



300617
14
2ej
UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

Incorporada a la U. N. A. M.

**“PROYECTO DE UN SISTEMA CONTRA
INCENDIO CON GAS HALON 1301 EN LA
SALA DE COMPUTO DE LA ULSA
(CEPRODA Y CECOED)”**

T E S I S P R O F E S I O N A L

Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Presenta

ALEJANDRO GONZALEZ GARDUÑO

México, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1986



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.

I N T R O D U C C I O N

El fuego en nuestros días, es un elemento muy utilizado por todos nosotros. En las industrias y en los hogares hacemos uso de él, y estamos tan acostumbrados a su presencia que se llega incluso a ignorarlo. Este descuido puede llegar a producir accidentes como son: el incendio de algún local o solamente de un equipo industrial, la quemadura de un trabajador en una empresa o incluso de un miembro de la familia en cualquier hogar, etc.

Estos accidentes son algunas veces por ignorancia y otras, por negligencia. Los accidentes por ignorancia son producto del desconocimiento que tenemos sobre el fuego, ¿ qué es ? ¿ qué lo produce ?, ¿ cómo se comporta ? y sobre todo ¿ cómo se combate ? ¿ qué medios tenemos para extinguirlo? ¿ cómo usarlos ? Los accidentes por negligencia son aquellos que se producen por que la gente a pesar de saber el riesgo que se tiene al manejar ciertos materiales y equipos no hace uso de las medidas preventivas apropiadas para evitar la posibilidad de accidentes, piensan " a mí no tiene por que sucederme algo ", " no soy tan tonto como mi compañero al que le paso x cosa ", " deja eso ahí, no le pasa nada ", etc. Pero cuando se presenta el incendio del lugar o el accidente de alguien y se ve como el fuego consume bienes materiales e inhabilita o mata a personas es cuando se piensa el por qué

no se guardó determinada precaución, o cuál es la forma de utilizar determinado equipo que se tiene a la mano pero que no se sabe usar o cómo se debe organizar a la gente para evacuar el lugar y también para combatir el incendio. La mayoría de la gente desconoce estos aspectos.

La gente que se ha preocupado por la seguridad sabe que muchas veces a pesar del cuidado que se tenga en un lugar siempre existe una posibilidad de riesgo.

Es por ello que se han creado sistemas manuales y sistemas automáticos que combaten al fuego; los primeros con la presencia del hombre y los segundos con la ausencia de éste. Enfocando nuestra atención en los sistemas automáticos, se puede apreciar el hecho de que siempre están alerta a la presencia del fuego, cuando lo detectan avisan en diversos puntos a la vez y pueden iniciar el combate contra el fuego mucho antes de que alguien llegue al lugar donde se detectó y está desarrollando el incendio.

El presente trabajo es un intento de crear conciencia en el peligro que puede representar el fuego cuando se desconoce la forma como se puede originar, su comportamiento, las precauciones que se deben tener con él, los elementos que se utilizan para combatirlo y su forma de uso. También el de mostrar un lineamiento que se puede tomar como base para organizar el programa de seguridad en una empresa, ya sea grande o pequeña. Además de dar a conocer un agente extintor que no causa daño a la gente que pueda quedar atrapada en la zona de accidente mientras éste hace su labor combatiendo al fuego. Este agente es conocido como HALON 1301

(comercialmente) y como "Bromotrifluorometano" (químicamente) Entre algunas características que posee están: no es tóxico en las concentraciones que se utiliza para la mayoría de los casos de protección contra incendio; es un gas incoloro, lo cual hace que no de lugar a reacciones de pánico o confusión por parte de la gente que este en el momento de su descarga al lugar de riesgo, ya que seguirán teniendo visibilidad; no consume ni desplaza al oxígeno del lugar donde se use, lo que permite a la gente seguir respirando de manera normal; es no conductor de la electricidad, por lo que da seguridad al usarse en un riesgo que involucre equipo eléctrico energizado; es un agente limpio e inerte; no se impregna en el equipo que protege y el equipo puede seguir funcionando aun cuando este el gas presente en el ambiente, no ataca a los circuitos eléctricos produciendo corrosión y no reacciona con la gran mayoría de materiales usados para equipos industriales. E inclusive ejemplificar su uso en un caso específico.

He escogido el centro de cómputo de la Universidad "La Salle" como ejemplo para la utilización del gas HALON 1301 por dos razones. La primera es que actualmente todo negocio tiene ya una computadora, estos equipos son delicados y se han convertido, en una gran mayoría de casos, en una parte muy importante de las empresas dado que manejan la nómina, registro de ventas y compras, procesan información diversa, controlan procesos, etc. todo ésto lo hacen en muy poco tiempo cosa que a mano se llevaría tiempo y requeriría gente.

En la Universidad "La Salle" se lleva el registro de

alumnos, exámenes de admisión, nómina de trabajadores, procesos de tipo administrativo, y otros por medio de computadora además de servir de apoyo para la enseñanza de los alumnos. El perder este equipo por causa de un incendio entorpecería y retardaría funciones en la Universidad.

La segunda razón es que sólo se cuenta con protección por medio de extinguidores manuales, en caso de existir un incendio en un fin de semana o día festivo cuando no hay alumnos o trabajadores por ahí y la ronda de vigilancia se halle en otro punto de la Universidad, ocasionaría una gran pérdida para esta institución. Es por todo esto que deseo que el presente trabajo también sirva como una propuesta para evaluar la posibilidad de adquirir e instalar un sistema de tipo automático que proteja la sala de computadoras, habiendo o no, gente ahí.

En síntesis el caso concreto que se analiza lo ubicamos en el centro de computo de la Universidad La Salle (CECOED Y CEPRODA) en el año de 1985.

Tengamos en cuenta que todo lo que se haga en pro de la seguridad de gente y maquinaria no es un esfuerzo en vano y superfluo; sino una ayuda para que las personas desarrollen su trabajo en un ambiente seguro y confiable, lo cual se re-ditúa en un mejor desempeño de sus funciones y por lo tanto, en un aumento de su eficiencia. Inclusive, es una protección del patrimonio de la empresa misma, ya que lo que se llegue a perder en un incendio, sólo se recuperará con más dinero, impidiendo, al tratar de recobrarlo, posibles inversiones en otras ramas de la misma empresa.

La tesis está estructurada de la siguiente manera:

CAPITULO No. 1

Se dan los conceptos básicos para comprender que es el fuego, por que y como se origina, su clasificación en base a su origen y los métodos utilizados para su extinción.

CAPITULO No. 2

En cualquier empresa se deben prever situaciones fuera de lo normal o de emergencia. En este capítulo se mencionan los principales aspectos a considerar para organizar dentro de una empresa, sea grande o pequeña, un plan de seguridad. Se mencionan las posibles jerarquías y responsabilidades de cada parte de la empresa. A la vez se presentan los daños que puede causar el fuego tanto en las personas como en la industria (pérdidas humanas y materiales).

CAPITULO No. 3

En éste se dan a conocer los diferentes agentes extintores de los que se dispone para combatir un incendio. Al mismo tiempo que se explica el mecanismo de cada uno para extinguir al fuego. También se tratan a los sistemas portátiles como son los extinguidores, mal llamados extintores, su funcionamiento y usos.

CAPITULO No. 4

Aquí se menciona los aspectos mas importantes sobre el HALON 1301 y su forma de uso. Entre algunos aspectos están: propiedades físicas, mecanismo de extinción del fuego, usos y limitaciones, forma de aplicación, equipo para su distribución y almacenamiento y la norma que rige su uso.

CAPITULO No. 5

Este capítulo presenta la descripción e importancia del lugar que se esta protegiendo, como es la sala de cómputo de la Universidad "La Salle" (CEPRODA Y CECOED). Se mencionan los efectos que los productos de la combustión tienen sobre los equipos electrónicos que se tienen en el lugar antes citado. Se justifica el uso del HALON 1301 por medio de una comparación con los agentes extintores tratados en el capítulo 3 y se muestra, la forma como se diseña un sistema automático de protección contra incendio con HALON 1301 por medio de un ejemplo específico, que es: el diseño del sistema automático para esta sala de cómputo. Además que se propone equipo apropiado para realizar este proyecto.

CAPITULO No. 6

El llevar a cabo cualquier proyecto requiere de un estudio de tipo económico. En este capítulo se hace la cotización comercial del equipo propuesto en el capítulo anterior, de tal forma que las personas encargadas de la seguridad en la Universidad La Salle puedan valorar si es factible invertir en un equipo contra incendio automático.

Posteriormente a todo esto se dan las conclusiones a las que se ha llegado durante la realización del presente trabajo.

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE EL FUEGO.

UN GRAN BIENHECHOR DE LA
HUMANIDAD, ES A LA VEZ UN
IMPLACABLE ENEMIGO DE ELLA.

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE EL FUEGO.

1.1. CONCEPTOS GENERALES.

El fuego es un fenómeno natural que ha sido un servidor del hombre y que lo ha ayudado a fundar muchos de sus conocimientos y de sus adelantos materiales; pero también ha sido en numerosas ocasiones factor de desastres cuantiosos y de muertes. Si volteamos a nuestro alrededor podemos observar cuanto lo utilizamos, por ejemplo, en la estufa para cocinar, en la chimenea para calentar el hogar y a nosotros mismos, al prender un cigarrillo, en un motor de combustión interna, en un horno para pan o en diversos procesos industriales, ayudando al hombre a transformar los materiales y así obtener provecho de ellos. Estamos tan acostumbrados a tenerle cerca que a veces hasta lo ignoramos. Pero cuando lo vemos destruyendo propiedades e inclusive vidas humanas nos atemorizamos y huímos de él. Olvidándonos que esa destrucción pudo haberse originado en uno de los aparatos domésticos que usamos (plancha, calefactor, foco y hasta cerillos).

Por ésto, es necesario estudiar al fuego, para conocerlo y poder así prevenir los efectos dañinos que llega a causar, ya que su producción y sus características dan lugar al establecimiento de los principios en que se basa su control y su extinción.

Es conveniente hacer notar que no siempre es la mano del hombre la que concursa en la creación del fuego, puede generarse a partir del rayo, en un temblor, un aparato eléctrico o mecánico, etc. Lo cual refuerza nuestra necesidad de estudiarlo y así evitar en primer instancia, las pérdidas humanas, y en segunda instancia, las pérdidas materiales.

Para nuestro siguiente estudio, serán necesarios ciertos conceptos y términos que a continuación se definen.

COMBUSTION:

Es un proceso de oxidación que comprende una o varias reacciones químicas en las que hay desprendimiento de calor, humo, gases y a veces flama. Cuando no desprende flama se denomina "combustión lenta" (por ejemplo, la combustión del cigarro), y si se presenta flama se denomina "combustión rápida" (por ejemplo, la madera quemándose en una hoguera).

FUEGO:

Es el efecto calorífico y luminoso de la combustión.

CALOR:

Es energía que se transfiere cuando existe un gradiente de temperatura. La combustión es una reacción química que genera energía, y ésta se manifiesta en forma de calor (se denomina "reacción exotérmica").

FLAMA:

Es el elemento más simple de la combustión. En ella se pueden estudiar las características principales del fuego. El brillo de la flama se debe a la presencia de partículas en es-

tado incandescente que irradian ondas luminosas. El calor de la flama se debe a las sustancias combustibles que la producen. Las partes de una flama son:

- 1.- Desde la base de la flama parte una zona azulosa que se eleva por su periferia y la rodea desvaneciéndose en su parte alta.
- 2.- Poco arriba de la base sobre la zona azulosa, hay otra zona oscura que forma la parte más interna de la flama. En esta zona oscura no hay combustión y es la más fría por la falta de oxígeno.
- 3.- Una tercera zona cubre a la anterior, en ella la combustión no es completa y hay partículas en estado incandescente que le da un brillo intenso por la luz que irradia.
- 4.- La envoltura exterior es azulosa y en ella, en la parte superior de la flama, el calor es el más intenso y la combustión más completa.

Una propiedad importante de la flama, es que puede desplazarse dentro de una masa gaseosa combustible, ya sea que ésta vaya en un ducto o este confinada en un local. Por ello se dice que una fuente de combustible puede "jalar" una flama e incendiarse.

La velocidad con que se desplaza una flama dentro de una masa gaseosa depende de la clase de mezcla combustible que ésta tenga y del movimiento, laminar o turbulento, que lleve, si es que corre dentro de un ducto.

Cuando una flama se inicia en la salida de un tubo, tien

de a marchar hacia adentro de éste, pero es posible que permanezca en un solo lugar por la velocidad con que fluya el gas por la salida. Cuando la velocidad de salida es poca puede suceder que el ducto o recipiente se "trague" la flama, habiendo entonces el peligro de una explosión dentro de éstos.

HUMO:

Este aparece por una combustión incompleta, son partículas que varían de tamaño, color y cantidad, pueden impedir el paso de la luz. Es también inflamable cuando cuenta con la adecuada proporción de calor y oxígeno. Su color depende del material que este quemándose:

- a) Color blanco o gris pálido indica que arde libremente
- b) Negro o gris oscuro indica normalmente un fuego caliente y falto de oxígeno.
- c] Amarillo, rojo o violeta generalmente indica la presencia de gases tóxicos.

GASES:

Son un producto resultante de la combustión y pueden ser tóxicos o no. Los emanados de la combustión, más comunes son: monóxido de carbono, bióxido de carbono, bióxido sulfúrico, sulfuro de hidrógeno, bióxido de nitrógeno, etc.

EXPLOSION:

Es una combustión que se verifica a gran velocidad produciendo alta temperatura y volumen considerable de gases, por lo cual se crean presiones y contrapresiones que originan ondas de choque que se desplazan rápidamente con mucha energía.

SUSTANCIAS INFLAMABLES:

Se llama así a las sustancias que a temperatura ambiente producen vapores que mezclados con el aire pueden arder. Se ha limitado el calificativo de inflamables para aquellas sustancias cuya temperatura de ignición es abajo de 93°C (200°F).

Es conveniente hacer notar que las palabras flamable e in flamable se usan indistintamente para significar lo mismo.

SUSTANCIAS COMBUSTIBLES:

Son aquellas cuya temperatura de ignición es mayor de - 93°C (200°F).

LÍMITE DE INFLAMABILIDAD:

Cuando un líquido empieza a producir vapores, éstos forman una mezcla con el aire en la que su concentración aumenta hasta llegar a una cifra en que esa mezcla ya puede arder y mantenerse en ignición, ésta concentración se denomina "límite inferior de inflamabilidad". Si el desprendimiento de vapores continúa, hay una mayor concentración a la cual la combustión no se verifica por encontrarse ya escaso el oxígeno, esta concentración se denomina "límite superior de inflamabilidad". Entre los límites superior e inferior hay una serie de concentraciones de vapor o gas que pueden ser combustibles. (Ver tabla 1.1.).

TEMPERATURA DE INFLAMACION: (FLASH POINT)

Es la temperatura mínima a la cual los vapores producidos por un combustible pueden arder en el aire. A esta temperatura se producen flamaeos sin que la combustión sea continua.

7

TABLA 1.1. (*)

MATERIALES PELIGROSOS INFLAMABLES	TEMPERATURA INFLAMACION (°C)	TEMPERATURA IGNICION (°C)
Acetona	0	540
Acetileno	gas	300
Benceno	10	540
Disulfuro de Carbono	30	100
Monóxido de Carbono	gas	610
Alcohol Desnaturalizado	15.5	400
Alcohol Etilico (alcohol)	12.5	425
Nitrato de Etilo	35	90
Gas Natural	gas	483
Gasolina	-45	280
Hidrógeno	gas	585
Acido Sulfhídrico	gas	260
Combustible de Jet JP-4	-10	325
Lacas y Adelgazadores	-12	235
Metano	gas	538
Kerosina	38	228
Alcohol Metilico (alcohol de madera)	11	520
Propano	gas	522
Aguarraz	35	255

TABLA 1.2. (*)

TEMPERATURAS DE IGNICION
DE COMBUSTIBLES SOLIDOS.

MATERIALES	°C
Pedazos de Pino	230
Abeto (Douglas)	260
Pinabete	261
Pino Blanco	265
Papel Periódico	235
Papel Filtro	237
Algodón absorbente	267
Algodón en Hojas	240
Cobijas de Lana	205
Viscosa de Rayón	280
Fibra de Madera	218
Fibra de Caña	240

(*) Ver referencia 1

TEMPERATURA DE IGNICION: (FIRE POINT)

Es aquella a la cual, la producción de vapores por un combustible es continua y pueden arder en el aire en forma permanente, sosteniendo o aumentando esa temperatura por efecto de la misma combustión. (Ver tablas 1.1. y 1.2.).

CALOR ESPECIFICO:

Es el calor que absorbe un material para aumentar su temperatura; se define como la cantidad de calorías que deben suministrarse a un gramo de material para que su temperatura aumente en un grado centigrado.

CALOR LATENTE:

Es el calor que absorbe una sustancia y que no le provoca un aumento de temperatura, sino que le causa una transformación de fase.

PODER CALORIFICO:

Cuando una sustancia se quema produce calor, la cantidad de calorías que produce por gramo se denomina poder calorífico.

