, y no dolorosas porque las terminaciones nerviosas quedan desactivadas.

En los estudios realizados por el Dr K Buettner se ha demostrado que a  $45^{\circ}\text{C}$  se pueden producir quemaduras de segundo grado y dolor intolerable si la piel permanece a esa temperatura durante un periodo de seis horas. En la medida que la temperatura se incrementa, el tiempo necesario para que se produzcan quemaduras de segundo grado disminuye muy rápidamente, llegando a producir quemaduras a  $55^{\circ}\text{C}$  en 20 segundos y a  $70^{\circ}\text{C}$  en un segundo. Hay que considerar, no obstante que antes que la piel reciba suficiente calor para aumentar su temperatura, existen otras características de absorción de calor en el cuerpo humano. En esto se incluye el calor absorbido en la evaporación del sudor, y eliminado por la circulación de la sangre. Si la transmisión de calor por radiación se considera un factor, hay que tener en cuenta la emisividad. El tiempo necesario para aumentar la temperatura corporal dependerá de la temperatura a la que se exponga el cuerpo, que en la mayor parte de los fuegos aumenta rápidamente en los primeros minutos. Si la piel se expone inicialmente a una temperatura muy alta, la temperatura de la piel aumentará rápidamente y más de prisa de lo que pueden entrar en acción las propiedades termoabsorbentes del cuerpo.

No se ha podido fijar el límite mínimo de temperatura en que tiene lugar este efecto. El Dr Buettner afirma que el aire seco y en reposo, calentado entre los  $135^{\circ}\text{C}$  y los  $160^{\circ}\text{C}$  o un calor radiante equivalente, causa un dolor insostenible en la piel desprotegida con bastante anterioridad al colapso total del resto del cuerpo.

El efecto enfriador de la evaporación de la humedad puede contrarrestar el del calor sobre la misma hasta un nivel de  $60^{\circ}\text{C}$ , o más en aire seco. Este límite se reduce al aumentar la humedad del aire. Al proyectarse edificios o vías de escape para situaciones de urgencias, deben calcularse que las vías de salida deben estar protegidas contra las temperaturas ambientales por encima de  $50^{\circ}\text{C}$  a  $65^{\circ}\text{C}$ . Se entiende que estos valores corresponden a la altura del hombro humano y no al nivel del techo, donde las temperaturas son generalmente más altas.

La exposición a temperaturas excesivas durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado (hipertermia) puede producir la muerte sin que aparezcan signos visibles de quemaduras. En estos casos, el cuerpo absorbe el calor a mayor velocidad de lo que puede disipar por la vaporización de la humedad superficial y la radiación interior, con lo cual la temperatura general del cuerpo se eleva por encima de lo normal alterando particularmente los centros nerviosos del cerebro. Antes del fallecimiento es frecuente el shock clínico (supervivencia de más de tres horas) que puede aparecer con posterioridad a la exposición al calor, a la exposición a productos irritantes, o a una deficiencia en oxígeno con exceso de monóxido de carbono.

Una persona expuesta a un calor excesivo puede fallecer si éste llega a los pulmones con suficiente rapidez para causar una grave caída de la tensión arterial y paro cardíaco, debido principalmente al colapso de los capilares sanguíneos. Este estado puede producirse también en presencia de grandes cantidades de productos irritantes tales como ácido acético o sulfúrico y aldehídos como la acroleína.

HUMO El humo es una materia formada por diminutas partículas sólidas y vapor condensado. Los gases procedentes de la combustión de materias de uso común, como la madera, contienen vapor de agua, anhídrido carbónico y monóxido de carbono; en las condiciones normales de escasez de oxígeno que se producen en un incendio y que dificultan la combustión completa, hay también metano, metanol, formaldehído y ácidos fórmico y acético. Estos gases suelen producirse a partir de la materia combustible y a la velocidad suficiente para portar pequeñas gotas de brea inflamable que aparecen como humo. La descomposición de estas breas da lugar a la formación de partículas de carbono, que suelen estar presentes también en los gases procedentes de la combustión de petrolíferos, particularmente de los aceites pesados y de los destilados.

Estas partículas de carbón y brea son visibles y los gases de la combustión que las portan son los que se denomina humo. Algunos de estos gases, como los óxidos de nitrógeno, y en ciertos casos el vapor condensado y otros líquidos pulverizados, contribuyen además a su visibilidad. Hay, ciertamente, circunstancias en que los materiales se queman sin efectos visibles; pero el humo acompaña generalmente al fuego y, al igual que la llama, es una prueba visible de su existencia.

Las propiedades tóxicas y térmicas de los gases de combustión pueden causar lesiones o la muerte, pero las partículas sólidas y líquidas en suspensión en ellos, producen también efectos nocivos. Estas partículas pueden ser de color, dimensiones o cantidades tales que oscurezcan el paso de la luz y, por lo tanto, obstruyan la visibilidad, impidiendo la identificación de las salidas o sus señalizaciones. La formación de grandes cantidades de partículas en suspensión en el humo, suficientes para hacer inoperantes las vías de escape, puede ser muy rápida. Tal como se demostró en casi todos los ensayos realizados en las pruebas de incendio de escuelas de Los Angeles, el humo de fuegos incendiados en el sótano medido en los pasillos superiores alcanzó niveles intolerables antes de la temperatura alcanzara los valores límite. En estos ensayos el humo se consideró, en lo relativo a la visibilidad y a los efectos irritantes, como la principal amenaza para la vida. Con frecuencia actúa como advertencia anticipada de la existencia del fuego y simultáneamente contribuye a crear condiciones de pánico colectivo por la propia naturaleza de sus efectos cegadores e irritantes. Las partículas en suspensión en el humo pueden ser irritantes si se respiran y una exposición prolongada a ellos puede causar lesiones a los sistemas respiratorios.

Si se aloja en los ojos, producen lagrimeo que, a su vez dificultan la visión. Cuando se alojan en los orificios de la nariz y en la garganta pueden producir estornudos y tos en unos momentos en que la persona afectada tiene necesidad de recurrir a todas sus facultades. Además pueden enfriarse en las corrientes de aire hasta el punto en que se condensen los vapores de agua, ácidos, y aldehídos que contienen. Al respirarse estas partículas cargadas de humedad, pueden transportar al sistema respiratorio líquidos venenosos o al menos irritantes de composición indeterminada. Así mismo pueden causar lesiones a la vista.

INSUFICIENCIA DE OXIGENO. Cuando el contenido de oxígeno del aire desciende desde su nivel normal de aproximadamente un 21% a un 15%, la destreza muscular de la persona queda disminuida (anoxia); si se desciende más (entre el 14 y 10%) la persona, todavía conciente, es incapaz de razonar juiciosamente aunque la víctima no lo perciba y se cansa rápidamente; si se desciende entre el 10 y el 6%, la persona pierde el conocimiento, aunque aún es posible revivirle con aire fresco y oxígeno. Durante los periodos de esfuerzo físico y el agotamiento consiguiente, las demandas de oxígeno aumentan, con lo que pueden aparecer síntomas de deficiencia de oxígeno a porcentajes mucho más altos.

### IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES.

La identificación de las necesidades en ocasiones es una labor de las dos partes (cliente y proveedor), en otras, el cliente tiende a delegar toda la responsabilidad del proyecto directamente o a través de un tercero al proveedor.

En el primer caso, el cliente aporta ideas, necesidades, inquietudes acerca de lo que desea para su edificio, esto se combina con la experiencia del proveedor y se llega a tener una idea bastante general que proporciona las bases suficientes para elaborar un anteproyecto. En el segundo caso, que quizás es el más frecuente, el cliente ya sea directamente o a través de un tercero delega toda la responsabilidad de un anteproyecto y propuesta económica (cotización) al proveedor. Esta alternativa se da básicamente porque existe un pleno desconocimiento de los sistemas de seguridad y detección contra incendio de parte del cliente e incluso de los terceros, formados generalmente por constructoras, coordinadoras de obra o contratistas. En esta segunda alternativa se corre el riesgo si no se toman las medidas básicas pertinentes en contratar; se llega en ocasiones a Empresas poco profesionales, sin experiencia en el campo de este tipo de sistemas, dando como consecuencia proyectos inconclusos, implementados pero que nunca llegan a funcionar adecuadamente con todas las consecuencias que ello implica para el cliente y para el proveedor. Estas situaciones aunque parecieran ser poco probables, suceden en nuestro medio.

Una variante de esta segunda alternativa, se presenta cuando el cliente contrata los servicios de un asesor o consultor en este tipo de proyectos. En estos casos el consultor elabora lo que es un proyecto y lo presenta a diferentes proveedores para que éstos den sus mejores propuestas económicas. Existe otra variante que es la siguiente; existen empresas que tienen una infraestructura técnica humana lo suficientemente capaz como para elaborar proyectos completos a detalle de estos sistemas, los cuales son posteriormente sacados a concurso con diferentes proveedores; en este caso se encuentra por dar un ejemplo, Petróleos Mexicanos.

En el caso del proyecto de Bolsa Mexicana de valores existen tres partes que participan, que son: el cliente directo que es Bolsa Mexicana, una empresa coordinadora de toda la obra y el proveedor que es Honeywell.

En este proyecto como se procedió fue de la siguiente manera; La coordinadora de obra nos llamó para sostener las primeras pláticas acerca de la necesidad de implementar un sistema de detección contra incendio para el edificio de Bolsa Mexicana, después de estas primeras reuniones la coordinadora solicita a Honeywell la elaboración de un proyecto, para tener una idea bastante precisa de la dimensión del mismo, alcance y obviamente tener una idea de la inversión económica que es necesario hacer.

### Elaboración de un Anteproyecto de Detección Contra Incendio.

La elaboración de un anteproyecto de estos sistemas tiene como se comentó anteriormente dos objetivos básicos: el primero y más importante es proporcionarle al cliente o usuario directo una idea de la dimensión del anteproyecto, es decir el posible costo del sistema y el segundo definir el alcance técnico del mismo o configuración del sistema.

Para la elaboración del anteproyecto se solicitó a Bolsa Mexicana de Valores un juego de copias de los planos en planta arquitectónicas escala 1:100 de todos los niveles del edificio, a partir del momento que se recibieron los planos se procedió a lo siguiente:

- a) Localización del equipo de campo.
- b) Configuración general del sistema.

Localización del equipo de campo. Esta etapa consistió en la ubicación del equipo de campo en las diferentes áreas de los diferentes niveles en función de sus especificaciones, necesidades del cliente y experiencia del proveedor. En esta etapa cuando los edificios a proteger se encuentran completamente edificados o incluso ocupados; la localización de equipo se complementa con visitas y recorridos físicos a todas las áreas del edificio para verificar que la información que se encuentra en los planos es la misma que se ve en campo.

En ocasiones sucede que en los planos aparecen áreas denominadas en forma genérica bodegas, o almacenes, desconociendo el proyectista el tipo de material que se va almacenar en dicho lugares, originando que se pueda aplicar un tipo de detector de humo, por ejemplo, no adecuado a las necesidades, si se trata de una bodega de utensilios de limpieza materiales eléctricos, productos químicos, en cada caso se requerirá de consideraciones diferentes. El edificio de Bolsa Mexicana de Valores se encuentra a la fecha en los inicios de la obra negra (obra civil) en los primeros niveles, por lo que la mayor parte del trabajo se realizó exclusivamente en planos y a base de constantes consultas con los proyectistas arquitectónicos. En este tipo de circunstancias es muy frecuente que se presente la situación de que a pesar de que el proyecto arquitectónico está ya concluido, la obra iniciada, existen áreas que aún no están definidas, esto es, no se sabe si van a ser asignadas a oficinas, a bodegas, que tipo de mobiliario va ir, (este es el caso de los dos niveles de Clubs del edificio), se desconocen también si las oficinas son privadas, abiertas del tipo modular, etc., todos estos factores se deben considerar y prever en el momento de la ubicación física de los dispositivos en planos. En base a todas las consideraciones anteriores, necesidades del cliente y especificaciones del equipo se llegó a la siguiente definición del equipo de campo:

- detectores de humo tipo ionización.
- detectores de humo tipo fotoeléctrico.
- detectores de temperatura.
- estaciones manuales.
- alarmas audiovisuales.

### Criterios de selección del equipo.

Detectores de humo tipo ionización.- Este tipo de detector es muy útil para aplicaciones generales. por su versatilidad y amplio espectro de aplicaciones es el tipo de detector más usado en la actualidad. Tiene la ventaja de sensar partículas combustibles desde la etapa incipiente del fuego. Para fines prácticos su cobertura es del orden de 70 a 80m<sup>2</sup> para alturas que van entre los 3 y 4 metros. Considerando en este caso que el edificio está siendo construido para alojar oficinas y como consecuencia la mayor parte del material combustible es identificado, el detector de ionización es el adecuado para este caso. Para mayores detalles técnicos de este detector y de los demás dispositivos ver la sección 3.3 y 3.4 del capítulo I.

Se está considerando este tipo de detector para los 11 niveles de oficinas, planta baja, piso de remates, consejo, dirección y las dos plantas de club. En los 5 niveles de estacionamiento no se consideró ningún tipo de detector debido a que en esta área siempre existirán productos de la combustión de los autos en el medio ambiente generando falsas alarmas en los detectores de humo, otro inconveniente es que los estacionamientos a pesar de ser áreas techadas están normalmente abiertas, es decir, existen flujos de aire considerable que pueden transportar polvo originando también falsas alarmas.

Detector de Humo tipo Fotoeléctrico.- Este tipo de detector sensa partículas de la combustión ligeramente superiores a las que sensa el detector por ionización. por sus características técnicas de operación se recomienda su aplicación para casos más específicos como por ejemplo, centros de cómputo y áreas donde existen grandes concentraciones de material eléctrico. El forro de la mayoría de los conductores eléctricos es a base de PVC (cloruro de polivinil) este material al incendiarse genera partículas de humo las cuales se juntan de manera inmediata formando pequeños conglomerados de humo, este tipo de humo aunque puede ser sensado por el detector de ionización, su respuesta es muy lenta por lo que el detector adecuado para este tipo de aplicaciones es el fotoeléctrico.

El detector fotoeléctrico se está aplicando en las áreas de subestación y cuarto de máquinas de los elevadores.

Detector de temperatura. Este detector funciona en base a una temperatura fija, en realidad está determinada por un elemento fusible, el cual al llegar a su temperatura de operación, se funde el elemento y se abre el circuito generando una alarma. Este tipo de detector se usan en aplicaciones específicas y un tanto extremas. En este edificio se están proyectando para los cuartos de las manejadoras de aire acondicionado (UMA), estas se encuentran en cada nivel de las plantas proyectadas para oficinas. El ambiente de estos cuartos suele ser generalmente sucio, no a un grado extremo pero sí al de encontrar bastante polvo muy fino en el ambiente y también existe mucho aire, ambos factores pueden generar falsas alarmas en otro tipo de detector que no sea el de temperatura.

Estación manual. Este tipo de dispositivo tiene una función complementaria en los sistemas de detección contra incendio, su función es generar una alarma de manera manual, este dispositivo en si es un interruptor en el circuito, de tal manera que cuando se acciona la estación manual, el circuito se abre generando una alarma. Este tipo de dispositivos van instalados siempre en las escaleras de emergencia, en las salidas de emergencia y en los pasillos que conducen a los mismos. Al presentarse un incendio el primer impulso de las personas es correr hacia las vías de escape que generalmente son las escaleras y donde normalmente se encontrarán las estaciones manuales para ser accionadas.

Alarma Audiovisual. Este es un dispositivo que tiene la función básica de alertar o advertir la existencia de un problema, ya sea en el nivel específico donde esta funcionando o en cualquier otro nivel. Este dispositivo esta formado dos secciones; la parte audible y la parte luminosa. La parte audible es una señal del tipo sirena, pero con una señal codificada de acuerdo a las normas de la NFPA para los sistemas de detección contra incendio, su nivel de ruido es del orden de los 85 a los 92 dbs. la parte luminosa es una luz estroboscópica que funciona de manera intermitente de tal forma que inmediatamente llama la atención de las personas que estén alrededor de la misma; ambas secciones funcionan simultáneamente cuando la alarma ha sido activada.

Las alarmas audiovisuales se proyectan siguiendo un criterio similar al de las estaciones manuales, se proyectan en las salidas de emergencia y escaleras cumpliendo así su función de advertir e indicar que el lugar donde están instaladas son las vías de emergencia.

Con este último dispositivo quedó definido todo lo referente al equipo de campo a nivel de anteproyecto.

Configuración general del sistema. El objetivo de esta etapa es definir la configuración del tablero central. Para conseguir los anterior hay que definir la cantidad de zonas de detección, y las zonas de las alarmas audiovisuales. Para los fines que se perseguían en el ante proyecto se zonificó de tal manera que no se invertiera mucho tiempo en detalles, sin perder de vista una aproximación del orden del 90% en la configuración del tablero y de todo el sistema. El procedimiento de zonificación se explica más adelante.

Con esta última etapa quedó básicamente concluido el anteproyecto, el cual fue entregado al cliente para su revisión, modificación, adiciones y aprobación. Este proceso tomó 3 semanas en este lapso se sostuvieron juntas entre el proveedor y el cliente para definir cambios y adiciones al proyecto. Después de estas tres semanas se aprobó la elaboración del proyecto con las adiciones siguientes:

- 1) Integrar una alarma audiovisual a cada baño en los niveles de oficinas.
- 2) Instalar un detector de humo para ducto en cada manejadora de aire,
- 3) Enviar una señal del tablero central para arrancar un ventilador instalado en la parte superior del tiro vertical de los elevadores en caso de incendio.
- 4) Incorporar al anteproyecto un sistema de intercomunicación.

## SOLUCIÓN PROPUESTA

### Elaboración del proyecto de Detección contra Incendio e Intercomunicación.

Para la elaboración del proyecto se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Elaboración de planos originales arquitectónicos.
- 2) Complementar el proyecto con las adiciones requeridas por el cliente.
- 3) Elaboración y definición de las posibles trayectorias de la red eléctrica del sistema.
- 4) Vaciado de toda la información de los planos copias a los planos originales.
- 5) Memoria del proyecto.

Se hace la observación que para la elaboración del proyecto se partió de todo el trabajo, realizado en el anteproyecto, es decir, toda esta información fue útil y únicamente se modificaron algunos conceptos, fuera de las adiciones, se vació toda la información del anteproyecto al proyecto solicitado por el cliente.

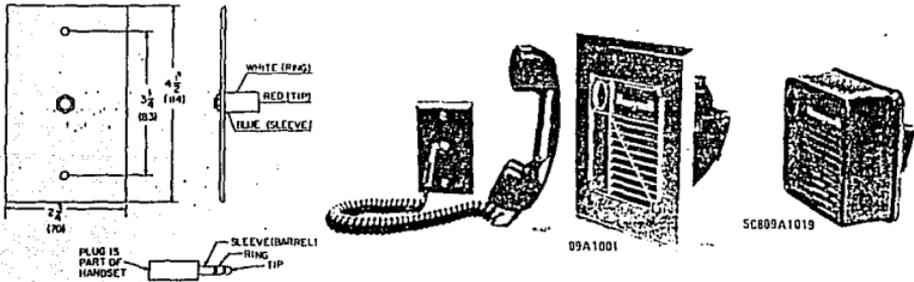
Elaboración de planos originales. Como su nombre lo indica en esta etapa se procedió a la elaboración de 25 planos originales en papel poliéster de cada planta del edificio. Los planos realizados en este material son de alta calidad permitiendo obtener copias excelentes para diferentes objetivos.