1.2. COMPONENTES DEL FUEGO.

Para todos es conocido que la gasolina es fácilmente inflamable, que con un cerillo se puede incendiar. También se habla de la peligrosidad del diesel, sin embargo, al poner un cerillo cerca de éste no arderá inmediatamente y hasta posiblemente se consuma el cerillo y el diesel no arderá. Si atomizamos el diesel con aire veremos que inmediatamente se incendiará.

De forma similar acontece con la madera, requerimos un tiempo de permanencia de la flama para que ésta arda, y si tratamos con aserrín, muy rápido se incendiará.

De aquí, podemos ver que para que un material se incendie, se requiere de una fuente de calor que incremente su temperatura hasta que el material suelte vapores o gas (que llegue a su punto de inflamación). Este vapor se mezclará con el oxígeno del ambiente y con cualquier fuente de energía el material se prenderá.

En base a observaciones de fenómenos como los anteriores, se obtuvo una ilustración gráfica que intenta explicar al fuego, se le conoce como "Triángulo del Fuego" y es el siguiente:



COMBURENTE: es el oxígeno que está presente en el aire del medio ambiente y que constituye el 21% de su volumen. Es te permite que se inicie y mantenga el fuego.

COMBUSTIBLE: es el material o sustancia que se consumirá para iniciar y mantener al fuego. Puede ser sólido, líquido o gaseoso.

CALOR: es la energía que permite al combustible alcanzar su temperatura de inflamación, y luego su temperatura de ignición y provocar así, el inicio del fuego.

El fuego, por la energía calorífica que contiene, es capaz de moverse desplazándose por causas horizontales o verticales y de hacer arder diversos materiales por la elevación de temperatura que les provoca. Tiene la propiedad de incrementarse a sí mismo, lo que constituye el principal problema para su extinción.

Las investigaciones actuales sobre las reacciones químicas del fuego han hecho que se modifique el criterio clásico del "triángulo del fuego" antes mencionado, agregándole un nuevo elemento de tipo termoquímico que da gran consistencia a la estabilidad del fuego. A éste nuevo factor se le denomina "Cadena Química de Moléculas Peroxidadas" o "Reacción en Cadena de la Flama" y con él se forma un nuevo esquema del fuego, al cual se le denomina "Tetraedro del Fuego" y se ilustra de la siguiente forma:



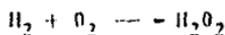
La cadena química de moléculas peroxidadas se explica de la siguiente forma:

a) COMBUSTION DEL HIDROGENO.

al iniciarse y en su forma más sencilla, se representa:



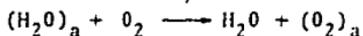
a temperaturas mayores de 590 °C se forma peróxido de hidrógeno:



este peróxido por la alta temperatura reacciona formando dos moléculas de agua:



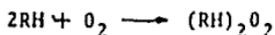
una de estas moléculas está activada, es decir, tiene una gran energía interna y reacciona con gran rapidez con el oxígeno y le comunica energía adicional activándolo:



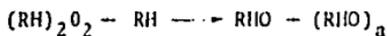
el oxígeno activado vuelve a dar peróxido y se inicia otra vez la cadena de reacciones, que va extendiéndose cada vez mas hasta llegar a producir flamaos explosivos de temperaturas arriba de 2000 °C.

b) COMBUSTION DE LOS HIDROCARBUROS.

Un hidrocarburo, cualquiera que sea su cadena, puede representarse como un radical (R) que tiene un hidrógeno sustituible. En este caso, la explicación de la cadena química de moléculas peroxidadas es:



el peróxido tiene la reacción:



la molécula activada reacciona con oxígeno y le comunica energía:



el oxígeno activado hace que se repita el ciclo a mayor velocidad.

Es conveniente hacer notar que las reacciones anteriores son más complejas que lo indicado porque se forman compuestos

intermedios y compuestos derivados, sin embargo, en términos generales nos muestran la formación de la reacción en cadena de los peróxidos y la activación del oxígeno.

Algunos ejemplos de sustancias, en las que encontramos activaciones de la combustión como las antes señaladas y que están clasificadas como inflamables son:

(*)

SUSTANCIA	Densidad del líquido	Densidad del vapor	Mezcla explosiva al aire
Acetona	0,8	2,0	2,6 o/o 12,8 o/o
Acetonitrilo	0,8	1,4	4,6 16
Acido Acetico	1,0	2,1	5,4 16
Acrlonitrilo	0,8	1,2	3,0 17
Alcohol Etilico	0,8	1,6	4,3 19
Alcohol Metilico	0,8	1,1	7,3 36
Anilina	1,0	3,2	1,3 x
Benceno	0,9	2,8	1,3 7,1
Bisulfuro de C.	1,3	2,2	1,3 44
Ciclohexano	0,8	2,9	1,3 8
Cloruro de Alilo	0,9	2,6	3,3 11
Cloruro de vinilo	0,9	2,2	4 22
Dietilamina	0,7	2,5	1,8 10
Estireno	0,9	1,1	1,0 6
Eter Etilico	0,7	2,6	1,9 48
Eter Vinilico	0,8	2,4	1,7 27
Gasolina	0,75	3,5	1,4 7,6
Metil-Etil-cetona	0,7	2,1	2 10
Nitrobenceno	1,2	4,3	1,8 x
Octano N			
Oxido de etileno	0,9	1,5	3 100
Propileno	0,86	2,7	2,8 10
Tolueno	0,90	1,2	1,4 6,7
Xileno	0,90	3,7	1,0 6,0

Con base a lo anterior, podemos decir que el "Triángulo del Fuego" representa una combustión sin flama o combustión lenta; y que el "Tetraedro del Fuego" representa una combustión con flama o combustión rápida.

(*) Ver referencia 2

1.3. PROPAGACION DEL FUEGO.

La forma como el fuego se propaga depende de la manera como lo haga su energía calorífica. Como se mencionó anteriormente, el que un material se incendie está en función de su temperatura de inflamación. El calor generado en un fuego eleva la temperatura de los materiales adyacentes a él y puede llegar a ellos en tres formas diferentes:

a) CONDUCCION: es la transmisión de calor a través de sólidos. Se expresa matemáticamente por medio de la ley de Fourier:

$$Q = K \frac{A}{L} (T_2 - T_1)$$

donde:

Q = calor que se transmite a través del cuerpo.

A = área que presenta el cuerpo.

L = espesor del cuerpo.

T_1 = temperatura de un lado del cuerpo.

T_2 = temperatura del otro lado del cuerpo.

K = coeficiente de transmisión propio del material.

Podemos pensar en un muro de tabique o cemento que de un lado tiene un fuego de gran magnitud y del otro lado, materiales combustibles. El muro conducirá el calor a través de sí mismo desde el lado del fuego hasta el lado donde están los materiales, los cuales elevarán su temperatura hasta el grado de causar desprendimiento de vapores que estallarán en llamas.

b) CONVECCION: ésta forma de transmisión del calor se presenta en los fluidos. Se expresa por medio de la siguiente fórmula:

$$Q = h \cdot A \cdot \Delta T$$

donde:

Q = calor que se transmite.

A = área que tiene contacto con el fluido.

ΔT = diferencia de temperaturas entre la superficie y la masa principal de fluido.

h = coeficiente de transmisión propio del fluido.

Los gases, producto de la combustión, por ser más ligeros que el aire, tienden a elevarse y entre mayor y más grande sea un incendio, más rápido y más calientes ascenderán.

Muchas veces, cuando el H. Cuerpo de Bomberos ha extinguido un incendio en la primera planta de un edificio, de repente en la tercera, cuarta o quinta planta, se inicia otro por convección. Lo que sucede es que los gases en su ascenso, incrementaron la temperatura de materiales combustibles o inflamables hasta el grado de hacerlos estallar en llamas.

c) RADIACION: es la emisión de energía desde la superficie de los cuerpos, se da en forma de ondas electromagnéticas que se propagan con la velocidad de la luz y se transmiten a través del aire. Cuando inciden sobre un cuerpo que no es transparente a ellas, como las paredes de un cuarto, son absorbidas y su energía es transformada en calor. Se expresa por medio de la ley de Stefan:

$$Q = e \cdot s \cdot (T_2^4 - T_1^4)$$

donde:

Q = cantidad de calor absorbido por el cuerpo.

$s = 5.6699 \times 10^{-8} \text{ cal seg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$

e = poder emisivo de la fuente emisora.

T_1 = temperatura del cuerpo que absorbe calor.

T_2 = temperatura de la fuente emisora.

Un buen ejemplo para éste tipo de transmisión de energía calorífica es la que recibimos del sol o de la flama de la vela.

1.4. FUENTES DE IGNICION O DE ENERGIA CALORIFICA.

Existen cuatro tipos de fuentes de energía que debemos tener en cuenta, primordialmente:

1.4.1. Energía Calorífica Química.

1.4.1.1. Calor de la Combustión.

Es la cantidad de calor que se genera durante la oxidación completa de una sustancia.

1.4.1.2. Combustión Espontánea.

Calor espontáneo resultado de una reacción química, rápida o lenta, que sufren los materiales independientemente de cualquier fuente de calor externa.

La combustión espontánea ocurre, generalmente, a través de un ciclo de oxidación, mismo que genera calor lentamente en un principio. Esta condición se clasifica como calor espontáneo hasta que aumenta suficientemente la temperatura y llega al punto de ignición. En este punto, se convierte en ignición espontánea, la cual es inevitable después de que se

inicia la reacción química. En muchos materiales, este proceso se desarrolla lentamente y no llega al climax de ignición en varios días, semanas o meses, por lo consiguiente, el incendio que aparece hoy, realmente se inicio semanas antes. Generalmente hay suficiente aire para permitir la oxidación, pero insuficiente para transportar el calor fuera del área. Tales condiciones se encuentran en grandes masas de materiales que están flojos en empaque. Algunos materiales poseen la característica de que con la humedad se aumentan las reacciones espontáneas. La mayor parte de los materiales que tienen propiedades de secamiento están expuestos a la combustión espontánea. Algunos materiales a los que les sucede ésto son: aceite de pescado, aceite de linaza, aceite de semillas de algodón, carbón, cobre, aserrín, paja, etc.

1.4.1.3. Calor de la Descomposición.

Es el calor cedido por la descomposición de compuestos - que requirieron de la adición de calor para su formación a partir de los elementos originales. Los compuestos producidos - por reacciones endotérmicas, que son los de este caso, son muy inestables. El nitrato de celulosa es conocido por su tendencia de descomponerse y liberar cantidades enormes de calor. -

1.4.2. Energía Calorífica Eléctrica.

1.4.2.1. Calentamiento por Resistencia.

Este se caracteriza por la generación de calor proporcional a la resistencia que presenta un cuerpo al paso del flujo eléctrico a través de él y proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente. Un ejemplo muy palpable es el calor

generado por los focos incandescentes, el cual se debe a la resistencia que presenta el filamento de éstos.

1.4.2.2. Calentamiento por Inducción.

Cuando un conductor está sujeto a la influencia de un campo magnético alternativo, o cuando un conductor se mueve cor--tando líneas de un campo magnético, aparece una diferencia de potencial en el conductor. Esta diferencia de potencial produce un flujo de corriente con el consecuente calentamiento por resistencia en el conductor. Debido al rápido cambio o alter--nación de potencial, se gasta energía adicional y conforme la polaridad cambia, aparece energía calorífica, debido a la dis--torsión mecánica y eléctrica de la estructura molecular. Este calentamiento se incrementa con la frecuencia de alternación. La comida se calienta en un horno de micro-ondas debido a la fricción molecular inducida por la energía de las micro-ondas recibidas.

1.4.2.3. Calentamiento por Corrientes de Fuga.

No existe un aislamiento perfecto para los conductores, siempre existe un flujo de corriente sobre la superficie del aislador, cuando están sujetos a un voltaje grande. A este flujo se le conoce como corrientes de fuga o corrientes parásitas. A partir del punto de vista de generación de calor, no es muy importante, sin embargo, si el material aislado no es el ade--cuado para el servicio, o por razones de economía, ahorro de espacio o intentos de obtener la máxima capacidad de un condensador y el material es muy delgado, las corrientes de fuga pueden exceder los límites de seguridad resultando en un calenta

miento del aislante con el consecuente deterioro del material y su falla última.

1.4.2.4. Calor de Arcos Eléctricos.

Un arco eléctrico ocurre cuando un circuito eléctrico que conduce corriente es interrumpido, intencionalmente (con cuchillas interruptoras) o accidentalmente (cuando una terminal o contacto se pierde). El arco eléctrico es muy severo cuando se ven envueltos motores u otros circuitos inductivos. Las temperaturas de los arcos eléctricos son muy altas y el calor liberado es suficiente para encender materiales combustibles o flamables que se encuentren alrededor.

1.4.2.5. Calentamiento por Electricidad Estática.

La electricidad estática es una carga eléctrica que se acumula en la superficie de dos materiales que han sido puestos en contacto entre ellos y luego separados. Una superficie se carga positivamente y la otra, negativamente. Si las superficies no están aterrizadas acumularán suficiente carga eléctrica como para que una chispa de descarga ocurra. Estas chispas normalmente son de corta duración y no producen el calor necesario para encender material combustible ordinario, como el papel; sin embargo, si son capaces de incendiar vapores y gases flamables.

1.4.3. Energía Calorífica Mecánica.

1.4.3.1. Calor por Fricción.

La energía mecánica utilizada en vencer la resistencia al movimiento cuando dos sólidos están en contacto y se rozan en-

tre ellos, es lo que se denomina calor por fricción. Toda fricción o roce genera calor. El peligro depende de la cantidad de energía mecánica disponible, la rapidez con que el calor es generado y con que es disipado. Algunos ejemplos son: el calor generado por la fricción de una banda sobre una polea y las partículas de metal caliente (chispas) que se disparan debido al uso de un esmeril.

1.4.3.2. Calentamiento por Compresión.

Este es debido al calor generado cuando se comprime un gas. También es conocido como el efecto diesel. El hecho de que la temperatura de un gas se incremente cuando es comprimido ha encontrado aplicaciones en los motores diesel, en donde el calentamiento por compresión elimina la necesidad del sistema de ignición por chispa (bujía). Primero se comprime aire en un cilindro de una máquina diesel, después se inyecta un aceite atomizado al aire comprimido. El calor generado al comprimir el aire es suficiente para incendiar al aceite atomizado.

1.4.4. Energía Calorífica Nuclear.

Esta energía es la desprendida del núcleo de un átomo. El núcleo está formado de materia que está unida por enormes fuerzas, que puede ser liberada cuando el núcleo es bombardeado por partículas energizadas. La energía nuclear se libera en forma de calor, presión y radiación. La energía liberada por bombardear un núcleo es millones de veces más grande que la liberada por una reacción química ordinaria. La liberación de grandes cantidades de energía nuclear producen una explosión

atómica. La liberación controlada es una fuente de calor para uso diario. Por ejemplo: en el generador de vapor de una estación generadora de electricidad ("Núcleo-Eléctrica").

1.5. METODOS DE EXTINCION DEL FUEGO.

Como ya se mencionó, los elementos que intervienen para formar al fuego son cuatro: combustible, comburente (oxígeno), calor y reacción en cadena de la flama. Los métodos de extinción del fuego se basan en el hecho de que al faltar cualquiera de los elementos anteriores, se extinguirá el fuego, y son los siguientes:

1.5.1. METODO DE SEPARACION.

Consiste en retirar el combustible, que no ha sido quemado, de la vecindad del fuego. Se logra mediante el retiro manual o mecánico del combustible o por una válvula o sistema de acción.

Un ejemplo puede ser un tanque que contenga a un líquido flamable y se esté incendiando. La separación en este caso, consistirá en tener una bomba (sistema de acción) que desaloje el líquido que no ha sido quemado, dejando el mínimo de líquido posible. De esta forma, el incendio se extinguirá cuando se consuma el poco combustible dejado por la bomba.

1.5.2. METODO DE SOFOCAMIENTO.

Consiste en separar al oxígeno del combustible. Un ejemplo de éste es al cubrir un recipiente que contenga aceite incendiándose, el fuego se extinguirá cuando se consuma todo el oxígeno que quedó atrapado al cubrir el recipiente y no llegue más oxígeno. Este método no se puede emplear en incendios don

de el material produce su propio oxígeno.

1.5.3. METODO DE ENFRIAMIENTO.

El medio más versátil de extinción es eliminar el calor del combustible, con lo que se reduce la evaporación hasta que el fuego se extingue.

Para poder apagar un fuego por enfriamiento, es necesario absorber una pequeña proporción del calor total del incendio. Se apagará cuando la superficie del material incendiado se enfríe por debajo de su temperatura de inflamación y no deje escapar vapores que mantengan una mezcla de combustión en la zona del fuego. El agente extintor más usado para este método es el agua, que absorbe el calor del material incendiado para convertirse en vapor de agua.

1.5.4. METODO DE INHIBICION QUIMICA DE LA FLAMA.

Consiste en romper la reacción química en cadena de la flama. El efecto sobresaliente de este método es la rapidez y gran eficiencia con que la flama se extingue, lo cual se logra cuando a los radicales OH-, H- y O- no se les deja actuar en su papel para mantener la flama.