### Adiciones al Proyecto.

- a) se proyectó una alarma audiovisual por cada baño, así fue solicitado por el cliente.
- b) se proyectó un detector de humo tipo ionización en cada manejadora de aire. Este tipo de detector es similar al que se proyectó en las oficinas con la diferencia de que el primero tiene un tubo muestreador que se introduce en el ducto de la manejadora de aire para poder tomar el humo que esté fluyendo en el mismo. El objetivo es que al existir humo en el ambiente, el sistema de aire acondicionado lo tome y lo lleve a través de los ductos de aire, en este lugar el detector lo senseará y mandará una señal de apertura a través de un relevador a la bobina del arrancador de la manejadora de aire, impidiendo de esta manera que el humo este recirculando o inyectándose a las diferentes áreas del edificio. Estos detectores por razones prácticas no están zonificados, es decir, funcionan localmente y no envían ninguna señal al tablero central.
- c) Se proyectó un cableado que va del tablero central hasta la bobina del arrancador de un ventilador localizado en la azotea. Este ventilador tiene la función de inyectar aire al ducto vertical de los elevadores con el fin de presurizar el ducto, de esta manera se pretende impedir que el humo se propague del lugar de origen a todos los niveles, es decir, evitar el efecto chimenea hasta donde sea posible.
- d) Sistema de intercomunicación. El objetivo básico de este sistema es tener una red de comunicación telefónica local y un sistema de voz con mensajes pregrabados y voz viva para evacuación del personal. El sistema de intercomunicación tiene la siguiente configuración: Dispositivos de campo y Tablero central.

Dispositivos de campo. Estos básicamente están representados por dos elementos que son: la bocina de evacuación y el jack telefónico.

La bocina de evacuación es un dispositivo usado especialmente para este tipo de sistemas, su caja o cubierta exterior es de zinc fundido en una pieza resistente al medio ambiente, es de muy alta eficiencia y tiene salidas para 1/4, 1/2 y 1 watt, voltaje de 70.7RMS, frecuencia de 400 a 5000Hz (+ - 5db), temperatura de operación de -35°C a 66°C, está sellada contra el agua y el polvo, en base a la experiencia práctica y características del ruido ambiental se distribuyeron de tal manera que se cubriera la mayor área posible. Se considera que el nivel de ruido en una oficina está por el orden de los 50 a 60 db y para que un mensaje se escuche este debe estar como mínimo 3 db arriba del nivel de ruido ambiental, considerando las bocinas a una salida de 1 watt, a una distancia de 10 metros se alcanza a escuchar los mensajes que a través de ella se envían.



El Jack telefónico es una entrada con tres terminales montadas en una tapa de acero inoxidable y usada para montar en superficie sobre una caja eléctrica (chalupe) y su contraparte es el teléfono portátil manual, está formado por el teléfono, un cordón y un plug para insertarse en el jack, como se muestra en la figura de arriba. Se entiende que tanto las bocinas como los jacks telefónicos están siendo alimentados, controlados y supervisados de los módulos electrónicos que forman el tablero central.

Tablero Central. Este tablero está formado por los siguientes módulos: Módulo selectivo, módulo amplificador, módulo de respaldo, módulo de mensajes pregrabados y fuente de poder. Módulo selectivo. - En realidad existen dos módulos selectivos, un módulo para el sistema de voz y otro para el sistema telefónico. Estos módulos tienen la función de poder seleccionar a que nivel se desea enviar una señal de audio (voz) o con que nivel se desea establecer comunicación vía teléfono o también enviar la señal a todos los pisos si así se desea, esto es, el sistema está completamente zonificado. El módulo selectivo de voz trae integrado un preamplificador y todas las tarjetas de zonas, además trae integrado un microfono con el cual se efectúa la voz, efectúa también la función de supervisión de las

Líneas eléctricas de las zonas de voz y de los amplificadores. El módulo selectivo telefónico trae integrado un teléfono con el cual se efectúa la comunicación de dos vías a la zona deseada efectúa también la supervisión de las líneas eléctricas (falla a tierra o apertura de la línea), contiene las tarjetas de zonas y alimenta directamente cada zona de los jacks telefónicos.

Módulo Amplificador. Este provee la potencia de salida para el sistema de voz, tiene una potencia de 80 watts distribuidos en 8 zonas, es decir, 10 watts por zona, dando la posibilidad de poder instalar entre 10 y 40 bocinas dependiendo de la salida de la bocina y de la longitud del cableado que corre desde el tablero a cada bocina. Este módulo también efectúa la supervisión de cada zona.

Módulo de respaldo. Este tiene básicamente la misma estructura que el amplificador normal, es decir, es otro amplificador que tiene la función de supervisar hasta un máximo de 5 amplificadores normales y soportarlos en caso de falla de alguno de éstos.

Módulo de mensajes pregrabados. Este módulo tiene la función de enviar mensajes pregrabados a las bocinas a través de cassettes con la intención de informar y dirigir al personal en caso de presentarse un incendio. Este módulo aunque puede funcionar automáticamente, por razones prácticas se recomienda usarlo en forma manual. La cinta magnética se puede grabar con los mensajes que se deseen y el mecanismo es muy similar al de un reproductor de cassette como por ejemplo, reembinado, avance, retroceso, paro, etc.

Fuente de alimentación. Dada la importancia de tener siempre en operación el sistema completo, es decir, el sistema de detección contra incendio e intercomunicación se calculó una fuente de poder y un banco de baterías de respaldo para poder soportar el sistema durante 24 horas en condiciones normales y 15 minutos en condiciones de alarma para el caso de que se presente un corte de energía comercial.

Para el cálculo de la fuente de poder y el banco de baterías es necesario tener en cuenta el siguiente consumo de las tarjetas, módulos y dispositivos:

	cantidad	$I_d$ (ma)	total	$I_a$ (ma)	total
tarjeta de control	1	100	100	60	60
tarjeta detección	16	125	2000	55	220
tarjeta audiovisual	14	45	630	50	200
detectores	368	0,3	1104	-	-
bocina de evacuación	-	-	-	63	252
módulo sel. audio.	1	370	370	270	270
módulo sel. teléfono	1	400	400	1000	1000
módulo amplificador	3	213	639	6390	6390
módulo de respaldo	1	600	600	-	-
módulo de pregrabado	1	200	200	200	200
			$I_d = 6043$		$I_a = 8592$

De la anterior tabla se obtiene lo siguiente:

$$I_x = I_\delta + I_a = 6043 + 8592 = 14635 \text{ ma} = 14.635 \text{ ars.}$$

este es el consumo de corriente del sistema en su totalidad, de aquí se concluye que la fuente de poder debe tener una capacidad de 15 amsp como mínimo.

Para calcular el banco de baterías es necesario obtener los amperes/hora y para ello se va a considerar un respaldo en condiciones normales de 24 horas y de 15 minutos (0.25) en condiciones de alarma, para lo anterior se aplica la siguiente fórmula.

$$Ah = 1.25 [ I_\delta T_\delta + T_a (I_\delta + I_a) ] \quad \text{donde:}$$

Ah= amperes/hora

$I_\delta$  = corriente de supervisión ( condiciones normales)

$I_a$  = corriente adicional de alarma ( condiciones de alarma)

$T_\delta$  = tiempo de respaldo en condiciones normales

$T_a$  = tiempo de respaldo en condiciones de alarma.

sustituyendo los valores en la ecuación anterior se obtiene:

$$Ah = 185.86$$

Comercialmente existen grupos de baterías formados por 16 baterías que entregan 100Ah, por lo que tomando dos grupos con un total de 32 baterías en un arreglo serie paralelo se obtienen los 200 Ah ligeramente arriba del obtenido. El banco de baterías es de 24VCD y la fuente se alimenta con 110VCA y entrega 24VCD para toda el sistema.

Se hace notar que todos los módulos anteriormente explicados, que forman parte del sistema de intercomunicación se alimentan dentro de un rango que va de los 22.5 a los 30VCD.

Con esta última sección queda concluida la parte referente a las adiciones del proyecto.

Elaboración y Definición de las trayectorias de la red eléctrica. Todo sistema de detección e intercomunicación que pretenda cumplir con las aprobaciones y se apegue a los lineamientos ya establecidos por los organismos internacionales, es invariablemente alambrado, se entiende que estamos hablando de aplicaciones a edificios, almacenes, hospitales, fábricas, hoteles, etc e instalaciones similares; y no aplicaciones de tipo residencial donde sí existen sistemas inalámbricos. Todo el cableado del sistema de detección contra incendio y voz está formado por un par de alambre trenzado calibre 18 con las características siguientes:

- 2 conductores sólidos de cobre en calibre 18AWG con aislamiento en diferente color y del tipo TFN
- 0.015" de PVC y capa exterior de nylon de 0.44"
- para 600 volts a 90°C

- 5 vueltas por pie lineal como mínimo y 12 como máximo.
- la capacitancia por pie lineal es menor de 12PFD
- diámetro exterior considerando los dos conductores: 4.14 mm
- tensión máxima: 30 lbs (133N)
- peso por cada 100 pies : 20 lbs (9Kgs).

Para la red telefónica se utiliza un conductor formado por un par trenzado igual al anterior, es decir, un par calibre 18 pero este deberá ir envuelto en una malla metálica de tipo reticular o de mylar aluminizado para aterrizarse los conductores y todo el conjunto deberá ir dentro de un forro exterior de PVC y nylon.

Para definir y cuantificar el cableado es indispensable zonificar todo el sistema, es decir, asignar zonas a todo el equipo de campo como son los detectores, señales audiovisuales, bocinas de evacuación y jacks telefónicos. La zonificación tiene como objetivo primordial poder identificar con relativa facilidad el área en conflicto al tener agrupado en zonas determinadas, cantidades específicas de dispositivos. Al poder identificar el lugar donde se está presentando un incendio se persigue optimizar la respuesta de la brigada contra incendios, bomberos u otras medidas paralelas, el proyecto quedó configurado a base de zonas de detectores, zonas de audiovisuales, zonas de bocinas de evacuación y zonas de jacks telefónicos.