1.6. CLASES DE FUEGO Y SU EXTINCION.

El fuego se ha clasificado en cuatro divisiones, en función de los materiales combustibles que lo originan y del método de extinción que debe emplearse. Estos son:

FUEGOS CLASE "A"

Son aquellos en los que el combustible deja residuo carbonoso y brasas. El fuego de esta clase se caracteriza porque -

agrieta al material, origina brasas, deja cenizas y se propaga de afuera hacia adentro. Estos fuegos desarrollan una gran cantidad de calor y para combatirlos se requiere enfriar el material, lo cual, aunado a la cualidad de agrietamiento, hace que se emplee preferentemente agua como agente extintor o compuestos que contengan un gran porcentaje de agua, con objeto de empapar el material encendido y bajar así su temperatura. Incendios de este tipo los originan la madera, tela, pasto, estopa, algodón, papel, etc.

FUEGOS CLASE "B"

Son aquellos originados por los hidrocarburos en general, tales como gasolina, aceites, grasas, etc. La característica principal de esta clase de incendios es que se producen en la superficie de los líquidos, por tanto, para combatirlos, debe eliminarse el oxígeno que esté en contacto con la superficie que se está quemando. Específicamente se combaten estos incendios, ahogándolos con una capa de espuma o de un gas inerte, que impida el contacto del oxígeno con el foco del fuego. También se puede utilizar el polvo químico seco para este tipo de fuego.

FUEGOS CLASE "C"

Son aquellos que se producen o involucran equipo eléctrico energizado. Aunque este tipo de incendios se produce en materiales sólidos o líquidos, ha merecido clasificación especial por el peligro que implica la corriente eléctrica, pues, de no emplearse los medios adecuados de extinción, se corre el peligro de recibir una descarga eléctrica. Para su extinción

se emplean agentes no conductores de la electricidad como son el polvo químico seco, bióxido de carbono, y los agentes halogenados. Al cortar la corriente del equipo eléctrico incendiado, el incendio clase C se convierte en clase A o clase B. Se encuentra en motores eléctricos, transformadores, tableros, cables, controles, etc.

FUEGOS CLASE "D"

Comprende a todos aquellos metales combustibles que al estar en ignición, desprenden su propio oxígeno, o bien, que los agentes extintores ordinarios, en especial el agua, producen una reacción muy violenta al entrar en contacto con ellos. Para su extinción se utilizan los métodos de enfriamiento y sofocamiento. El magnesio, titanio, zirconio, sodio y potasio son ejemplos de metales combustibles.

CAPITULO II

IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.

LA CONSERVACION DE LA VIDA, LA PREVENCIÓN DE PERDIDAS ECONÓMICAS E INTERFERENCIAS EN LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL, ACENTUAN LA NECESIDAD DE INSISTIR EN LA LUCHA POR CREAR CONCIENCIA Y DAR LA IMPORTANCIA DEBIDA A LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y EN CUALQUIER ACTIVIDAD HUMANA.

CAPITULO II

IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.

2.1. EFECTOS DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTION EN EL SER HUMANO.

Los productos de la combustión son cuatro: gases, flama, calor y humo. Estos productos afectan la fisiología y comportamiento de las personas en diversas formas. Los efectos toxicológicos, resultado de la inhalación de gases y aire caliente aunado al oscurecimiento de la visión, contribuyen a la incapacitación física, pérdida de coordinación motora, falla de la toma de decisiones, desorientación, visión restringida y pánico. La prevención en el escape del posible riesgo, evitará el daño o la muerte por posibles inhalaciones de gases tóxicos o el sufrimiento de posibles quemaduras. Los supervivientes de un incendio pueden experimentar complicaciones pulmonares posteriores a su exposición al siniestro y daños por quemadura que pueden guiar a una muerte posterior.

2.1.1. GASES DE LA COMBUSTION.

La mayoría de los materiales combustibles contienen carbono que se quema formando bióxido de carbono, cuando el oxígeno existente es suficiente; pero forma monóxido de carbono, cuando el oxígeno presente es pobre. A menos que el combustible y el aire sean premezclado, el oxígeno presente en la zona de combustión es usualmente insuficiente para una combustión

completa. Cuando los materiales se queman, otros gases se forman, como son: dióxido de azufre, amoníaco, cianuro, óxidos nitrosos, ácidos halogenados, isocianatos ($R-N=C=O$) e hidrocarburos volátiles. Los gases formados en un fuego dependen principalmente de la composición química de la sustancia que se queme, la cantidad de oxígeno disponible para la combustión y la temperatura.

TOXICIDAD DE LOS GASES DE LA COMBUSTION.

Son más las muertes que se presentan en un incendio, por la inhalación de gases y aire caliente, que por otras causas combinadas.

Son varias las causas que determinan si los gases de la combustión tendrán un efecto tóxico en el individuo, como es la concentración volumétrica, el tiempo de exposición y la condición física del individuo. Debido a que la respiración se incrementa por el esfuerzo, el calor y un exceso de bióxido de carbono, los efectos tóxicos por inhalación de gases se pueden ver acelerados. Bajo estas condiciones, las concentraciones de gases que ordinariamente se consideran inofensivas, pueden resultar peligrosas.

Las investigaciones han demostrado que el mayor intoxicante es el monóxido de carbono.

MONOXIDO DE CARBONO (CO).

Aunque no es el más tóxico de los gases, es siempre uno de los más abundantes y la mayor amenaza en muchas atmósferas de incendios. En condiciones controladas, el carbón de muchos materiales orgánicos se pueden oxidar completamente, proporci

nando un exceso de oxígeno. En un fuego no controlado de un incendio accidental, la disponibilidad de oxígeno no es ideal y parte del carbón no se oxida completamente, formando monóxido de carbono. En un incendio sin flama, confinado, la proporción de monóxido de carbono al bióxido de carbono es muy grande con respecto a un fuego libre bien ventilado.

En el envenenamiento en forma de asfixia, el monóxido de carbono se combina con la hemoglobina (constituyente de la sangre que acarrea al oxígeno), 210 veces más rápido que el oxígeno, formando carboxihemoglobina. El monóxido de carbono disminuye la capacidad de la sangre para acarrear oxígeno e interfiere con la función necesaria de intercambio de gases en los pulmones.

La siguiente tabla muestra la peligrosidad del monóxido de carbono a diferentes concentraciones volumétricas.

CONCENTRACION DE CO (ppm) (partes por millón)	R E S P U E S T A
100	Tolerable exposición por varias horas.
400-500	Efectos no apreciables después de 1 hora.
600-700	Efectos apenas apreciables después de una hora.
1000-1200	Desagradable después de 1 hora.
1500-2000	Peligroso cuando se inhala durante 1 hora.
4000	Mortal cuando se inhala menos de 1 hora.
10000	Mortal cuando se inhala durante 1 minuto.

BIOXIDO DE CARBONO.

Se forma en grandes cantidades durante un incendio. Aunque no es particularmente tóxico a los niveles que se presenta una moderada concentración estimula y aumenta el ritmo de respiración. Esta condición contribuye a la acelerada inhalación

de gases tóxicos e irritantes. La proporción y profundidad de respiración se incrementa en un 50% con un dos por ciento de bióxido de carbono y se duplica con un tres por ciento de bióxido de carbono en el aire. Con un 5%, la respiración se hace dificultosa y si se respira en esta concentración durante una hora, puede tener efectos muy serios.

OXIGENO INSUFICIENTE (O_2).

El oxígeno se consume de la atmósfera durante la combustión. Cuando su concentración cae del usual nivel de 21% del aire a 17% aproximadamente, se deteriora la coordinación motora de la persona; cuando cae a un rango del 14 al 10%, la persona está aún consciente pero su juicio ya falla y se fatiga rápidamente. En el rango del 10 al 6%, la persona pierde la consciencia y después de algunos minutos puede morir.

CIANURO (CN).

Se genera de la combustión de la lana, seda, nylon, poliuretano y papel. Es un veneno asfixiante de rápido efecto si se respira durante 10 minutos en una concentración de 350 ppm.

DIOXIDO DE NITROGENO (NO_2).

Se produce en pequeñas cantidades a partir de telas y paño, y en grandes cantidades del nitrato de celulosa y del celuloide. Es un fuerte irritante pulmonar y puede causar hasta la muerte en concentraciones arriba de 200 ppm.

AMONIACO (NH_3).

Se produce en la combustión de lana, seda, nylon y melamina. Es un gas picante, de olor insoportable, irritante a

los ojos y nariz. Una concentración letal es mayor a 1000 ppm

ACIDO CLORHIDRICO (HCl).

Se produce en la combustión del cloruro de polivinil -- (PVC) y de algunos materiales tratados con retardantes de fuego. Es un irritante del sistema respiratorio y puede causar la muerte en concentraciones mayores de 500 ppm.

OTROS GASES HALOGENADOS (HF y HBr).

Los ácidos fluorhídrico (HF) y bromhídrico (HBr) se producen en la combustión de resinas fluoradas o cintas de películas y de algunos materiales retardantes del fuego que contienen bromuros. Son irritantes respiratorios. Pueden ser letales en concentraciones de 400 ppm para el HF y concentraciones mayores de 500 ppm para el HBr, respirados por más de 10 minutos.

DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂).

Se produce de materiales que contienen azufre. Es un -- fuerte irritante. Una concentración volumétrica letal es arriba de 500 ppm cuando se respira por más de 10 minutos.

ISOCIANATOS (R-NCO).

Se crean durante la combustión de polímeros, es producto de la pirólisis, como el tolueno-2,4-diisocianato (TDI). Son potentes irritantes del sistema respiratorio.

2.1.2. FLAMA.

Es energía luminosa liberada durante la combustión de algunos materiales. La observación de ésta confirma la presen--

cia de un incendio. Genera calor por medio de ondas electromagnéticas (radiación), lo cual puede provocar quemaduras. Pero su papel más significativo es el crear condiciones de pánico que anteceden daños como son quemaduras e inhalación de humo.

2.1.3. CALOR.

El calor es un producto de la combustión. Es el mayor responsable del esparcimiento de fuego en edificios. El calor posee características que dañan físicamente al hombre a través de una exposición a gases calientes o radiación. Si la energía calorífica total que reacciona con el cuerpo sobrepasa la capacidad del cuerpo de crear procesos de defensa fisiológica para compensarla, una serie de eventos ocurrirán donde puede haber desde daños menores hasta la muerte.

Los efectos de la exposición al aire caliente son enormemente aumentados con la presencia de humedad en la atmósfera del incendio. Con gran concentración de humedad, la transferencia de calor es más eficiente y el cuerpo tiene más problemas para librarse de la carga calorífica. La humedad está presente en el medio ambiente del incendio como resultado de la humedad natural, la humedad producida de la combustión y por la aplicación de agua para extinguir el fuego.

Si el calor es rápidamente conducido a los pulmones, puede producirse una seria baja en la presión sanguínea y colapso de los vasos capilares y consecuentemente una falla circulatoria. Un calor muy severo puede causar la creación de fluido en los pulmones.

En pruebas de fuego conducidas por el Consejo Nacional de Investigación de Canadá se determinó que 149 °C (300 °F) era la máxima temperatura del aire respirable para sobrevivir. Una temperatura así de elevada, puede ser solamente soportada por periodos cortos de tiempo y no puede ser soportada si hay presencia de humedad. Se sugiere que una persona que vaya a combatir un incendio, no entre sin máscara y ropa especial de protección cuando la atmósfera exceda los 49°C (120°F).

Las quemaduras de la piel se clasifican como quemaduras de primer, segundo y tercer grado. En las de primer grado, se breviene un enrojecimiento con calor local y dolor vivo, después de uno a tres días desaparecen los síntomas sin dejar huella, solo ataca a la epidermis. En quemaduras de segundo grado, es inmediata la aparición de enrojecimiento, piel ardorosa y se forman ampollas, llenas de un líquido seroso. Si se rompen, queda al descubierto una zona (dermis) de color rojo rutilante sumamente dolorosa. Este tipo de quemaduras también se curan sin dejar huella, pero si no se cuidan pueden infectarse y producir pús. Las quemaduras de tercer grado implican una gran afectación de epidermis y dermis, con amplias zonas muertas. Por ello, junto con el enrojecimiento y las ampollas existe una mayor o menor zona lesionada en profundidad con coloración negruzca (piel muerta) y que se desprende en forma de escaras amplias. Estas heridas tardan mucho en cicatrizar, después siempre se hallan intensamente infectadas, con supuración y exudación. Al curar dejan huella perenne, con una cicatriz que deforma la zona afectada.

Si la extensión de las quemaduras de segundo y tercer gra

do es mayor de un tercio de la superficie total cutánea, los síntomas son muy graves. En los quemados que tienen más de la mitad de la piel afectada, el desenlace fatal es la regla. La muerte se produce por intoxicación, ya que las partes quemadas y destruidas de la piel dan lugar a proteínas nocivas que originan fiebre y sobrecargan la circulación.

Exposición excesiva al calor también puede causar la muerte por hipertermia, sin la producción de quemaduras. La hipertermia ocurre si el cuerpo absorbe calor más rápidamente de lo que lo puede disipar por evaporación del sudor superficial a la piel; elevando, por lo tanto, la temperatura de todo el cuerpo lo suficiente para causar daños, principalmente al sistema nervioso central.

El shock es frecuente en víctimas de incendios y puede aparecer por exposición al calor únicamente, a irritantes o deficiencia del oxígeno en atmósferas que contengan altos niveles de monóxido de carbono. Estas condiciones también provocan un incremento en el ritmo cardiaco, tal que se puede llegar a un ataque cardiaco.

2.1.4. HUMO.

El humo consiste en partículas de materia finamente dividida y gotas de líquido suspendidas llamadas aerosol. Partículas carbonosas se forman debido a una combustión incompleta. En estas condiciones, la materia orgánica incompletamente quemada es despedida en forma de aerosol disperso y contribuye a hacer visible el humo. Como el tamaño promedio de las partículas y aerosoles es aproximadamente igual a la longitud de onda

de la luz visible, éstas disipan la luz e impiden la visión a través del humo.

Partículas y aerosoles provocan efectos físicos y fisiológicos. Como el humo oscurece la luz de pasillos, la visión de salidas y señales de salida es bloqueada. Se ha visto que el humo alcanza niveles muy grandes antes de que la temperatura se eleve considerablemente. En pruebas se ha visto que el humo es el principal riesgo a la vida debido a sus efectos sobre la visibilidad y efectos irritantes. El humo frecuentemente es el aviso de que un fuego se ha iniciado, pero al mismo tiempo contribuye a crear condiciones de pánico por bloquear la visión.

Las partículas y aerosoles del humo pueden ser nocivos cuando se inhalan y una larga exposición puede causar serios daños al sistema respiratorio. Estos mismos irritan y provocan la salida de lágrimas en los ojos, con lo cual se nubla la vista. En nariz y garganta provocan estornudos y tos, en momentos que la persona así afectada, necesita contar con sus facultades normales. Las partículas de humo son tan pequeñas, que al inhalarse se van a lo profundo del pulmón donde al ser adsorbidas, causan efectos tóxicos y daños muy serios al sistema respiratorio.

2.2. CONSECUENCIAS DE LOS INCENDIOS EN LAS INDUSTRIAS.

Las pérdidas materiales que se tienen en una industria durante y después de un incendio son principalmente:

a) Baños en los edificios: se debilitan o destruyen los techos, paredes, puertas, pisos, ventanas, escaleras, etc. En

otros casos, hay que romper paredes, pisos o techos para arreglar o reponer maquinaria que haya resultado dañada por el fuego y también para arreglar las instalaciones (eléctrica, hidráulica o de gas) que hayan sido afectadas.

b) Daños a la maquinaria: se queman o recalientan sus partes combustibles como son los empaques, carátulas, cristales, etc. Se llegan a desajustar o inclusive a inutilizar sus partes delicadas, por ejemplo sus medidores, mecanismos de control, los niveles, los ajustes, etc. Además de que se destruye su pintura y se impregnan con carbón y con otros productos de la combustión.

c) Daños a las instalaciones eléctricas: se ven afectados los equipos como motores y transformadores y el alambrado del edificio. También los instrumentos, que pueden ser indicadores, registradores, controladores, equipo electrónico diverso y sus conductores o transmisores.

d) Daño a los materiales: en la bodega o áreas de producción, a la materia prima. Los materiales en proceso se ven afectados por combustión, por sobrecalentamiento o por el paro de la producción. y a los productos terminados los daña: el calor, el humo o el agua utilizada para combatir el incendio.

Otro tipo de pérdidas que tiene la industria debido a un incendio, son:

A) Pérdidas de mercado: los clientes del afectado por el incendio al carecer del producto que éste les proveía, deben parar su producción o buscar a otros proveedores con los cuales se queden ya de fijo, tal vez. Resultando una pérdida

aún mayor para la empresa. También se puede llegar a perder la protección aduanal, porque al no haber un productor nacional, se abre la frontera a la competencia internacional. Se pierden los mercados internacionales como sucede con los nacionales. Todo ésto, puede ocasionar el cierre de la empresa.

B) Lesiones personales: que pueden llegar a ser numerosas y graves, pudiéndose producir incapacidades permanentes e inclusive muertes. Lo cual se traduce en pérdida de mano de obra capacitada y en cantidad de personal.