Zonas de Detección. En estas zonas quedaron incluidos los tres tipos de detectores y las estaciones manuales, estas últimas cuando existe un requerimiento especial de parte del cliente se pueden asignar a zonas independientes de los detectores y optimizar la zonificación del sistema con el consecuente incremento en el costo del mismo y de la red eléctrica. Cada tarjeta de detección controla 4 zonas con una capacidad total de 60 ma, cada detector en condiciones normales consume 300 microamperes, esto nos da una capacidad de 50 detectores por zona, sin embargo, por razones prácticas no es recomendable implementar las zonas de esta manera. En realidad existen varios factores que definen el criterio para las cantidades de detectores por zona, uno de los más importantes es la prioridad que tenga un área en particular, por ejemplo, un pasillo de hotel con 50 habitaciones a los lados, a pesar de no existir ningún problema de orden técnico no es lógico implementar una sola zona para este caso ya que para identificar la habitación con el problema de incendio o conato dificultaría o tomaría demasiado tiempo, riesgo no viable ya que puede estar en juego además de los bienes materiales el factor humano. Una solución razonable para este caso podría ser asignar entre 3 y 5 zonas para las 50 habitaciones.

En las plantas del edificio las zonas variaron en función de la distribución de las áreas, por ejemplo, las plantas de oficinas se seccionaron en tres zonas, la planta se partió a la mitad a lo largo asignando una zona a cada mitad y otra zona al lobby de los elevadores.

La primer zona tiene 10 detectores de ionización y un detector de temperatura en cuarto de maquinas de aire acondicionado, la segunda tiene 6 detectores de ionización y un detector de temperatura y la tercer zona está formada por 3 detectores de ionización y 2 estaciones manuales. La anterior distribución corresponde al plano SDCIE-II correspondiente al primer nivel de oficinas, este es representativo a los 11 niveles restantes, la planta de consejo, planta de dirección y las dos plantas de club con ligeros cambios en función del área que a medida que crece la torre ésta se reduce.

En la planta baja existen 4 zonas de detección; la primer zona con 9 detectores de ionización y 2 detectores de temperatura, la segunda zona tiene 8 detectores de ionización, la tercer zona tiene 3 detectores de ionización y 2 estaciones manuales y la cuarta zona que corresponde al área de Bóveda con 15 detectores de ionización y 1 estación manual. En el cuarto de maquinas de los elevadores se proyectó 3 detectores del tipo fotoeléctrico y 1 estación manual. Cada zona va cableada con un par trenzado calibre 18, por sugerencia de los proyectistas de la obra civil todo este cableado se va canalizando hacia un ducto vertical a lado de los elevadores formando así una vertical principal que va reuniendo todo el cableado que deriva de cada nivel y que se dirige hacia la planta baja, lugar donde se pretende localizar el cuarto de control.

En los 5 niveles de estacionamiento se consideró únicamente zonas a base de estaciones manuales ya que los detectores de humo no son prácticos por las razones anteriormente mencionadas.

Zonas de Alarmas audiovisuales. La tarjeta de audiovisuales tiene una capacidad de 2 amps, y las señales audiovisuales consumen 63 ma por lo que existe la suficiente capacidad para la forma en que quedaron distribuidas. En los 11 niveles de oficinas, dirección, consejo, las 2 plantas de club y los cinco niveles de estacionamientos se consideró 1 zona para cada nivel, se considero así en función del área y de las niveles de sonido de la señal. Únicamente en la planta baja y la planta de piso de remates e instituto se consideraron dos zonas por planta por ser áreas muy grandes y por sentir que los niveles de ruido del ambiente son bastante elevados, sobre todo en el piso de remates. El criterio del cableado es igual al seguido en las zonas de detección.

Zonas de vocero. El amplificador que alimenta a las bocinas de evacuación tiene una capacidad de 80 watts distribuidos en 8 zonas, estos es, cada zona puede manejar hasta 40 bocinas. En la planta 1 de oficinas se consideró 1 zona con 4 bocinas, cantidad basada en las características técnicas del equipo, este criterio se siguió para todos los niveles de oficinas con ligeras variaciones en cantidades en función del área. En los cinco niveles de estacionamiento no se consideró bocinas por ser áreas prácticamente sin personal, El criterio de cableado es igual que el de las zonas de detección.

Zonas de jacks telefónicos. Se está considerando dos jacks por nivel asignados a la misma zona. Cada jack va instalado en las escaleras de emergencia al lado de las estaciones manuales pretendiendo tenerlos lo más cercano posible para la gente de la brigada contra incendios o bomberos, cuando estos lleguen por los elevadores o escaleras. El cableado para estas zonas es diferente es cuanto al tipo de cable como se explicó anteriormente.

Deberá existir un cableado que va de la fuente de poder/banco de baterías hasta el tablero central, la sección de este cable no se ha calculado porque no se ha definido aún la localización del primero.

El porque del calibre 18 además de que así se especifica, tiene una relación directa con la corriente y voltaje que se está manejando en las líneas y con las longitudes de las mismas. Por lo anterior es posible modificar la sección del cable cuando las necesidades así lo requieran.

Todo el cableado de las zonas de detección, audiovisuales, bocinas y jacks está siendo canalizado a través de tuberías conduit desde un diámetro menor hasta el diámetro máximo permisible, (comercialmente), la tubería proyectada es del tipo conduit galvanizada pared gruesa, respecto a esta última característica si bien no existe norma local que obligue a instalar este tipo, si se justifica por la diferencia sustancial en calidad respecto a la de pared delgada. Las trayectorias de las tuberías fueron definidas por el proveedor y por los proyectistas de bolsa mexicana de valores, sin embargo, no son definitivas ya que pueden ser modificadas si existen obstáculos como pueden ser las instalaciones de iluminación, aire acondicionado, u otras. En base a las características y cantidades de cableado y tuberías, se fue definiendo la vertical principal de todo el sistema de detección contra incendio e intercomunicación, esta vertical se puede apreciar en el plano 26 y los detalles de zonificación de los dispositivos.

#### VACIADO DE INFORMACIÓN A LOS PLANOS ORIGINALES.

Una vez definido y proyectado todo el equipo de campo, las zonas de los mismos y la red eléctrica de todo el sistema, se procedió a hacer una última revisión de todos los planos y se empezó a vaciar toda la información a los planos originales, actividad que duró alrededor de 4 semanas. Con esta última etapa se tenía un avance del 90% del proyecto, faltaba la memoria del proyecto.

#### MEMORIA DEL PROYECTO.

La memoria del proyecto está básicamente formada por: las especificaciones del equipo de campo y el tablero central, secuencia de operación, resumen de cantidades de equipo y zonas, cotización del sistema y curriculum del proveedor.

Especificaciones. Estas se formaron con folietos conteniendo toda las especificaciones técnicas de los dispositivos de campo y del tablero central

Es importante mencionar que desde el primer momento que se estableció contacto con el cliente hasta el momento de entregar el proyecto, fue un proceso que tomó alrededor de 11 meses; en este intervalo el proveedor lanzó al mercado un nuevo tablero central, técnicamente superior a los inmediatos anteriores además de ser más económicos, esto nos obligó a cambiar el tablero inicialmente propuesto y proyectar el nuevo. Se aclara que el tablero que se cambió fue únicamente el de la sección de detección contra incendio, el tablero de intercomunicación se dejó el inicialmente sugerido.

Entre algunas de las diferencias básicas entre el tablero actual y los convencionales están: los convencionales están constituidos por módulos electrónicos y los actuales contienen únicamente tarjetas electrónicas originando una reducción en tamaño y en costo, el tablero actual es programable y el convencional no, el tablero actual tiene la gran ventaja de poder trabajar como un sistema "stand alone" o colgarse a un lazo de comunicación que se dirija a una computadora personal con los beneficios que esto significa; el tablero convencional no tiene esta característica. El tablero actual está formado básicamente por las siguientes secciones:

- Tarjetero y sección electrónica.
- fuente de poder y batería.
- gabinete.

Tarjetero y sección electrónica. El tarjetero es la sección donde están contenidas todas las tarjetas del sistema, cada tarjetero tiene capacidad para 8 tarjetas electrónicas mezcladas, esto es, para diferentes funciones; las tarjetas alimentan, monitorean y supervisan a los dispositivos de campo, existen tarjetas para los detectores, para las estaciones manuales, para dispositivos de seguridad, para funciones auxiliares, para comunicación y la tarjeta de control que es el cerebro del sistema. La capacidad de las tarjetas para manejar zonas y dispositivos es muy similar a la de los tableros convencionales, la cantidad de zonas definirá el tamaño del tablero y si las 8 tarjetas de un tablero no es suficiente se recurre a otros tableros con tarjetas adicionales.

Fuente de poder y batería. El tablero para su funcionamiento requiere de 24VCD, voltaje proporcionado por la fuente la cual a su vez recibe una alimentación de 110VCA; requiere también de una batería de respaldo, ésta es pequeña (de 6.5 a 13AH) y está siendo recargada por la fuente cuando así lo requiere. Cuando la configuración del sistema es pequeña, esto es, no existen demasiados detectores con funciones auxiliares, la fuente es suficiente, pero para el caso de la configuración de este proyecto hubo necesidad de considerar una fuente externa ya anteriormente explicada y calculada.

Gabinete. Esta es la parte física que contiene y protege al tarjetero, las tarjetas electrónicas, la fuente de poder y la batería. La otra parte del gabinete es la cubierta o puerta que permite el acceso y visión de los indicadores luminosos de las tarjetas electrónicas.

Secuencia de operación. En esta sección se da una breve explicación de la forma como opera el tablero y lo que se sugiere en caso de presentarse una alarma de incendio, esta sugerencia obviamente está sujeta a las necesidades del cliente, recursos con que cuente y de sus procedimientos internos.

En caso de presentarse una alarma de incendio, esta podrá ser básicamente por dos causas, una que algún detector haya sentido humo y la otra que una estación manual haya sido activada, en ambos casos esto se detectará en el tablero inmediatamente indicándose a través de un pequeño LED correspondiente a la zona en conflicto; en este momento pueden suceder dos cosas; una que la zona de señales audiovisuales correspondiente a esa zona de detección entren a funcionar automáticamente o que primero se verifique la existencia del problema y posteriormente se proceda a accionar de manera manual las señales audiovisuales. La primer alternativa no es recomendable ya que se da el caso y muy frecuente de que existen personas curiosas que lanzan humo de cigarrillo directamente al interior del detector o jalan una estación manual para "ver que pasa", si este es el caso y las señales audiovisuales están conectadas automáticamente, estas sonarán creando seguramente pánico infundadamente entre el personal con las graves consecuencias que ello pueda traer, sobre todo en el caso de edificios altos como sucede en este proyecto.