Pero no sólo la industria pierde en un incendio, también la sociedad se ve afectada como es en:

a) la pérdida de centros productivos, ya que las industrias tienen como uno de los objetivos de su producción, llevar una necesidad social.

b) la pérdida de centros de trabajo, debido a que un incendio es causa de cierre temporal de la empresa, sea de horas o días, en el menor de los casos; pero también puede ser causa de cierre definitivo, lo cual aumentará el número de desempleados.

Es conveniente hacer notar, que los dos anteriores incidentes, se traducen en una pérdida de los servicios y prestaciones a trabajadores y sus familias, ya que al no tener empleo, no pueden disfrutar de servicios tales como: IMSS, ISSSTE, y otros.

c) Pérdidas económicas: los trabajadores que no perciben salario son incapaces para comprar, al igual que una empresa debilitada que no comprará mucho. Lo que significa no pagar

impuestos y, por lo tanto, reducir los beneficios que de ellos se obtienen.

2.5. IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.

De los dos temas anteriores (efectos de los productos de la combustión en el ser humano y consecuencias de los incendios en las industrias), podemos darnos cuenta de lo importante e indispensable que es la seguridad en cualquier lugar en que nos hallemos, hogar, trabajo, escuela, cine, calle, etc. Aunque sólo menciono al fuego como elemento peligroso a la salud, también se puede pensar en otros elementos o actividades que impliquen la posibilidad de afectar a la vida humana y a nuestras propiedades, como puede ser: falta de precaución al manejar un torno y lastimarnos una mano con la pieza que gira o una viruta de material que golpee a nuestros ojos, el no usar las botas adecuadas y caer nos un material cualquiera en el pie, por ahorrar dinero no se compra el alambre del calibre adecuado y provocar un corto circuito en la instalación eléctrica, no considerar una situación de emergencia y no proporcionar a la gente la información y dirección apropiada para su salvación, como puede ser falta de avisos de las salidas de emergencia, un letrero que indique claramente como accionar un hidrante, un extinguidor o un sistema de emergencia. Muchas veces es nuestra negligencia la que nos hace pensar que a nosotros nunca nos ocurrirá un accidente. "Les pasa a ellos, pero a mi no me ocurrirá", pensamos, sin darnos cuenta que es solo una fracción de segundo la que se requiere para que suceda algo que no pensamos pudiera suceder. Y cuando acontece, es un-

tonces cuando nos damos cuenta de lo importante que era haber sido un poco más cuidadosos al realizar determinado acto o tomar un poco de más precauciones.

ES GENTE LA QUE VE Y RESIENTE LA INSEGURIDAD EN UNA LABOR
ES GENTE, SON SERES HUMANOS.

Es por ellos, por lo que debemos crear condiciones de seguridad en cualquier trabajo o lugar. Pero no basta solamente con crearla, también es necesario concientizar, educar y entrenar a las personas que se encuentran ahí, de lo importante que es su actitud hacia estas condiciones o medidas de seguridad. Su colaboración es indispensable, ya que aunque se adopten todo tipo de medidas de seguridad, si la gente no las sigue, el accidente se puede crear. Y una vez sucedido, la gente debe estar capacitada para actuar y resolver la situación que se presente. Por lo que periódicamente se recomienda dar capacitación a los trabajadores y realizar simulacros de entrenamiento, que permitan a la gente aplicar los conocimientos y equipo de seguridad y acostumbrarse a la idea de que ellos son capaces de enfrentarse a la situación y resolverla.

Es conveniente agregar, que en un ambiente donde se sienta seguridad, el trabajador desarrollará su labor con más tranquilidad, aumentando así, la eficiencia de la empresa donde trabaje.

2.4. PREVENCIÓN DE LOS ACCIDENTES.

Accidente es un acontecimiento repentino e involuntario que altera un orden establecido para las actividades, y que puede tener consecuencias sobre el hombre, los bienes, el tra-

bajo, y los costos.

El accidente, como hecho involuntario que es, se realiza por un previo acondicionamiento de factores que se consideran sus causas. Estas determinan dos vías de acción, una denominada "Acto Inseguro", propio del hombre, que está basado en una conducta en la que concurren fallas físico-fisiológicas. La otra vía es la "Condición Peligrosa" que radica en los enseres materiales que manejamos o en el medio en que actuamos, y es el resultado de fallas de éstos, generalmente ignoradas por el hombre.

El accidente se puede explicar como una cadena simple de acontecimientos:



En esta secuencia, la caja negra es el azar, el cual decide de si sucede o no sucede el accidente, cuando hayan tenido convergencia el acto inseguro y la condición peligrosa. Cuantas veces no hemos visto que dos personas realizan el mismo acto en iguales condiciones y los resultados no son iguales. Y es debido a esta caja negra, a la cual no podemos asomarnos, que una de estas dos personas salió ilesa y la otra no. Además, - en caso de que suceda el accidente, los efectos también se desarrollan aleatoriamente, de ahí que cada accidente sea diferente a los demás.

Los efectos al hombre y a los materiales al igual que su importancia, ya se analizaron anteriormente.

La "prevención" en la cadena del accidente, es un proceso retroalimentador, cuyos vectores recorren en sentido contrario el recorrido de los elementos del riesgo, que dan lugar al accidente, con el fin de anularlos. Siendo el "riesgo" la condición de un conjunto de elementos , capaz de dar lugar a un cambio, ya sea un proceso o bien en la obtención de un resultado.

La prevención es un recurso que el hombre planea e instrumenta para aplicarlo, y representa siempre, cualquiera que sea su magnitud y forma, la resistencia al suceso del accidente.

El crear y organizar la prevención puede partir de los siguientes principios:

a) cuando el accidente tiene efectos nulos, la importancia de su formación es igual que cuando estos efectos son de gran magnitud, porque los potenciales de causas son de igual nivel en ambos casos y solamente los efectos pueden ser dife--

rentes.

b) en la prevención no debe haber discontinuidad y debe ser construída como un sistema fiable.

c) el llegar a determinar la probabilidad de los efectos y secuencias de los elementos de riesgo, nos permite decidir sobre cuales deben ser los elementos de la prevención y como manejarlos.

De lo anterior se deduce, que el objetivo de la prevención es evitar que se realice el riesgo, eliminando o bloqueando sus componentes, que en suma forman el potencial productor de accidentes, cuyas características son presumibles de antemano.

El diseñar la prevención se hace en base a la información y mediante la investigación sobre accidentes de la misma clase que el que se quiere evitar, tomando en cuenta los hechos y el tiempo.

Algunas razones que justifican los continuos esfuerzos en pro de la prevención de los accidentes, son:

- la innecesaria destrucción de la salud y la vida humana, constituye una acción moralmente mala,

- quien, pudiendo evitar un accidente, deja de adoptar las medidas necesarias a tal fin, incurre en una responsabilidad moral,

- los accidentes limitan sustancialmente la eficiencia y la productividad,

- los accidentes provocan daños de consecuencias sociales imprevisibles,

- el movimiento en pro de la seguridad ha demostrado la

efectividad de sus métodos de reducción de accidentes y de potenciación de la eficiencia,

- no se ha presentado hasta ahora, elemento de juicio alguno, que indique que los profesionales de la seguridad se estén acercando a la cima de sus posibilidades en lo concerniente a la difusión de los valores morales y las ventajas prácticas de la prevención de los accidentes.

2.5. ORGANIZACION DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD.

2.5.1. DEFINICION.

Organización del programa de seguridad es el método que emplea la gerencia de una empresa para compartir y asignar la responsabilidad de la prevención de accidentes y para asegurar su cumplimiento.

Un programa de seguridad no es algo que se imponga a la organización de la empresa. La seguridad debe estar incorporada en cada proceso, en cada diseño de producto, en cada operación y debe formar parte integrante de las operaciones de la compañía.

La prevención de accidentes se logra mediante el control de las condiciones de trabajo y de los actos de las personas, y es solo la gerencia la que puede poner en práctica dicho control.

La empresa que cuente con un programa efectivo de seguridad, ofrecerá condiciones de trabajo en las cuales se puedan llevar a cabo todas las operaciones con economía, eficacia y seguridad.

2.5.2. ELEMENTOS BÁSICOS DE LA ORGANIZACIÓN DE SEGURIDAD.

Los elementos básicos de la organización son:

- liderazgo de la dirección,
- asignación de las responsabilidades,
- mantenimiento de condiciones seguras de trabajo,
- establecimiento de programas de adiestramiento en seguridad,
- sistema de registro de accidentes,
- servicio médico y de primeros auxilios,
- aceptación de responsabilidad personal por parte de los trabajadores.

2.5.2.1. LIDERAZGO DE LA DIRECCION.

El liderazgo de la dirección consiste en:

a) Asunción de la Responsabilidad: se puede delegar la responsabilidad de los detalles del programa de seguridad, lo que no se puede delegar es la responsabilidad de la política básica. La delegación de la responsabilidad de la seguridad no puede limitarse a la designación de un director de seguridad o un comité de seguridad, y a esperar que éstos actúen con eficiencia. El ejecutivo máximo de la empresa es el responsable de que los trabajos se realicen con seguridad. Debe comprobar constantemente el cumplimiento de las normas de seguridad y lo mejor es que lo haga a través de la supervisión.

b) Exposición de la Política de la Empresa: cualquier empresa que pretenda acabar con los accidentes sin contar para ello con una política definida que la guíe, planificada, manifestada públicamente y promocionada, se encontrará en la situación de tener que estar resolviendo a cada momento problemas

concretos.

Si la dirección desea que los trabajos se atengan a los principios de seguridad, deberá establecer una política de seguridad, por escrito; la cual será breve, "irá al grano", y definirá la actitud de la dirección. Esta deberá divulgarse para que los empleados se familiaricen con ella, ya sea en reuniones, por medio de cartelones, folletos, etc. Las razones para ello son:

- una buena política facilita la imposición de prácticas y condiciones de seguridad,
- facilita a los supervisores la puesta en práctica de la política de la empresa,
- facilita el cumplimiento de las reglas e instrucciones de seguridad,
- facilita el buen mantenimiento preventivo del equipo y la elección acertada del que debe adquirirse.

La dirección debe tomar la iniciativa para mantener vivo el interés:

- subrayando que, producción y seguridad van unidas, si se desea conseguir una actuación eficiente.
- dando buen ejemplo. Si las normas de la planta exigen que los trabajadores lleven gafas protectoras u otro equipo de protección personal en determinadas zonas, la dirección debe ser la primera en observar esta norma al visitar dichas zonas.
- asistiendo a las reuniones de seguridad.
- examinando y tomando medidas con respecto a los infor-

mes de accidentes.

- revisando el registro de seguridad de cada departamento
- promoviendo el interés por los temas de seguridad mediante cartas generales y anuncios en tableros y comentando los antecedentes de la planta en lo relativo a accidentes.

La seguridad se extiende a tres áreas importantes: personal de la empresa, productos y clientes, y público en general. Esta política se aplica con los siguientes medios:

- desarrollo y aplicación de normas de seguridad, tanto para las instalaciones de producción (equipo, herramienta, métodos de trabajo y dispositivos de seguridad), como para los productos, basados como mínimo en las ordenanzas, reglamentos y normas legales que sean de aplicación.

- inspecciones de seguridad que localicen los posibles peligros, tanto en producción como en los productos. Los empaques, etiquetas e instrucciones estarán diseñados para reducir los peligros al mínimo o advertir a los usuarios de los que sean inherentes al producto.

- investigación de accidentes para determinar su causa y evitar su repetición.

- análisis de los registros y causas de accidentes, a fin de determinar la tendencia de éstos y tomar acción correctiva.

- formación y adiestramiento en los principios y técnicas generales de seguridad. Instrucción de seguridad en los trabajos, impartida por el supervisor, y contactos periódicos a nivel de supervisión encaminados a facilitar nuevas instrucciones y a promover el seguimiento y la motivación general.

- dotación del equipo de protección personal para las zonas de peligro.

- estudios de higiene industrial para identificar posibles peligros y desarrollar las oportunas medidas de protección.

- campañas de divulgación y promoción para incrementar el interés y la participación en los programas de seguridad.

- prevención de accidentes fuera del trabajo en cooperación con organismos públicos y privados, para promover la aplicación de los principios de prevención de accidentes a las actividades fuera del trabajo.

2.5.2.2. ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES.

Aunque la alta dirección ostenta la máxima responsabilidad de la seguridad, en lo referente a la seguridad de las operaciones, delega su autoridad en todos los niveles de la dirección. El supervisor, por su contacto constante con los empleados, es el hombre clave en los programas de seguridad.

El supervisor es responsable de que:

- cada uno de sus empleados comprenda las características y los peligros del material que almacena, manipula o utiliza,

- se observen las precauciones necesarias para la utilización del equipo, entre ellas el empleo de resguardos y del adecuado equipo de protección personal,

- los trabajadores comprendan y sigan debidamente los procedimientos de trabajo establecidos para su seguridad,

DIRECCION DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD.

Para garantizar la continuidad de este programa, la alta

dirección suele poner la administración del mismo, en manos de un departamento de seguridad o de un profesional con el título de director o jefe de seguridad.

La administración del programa de seguridad depende de:

- el tamaño de la organización,
- la naturaleza de las operaciones (posibles peligros, coste de los accidentes, etc.),
- el interés de la dirección por el tipo de programa de seguridad deseado.

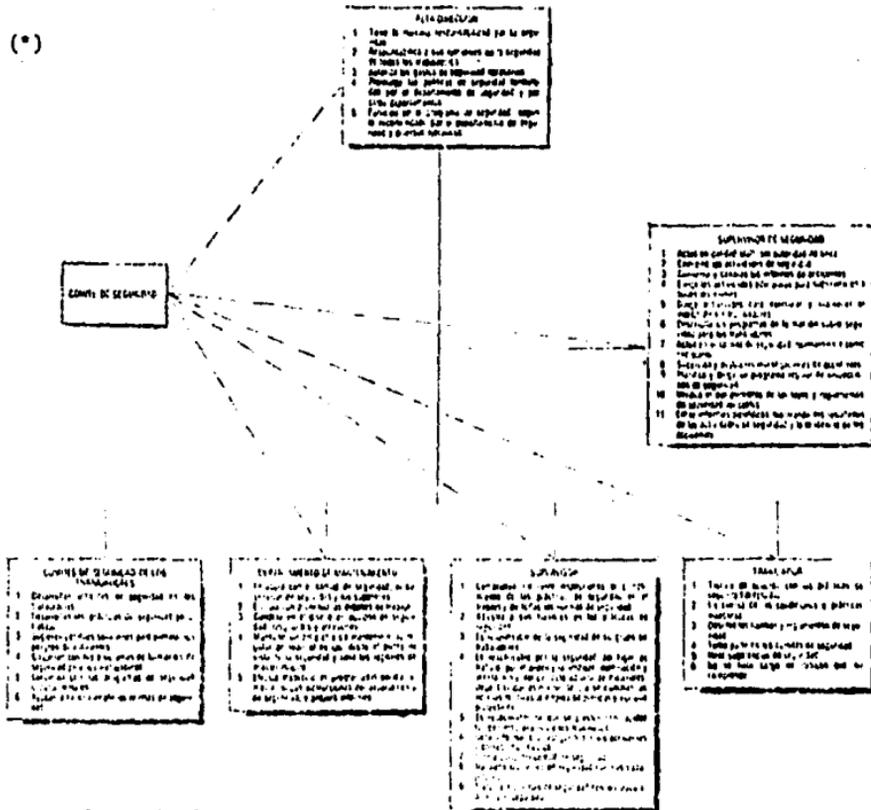
Es importante hacer notar que el programa de seguridad, - bajo la dirección de la persona asignada, debe disfrutar de la misma posición que las demás actividades de la organización, tales como ventas, producción, tecnología o investigación. - (Véase la figura de la página siguiente).

TAREAS DE UN PROFESIONAL DE LA SEGURIDAD.

Las actividades que desarrolla la persona encargada del departamento de seguridad de una empresa son:

- formular, administrar y ejecutar los cambios necesarios en el programa de prevención de accidentes,
- presentar directamente al jefe responsable, informes regulares referentes a la situación en materia de seguridad,
- actuar en calidad de asesor en todo lo relativo a la seguridad, según lo requiera la orientación de la dirección, el director general, los superintendentes, los supervisores, y departamentos como los de compras, ingeniería y personal,
- mantener el sistema de registro de accidentes, elaborando los informes pertinentes, investigando personalmente los accidentes fatales o graves, y los demás por medio del personal a

(*)



(*) Ver referencias 3

- su cargo, obteniendo los informes de los supervisores sobre los accidentes y comprobando las medidas correctivas adoptadas por éstos últimos, para eliminar sus causas,
- supervisar y cooperar en el adiestramiento de los trabajadores,
- coordinar los trabajos de seguridad con el departamento médico incluyendo la selección de los trabajadores,
- inspeccionar y supervisar las actividades de su personal y comités especiales de trabajadores, con el objeto de descubrir y corregir las condiciones o prácticas peligrosas de trabajo antes de que lleguen a producir accidentes,
- intercambiar información con otros profesionales del exterior,
- asegurarse de que se cumplen las leyes y ordenanzas locales y estatales de seguridad industrial,
- iniciar actividades que estimulen y mantengan el interés de los trabajadores,
- dirigir las actividades de forma que el programa de prevención de accidentes sea administrado de una forma eficaz,
- controlar y/o supervisar la prevención y extinción de incendios cuando no sean responsabilidad de otros departamentos,
- establecer normas relativas al equipo de seguridad que debe emplear el personal de la planta,
- aprobar los diseños de los nuevos equipos que tenga que utilizar el personal de la planta,
- recomendar las disposiciones de seguridad que deban introducirse en planos y especificaciones de construcciones de nuevos edificios y de reparación o remodelación de las estructuras ya

existentes.

El grado de asistencia que necesita el director de seguridad para poder descargar sus responsabilidades, depende del grado de responsabilidad, el volumen y las políticas operativas de la compañía, así como del tipo de operaciones.

2.5.2.3. MANTENIMIENTO DE CONDICIONES SEGURAS DE TRABAJO.

Esto se logra mediante los inspectores y supervisores que deben estar al tanto de la situación de los trabajadores y de las máquinas. Los cuales deben elaborar reportes regularmente al departamento que coordine el programa de seguridad y a la gerencia, para que en caso de existir alguna anomalía se tomen las medidas adecuadas de corrección y se mantengan así, condiciones de seguridad en el trabajo. Esta parte también corresponde al trabajador, el cual debe reportar a su supervisor cualquier situación que pueda generar un riesgo de accidente.

Además de lo anterior, se deben realizar revisiones técnicas en todos los procesos, en una manera regular y así, conservar las condiciones seguras en las que laboran los trabajadores del lugar.

2.5.2.4. ESTABLECIMIENTO DE PROGRAMAS DE ADIESTRAMIENTO EN SEGURIDAD.

En cualquier lugar, gran parte de la seguridad del trabajador depende de su propia conducta. Hay gente que actúa con seguridad en ambientes peligrosos, mientras que otras, son víctimas de accidentes en trabajos que parecen absolutamente seguros. Motivar a las personas es, por lo tanto, parte necesaria de cualquier programa de prevención de accidentes.

El adiestramiento tiene como resultado la formación de ac-

titudes favorables hacia la práctica de la seguridad industrial, lo cual se podría expresar en los siguientes términos:

"Los accidentes son causados y pueden evitarse",

"El adiestramiento en seguridad es señal de habilidad y -- sentido común",

"La empresa está sinceramente interesada en la seguridad y dispuesta a invertir, en tiempo y dinero, lo que cueste - mantener un programa efectivo de seguridad".

Las actividades que fomentan actitudes favorables a la - seguridad son:

- el adiestramiento y actividades educativas en las que se imparte una enseñanza formal,
- un trabajo cooperativo en el que los trabajadores participan activamente en el programa de seguridad,
- propaganda o publicidad general de seguridad.

IMPOSICION DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD.

La imposición de las normas de seguridad es cuestión de educación. Los trabajadores deben comprender las reglas y la importancia de atenerse a ellas. La mejor forma de educar es con el ejemplo, por lo cual, la dirección y los supervisores deben cumplirlas estrictamente.

Con frecuencia, la educación triunfa donde la disciplina falla, y suele acudir a ella, cuando los supervisores descubren violaciones a las normas.

Cuando los trabajadores son representados por grupos negociadores, es conveniente consultar a éstos en lo relativo a los métodos a seguir para imponer las normas de seguridad.

2.5.2.5. SISTEMA DE REGISTRO DE ACCIDENTES.

En toda investigación acerca de un accidente industrial, hay una serie mínima de conceptos que deben anotarse. Esto es conveniente hacerlo por escrito para no olvidar detalles que pueden ser importantes, tanto para la prevención como para fines legales. En la información del acontecimiento de un accidente, deben ir implícitos los objetivos fundamentales, que son los siguientes:

- determinar las causas reales del accidente,
- determinar las medidas de prevención,
- dar datos precisos para basar la acción legal,
- dar datos útiles para basar programas de instrucción,
- dar datos útiles para la estadística.

Para elaborar el texto del informe, es indispensable conocer en forma directa, por parte del informante o responsable de rendir el informe, todos los detalles y desarrollo del accidente, para ello es necesario acudir al sitio del acontecimiento lo más rápidamente posible y tomar por lo menos los datos relativos: a quién le ocurrió, en qué lugar, clase de accidente, día y hora, cómo se desarrolló, causas probables y causas evidentes y detalles complementarios.

Hay formatos establecidos de acuerdo con ordenamientos legales, que traen todos los datos que es necesario obtener oficialmente, éstos deben estar siempre en la oficina de seguridad de la empresa o departamento encargado de ella y en la de asuntos legales, sin embargo, en cada empresa se puede elaborar una hoja de informe con los datos necesarios para la estadística y el estudio de la prevención desde el punto de vista

técnico del trabajo.

La hoja donde se asienten los datos del accidente puede ser como la siguiente:

(*)

**ESQUELETO GENERAL DE INFORMACION
SOBRE UN ACCIDENTE**

DATOS GENERALES

Fecha _____ Hora _____ Lugar en que sucedió _____
 Nombre del accidentado _____ Lugar en que trabaja _____
 Nombre del jefe inmediato _____ Cargo que tiene _____
 Hubo primeros auxilios _____ Quién los impartió _____

PARTE ACCIDENTADA

Cabeza	<input type="checkbox"/>	Ojos	<input type="checkbox"/>	Cuello	<input type="checkbox"/>
Tórax	<input type="checkbox"/>	Abdomen	<input type="checkbox"/>	Brazos	<input type="checkbox"/>
Manos	<input type="checkbox"/>	Dedos	<input type="checkbox"/>	Muñecas	<input type="checkbox"/>
Pierns	<input type="checkbox"/>	Pie	<input type="checkbox"/>	Dedos	<input type="checkbox"/>

Otra información _____

TIPO DE LESION

Cortada superficial	<input type="checkbox"/>	Cortada profunda	<input type="checkbox"/>	Amputación	<input type="checkbox"/>
Desgaradura	<input type="checkbox"/>	Luxación	<input type="checkbox"/>	Fracturas	<input type="checkbox"/>
Quemadura por fuego	<input type="checkbox"/>	Contusión	<input type="checkbox"/>		
		Quemadura por una sustancia	<input type="checkbox"/>		

Otra información _____

CAUSAS Y CONDICIONES

Uso erróneo de herramienta	<input type="checkbox"/>	Uso erróneo de maquinaria	<input type="checkbox"/>
Falta de equipo protector	<input type="checkbox"/>	Mal método	<input type="checkbox"/>
Acto señalado como peligroso	<input type="checkbox"/>	Trabajo que desconoce	<input type="checkbox"/>
Distracción	<input type="checkbox"/>	Falta de herramienta	<input type="checkbox"/>
Fallas físicas ambientales	<input type="checkbox"/>	Falta de máquina	<input type="checkbox"/>
Falta de protección en la máquina	<input type="checkbox"/>	Falta de protección personal	<input type="checkbox"/>
Defectos de la instalación	<input type="checkbox"/>		

Otras causas o condiciones _____

Fallas del estado fisiológico del accidentado _____

Antecedentes personales _____

Otros datos _____

Personas que informan _____ Testigos _____

Comisionados en seguridad _____

Representante sindical _____

(*) Ver referencia 2

2.5.2.6. SERVICIO MEDICO Y DE PRIMEROS AUXILIOS.

En el caso de haber un accidentado en la empresa, éste debe ser llevado a una clínica u hospital donde se le den los servicios médicos necesarios. Se le harán los reconocimientos generales de ingreso y el tratamiento adecuado a sus lesiones. Pero es importante que todo trabajador aprenda y sepa aplicar los primeros auxilios, ya que una acción a tiempo de éste, puede representar el salvar la vida a su compañero. Unos ejemplos son: el saber dar masaje al corazón y respiración artificial en un ataque cardiaco o en una fractura saber entablillar el miembro afectado o aplicar un torniquete en el caso de una cortada profunda.

Otra forma de evitar accidentes son los reconocimientos médicos periódicos, los cuales permiten a la dirección de la empresa, saber si el trabajador sigue siendo apto para la labor que desarrolla.

2.5.2.7. ACEPTACION DE RESPONSABILIDAD PERSONAL POR PARTE DE LOS TRABAJADORES.

Esta aceptación de la responsabilidad por parte de los trabajadores se logra por medio del adiestramiento en seguridad, ya que al conocer el equipo que se tiene en la empresa y al participar en las prácticas o simulacros, el trabajador se dará cuenta de la magnitud de los peligros que lo pueden afectar. Además, este conocimiento lo hace capaz de actuar ante una situación de emergencia, no sólo en su trabajo, también fuera de él, en lugares como su hogar, cine, tiendas de auto-servicio o en la calle misma.

También se logrará esta aceptación por medio de reuniones

de seguridad, cartelones alusivos colocados en tableros, con el ejemplo que dé la dirección de la empresa, y permitiéndole participar en el mejoramiento de su lugar de trabajo, como puede ser: escuchándolo en sus observaciones en lo que a seguridad de su lugar de trabajo se refiere y alentándolos a participar en los comités de seguridad de la empresa.

2.6. COMITES DE SEGURIDAD.

2.6.1. OBJETIVOS.

- a) Crear y mantener un interés activo por la seguridad.
- b) Servir como medio de comunicación de seguridad.

2.6.2. TIPOS DE COMITES.

Los más comunes son:

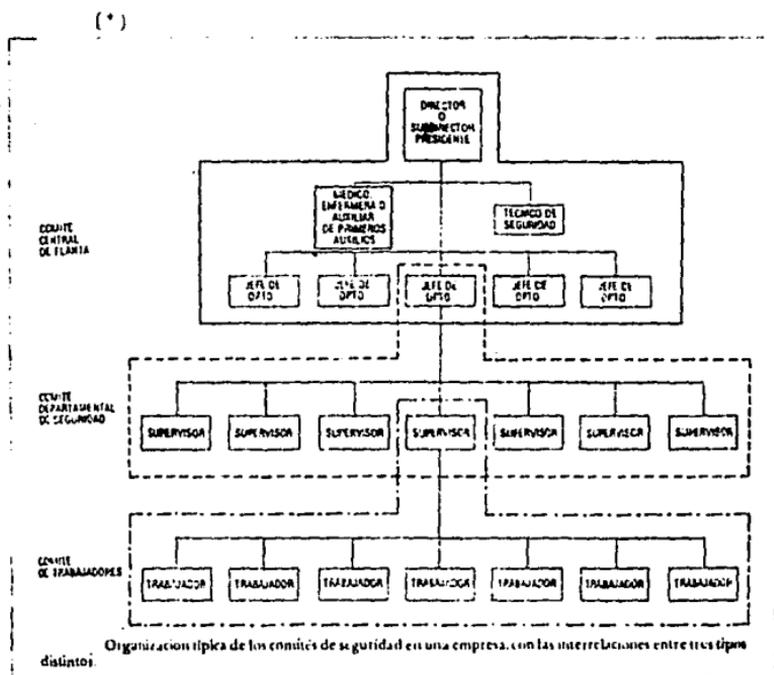
- comité general de la empresa o común a todas las plantas,
- comité central de planta,
- comité de seguridad de departamento,
- comité de supervisores,
- comité de obreros,
- comité conjunto obreros-dirección,
- comité de inspección,
- comité de ejecución.

Una organización grande puede requerir todos estos tipos de comités; mientras que una pequeña, tal vez solo uno. (ver la figura de la página siguiente).

Estos comités son útiles porque permiten al trabajador tomar parte en la tarea de prevenir accidentes.

La dirección, los supervisores y los técnicos de seguridad

se dedican a detectar y corregir condiciones y prácticas inseguras; pero los trabajadores se encuentran en una posición favorable para advertir esos peligros.



(*) Ver referencia 3

2.6.3. FUNCIONES BASICAS.

a) Examinar políticas de seguridad y recomendar su adopción a la dirección.

b) Poner de manifiesto las condiciones y prácticas inseguras y determinar sus remedios.

c) Hacer que se pongan en práctica las recomendaciones aprobadas por la dirección.

d) Formar a sus miembros en los principios de seguridad, para que ellos, a su vez, formen a todo el personal de la compañía.

También se pueden organizar comités de seguridad con la finalidad de:

a) Despertar y mantener el interés de superintendentes, supervisores y líderes de grupo, y mantenerlos informados sobre cuestiones de seguridad.

b) Despertar y mantener el interés de trabajadores y convencerles de que se necesita su colaboración para prevenir los accidentes.

c) Hacer que las actividades relacionadas con la seguridad formen parte integral de la política y métodos operativos y se conviertan en una función más de la empresa.

d) Dar oportunidad para la libre discusión de los problemas relacionados con los accidentes y medidas preventivas.

e) Ayudar al jefe de operaciones a evaluar las sugerencias de seguridad.

Se recomienda que el presidente del comité sea un representante de la alta dirección para que el trabajo se pueda desarrollar de manera rápida, efectiva y ordenada.

A veces se crean estos comités para que se encarguen de de terminados trabajos de prevención de accidentes en pequeñas or ganizaciones, que no pueden justificar la presencia de un profesional de la seguridad en jornada completa. En grandes em- presas se emplean también, cuando la dirección prefiere que los trabajadores relacionados con la seguridad los dirijan con juntamente miembros del personal ejecutivo, supervisor y repre sentantes de los trabajadores, en lugar de una sola persona. Esta unión de personas hace que el programa de seguridad tenga mayor probabilidad de éxito.

2.6.4. REGLAS A SEGUIR.

- Los miembros deben poseer los conocimientos más amplios posibles sobre métodos, prácticas y condiciones de la planta o grupo representado.

- El comité será lo más reducido posible.

- Los comités de seguridad deben proporcionar una buena comunicación en las dos direcciones.

- Deben contar con el respaldo absoluto de la dirección si se pretende que funcionen con eficacia.

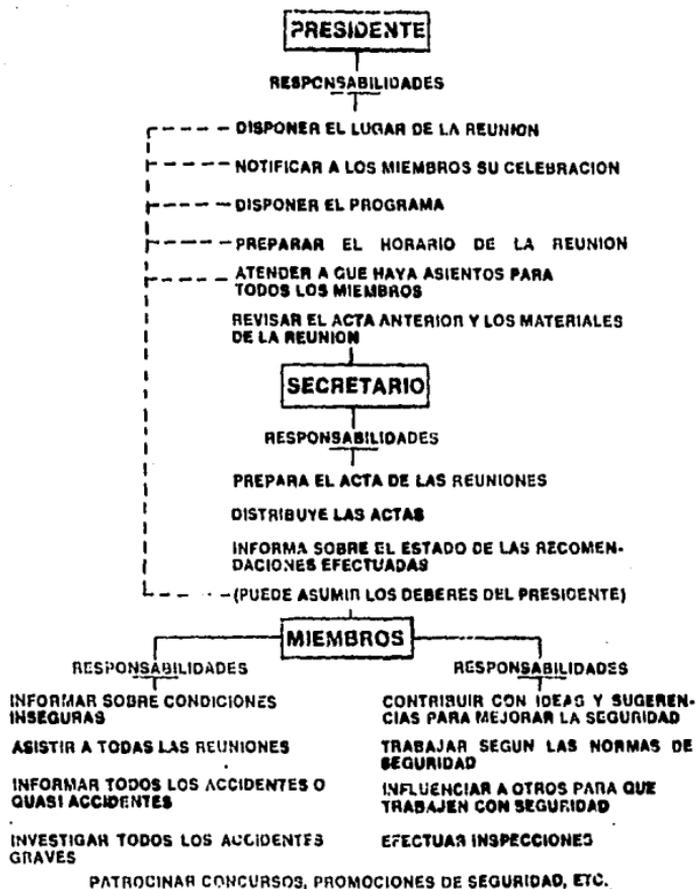
2.6.5. ORGANIGRAMA.

El organigrama de un comité de seguridad y sus funciones es el que se presenta en la siguiente página.

2.6.6. ELECCION Y DURACION DEL MANDATO.

Normalmente los miembros de los comités son elegidos por la dirección de la empresa. Sin embargo, los acuerdos con sindicatos, reservan a éstos las elecciones o nombramientos, en o-

(*)



(*) Ver referencia 3

tras empresas. El nombramiento asegura la elección de personas cualificadas.

Para conseguir la máxima participación e interés de supervisores y trabajadores, es deseable que su representación en el comité sea de tipo rotatorio.

Por lo general, el comité general de seguridad elige a un supervisor para que forme parte del comité de seguridad de los trabajadores, del que se convierte en presidente. Normalmente su mandato es por seis meses u otro plazo fijo, tras el cual se nombra a otro supervisor. Así, todos los supervisores de la planta, como presidentes sucesivos, adquieren experiencia. Generalmente, el supervisor que es presidente del comité de seguridad de trabajadores es miembro, también, del comité de seguridad de los supervisores y ejecutivos.

2.6.7. POLITICAS Y PROCEDIMIENTOS.

Se deben establecer por escrito las políticas y procedimientos a seguir, cuando se crea un comité. Los aspectos que se deben abarcar son:

- a) ámbito de actividades del comité,
- b) grado de autoridad del comité,
- c) procedimientos:
 - tiempo y lugar de las reuniones,
 - frecuencia de las reuniones,
 - orden de los temas,
 - actas,
 - requisitos de asistencia.