Volviendo a la secuencia de operación, una vez que se detectó la zona, lo que procede es dirigirse a ella y verificar si existe el problema o no, si no existe el problema comunicarse al tablero central a través de la red de jacks telefónicos, actividad que será desarrollada por el personal de seguridad, mantenimiento o brigada contra incendios; en caso de ser real el problema se deberá valor lo grave de la situación y si es controlable con los medios locales con que se cuenten y si no pedir el apoyo necesario de los bomberos y con esto apoyarse con el sistema de voice para iniciar la evacuación del área afectada y posiblemente evacuar todo el edificio en caso de que la situación así lo amerite.

En realidad este procedimiento es muy básico y se puede hacer tan elaborado como sean las diferentes situaciones de peligro que se presenten, teniendo siempre presente que el factor humano es el prioritario por encima de cualquier preocupación de orden material.

Cantidades de equipo y zonificación. Esta sección es una de las partes más importantes para el cliente ya que se resume todo lo referente a la configuración de sistema en su totalidad, a continuación las cantidades:

Detectores de ionización: 361

Detectores tipo fotoeléctricos: 7

detector de temperatura: 28

Estación manual: 50

Señal audiovisual: 103

Jack telefónico: 50

Bocina de evacuación: 64

Telefonos portátiles: 5

Zonas de detección: 62

Zonas de señales audiovisuales: 27

Zonas de voces: 20

Zonas de jacks telefónicos: 27

Con la anterior información el cliente tiene una idea precisa de la arquitectura del sistema que se le esta proponiendo.

Cotización del sistema. Esta sección comprende el costo total del sistema y esta formado basicamente por dos partes; una que es el costo total del equipo y tablero central y la otra que es el costo de la instalación eléctrica. En el costo del equipo pueden presentarse dos alternativas; una que es la más frecuente y consiste en un costo del equipo entregado en las oficinas del cliente y la segunda que consiste en un costo por el equipo puesto en la fabrica de origen, esto es, entregado en los Estados unidos, corriendo por cuenta del cliente todos los gastos de importación, gastos aduanales y fletes. Con esta última alternativa se logran abatir los costos hasta en un 50%, sin embargo, esta alternativa es para clientes que tienen una estructura tal que el proceso de importación es muy usual, esto es, tienen la suficiente experiencia en estas actividades.

El costo de la instalación eléctrica esta formado basicamente por el costo de los materiales eléctricos, la mano de obra y el montaje del equipo. La instalación eléctrica puede o no ser ejecutada por el proveedor de equipo.

Curriculum del proveedor. Este contiene toda la experiencia práctica del proveedor a través de todas las instalaciones de sistemas similares ejecutadas en el País. Esta información es muy importante para el cliente ya que le permite tener una idea bastante exacta de la trayectoria del proveedor e imagen que tiene en el mercado de la seguridad, estos pequeños detalles conllevan a grandes aciertos o grandes errores cuando no se ponderan de la manera correcta.

La elaboración de un proyecto de estos sistemas le permite tener al cliente toda la información necesaria para poder concursar o solicitar a varios proveedores propuestas económicas de tal manera que tenga varias alternativas y escoger la óptima.

Con esta última sección se da por concluido el proyecto del sistema de detección contra incendio e intercomunicación para el edificio de Bolsa Mexicana de Valores, es decir, la solución propuesta por el proveedor al cliente.

## EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL PROYECTO

Todo sistema electrónico de seguridad tiene invariablemente la posibilidad de fallar, aunque también existen atenuantes o procedimientos para reducir al mínimo esta posibilidad. En un sistema de detección contra incendio se podrían presentar básicamente tres fallas que por orden de importancia serían las siguientes: Falla en el tablero central, falla en los dispositivos de campo y líneas eléctricas que los alimentan y Falla en la alimentación de energía que se proporciona a todo el sistema.

La falla del tablero central es la más grave que puede existir; representa el cerebro del sistema y equivale a quedarse sin ningún tipo de protección ya que los dispositivos no son autónomos, ni existen sistemas comercialmente de estas dimensiones que sean autónomos, sin embargo, las fallas que suelen presentarse en un tablero son parciales y casi nunca la falla deshabilita completamente el tablero. En este caso la falla que podría presentarse es en las tarjetas electrónicas que alimentan las zonas de los dispositivos de campo, concretamente los detectores de humo, que son los que tienen la función básica y muy importante de detectar el incendio en sus etapas incipientes, como se comentó anteriormente la tarjeta que alimenta y supervisa a los detectores está dividida en 4 zonas con determinada cantidad de detectores por zona; de acuerdo a la experiencia suele suceder que normalmente es una o dos zonas a lo máximo que pueden fallar por algún motivo, pero nunca toda la tarjeta; esto quiere decir que algunas áreas se quedarán sin protección y otras no, sin embargo, el riesgo existente está en que el incendio o conato pueda originarse justo en las zonas o áreas que momentáneamente están desprotegidas, estos factores son del tipo aleatorios o del azar y no pueden ser controlados de una manera adecuada.

La posibilidad de falla en alguna sección del tablero central se puede reducir sustancialmente, si se tiene un mantenimiento preventivo y correctivo del tablero central y de toda la red de dispositivos de campo. En este tipo de sistemas el mantenimiento preventivo suele hacerse 4 veces al año, esto es, 4 visitas al año que toman un tiempo determinado en función de la configuración del sistema, el mantenimiento correctivo se efectúa cada vez que se requiere. El costo de una póliza de mantenimiento preventivo y correctivo oscila entre el 10 y 15% del valor del equipo, costo que en algunos casos el usuario o cliente puede reducir cuando éste toma cierta responsabilidad al respecto, esto quiere decir que el cliente puede contratar exclusivamente el mantenimiento del tablero central y efectuar directamente con recursos propios el mantenimiento preventivo del equipo de campo que generalmente es más sencillo y que puede significar un ahorro entre el 60 y 70% del costo total del mantenimiento preventivo. El mantenimiento correctivo en la gran mayoría de los casos suele contratarse con el proveedor del equipo y si el cliente desea efectuarlo directamente debe tener en cuenta dos factores que son: el cliente deberá tener un almacén de partes electrónicas para sustituir a las-

dañadas, este almacén suele representar una inversión nada despreciable y que podría ser más rentable en otro renglón invertirlo; y el segundo factor es que el cliente deberá contar con personal calificado en el área de electrónica digital y analógica y supervisados por un ingeniero de la misma área, además del factor humano deberá contar con la información suficiente acerca de los diagramas de todos los circuitos electrónicos que forman parte del sistema, esta información que normalmente es considerada confidencial es difícil que el proveedor la proporcione. Como puede observarse en el caso del mantenimiento correctivo la situación es diferente y se requiere una inversión en recursos materiales y humanos que puede resultar conveniente o no dependiendo de varios factores que deberán ponderarse como puede ser; la importancia que tenga el sistema para el cliente, la proyección deseada de los sistemas de seguridad, los recursos con se cuenta, etc.

Existe la característica llamada "supervisión" que anteriormente se comento, ésta aunque si bien es cierto, no disminuye la posibilidad de falla si puede incidir en el factor tiempo. Todo sistema electrónico de seguridad tiene la capacidad de supervisarse a si mismo, a las líneas o circuitos (zonas o loops) y a los dispositivos de campo, si se presenta una falla en algunas de las tarjetas de los dispositivos de campo, esta falla es reportada inmediatamente en el tablero de tal manera que pueden tomarse algunas medidas para poder disminuir el riesgo de tener áreas sin protección; alguna de éstas medidas puede ser pasar las zonas con problema a otro lugar disponible en la tarjeta electrónica (zonas de reserva) todo esto mientras se identifica y corrige el problema inicial. En el caso del sistema que se propone para el edificio de Bolsa mexicana De valores, este cambio se hace a través de software y no es necesario hacer el cambio físicamente (Hardware).

Falla en los dispositivos de campo y líneas. La falla en el equipo de campo y líneas que los alimentan también se pueden disminuir si se implementa un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado y sistemático. Los dispositivos de campo al igual que el tablero central cumplen con las normas internacionales de diseño y control de calidad; esto sin embargo no excluye al 100% la posibilidad de que algunos lotes de la línea de producción presenten defectos desde su origen mismo o defectos de ensamblaje o de diseño y que posteriormente den problemas, aunado a esto las condiciones de flete que bajo determinadas circunstancias pueden dañar a las tarjetas electrónicas o dispositivos. El control de calidad en fábrica normalmente se hace en base a muestreos y esto puede originar posteriormente problemas, sin embargo el equipo de campo en el momento de instalarse se van probando unidad por unidad y de esta manera evitar problemas posteriores, además el sistema antes de entregarse funcionando al cliente se deja operando una semana para verificar que todo se encuentra al 100% de operación correcta este último procedimiento ayuda a identificar las fallas con relativa facilidad y anticiparse a los problemas. Los problemas de diseño a nivel de los circuitos integrados es prácticamente imposible identificarlos en la ejecución de un proyecto de esta magnitud.

Falla en la Red Eléctrica. Esta falla se debe básicamente a la mala calidad de los materiales eléctricos y a la falta de supervisión en la ejecución de la misma, ambos factores son controlables.

estos dos factores basicamente dependen de los recursos materiales con que se cuenten para la ejecución del proyecto, es muy común sacrificar la calidad por el precio cuando las partidas presupuestales estan reducidas. La supervisión adecuada se consigue teniendo el personal tecnicamente calificado para desarrollar este trabajo.

como ya se comento anteriormente el tablero tiene la capacidad de autosupervisarse, de supervisar los dispositivos de campo y las lineas eléctricas que los alimentan; esto es, si se presenta alguna falla de línea abierta, línea a tierra o corto circuito en la líneas; esta falla será identificada inmediatamente en el tablero indicando la zona o loop que tiene el problema, como se ha dicho frecuentemente esta característica no elimina la posibilidad de falla pero si ayuda a identificar con una mayor celeridad el problema y de esta manera optimizar el tiempo de respuesta de la medida correctiva.

Falla en la Alimentación al Sistema. Esta falla es bastante remota que se presente aunque no imposible, pero deberan conjugarse varios factores para que se dé esta falla. Normalmente y en este proyecto en particular existe una fuente de alimentación con su propia batería para poder mantener al sistema en operación, esta se llama fuente primaria, existe una fuente secundaria que consiste en un cargador de C.D. y un banco de baterías lo suficientemente grande para poder soportar a todo el sistema en condiciones normales de operación(24hrs) y bajo condiciones de alarma( 15 minutos) y existe como tercer alternativa o soporte una planta de emergencia para el edificio, de esta se asignar un circuito para el sistema de detección contra incendio; como se puede observar es practicamente nula la posibilidad de que se presente esta falla.

El sistema de detección contra incendio para el edificio que aqui se trata esta diseñado para detectar cualquier tipo de incendio que se presente por material combustible propio de las características de un edificio de oficinas como puede ser; papel, madera, material eléctrico plásticos, etc. En el caso hipotético de presentarse un incendio y si el tablero estuviera dañado en su totalidad, que se diera en horas avanzadas de la noche y que no existiera personal de seguridad de guardia las consecuencias serian bastante desastrosas y muy probablemente incontratable en determinado lapso de tiempo ya que en el proyecto original del edificio no se esta considerando un sistema de extinción a base de rociadores; además de que este edificio como cualquier otro similar respecto a sus acabados interiores y tipo torre de 24 pisos la propagación del incendio es bastante rápida. Es muy importante estar conciente que el sistema de detección contra incendio es un sistema de apoyo pero no de acción directa, esto es, además de la acción de detectar se necesita extinguir por medios automáticos o manuales a través de agua o algun otro medio. Resumiendo globalmente este tema las posibilidades de falla humana y técnica existen, sin embargo la mayoría de ellas con controlables y previsibles y una cantidad muy pequeña escapan del control humano.

Por otro lado la justificación técnica de la instalación de un sistema de detección contra incendio es evidente, esta demostrado estadísticamente que la gran mayoría de los incendios

que se han presentado en los inmuebles, éstos han carecido de los sistemas de detección y extinción más básicos y que se ha procedido a implementarlos después de haber sufrido la experiencia del siniestro.

Un sistema de las características de este proyecto requiere de dos parejas de individuos para su operación; una pareja para el día y otra pareja para la noche, la primer pareja puede trabajar a manera de relevo, es decir, una persona trabaja de 8 a 16hrs y la otra persona entrar de las 12hrs a las 20hrs de tal manera que exista un lapso de tiempo en el cual coincidan juntas las dos personas para poder apoyarse en el caso de un problema real; y la otra pareja trabajaría definitivamente en el turno de la noche. El nivel de las personas que van a operar el sistema puede ir desde los guardias de seguridad hasta técnicos altamente calificados y supervisados por un ingeniero de preferencia en el área de electrónica, esta clasificación de los recursos humanos esta en relación directa de lo que el responsable de seguridad del edificio espera del sistema, de los conocimientos de seguridad que posea y de los recursos económicos con que cuente para poder desarrollar su trabajo. Es lógico esperar que a medida que las personas que operan un sistema de este tipo estén mejor entrenadas mayor será el rendimiento que se obtenga del sistema y la toma de decisiones en momentos críticos será la más adecuada.

Resumiendo al respecto es importante señalar y concientizar al usuario o cliente de que además de la inversión inicial de un sistema de estas características, será necesario asignar partida presupuestal para el mantenimiento preventivo y correctivo y para los recursos humanos que operan el sistema y de esta manera evitar que una inversión tan alta esté a la vuelta de los meses abandonada sin obtener el beneficio para el cual fue realizada; a pesar de no ser muy frecuente se dan casos de instalaciones de seguridad de este tipo que están abandonadas y que la inversión a valor actual suele ascender al orden de las decenas o centenas de miles de dolares, generalmente por diversas razones que van desde la apatía del usuario hasta por causas del proveedor.

Justificación Financiera. Es importante considerar que una inversión en un sistema de detección contra incendio no se puede ver como una inversión ortodoxa dentro del contexto estrictamente comercial ya que no es una inversión que genere utilidades tangibles tales como dinero en efectivo, sin embargo genera utilidades intangibles como la seguridad de que un bien material está protegido contra siniestros y más aún la protección del factor humano que suele no dársele la importancia debida; a pesar de lo anterior existen dos mecanismos que pueden ayudar a amortizar la inversión en estos sistemas y que pueden resultar atractivos para el inversionista, cliente o usuario.

El primer mecanismo consiste en que en base y de acuerdo a la ley y Reglamentos Fiscales de 1987 un equipo o sistema de estas características se puede depreciar en un 10% anual, esta depreciación se puede trasladar al renglón de gastos dentro de los estados financieros

de la empresa y de esta manera al reflejar estos gastos en el estado de resultados de la empresa se obtendrán menores utilidades y como consecuencia se reducirá el pago de impuestos; este es un mecanismo del tipo fiscal que siempre ha existido y que han existido casos en que la depreciación ha llegado hasta un 50% anual como sucedió en el año de 1986.

El segundo mecanismo que resulta todavía más atractivo es la amortización de la inversión a través de las pólizas de seguro contra siniestros. La mayoría de los edificios comerciales adquieren pólizas de seguro contra siniestros, el monto de estas pólizas aumenta en la medida que se carecen de medidas de protección en un edificio y disminuye su monto en la medida que tengan recursos de seguridad. Los porcentajes que disminuyen las pólizas de seguros están sujetas a negociaciones entre el cliente y la compañía aseguradora, es decir, aun que existen ciertos lineamientos establecidos por la Asociación Nacional Bancaria, paralelamente existe flexibilidad para efectuar la negociación.

Respecto a este proyecto dado que está aún en ejecución se desconoce el porcentaje que pueda reducir la póliza de seguro al poseer un sistema de detección contra incendio e intercomunicación, sin embargo existe un ejemplo bastante representativo de los beneficios que se obtienen en el renglón de los seguros al instalar sistemas de este tipo, El Hotel Camino Real de la ciudad de México tiene un sistema de detección contra incendio e intercomunicación, un sistema automático de rociadores en áreas públicas y una red de hidrantes en todo el edificio, la reducción conseguida en la póliza de seguros fue de un 82%, reducción bastante atractiva. De este porcentaje al sistema de detección contra incendio e intercomunicación le correspondió un 35% porcentaje que es también bastante atractivo y que ayuda a la amortización del sistema, este sistema es bastante similar al que se implementaría en la Bolsa mexicana de valores.

Como puede observarse además del beneficio implícito que brinda la seguridad de un sistema de detección contra incendio, existen otros mecanismos más tangibles y que justifican una inversión en los sistemas de detección contra incendio y en la medida que el sistema sea más completo mayores serán los beneficios en todos los aspectos.

## CONCLUSIONES Y EVALUACION DE LA TESIS.

El trabajo desarrollado en esta tesis no debe verse dentro del contexto ortodoxo de lo que significa el concepto por sí mismo, no es un trabajo de investigación apegado al rigor académico y científico sino que es un trabajo de aplicación de un sistema de detección contra incendio a una situación real basada en la experiencia del autor de este trabajo.

Este trabajo podría ser evaluado en base a dos objetivos; el primero sería analizar si cumple el sistema con su objetivo de protección y el segundo sería su valor como un trabajo de consulta.

Considerando que el sistema de detección contra incendio es una medida estrictamente preventiva, se puede afirmar que el sistema propuesto es muy completo en cuanto a su alcance por sí mismo y en cuanto a lo que el cliente deseaba satisfacer como una necesidad de seguridad, esto es, existió una conjugación de necesidades por parte del cliente y una experiencia por parte del proveedor de alrededor de 30 años en el mercado de la Detección contra incendio en el país.

El alcance del proyecto y su cobertura es el adecuado para el edificio, además de complementarse con el sistema de audiocomunicación que en los momentos de pánico puede desempeñar un papel muy relevante para controlar y conducir al personal a áreas más seguras, sin embargo debe tomarse en cuenta las dos siguientes observaciones; la primera es que siendo un proyecto aún en ejecución por lo que a la obra civil refiere, existieran modificaciones sobre la marcha del mismo y que la protección proyectada originalmente no sea suficiente o que por el contrario sea excesiva, son detalles que se ajustaran a las condiciones finales de la obra y que es muy común que sucedan en todo proyecto. La segunda observación sería que el sistema de detección como se comentó anteriormente, es una medida preventiva estrechamente relacionada a otras y que si no se consideran todas integradas a un propósito común, el sistema por sí sólo no tiene la capacidad para efectuar funciones de extinción de incendio por lo que será necesario entre otras medidas implementar personal para que opere el sistema las 24 horas, una red de hidrantes en todos los niveles del edificio con la suficiente capacidad para combatir un incendio que se presente, sistemas de extinción para las cocinas y centros de cómputo y una red de extinción automática a base de rociadores en todo el edificio. Este último sistema le daría al edificio una protección muy completa, sin embargo, no se está considerando para este proyecto.

Una medida muy importante sobre todo para este edificio sería implementar las puertas cortafuegos en las escaleras de emergencias y evitar en cierta medida la propagación del humo a otros niveles como se comentó en otro capítulo es el causante de la mayoría de las muertes en los incendios.