Aunque se debe llevar un registro de las actividades y de

be expresarse por escrito el procedimiento a seguir, el papeleo debe reducirse al mínimo. Los excesos formalistas suponen una pérdida de tiempo y esfuerzos valiosos. Por otro lado, al prestar poca atención al sistema, se favorecen la confusión y duplicidad de esfuerzos.

2.6.8. SISTEMA DE SUGERENCIAS.

Un método efectivo para fomentar el interés, la reflexión y la cooperación en pro de la seguridad, entre empleados, es el sistema de sugerencias. La persona que maneja la maquinaria conoce su funcionamiento y condiciones, por lo que está más capacitada para sugerir mejoras prácticas en los resguardos y normas de seguridad, que los inspectores y miembros del comité. Y así, con otros trabajadores de la planta. Estas sugerencias también son valiosas para reducir los costos de producción, perfeccionar condiciones y métodos, y mejorar la salud y bienestar de los trabajadores.

Se debe motivar al trabajador para que haga sugerencias y unos buenos argumentos son:

- disminuir el peligro de accidentes para ellos mismos y para sus compañeros y reducir riesgos de desperfectos en equipos y materiales,
- eliminar peligros de incendios y aumentar la efectividad de los métodos y equipo de extinción de incendios,
- mejorar las condiciones de higiene y salud en la zona de trabajo.

2.6.9. COMITES ESPECIALES.

En ocasiones se crean comités especiales para efectuar inspecciones. Tiene como meta evitar los accidentes, descubriendo los lugares donde pueden efectuarse. Un comité de inspección tenaz, alerta y agresivo constituye un poderoso instrumento contra las pérdidas ocasionadas por los accidentes. Es también un medio eficaz de hacer participar a los trabajadores en las labores de seguridad y persuadirles del valor de tales métodos.

Este comité de inspección podrá constar de hasta cinco personas, siendo el número óptimo de tres. Puede existir un comité para toda la empresa o uno por cada departamento.

Como una tarea principal es la de captar detalles que las personas demasiado próximas al trabajo han pasado por alto, algunas empresas hacen que las inspecciones departamentales las realicen otros departamentos.

Se recomienda una rotación de puestos en un intervalo de tiempo lo suficientemente grande para que cada miembro pueda aportar algo positivo y conseguir experiencia; pero lo suficientemente corto para que todos puedan participar. Un servicio de tres meses es el mínimo aconsejable.

En sus inspecciones, el comité debe prestar atención a las posibles prácticas inseguras. Cuando las observe, debe hacerlo notar al supervisor, dándole así la oportunidad de subsanarlas. Al efectuar la inspección, deben llevar puesto el equipo protector que se exija en la zona de trabajo, en caso contrario no deben entrar.

Bajo ningún concepto, el comité deberá estorbar el trabajo

jo de los trabajadores, ni las condiciones del departamento, ni usurpar en modo alguno la autoridad del supervisor.

2.7. PLANES DE EMERGENCIA.

No existe oficina o planta industrial alguna, ni empresa de ninguna clase, que sea inmune al desastre. Las situaciones de emergencia pueden surgir en cualquier momento y por diversas causas y siempre el peligro es el mismo: daños a las personas y a la propiedad. Los planes de emergencia, así como las funciones de la gerencia, deben hacerse por adelantado, éste es el único modo de reducir al mínimo el peligro de posibles daños a personas y propiedades.

El objetivo de la planificación de emergencia es la seguridad del personal, clientes y visitantes de la fábrica o establecimiento en cuestión. Es necesario que en todo caso, existan en el local los medios adecuados para prestar la debida atención a las personas que puedan resultar lesionadas, teniendo en cuenta además, que en caso de desastre puede hacerse necesaria la evacuación.

El segundo lugar en prioridad, corresponde a la protección de los bienes y de las operaciones de la planta. Esto implica localizar determinado equipo en un lugar tal, que resulte beneficiada la seguridad intrínseca del conjunto del proceso de producción. Se deben incluir detalles de limpieza.

Todo plan de emergencia implica la formación y estructura de grupos reducidos de personas encargadas de realizar determinadas funciones, como por ejemplo, la extinción de incendios o la prestación de primeros auxilios.

Es necesario elaborar distintos planes para distintas clases de emergencias. Aunque algunos puntos pueden ser comunes a todos los planes que se adopten, lo cierto es que un mismo plan no puede ser indistintamente aplicado en su totalidad a, por ejemplo, una emergencia por peligro de huracán y a una alarma de ataque nuclear.

Antes de que se decida a poner en práctica un plan de emergencia, se debe evaluar los posibles desastres que pueden tener lugar. Se puede lograr por medio de anales meteorológicos, estadísticas de incendios y accidentes, etc. Una vez conocidos los posibles desastres, se debe establecer un criterio acerca de la posibilidad de ocurrencia de cada uno. Una vez hecho ésto, se evaluará el daño potencial a las personas y propiedades, teniendo en cuenta, tanto la naturaleza del evento, como la hora en que pueda ocurrir.

Un plan de emergencia debe incluir todas las variantes posibles, incluso que el siniestro pudiera ocurrir en fin de semana o durante vacaciones, cuando hay poco personal o nadie para hacer frente a la situación.

Un plan básico debe incluir: una cadena de mandos, un sistema de alarma, planes de asistencia médica, sistemas de comunicación, cierre y evacuación.

2.7.1. CLASES DE EMERGENCIA.

Las clases de emergencia más comunes son:

a) Incendio y Explosión:

Salvo en los casos en que el fuego es provocado por explosiones de gran magnitud, por guerra o por desórdenes civiles, la emergencia por incendio suele dejar un pequeño margen de -

tiempo para organizar al personal de extinción y disponer una evacuación, sí fuese necesario. La mayoría de éste tipo emergencias empieza por pequeños fuegos, por lo que la rápida intervención de un pequeño grupo preparado suele ser suficiente para controlar la situación. Sin embargo, los planes deben prever la posibilidad de tener que organizar brigadas de extinción de incendios de cierta importancia, apenas se tengan indicios de que un fuego dejó de ser pequeño, es decir, controlable efectivamente por el personal de la empresa o industria).

Es necesario mantener bajo vigilancia cualquier fuego a partir del mismo instante en que se produzca, ya que se considera que los primeros cinco minutos son los más importantes. Lo necesario para evitar que un fuego localizado se convierta en un grave siniestro se resume en: buen orden y limpieza, acción inmediata por parte del personal entrenado y empleo del sentido común.

b) Inundaciones:

Cuando una planta o establecimiento se halla ubicado en una zona susceptible de inundarse, es necesario que se proteja por medio de diques hechos de tierra, hormigón o ladrillo. Para ello, se debe investigar el nivel posible que alcanzará el agua en el lugar donde esté enclavada.

Por lo general, las inundaciones -excepto las llamadas inundaciones "relámpago" causadas por lluvias torrenciales, roturas de tanques de depósito, de presas o de cañerías principales de agua- no ocurren en forma repentina; casi siempre queda tiempo suficiente para adoptar medidas de protección cuando la inundación parece inminente.

c) Huracanes y Tornados:

En México, la región expuesta a la acción destructiva de los vientos huracanados es especialmente la del Golfo de México. Actualmente existen sistemas sofisticados de detección y localización de huracanes, lo cual facilita la labor de dar alarmas con la antelación suficiente para permitir la adopción de las máximas medidas de seguridad y protección de la propiedad, así como la evacuación de las zonas amenazadas.

Las medidas preventivas fundamentales incluyen la colocación de contraventanas o traviesas, de rápido emplazamiento, por lo menos en el lado de donde se espera llegue la tormenta. Si ésto no se hace así, es posible que las ventanas cedan y, como consecuencia, el techo de la nave sea arrancado por el viento y el edificio se venga abajo. En efecto, si el techo resulta dañado o destruido, los equipos colocados dentro de la estructura quedarán expuestos a la fuerte lluvia con el consecuente deterioro. También se debe considerar que los tejados deben estar fuertemente asegurados a la estructura, y que los elementos que se eleven a cierta altura, como chimeneas y depósitos de agua, deben diseñarse con la resistencia necesaria para que soporten los fuertes vientos.

Algunos aspectos que se deben incluir en un plan de emergencia en caso de huracán o tornado son:

- Modos de evacuar al personal hacia lugares seguros. Si los edificios no han sido diseñados para soportar los embates de la tormenta, se deben construir refugios de emergencia cerca de la zona de trabajo. Todo el personal debe ser instruido sobre lo que debe hacer, con o sin plazo de alarma.

- Disponibilidad de personal entrenado para hacerse cargo de las líneas eléctricas, ya que un cable desprendido constituye un grave peligro.

- Disponibilidad de personal especializado en la operación de remover los escombros, con el fin de evitar daños a los trabajadores encargados de las faenas de salvamento y restauración.

- Medios necesarios para proporcionar alimentación y descanso al personal de reparación.

d) Terremotos:

México está enclavado en una zona sísmica. Los terremotos suelen producirse sin previo aviso, afectando a comunidades enteras o áreas muy extensas e inutilizando los servicios comunales que pudieran ser utilizados en la prestación de asistencia.

La resistencia de las estructuras se consigue construyéndolas de modo que 'floten' sobre el manto de roca, balanceándose como un barco en el mar, construyendo, además, las plantas bajas con materiales más resistentes y los pisos superiores con materiales más livianos. Las líneas eléctricas y tuberías de agua deben ser flexibles, debiendo ser colocadas dentro de canales aislados de la estructura del edificio y, en los tramos ascendentes, ir emplazados dentro de conductos abiertos y fijados a los soportes mediante juntas flexibles.

El principal peligro en caso de terremoto proviene del derrumbamiento de edificios, del estallido de incendios ocasionados por la rotura de tuberías de gas y por la falta de agua

con qué combatir los incendios. Se debe proveer de depósitos adecuados de agua o de fuentes de emergencia en caso de que los servicios municipales fallen o que la presión del agua pueda verse reducida por cualquier motivo.

e) Accidentes de Trabajo v/o Rumores.

La reacción en cadena originada por un accidente del trabajo de los denominados de rutina, puede dar lugar al planteamiento de una verdadera situación de emergencia. Ejemplos de esto, lo constituyen los casos de rotura de una tubería de conducción de productos químicos o la entrada de vapores tóxicos desde el exterior de la planta a través del sistema de ventilación.

El pánico provocado por un rumor o por la ignorancia, es capaz de producir una situación de emergencia, también.

Algunos puntos a considerar son: áreas auxiliares dentro del taller destinadas a tratamiento médico, sistema para comunicar a los trabajadores la situación real, método rápido de determinar el número de personas presentes y fuentes de suministro de oxígeno disponibles en cualquier momento.

f) Cierres:

Aunque el cierre de un establecimiento no constituye una situación de emergencia por sí mismo, puede originarse en situaciones no previstas, tales como una huelga o un desastre. De aquí, que cualquier eventualidad de cierre instantáneo de una empresa o un taller debe contemplarse en un plan de emergencia.

Siempre que se haga necesario el cierre, la importancia

de las medidas de precaución contra eventuales incendios se incrementa, ya que habrá que contar con pocos hombres -si alguno- presentes en el local, que puedan tomar medidas contra un incendio que se declare.

Se hace necesario establecer un programa definido de formación del personal, donde se debe contemplar: la eliminación de basuras y desperdicios, el vaciado y limpieza de los tanques de mezclado e inmersión y de cualquier otro equipo en el que se haya usado sustancias inflamables; la limpieza de los lugares para pintar: por pulverización, tuberías y depósitos de líquidos inflamables, el cierre de las llaves de paso de las tuberías de gas y de combustible; la desconexión de los interruptores de las instalaciones eléctricas que han de quedar desactivadas; la comprobación de las condiciones de utilización de los sistemas de rociadores, tomas de agua, alarmas y demás medios de protección y asegurar las grúas.

g) Sustancias Peligrosas:

En razón de la gran variedad de sustancias químicas que se emplean actualmente en la industria, es necesario conocer los problemas que puede plantear el uso y manipulación de los mismos. Existen numerosos procedimientos y normas a seguir, pero siempre surge la duda: ¿Qué pasa si falla algún dispositivo de seguridad? ¿Qué hacer si el recipiente se raja y el contenido empieza a filtrarse? Además de los peligros ordinarios, existe la posibilidad de que se desencadenen reacciones químicas con otras sustancias capaces de producir más perjuicios a las personas y a las propiedades.

h) Valores Meteorológicos Extremos:

En el curso de un año pueden ocurrir determinados fenómenos meteorológicos poco usuales y de carácter extremo, que pueden dar lugar a la necesidad de establecer algunas variaciones en el trabajo normal de una planta. Consideremos la posibilidad de que un chaparrón anormalmente fuerte, retenga varias decenas de clientes en una tienda, unos cuantos minutos antes de cerrar: ¿Estarán los dependientes y jefes de sección preparados para afrontar esta situación?; ¿Permitirán hacer llamadas por teléfono desde y al almacén? y ¿Cómo controlarán al público?

Es posible que el granizo produzca la rotura de algunos escaparates mientras los clientes están comprando en el interior de la tienda... ¿Cuál es la acción inmediata a ejecutar?

Supongamos que la inclemencia del tiempo produzca un corte de electricidad mientras el público abarrotado la tienda; es posible que el sistema de emergencia funcione adecuadamente; pero, de todos modos, el personal, especialmente los jefes de sección, deben estar al tanto de los planes de emergencia y preparados para actuar responsablemente.

2.7.1.2. PLAN DE ACCION.

Una vez determinados cuáles pueden ser las posibles situaciones de emergencia que pueden plantearse, el siguiente paso consiste en verter dicha información dentro de un plan de acción. La gerencia de la empresa es responsable de la elaboración de una política y de su puesta en marcha. Lo normal es que se designe a alguien para el cargo de director coordinador

de planificación de emergencia, posiblemente con la asistencia de un comité asesor; en este esquema se suelen incluir los departamentos de seguridad industrial, de extinción de incendios de servicios médicos y de vigilancia por la experiencia que tienen en estas cuestiones. También debe consultarse a los departamentos de producción y mantenimiento, por cuanto a ambos afecta el problema.

No debe olvidarse la toma de contacto con las autoridades locales competentes, así como con los servicios de bomberos.

Con frecuencia se prepara una especie de manual de emergencias para uso interno de la organización. Los cuales contienen:

- política de la empresa, fines, autoridad, medidas de control más importantes y esquema de la organización de emergencias con los distintos cargos y sus respectivas funciones.
- descripción de las posibles catástrofes que se pueden plantear y evaluación de los riesgos.
- plano de la planta, oficina o almacén en el que se refleja la situación del equipo, los servicios médicos y de primeros auxilios, dispositivos de control de incendios, centros de mando y posibles medios de evacuación.
- lista (que puede situarse en lugar visible) de los organismos que pueden proporcionar ayuda y el modo de ponerse en contacto con ellos.
- sistema de alarma, incluyendo el tipo de señales utilizables.
- procedimiento para el cierre del establecimiento, incluyendo el personal de vigilancia.

- sistema de comunicación interno.
- medidas a tomar respecto a los clientes y visitantes.
- cualquiera otros aspectos que sean de necesidad e interes para la planta.

Es necesario ensayar los planes, en orden a determinar - con mayor exactitud la efectividad real del plan, las condiciones en que se lleven a cabo los ensayos han de ser realistas. Por ejemplo, es posible que el sistema de iluminación de emergencia o las comunicaciones telefónicas fallen en el instante preciso; pero estas condiciones se presentan también en las - condiciones de emergencia reales. Por tanto, los planes deben contemplar todas las emergencias probables y posibles.

C A P I T U L O I I I

DIFERENTES SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

EL CONOCIMIENTO DEL USO DEL EQUI-
PO CONTRA INCENDIO NO ES SUPER-
FLUO, ES UNA NECESIDAD QUE PUEDE
SALVAR VIDAS Y BIENES MATERIALES.

CAPITULO III
DIFERENTES SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA
INCENDIO

En la actualidad, dependiendo del origen del incendio y magnitud, se utilizan los siguientes medios extintores para apagar un incendio:

- Agua
- Bióxido de Carbono (CO_2)
- Polvo Químico seco
- Espumas
- Agentes Halogenados
- Agentes Especiales

Cada uno de ellos se describirá brevemente, en los párrafos siguientes.

3.1. AGUA

Es el más comunmente usado al combatir incendios. Se lo utiliza por su gran capacidad para enfriar y sofocar, bajo costo y abundancia.

Se utiliza en fuegos clase A preferentemente, para fuegos clase C solo gente especializada puede utilizar el

agua atomizada, aunque de preferencia no se utiliza; en fuegos clase D, no se debe utilizar por la reacción violenta que puede provocar.

3.1.1. Al utilizar el agua como agente extintor, lo hacemos porque puede usarse en cuatro formas; que son:

- Enfriamiento
- Sofocamiento
- Emulsificación
- Dilución

ENFRIAMIENTO:

El poder de extinción por enfriamiento del agua reside en su alto calor específico, lo cual le permite absorber más cantidad de calor por unidad de masa que cualquier otra sustancia.

Esta acción de enfriamiento se produce cuando el agua - al estar en contacto con el material en combustión, absorbe - calor para transformarse en vapor.

Un kilogramo de agua al transformarse en vapor a 15.6°C (60°F), a nivel de mar, absorbe 2609.7 Kjoules (KJ) de los - cuales 2256.3 Kjoules corresponden al calor latente de vaporización (ver figura 3.1.)