Puede decirse que esta Tesis como trabajo de consulta cumple con su objetivo por varias razones, algunas de ellas son; informa al estudiante o profesional del area de electronica que existen sistemas de alta tecnologia con muy diversas aplicaciones como la que en este trabajo se trata ademas de las comunmente conocidas y que cada dia adquieren mayor importancia y aplicacion en nuestro pais; familiariza al estudiante y profesional con los detalles de estos sistemas y dispositivos que lo conforman; se da una idea general de lo que es un proyecto de deteccion contra incendio; se dan conceptos teoricos de lo que son los sistemas de deteccion contra incendio y seguridad; se dan conceptos teoricos muy importantes del fuego; por otro lado se puede observar que la mayor parte de este trabajo fue obtenido de fuentes de informacion que en la gran mayoria de los casos esta en manos de empresas privadas y que no existe literatura comercial o academica al respecto, por esta otra razon el trabajo adquiere su importancia como una literatura tecnica de consulta.

Tambien se puede afirmar que cumple con una labor informativa para la gente que dentro del pais esta dedicada al diseno electronico para que dirijan su creatividad a las areas de los sistemas de deteccion contra incendio y seguridad, todo esto basado obviamente en una investigacion de mercado para poder identificar el segmento de mercado potencial. Como un pequeno indicador al respecto se puede afirmar que anualmente las importaciones por sistemas de deteccion contra incendio y seguridad ascienden al orden de varias decenas de millones de dolares en nuestro pais. Como se comento al inicio de este tema, el trabajo desarrollado aqui no cae dentro del concepto de una tesis clasica porque no fue concebido asi, sin embargo cumple con su funcion de introduccion, informacion y aplicacion de los sistemas de deteccion contra incendio y seguridad.

#### Comentario adicional y Nuevas tendencias.

Afortunadamente cada dia se va adquiriendo mayor conciencia de la importancia de la aplicacion de los sistemas de deteccion contra incendio y seguridad en nuestro pais, unas veces por proteger bienes materiales valiosos y estrategicos como son los centros de computo, otras para proteger el factor humano como son los edificios comerciales, hospitales y hoteles, este ultimo sector muy importante para el desarrollo del pais.

Dentro de la economia del pais, el tercer sector en importancia por la captacion de divisas es el sector turismo, en los ultimos años la aplicacion de los sistemas de deteccion contra incendio y seguridad en los hoteles se ha visto incrementada sustancialmente por una conjugacion de factores muy diversos como son el prestigio de los hoteles, las aseguradoras, experiencias no gratas en otros hoteles y el sector oficial.

Los hoteles de mayor prestigio y calidad de servicios son generalmente de capital mexicano pero su nombre esta ligado a cadenas internacionales, por lo que deben cumplir con una serie de normas de calidad que estas le imponen y especificaciones muy precisas y los sistemas de deteccion contra incendio son algunas de estas.

Como se comentó en el capítulo de Evaluación técnica y Económica, las pólizas de seguro que tiene que pagar un hotel o cualquier inmueble son altas y en la medida que el edificio posea medidas de seguridad como son los sistemas de detección contra incendio, el monto de éstas se reducen.

En el año de 1986-87 el sector oficial a través de la Secretaría de Turismo reglamentó la necesidad de instalar sistemas de detección contra incendio como una condición para que un hotel de 4 estrellas pudiera ascender a uno de 5 estrellas, que es la máxima clasificación dentro de este tipo, además, de que sus servicios estuvieran a la altura de tal clasificación.

Otro de los factores que han influido en la instalación de estos sistemas ha sido los grandes incendios que se han presentado en la última década alrededor del mundo con pérdidas cuantiosas en bienes materiales y vidas humanas en hoteles de gran prestigio y que obviamente han carecido de estos sistemas; el último gran incendio sucedió en el Hotel DuPont Plaza de Puerto Rico el día 31 de diciembre de 1986 con una pérdida de 96 vidas humanas y daños materiales muy elevados.

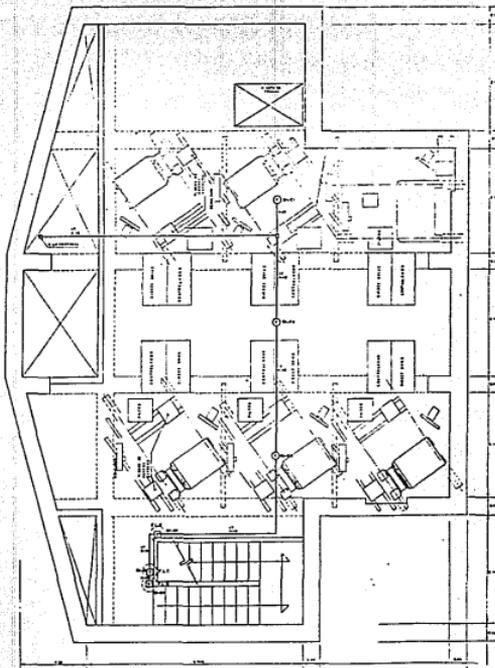
Actualmente existe una tendencia bien definida a integrar alrededor de la computadora personal una serie de avances tecnológicos por lo que respecta a servicios en edificios comerciales, hoteles, hospitales, etc.; como son además de los sistemas de detección contra incendio, sistemas electrónicos para el control de equipo mecánico como son los de aire acondicionado, calderas, bombas, engriadores, etc; sistemas de ahorro de energía, sistemas de seguridad para el control de acceso y toda una variedad de paquetes de sistemas que hacen una inversión de este tipo más rentable y con beneficios más tangibles.

Todos los anteriores sistemas están disponibles actualmente en diferentes empresas con diferentes nombres pero que en general hacen lo mismo; habrá que identificar el qué y el cómo para lograr una mejor aplicación y de ser posible identificar conjuntamente con una investigación de mercado en donde la integración de tecnología Mexicana se puede efectuar y conseguir aunque sea en pequeña medida la fuga de divisas por el ya famoso " Know-How."









01	02	CUARTO DE MAQUINAS
03	04	ELAB
05	06	CLUB
07	08	DIRECCION
09	10	GENEAL
11	12	OFICINAS 11
13	14	OFICINAS 10
15	16	OFICINAS 9
17	18	OFICINAS 8
19	20	OFICINAS 7
21	22	OFICINAS 6
23	24	OFICINAS 5
25	26	OFICINAS 4
27	28	OFICINAS 3
29	30	OFICINAS 2
31	32	OFICINAS 1
33	34	ESTACIONAMIENTO 5
35	36	ESTACIONAMIENTO 4
37	38	ESTACIONAMIENTO 3
39	40	ESTACIONAMIENTO 2
41	42	ESTACIONAMIENTO 1
43	44	INSTITUTO
45	46	PIED DE BARRERA
47	48	PLANTA BAJA Y BOVEDA
49	50	SERVIDOR

**VERTICAL PRINCIPAL**

**CUARTO DE MAQUINAS**

**NOTAS:**

1. Verificar el estado de los equipos de aire acondicionado.
2. Verificar el estado de los equipos de calefacción.
3. Verificar el estado de los equipos de ventilación.
4. Verificar el estado de los equipos de iluminación.
5. Verificar el estado de los equipos de sonido.
6. Verificar el estado de los equipos de televisión.
7. Verificar el estado de los equipos de radio.
8. Verificar el estado de los equipos de teléfono.
9. Verificar el estado de los equipos de fax.
10. Verificar el estado de los equipos de correo.

**INDICACIONES Y OBSERVACIONES:**

1. Verificar el estado de los equipos de aire acondicionado.
2. Verificar el estado de los equipos de calefacción.
3. Verificar el estado de los equipos de ventilación.
4. Verificar el estado de los equipos de iluminación.
5. Verificar el estado de los equipos de sonido.
6. Verificar el estado de los equipos de televisión.
7. Verificar el estado de los equipos de radio.
8. Verificar el estado de los equipos de teléfono.
9. Verificar el estado de los equipos de fax.
10. Verificar el estado de los equipos de correo.

NO.	DESCRIPCION	ESTADO	FECHA	REALIZADO POR
1	Verificar el estado de los equipos de aire acondicionado.			
2	Verificar el estado de los equipos de calefacción.			
3	Verificar el estado de los equipos de ventilación.			
4	Verificar el estado de los equipos de iluminación.			
5	Verificar el estado de los equipos de sonido.			
6	Verificar el estado de los equipos de televisión.			
7	Verificar el estado de los equipos de radio.			
8	Verificar el estado de los equipos de teléfono.			
9	Verificar el estado de los equipos de fax.			
10	Verificar el estado de los equipos de correo.			

<b>SECRETARIA</b>	
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS	
SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS Y COMUNICACIONES	
PROYECTO DE PLANTA LOCALIZACION DE SERVICIOS Y VERTICAL PRINCIPAL	
CUARTO DE MAQUINAS	
SECRET-26	

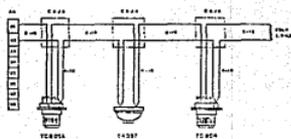


DIAGRAMA TÍPICO DE CONEXIÓN DE DETECTORES: TC805L, TC805T Y TC804

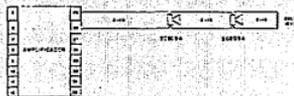
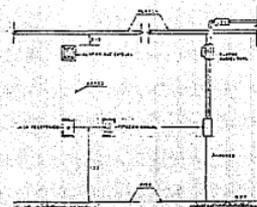


DIAGRAMA TÍPICO DE CONEXIÓN DE BOCINA DE EVACUACIÓN SC625



DETALLE DE INSTALACIÓN TÍPICA DE LA ALARMA AUDIOVISUAL Y ESTACIÓN MANUAL JAEK TELEFÓNICO SOL 8030, SC807A Y SC804A

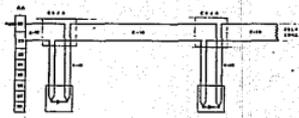


DIAGRAMA TÍPICO DE CONEXIÓN DE ALARMA AUDIOVISUAL SC807M

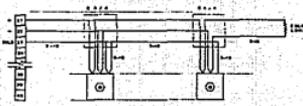
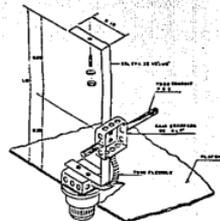