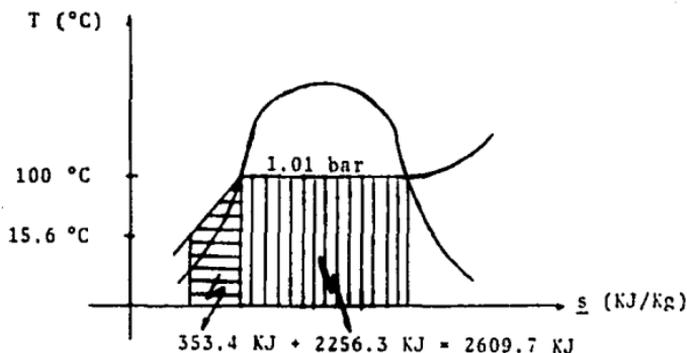


FIGURA 3.1.

De la figura (3.1.) se puede observar la gran ventaja - que representa el arrojar agua dividida en gotas finas sobre el fuego, lo cual facilita la vaporización del agua y aumenta su aprovechamiento del 10% en chorro directo a 90% en neblina.

Un incendio que esté produciendo 1,022.76 KJ, para únicamente ser contrarrestado el calor producido requiere de -- 4530 litros de agua en forma de chorro directo ó de 503 litros en forma de neblina.

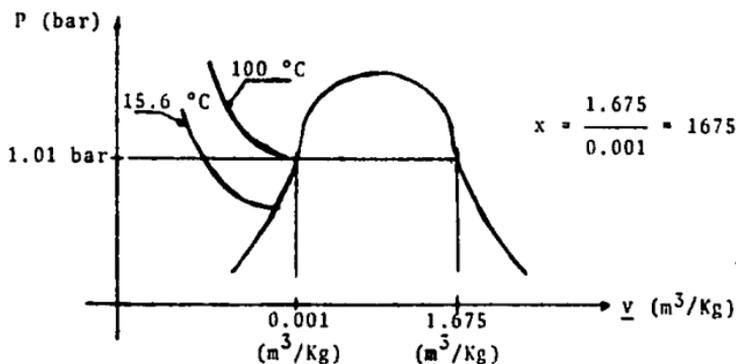
SOFOCAMIENTO:

Se utiliza en ésta forma cuando se ven involucrados líquidos mas pesados que el agua o insolubles en ella.

La acción sofocante del agua se obtiene cuando las partículas de agua, por el calor generado del fuego, pasan del-

estado líquido al estado de vapor, aumentando su volumen -- 1675 veces cuando el agua se descarga a 15.6°C (60°F) a nivel de mar. (Ver figura 3.2.)

FIGURA 3.2.



Al generarse el gran volumen de vapor, se desplaza - un volumen igual de aire, lo cual provoca que el oxígeno cercano al fuego sea insuficiente para mantener la combustión - con la consiguiente extinción del fuego.

ENULSIFICACION:

Cuando el agua se arroja contra una superficie en -- combustión, de ciertas sustancias, tales como el aceite u -- otros líquidos viscosos inflamables con los cuales el agua - no se mezcla y forma una emulsión (dos líquidos no miscibles al agitarse, se dispersan, provocando que uno forme gotas -- dentro del otro), puede lograrse la extinción al hacer tiempo -- ralmente incombustible dicha superficie.

DILUCION:

Algunas sustancias inflamables son solubles en el agua y un fuego en ellas puede extinguirse por el efecto de dilución, lo cual consiste en disminuir la concentración de la sustancia al diluirla en el agua.

3.1.2. AGREGADOS QUE DAN CARACTERISTICAS ESPECIALES AL AGUA

La propiedad fundamental del agua como agente extintor es la de enfriar al absorber calor, por ello y para mejorarla ó darle nuevas propiedades, es que la tecnología ha encontrado que algunos aditivos al ser agregados a ésta, mejoran ó agregan nuevas propiedades extintoras a ella.

Una clasificación de acuerdo a las variantes es:

- A. - Los que dan nuevas propiedades
 - B. - Los que mejoran alguna de las propiedades del agua ó disminuyan alguna de sus características negativas.
- A. - Los que dan nuevas propiedades al agua se dividen en tres:
- Los que dan características retardantes a los combustibles en que llevados por el agua se depositan como son algunos gelatinizantes y los inhibidores como las sales de borax, etc.

Se pueden utilizar en extinguidores y Sistemas Hidráulicos.

- Los que dan características al agua de flotar en los combustibles líquidos. Como son: la espuma química (se usa en extinguidores) y espuma mecánica (se usa en Sistemas Hidráulicos ó en vehículos con equipo especial).

Estas espumas proteínicas retienen el aire en forma prolongada, lo cual hace que ésta flote en la superficie de los líquidos inflamables.

- Los que dan la característica de inhibir la tensión superficial de los líquidos inflamables. Se conocen como surfactantes y permiten que una película de agua cubra continuamente al combustible líquido impidiendo su evaporación y su contacto con el aire. El agregado comercial concentrado que da estas características al agua se ha llamado "AGUA LIGERA". Es más efectiva que las espumas por que forma una película continua que cubre más rápido (inclusive se puede inyectar en el fondo del tanque y sube rapidamente a formar la película), es más difícil de romper, más permanente e impide la reignición.

Se usa en equipos especiales, Sistemas Hidráulicos y en Extinguidores.

- B.- Los que mejoran ó disminuyen propiedades del agua éstos

se pueden dividir en tres grupos:

- Los "humectantes" que mejoran la característica de penetración ó capilaridad del agua en los sólidos. Esta propiedad mejora la capacidad del agua como agente extintor de fuegos clase A, al permitirle penetrar profundamente en menos tiempo. Un ejemplo de uso es en fuegos de materiales empacados como: trapos, estopa, papel, algodón.
El agente se conoce como "AGUA MOJADA" se utiliza en extinguidores y Sistemas Hidráulicos.
- Los "anticongelantes" cuyas propiedades de bajar la temperatura de congelación impiden el problema que hay en lugares muy fríos de que el agua esté congelada en el momento que la queramos usar para un incendio. Se usa principalmente en extinguidores, a los que tienen este agente se les denomina de "CHORRO CARGADO" El compuesto principal que dá estas propiedades al agua es el cloruro de calcio.
- Los agregados contra la fricción. Al viajar el agua por tuberías y ductos a grandes velocidades lo hace en forma turbulenta y ofreciendo resistencia, lo cual obliga a tener bombas muy potentes y muy pesadas, para lograr una presión deseada y un gasto establecido.

Se encontró que agregando dosis pequeñas de óxido -

de polietileno al agua, éste formaba una red interminable de miles de moléculas para estructurar una molécula gigante en forma de celdillas ó pequeños recipientes unidos entre sí. Este agregado hace que el flujo sea laminar en vez de turbu lento. El agua con este agente se denominó "AGUA RESBALOZA" y ahora se conoce como "AGUA RAPIDA UCAR".

Estudios del cuerpo de bomberos de Nueva York han demostrado que:

1.- Con la misma presión en la bomba; hay:

- a) Mayor alcance del chorro del agua (el doble).
- b) Mayor presión en la boquilla (100% más).
- c) Mayor volumen de agua por minuto (el doble).
- d) Por consecuencia se logra con las ventajas inherentes que una manguera de 1½ pulg. dé las mismas cantidades de agua, que una de 2½ pulg. y con un alcance mayor.

2.- La reducción de la capacidad de las bombas. Que sean de menor volumen y menor presión y que haya un menor deterioro de ellas.

Se utiliza en extinguidores y Sistemas Hidráulicas.

3.2. BIOXIDO DE CARBONO (CO₂).

El bióxido de carbono ha sido utilizado por muchos años en la extinción de fuegos en líquidos flamables, en ga

ses, en equipo eléctrico energizado y en menor escala, en fuegos de combustibles ordinarios como papel, ropa y materiales de celulosa. Es efectivo para suprimir fuegos en la mayoría de los materiales combustibles excepto en metales activos y en materiales que producen su propio oxígeno.

La norma NFPA 12 "Sistemas de Extinción con Bióxido de Carbono" (National Fire Protection Association) es la que regula el uso de este agente en Sistemas de Protección Contra Incendio.

3.2.1. PROPIEDADES DEL BIOXIDO DE CARBONO

Las características que hacen al CO_2 un agente extintor deseable son:

- No Combustible
- No reacciona con la mayoría de las sustancias
- El provee su propia presión de descarga en los contenedores de almacenaje
- Por ser gas, puede penetrar y esparcirse por toda la zona incendiada
- Es no conductor eléctrico
- No deja residuos, es un agente "limpio"
- Barato y de fácil adquisición

3.2.1.1. PROPIEDADES TERMODINAMICAS

En condiciones normales, el CO_2 es un gas. Es licuado por compresión y enfriamiento y así se puede solidificar

Los efectos de los cambios de temperatura en el CO_2 comprimido en un contenedor cerrado se pueden ver en la fig.

3.3.

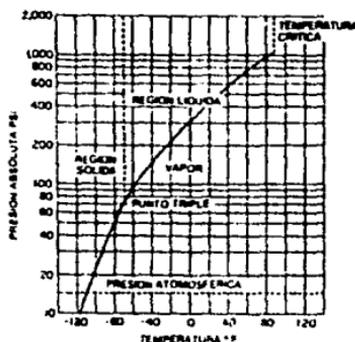


FIG. 3.3. (*)

En la parte de la curva entre el punto triple [5.15 bar (75 psia) y -56.6°C (-69.9°F)] y la temperatura crítica 31°C (87.8°F), el CO_2 puede ser líquido o gaseoso dentro de un contenedor cerrado. La presión está relacionada con la temperatura de tal forma, que según su combinación, puede estar en estado líquido o gaseoso o ambos. Conforme la temperatura y presión se incrementan, la densidad de la fase vapor (gas) se incrementa, mientras que la densidad de la fase líquida se decrementa. A 31°C (87.8°F) (temperatura crítica) las densidades de líquido y gas son iguales y la clara demarcación entre las dos fases desaparece. Arriba de éste punto solo existe en forma gaseosa.

Cuando la temperatura se reduce a -56.6°C (-69.9°F) a 5.15 bar (75 psia), el CO_2 se presenta en vapor, líquido y sólido al mismo tiempo, lo cual se conoce como "punto tri" (*) Ver referencia 6

ple". Debajo del punto triple sólo existe en forma sólida o gaseosa. Por lo que cuando el CO_2 líquido es liberado a la presión atmosférica, una porción se evapora instantáneamente, mientras que otra es congelada por la evaporación y se convierte en nieve finamente dividida (hielo seco) a temperaturas cercanas a -78.9°C (-110°F). La porción que se convierte en hielo seco depende de la temperatura del líquido almacenado. Cerca del 46% de líquido almacenado a -17.8°C (0°F) se convertirá en hielo seco, comparado con el 25% para líquido almacenado a 21°C (70°F).

3.2.1.2. ALMACENAJE

El CO_2 líquido se puede almacenar en cilindros a alta presión a temperatura ambiente normal o a bajas presiones (20.6 bar (300 psig)) en contenedores refrigerados que mantengan una temperatura de almacenaje de -17.8°C (0°F). La congelación (solidificación) en almacenamiento no es problema; sin embargo, cualquier reducción considerable en la temperatura de almacenamiento y de presión puede reducir el flujo de descarga debajo de los límites de diseño aceptables. Los sistemas de alta presión se diseñan normalmente para operar en rangos de temperatura de almacenaje de 0°C a 48.8°C (32°F a 120°F).

3.2.1.3. PROPIEDADES DE DESCARGA

Una descarga típica de CO_2 líquido tiene una aparición

cia de nube blanca debido a las finas partículas de hielo -- seco acarreadas por la evaporación relámpago (flash vapor). Debido a la baja temperatura -78.9°C (-110°F), habrá alguna condensación de vapor de agua de la atmósfera creando una -- neblina adicional, la cual persistirá un tiempo después de -- que las partículas de hielo seco se hallan sublimado. El -- efecto de enfriamiento del hielo seco es normalmente benéfico al reducir la temperatura después de un incendio; sin embargo, al proteger equipo extremadamente sensible a la temperatura, se debe evitar contacto directo de corrientes fuertes de descarga.

3.2.1.4. DENSIDAD.

El CO_2 tiene una densidad 2.5 veces mayor que la del aire a la misma temperatura. La descarga fría tiene una densidad mayor lo cual ayuda a su habilidad para sustituir el - aire cercano a las superficies incendiadas y mantener una atmósfera sofocante.

3.2.1.5. TOXICIDAD.

El CO_2 es medianamente tóxico, pertenece al grupo -- 5 de la clasificación de los Underwriters' Laboratories (ver tabla 3.5). Puede producir inconsciencia y muerte cuando se presenta en concentraciones para extinguir fuegos (50% de - concentración volumétrica). La acción en este caso es más-- relacionada a sofocación que a cualquier otro efecto tóxico propio del CO_2 . Una concentración del 9% (volumétrico) puede

ser respirada por la gente, por algunos minutos, sin que pierdan la consciencia. Una mayor concentración obliga a la persona a pedir auxilio inmediatamente.

En lugares pequeños y cerrados protegidos con CO_2 , cualquier persona presente, cuando la descarga se inicie, probablemente saldrá sin dificultad antes de que se alcance una concentración crítica (pensando que la ruta de escape le es familiar, debido a que una nube o niebla se produce durante la descarga). El riesgo es mayor en recintos largos y la salida más difícil.

3.2.2. PROPIEDADES EXTINTORAS DEL CO_2 .

El CO_2 es efectivo como agente extintor, primeramente, debido a que reduce el contenido de oxígeno de la atmósfera por dilución hasta un punto tal, que, no podrá mantener la combustión. En condiciones apropiadas de control y aplicación, el efecto de enfriamiento disponible es útil, especialmente cuando el CO_2 se aplica directamente a los materiales incendiados.

3.2.2.1. EXTINCIÓN POR SOFOCAMIENTO.

En un fuego, el calor generado por la combustión, sirve en parte para elevar la temperatura del material no incendiado hasta su punto de ignición y la otra parte se pierde por radiación y convección, especialmente en el caso de fuegos superficiales. Si la atmósfera que provee oxígeno al

fuego, es diluida con gas de CO_2 , entonces la proporción de calor generado disminuye y el fuego se extinguirá por completo cuando ya no se produzca la combustión que genera el calor y no pueda ya entonces mantener la temperatura de ignición.

3.2.2.2. EXTINCIÓN POR ENFRIAMIENTO.

La rapidez con que enfría el agente es más tangible cuando se descarga directamente en el material incendiado. El enfriamiento rápido es deseable para evitar la re-ignición cuando se ha suspendido la descarga y el aire normal tiene contacto, nuevamente, con el área combustible.

La presencia de partículas de hielo seco que la corriente de descarga ayuda a efectuar un rápido enfriamiento en la superficie con la que tiene contacto.

3.2.3. LIMITACIONES COMO AGENTE EXTINTOR.

En fuegos clase A el uso de CO_2 es limitado por dos razones:

- ♦ Las partículas de hielo seco no penetran en el sólido, por lo tanto, hay una baja capacidad de enfriamiento.
- ♦ La concentración volumétrica necesaria para extinguir un fuego no es siempre mantenida por un recin

to inadecuado.

Sin embargo en fuegos superficiales es efectivo.

En fuegos clase B si es efectivo por tratarse de - de fuegos superficiales. Usualmente se extinguen con una - descarga directa del agente con una duración de 30 seg. la cual asegura un tiempo suficiente de enfriamiento y evitar así una reignición.

En fuegos clase C es ideal, por ser no conductor de la electricidad; además de ser un agente limpio, que no deja residuos en el equipo protegido.

En fuegos clase D no se debe utilizar por la reacción violenta que se produce (sodio, potasio, magnesio, titanio y zirconio). Tampoco se recomienda en materiales - que produzcan su propio oxígeno (ejemplo es el nitrato de - celulosa).

Debido a que estos metales descomponen al CO_2 y se genera más oxígeno.

3.2.4. RIESGOS AL PERSONAL.

Al descargar grandes cantidades de CO_2 para extinguir fuegos se pueden crear riesgos al personal. La "nieve" de CO_2 en la descarga puede afectar seriamente la visibilidad - durante e inmediatamente después de la descarga. Además, la

descarga ruidosa puede atemorizar a la gente que no esté preparada para esta situación. También se crea una atmósfera deficiente de oxígeno para lo cual se debe instalar equipo y crear procedimientos para evitar que la gente quede atrapada en una atmósfera que puede ser mortal.

3.3. POLVO QUIMICO SECO.

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

Entre los materiales naturales existen algunos que tienen mayor eficiencia para apagar el fuego por su capacidad de dispersión y de enfriamiento, estas sustancias han sido mejoradas en su poder de extinción dándole determinados grados de finura y con el agregado de aditivos.

Un agente químico seco es un preparado en polvo que tiene propiedades físicas y químicas que le permiten apagar con eficiencia un fuego.