DIAGRAMA TÍPICO DE CONEXIÓN DE JAEC TELEFÓNICO SOL 8030



INSTALACIÓN TÍPICA DEL SOPORTE PARA REGISTRO Y DETECTOR TC804 Y TC805

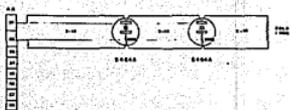
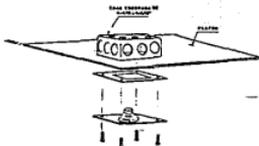
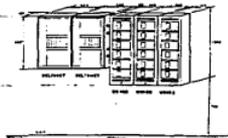


DIAGRAMA TÍPICO DE CONEXIÓN DE ESTACIÓN MANUAL SC804

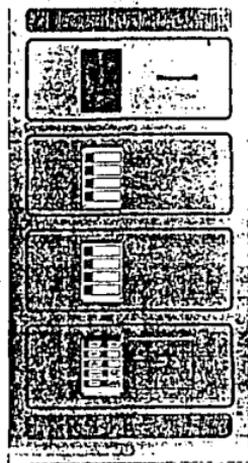


INSTALACIÓN TÍPICA DEL SOPORTE PARA BOCINA DE EVACUACIÓN SC625

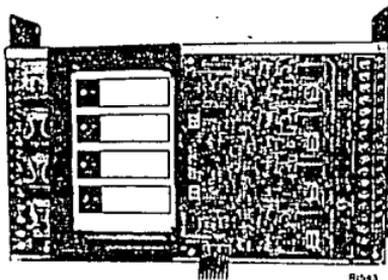


ARREGLO TABLEROS DE CONTROL DELTANET Y W940B

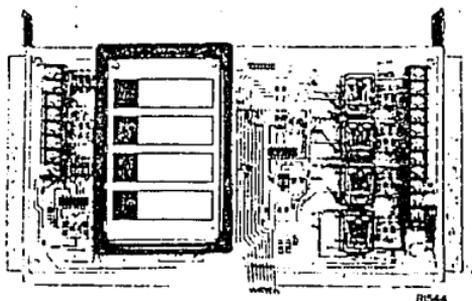
INDICACIONES DE MONTAJE	
1. Verificar el tipo de instalación.	2. Verificar el tipo de cableado.
3. Verificar el tipo de alimentación.	4. Verificar el tipo de conexión.
5. Verificar el tipo de montaje.	6. Verificar el tipo de conexión.
7. Verificar el tipo de conexión.	8. Verificar el tipo de conexión.
9. Verificar el tipo de conexión.	10. Verificar el tipo de conexión.
11. Verificar el tipo de conexión.	12. Verificar el tipo de conexión.
13. Verificar el tipo de conexión.	14. Verificar el tipo de conexión.
15. Verificar el tipo de conexión.	16. Verificar el tipo de conexión.
17. Verificar el tipo de conexión.	18. Verificar el tipo de conexión.
19. Verificar el tipo de conexión.	20. Verificar el tipo de conexión.
21. Verificar el tipo de conexión.	22. Verificar el tipo de conexión.
23. Verificar el tipo de conexión.	24. Verificar el tipo de conexión.
25. Verificar el tipo de conexión.	26. Verificar el tipo de conexión.
27. Verificar el tipo de conexión.	28. Verificar el tipo de conexión.
29. Verificar el tipo de conexión.	30. Verificar el tipo de conexión.
31. Verificar el tipo de conexión.	32. Verificar el tipo de conexión.
33. Verificar el tipo de conexión.	34. Verificar el tipo de conexión.
35. Verificar el tipo de conexión.	36. Verificar el tipo de conexión.
37. Verificar el tipo de conexión.	38. Verificar el tipo de conexión.
39. Verificar el tipo de conexión.	40. Verificar el tipo de conexión.
41. Verificar el tipo de conexión.	42. Verificar el tipo de conexión.
43. Verificar el tipo de conexión.	44. Verificar el tipo de conexión.
45. Verificar el tipo de conexión.	46. Verificar el tipo de conexión.
47. Verificar el tipo de conexión.	48. Verificar el tipo de conexión.
49. Verificar el tipo de conexión.	50. Verificar el tipo de conexión.
51. Verificar el tipo de conexión.	52. Verificar el tipo de conexión.
53. Verificar el tipo de conexión.	54. Verificar el tipo de conexión.
55. Verificar el tipo de conexión.	56. Verificar el tipo de conexión.
57. Verificar el tipo de conexión.	58. Verificar el tipo de conexión.
59. Verificar el tipo de conexión.	60. Verificar el tipo de conexión.
61. Verificar el tipo de conexión.	62. Verificar el tipo de conexión.
63. Verificar el tipo de conexión.	64. Verificar el tipo de conexión.
65. Verificar el tipo de conexión.	66. Verificar el tipo de conexión.
67. Verificar el tipo de conexión.	68. Verificar el tipo de conexión.
69. Verificar el tipo de conexión.	70. Verificar el tipo de conexión.
71. Verificar el tipo de conexión.	72. Verificar el tipo de conexión.
73. Verificar el tipo de conexión.	74. Verificar el tipo de conexión.
75. Verificar el tipo de conexión.	76. Verificar el tipo de conexión.
77. Verificar el tipo de conexión.	78. Verificar el tipo de conexión.
79. Verificar el tipo de conexión.	80. Verificar el tipo de conexión.
81. Verificar el tipo de conexión.	82. Verificar el tipo de conexión.
83. Verificar el tipo de conexión.	84. Verificar el tipo de conexión.
85. Verificar el tipo de conexión.	86. Verificar el tipo de conexión.
87. Verificar el tipo de conexión.	88. Verificar el tipo de conexión.
89. Verificar el tipo de conexión.	90. Verificar el tipo de conexión.
91. Verificar el tipo de conexión.	92. Verificar el tipo de conexión.
93. Verificar el tipo de conexión.	94. Verificar el tipo de conexión.
95. Verificar el tipo de conexión.	96. Verificar el tipo de conexión.
97. Verificar el tipo de conexión.	98. Verificar el tipo de conexión.
99. Verificar el tipo de conexión.	100. Verificar el tipo de conexión.



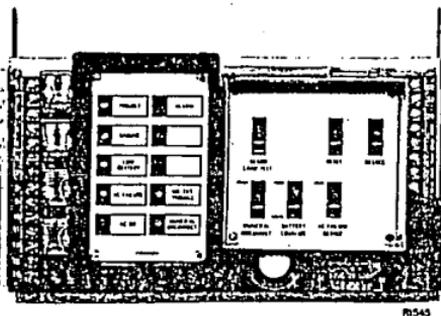
TABLERO CENTRAL



A2 MODULO DE ZONA

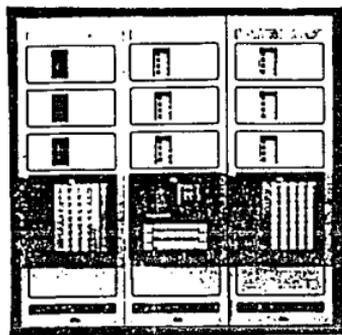


B1 MODULO DE SENALIZACION

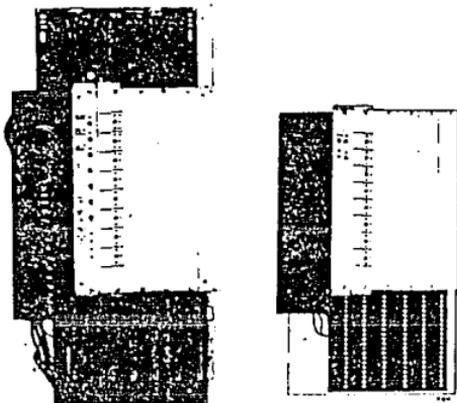


C2 MODULO COMUN

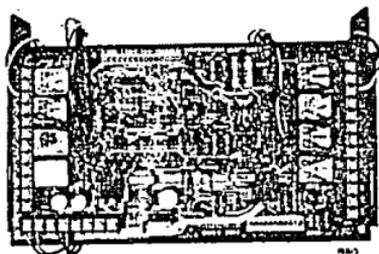
SISTEMA DE INTERCOMUNICACION



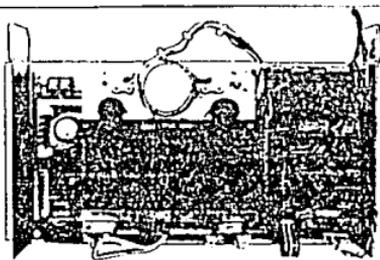
TABLERO CENTRAL



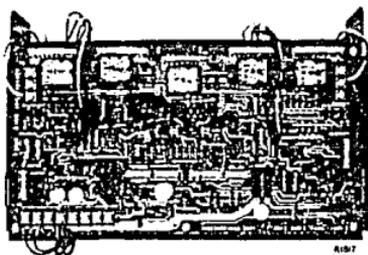
MODULOS SELECTIVOS PARA BOCINAS Y JACKS TELEFONICOS



MODULO AMPLIFICADOR



MODULO DE MENSAJES PREGRABADOS



MODULO DE RESPALDO



FUENTE DE ALIMENTACION/CARGADOR

BIBLIOGRAFIA

\* UNDERSTANDING AND SERVICING ALARM SYSTEMS.  
H. William Trimmer.

\* A SAFE HOUSE ELECTRONICALLY.  
Dean Lamont.

\* FIRE PROTECTION HANDBOOK.  
N.F.P.A. (national fire protection association)

\* ALARM HANDBOOK FOR THE INSURANCE INDUSTRY.  
Honeywell.

\* ALARM HANDBOOK FOR THE SECURITY MANAGER.  
Honeywell.

\* FIRE AND SECURITY PLANNING GUIDE.  
Honeywell.

\* BUILDING SECURITY SYSTEMS.  
Honeywell.

\* N.F.P.A. STANDARDS.  
n. f. p. a.

## \* INTRODUCTION TO FIRE ALARM.

*Honeywell.*

## \* FIRE ALARM INITIATING DEVICES.

*Honeywell.*

## \* ALARM INDICATING DEVICES.

*Honeywell.*

## \* PRINCIPLES OF FIRE PROTECTION.

*Honeywell.*

## \* DETECTING INTRUDERS.

*Honeywell.*