3.3.1. PRINCIPALES TIPOS DE POLVOS QUIMICOS.

Los principales tipos de polvos químicos comerciales son:

- Los constituidos a base de bicarbonato de sodio o de potasio que pueden tener como agregados sales de ácido estéarico, fosfato tricálcico y polímeros del tipo silícicos. La descomposición de estos polvos al ser aplicados producen bióxido de carbono y vapor de agua. Tienen efectos sofocantes, no conducen la electricidad y bloquean las reacciones de combustión. Se emplean en fuegos clase B Y C.
- Los polvos de propósito múltiple, constituidos por una base de monofosfato de amonio con otros agregados. Se aplican en fuegos A, B y C. Además de tener los mismos efectos de los polvos de Bicarbonatos, tienen otro efecto de fusión y de adherencia a las superficies y son mas aislantes que aquellos.
- Los preparados con derivados del ácido bórico, como son los boratos de calcio, sodio y potasio, así como los llamados borosilanos. Estos polvos son apropiados para incendios forestales.
- Los de base de cloruro de potasio, así como los de sulfato de potasio, que tienen un alto poder de extinción, muy buena penetración por su densidad y gran compatibilidad con las espumas. Se utilizan para extinguir fuegos B y C.
- Los que son de tipo orgánico, preparados con urea y bi

carbonatos, que tienen la propiedad de disgregarse en partículas de hasta de 0.01 de micra al entrar al fuego y presentar una gran superficie, aumentando así su poder de extinción.

- Los que forman geles con el agua por efecto de polimerización y se adhieren a las superficies bloqueando el contacto con el oxígeno del aire.
- Los polvos secos empleados contra fuegos de metales, elaborados con partículas finas de coke y un fosfato orgánico; mezclas de cloruro de sodio, fosfato tricálcico y estearatos; pizarra con alquitrán y cloruro de amonio. Estos polvos tienen poder enfriador y no son conductores de la electricidad.

Es importante hacer notar que cuando se lanza un chorro de polvo químico contra las llamas, éste hace penetrar en ellas, por arrastre, una corriente de aire que aumenta momentáneamente su tamaño y su intensidad, pero que inicia desde luego su extinción. Este efecto inicial se ha denominado "fenómeno de flama" y deben guardarse las precauciones necesarias.

3.3.2. PROPIEDADES FISICAS.

Las principales bases químicas usadas en la producción de los agentes extintores químicos son: bicarbonato de potasio, cloruro de potasio, monofosfato de amonio y urea-bicar-

bonato de potasio. Varios aditivos son mezclados con estos materiales base para mejorar su almacenaje, flujo y características de repeler al agua. Los aditivos mas comunes son estearatos metálicos, fosfato tricálcico o silicones que protegen a las partículas de polvo químico para hacerlas más fluidas y resistentes a los efectos de la humedad.

3.3.2.1. ESTABILIDAD.

Los polvos químicos son estables a bajas temperaturas y a temperatura ambiente. Sin embargo, algunos aditivos se pueden disolver y provocar que el polvo se vuelva pegajoso a altas temperaturas, se recomienda una temperatura maxima de (120°F). Temperaturas de hasta (150°F) se pueden aceptar por un período de tiempo corto. A la temperatura de un incendio, los ingredientes activos se desocian o descomponen mientras realizan su función de extinguir al fuego.

3.3.2.2. TOXICIDAD

Los ingredientes utilizados en la elaboración de los polvos químicos son no tóxicos. Sin embargo, la descarga de grandes cantidades puede causar dificultad temporal para respirar durante y despues de la descarga; además, pueden interferir seriamente la visibilidad.

3.3.2.3. TAMAÑO DE PARTICULAS.

El tamaño de las partículas de los polvos químicos va

desde menos de 10 micras hasta 75 micras. El tamaño de las partículas es definitivo en la eficiencia de extinción y control cuidadoso es necesario para prevenir partículas que excedan los límites inferior y superior de los rangos de funcionamiento. Los mejores resultados se obtienen con una mezcla heterogénea con un tamaño promedio de partículas de 20 - 25 micras.

3.3.3. PROPIEDADES DE EXTINCION.

Cuando el polvo químico se introduce directamente al área de fuego, causa que la flama se extinga casi instantáneamente. Sofocamiento, enfriamiento y escudo a la radiación contribuyen a la eficiencia extintora de los polvos químicos, pero estudios demuestran que el rompimiento de la reacción en cadena de la flama es la principal causa de la extinción del fuego.

ACCION DE SOFOCAMIENTO.

Por mucho tiempo se creyó que las propiedades extintoras de los polvos químicos se debían principalmente a la acción sofocante del bióxido de carbono producido por el calentamiento del bicarbonato de sodio. Indudablemente el CO_2 contribuye a la acción de extinción del fuego pero no es el factor primordial.

Cuando un polvo multi-propósito (polvo A-B-C) se descarga en combustibles ordinarios incendiados, el monofosfato de

amonio descompuesto deja un residuo pegajoso (ácido metafosfórico) en la superficie del material ardiente. Este residuo evita el contacto del oxígeno del aire con el combustible, extinguiendo el incendio y previniendo la reignición.

ACCION DE ENFRIAMIENTO.

La acción de enfriamiento del polvo químico no es razón sustancialmente importante para su habilidad de extinguir fuegos. La energía calorífica requerida para descomponer a los polvos químicos juega un papel innegable en su habilidad extintora. El efecto, por sí mismo, es pequeño; para ser efectivo, cualquier polvo químico seco debe ser sensible al calor y debe absorber calor para volverse químicamente activo.

ESCUDO DE RADIACION.

La descarga de polvo químico seco produce un nube de polvo entre la flama y el combustible. Esta nube forma un escudo o protección al combustible de parte de la radiación producida por la flama. En pruebas realizadas de este factor se ha demostrado que es de alguna significancia.

ROMPIMIENTO DE LA REACCION EN CADENA.

Este factor es el más importante de todos. Aunque aún no se sabe a ciencia cierta como sucede, existe una teoría que asume que se presentan radicales libres en la zona de

combustión y que la reacción de éstas con ellas mismas es ne cesaria para continuar la combustión. La descarga de polvo químico seco dentro de las flamas previene la unión de las - partículas reactivas y la reacción en cadena de la combus--- tión.

3.3.4. USOS Y LIMITACIONES.

Los polvos químicos secos se utilizan principalmente pa ra extinguir incendios en líquidos flamables (clase B). Por ser no conductores de la electricidad pueden también ser uti lizados en fuegos que envuelvan equipo eléctrico "vivo" - (clase C). Debido a su rapidez para extinguir la flama, se utilizan en fuegos superficiales de sólidos combustibles or- dinarios (clase A). Si el fuego es de tipo profundo, no se recomienda su uso.

El polvo químico seco no produce una atmósfera inerte - duradera sobre la superficie del líquido flamable, por lo - que no asegura que se evite un reignición del combustible.

Los polvos químicos secos no se deben utilizar en insta laciones donde se localicen relevadores y contactos eléctri- cos delicados (vgr. conmutadores telefónicos) debido a que - son ligeramente corrosivos y pueden afectar el aislamiento - del equipo. Deben ser removidos lo más pronto posible des-- pués de haber extinguido el fuego. No se debe utilizar en -

materiales que produzcan su propio oxígeno.

La norma NFPA 17 es la que da los lineamientos que deben seguir los sistemas de protección contra incendio con polvos químicos secos.

3.4. ESPUMAS

Las espumas contra incendio consisten en una masa de burbujas rellenas de gas que se forman a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes de distintas fórmulas. Puesto que la espuma es más ligera que la solución acuosa de la que se forma (por el gas encerrado en las burbujas) y más ligera que los líquidos inflamables o combustibles, flota sobre éstos, produciendo una capa continua de material acuoso que desplaza el aire, enfría e impide el escape de vapor con la finalidad de detener o prevenir la combustión.

3.4.1. TIPOS DE ESPUMAS.

Existen diversos agentes espumantes, algunos de los cuales se emplean en aplicaciones específicas. A continuación se enumeran por orden de empleo:

a) AGENTES ESPUMANTES FORMADORES DE PELICULAS ACUOSAS (AFFF)

Los agentes espumantes formadores de películas se componen de materiales sintéticos que forman espumas de aire y son capaces de formar películas de solución acuosa sobre la superficie de los líquidos inflamables. De aquí su nombre

AFFF (aqueous film - forming foam). Los concentrados de AFFF se encuentran comercialmente en proporciones para producir una concentración final del 3 o del 6% en volumen, ya sea con agua dulce o salada.

Esta espuma posee baja viscosidad, rápida extinción y actúa como barrera superficial para impedir el contacto del combustible con el aire, detener su evaporación y enfriar.

Los concentrados de AFFF contienen hidrocarburos fluorados, que no son tóxicos y si biodegradables en forma diluida.

Debido a su extremadamente baja tensión superficial, estas espumas pueden ser utilizadas en fuegos mixtos clase A y clase B. En los que se necesita la profunda penetración del agua y la acción de protección superficial de la espuma.

b) AGENTES ESPUMANTES FLUOROPROTEINICOS (FP)

Los concentrados empleados para la generación de espumas de fluoroproteínas son de composición similar a los de proteína, pero, además de los polímeros proteínicos, contienen en la superficie agentes fluorados activos que les confieren la propiedad de no adherirse al combustible, lo que les hace eficaces para luchar contra fuegos en que la espuma queda sumergida o cubierta por el combustible, como por ejemplo, en el método de inyección de la espuma por debajo de la superficie para combatir incendios en grandes depósitos.

Estas espumas no son tóxicas y sí biodegradables después de disolverse.

c) AGENTES ESPUMANTES PROTEINICOS. (P)

Estas espumas contienen polímeros proteínicos naturales - de alto peso molecular derivados de la transformación de proteínas sólidas naturales. Los polímeros confieren a la espuma; elasticidad, resistencia mecánica y capacidad de retención del agua.

Existen concentrados proteínicos que producen una concentración del 3 o del 6% por volumen, con agua dulce o salada. Estas espumas son densas y viscosas de alta estabilidad y elevada resistencia al calor. No son tóxicas y si biodegradables estando diluídas.

d) AGENTES ESPUMANTES DE ALTA EXPANSION.

Las espumas de alta expansión sirven para dominar y extinguir fuegos de clase A o clase B y son especialmente aptas para inundar espacios cerrados. La espuma es un agregado de burbujas de producción mecánica generado por el paso de aire u otro gas a través de una red que está mojada con la solución acuosa del agente espumante. En condiciones adecuadas, se pueden generar espumas contra incendios con índice de expansión de entre 100 a 1 (100 x) hasta 1,000 a 1 (1000 x).

La espuma de alta expansión es un vehículo muy valioso para el transporte de masas de espuma húmeda a lugares inacce-

sibles, para la inundación total de espacios cerrados y para el desplazamiento volumétrico de vapores, calor y humo.

Las espumas de alta expansión causan en el fuego diferentes efectos:

- Impedir que el aire alcance la zona incendiada, interrumpiendo la combustión.
- Cuando se lanza directamente contra la zona donde existe mayor acumulación de calor, el agua que contiene la espuma se convierte en vapor, reduciendo la concentración de oxígeno del aire.
- La conversión del agua en vapor absorbe calor del fuego. Cualquier objeto caliente expuesto a la acción de la espuma mantiene el proceso de disolución de las burbujas, convirtiendo el agua en vapor y, por lo tanto, causando enfriamiento.
- Debido a su tensión superficial baja, la parte de espuma que no se convierte en vapor, tiende a penetrar en los materiales clase A.
- Cuando se acumula, forma una barrera aislante que protege a los materiales expuestos no atacados por el fuego, impidiendo la prolongación.

e) AGENTES ESPUMANTES QUIMICOS Y POLVOS.

Han quedado obsoletos debido al menor costo y mayor facilidad de mantenimiento de los concentrados líquidos espumantes (antes mencionados).

La espuma química se forma mediante una reacción química sensible a la temperatura en una solución acuosa, entre sulfato de aluminio (A) (ácido) y bicarbonato sódico (B) (básico). En sistemas de polvos, los productos químicos se añaden mediante tolvas a corrientes de agua. La espuma se forma por la generación de vapor de CO₂ debido a la reacción química de los dos compuestos (A y B). Esta espuma es muy estable y resistente al calor, pero lenta para fluir. Se "tuesta" con las llamas y forma fisuras en la capa de espuma exponiendo al combustible que fluye bajo ella.

3.4.2. USOS Y LIMITACIONES DE LAS ESPUMAS.

El empleo fundamental de las espumas va dirigido a extinguir fuegos clase B o fuegos en depósitos mediante la formación de una capa refrigerante. Una capa de espuma que cubra la superficie de un líquido impide la transmisión de vapor durante algún tiempo, dependiendo de su estabilidad y espesor. Después de un tiempo prudencial puede retirarse la espuma, generalmente, sin efectos perjudiciales sobre el producto con el que ha estado en contacto.

Pueden emplearse para reducir o detener la generación de vapores inflamables procedentes de líquidos o sólidos que no ardan. También pueden usarse para llenar cavidades o regintos donde pueda haber acumulación de gases tóxicos o inflamables.

Muchas espumas se generan a partir de soluciones de ten--

sión superficial muy baja y características penetrantes. Las espumas de este tipo son útiles donde existan materiales combustibles de clase A.

En dichos casos, la espuma enfría y humedece al combustible sólido.

Las soluciones de espuma son conductoras y por ello, no recomendables en fuegos clase C.

La espuma es una emulsión inestable de aire y agua que puede disolverse fácilmente por fuerzas físicas o mecánicas. Ciertos vapores o fluidos químicos pueden destruirla fácilmente, por lo que debe ser usada en líquidos que no la ataquen.

El aire en turbulencia puede apartar a las espumas ligeras de la zona incendiada.

3.5. AGENTES HALOGENADOS

Los agentes extintores halogenados son hidrocarburos en los cuales uno o más átomos de hidrógeno han sido reemplazados por átomos de la serie de los halógenos: Fluor, Cloro, Yodo y Bromo. Esta sustitución le confiere al compuesto resultante la característica de no ser inflamable y la propiedad de extinguir la flama.

Los agentes extintores halogenados son comúnmente denomina

dos "HALONES". Este nombre genérico de "HALON" es la contracción del término inglés "Halogenated hydrocarbon" (hidrocarburo halogenado).

3.5.1. COMPOSICION QUIMICA Y NOMENCLATURA.

El cuerpo de ingenieros del ejército estado-unidense desarrolló un sistema sencillo de nomenclatura, el cual, describe la composición química del HALON que se esté tratando.

Siempre irá el término HALON y después un número. Algunos ejemplos son:

NOMBRE QUIMICO	FORMULA	HALON No.
Bromuro de Metilo	$CH_3 Br$	1001
Yoduro de Metilo	$CH_3 I$	10001
Bromoclorometano	$CH_2 BrCl$	1011
Dibromodifluorometano	$CF_2 Br_2$	1202
Bromo clorodifluorometano	$CF_2 Br Cl$	1211
Bromotrifluorometano	$CF_3 Br$	1301
Tetracloruro de carbono	CCl_4	104
Dibromotetrafluoroetano	$C_2F_4Br_2$	2402

Donde: (de izquierda a derecha)

El primer dígito representa el número de átomos de carbón; el segundo dígito, el número de átomos de Flúor; el tercer dígito, el de átomos de cloro; el cuarto dígito, átomos de Bromo y el quinto, los de Iodo.

En éste sistema los ceros finales no se representan.

Por ejemplo, el bromoclorodifluorometano (CF_2BrCl) se denomina HALON 1211 (y no HALON 12110) y su fórmula química indica que tiene un átomo de carbón, dos átomos de flúor, un átomo de cloro, un átomo de bromo y ningún átomo de yodo.

Los tres elementos halógenos que se encuentran comúnmente en los agentes extintores son: flúor, cloro y bromo. La sustitución de un átomo de hidrógeno en un hidrocarburo por alguno de estos elementos influye en las propiedades relevantes de la siguiente manera:

Flúor (F): da estabilidad al compuesto, reduce su toxicidad, reduce el punto de ebullición, aumenta la estabilidad térmica.

Cloro (Cl): le da efectividad para extinguir fuego, incrementa su punto de ebullición, incrementa su toxicidad, reduce la estabilidad térmica.

Bromo (Br): igual que el cloro pero en mayor grado.

Por lo que los compuestos que contienen combinaciones de flúor, cloro y bromo poseen diferentes grados de efectividad extintora, estabilidad química y térmica, volatibilidad y toxicidad.

Los compuestos de yodo no se han empleado por ser demasiado tóxicos e inestables.

El halógeno está unido al átomo de carbono por una unión covalente (comparten dos electrones para llevar sus órbitas) lo que quiere decir que no hay tendencia a ionizarse o a convertirse en conductor eléctrico en la presencia de agua.

La presencia del átomo de flúor en la molécula incrementa la fuerza de las uniones C-Cl y C-Br. Por estas razones, los agentes halogenados se utilizan en fuegos clase C (de tipo eléctrico).

Debido a que son tanto gases o líquidos que rápidamente se vaporizan en el fuego, los halones no dejan residuos corrosivos o abrasivos después de su uso. Por lo que se dice que son "agentes extintores limpios". Son no conductores de la electricidad y tienen alta densidad en estado líquido lo cual permite contenedores de almacenamiento pequeños.

3.5.2. USOS:

- Protección de equipos eléctricos y electrónicos.
- Plantas petro-químicas.
- Cabinas de carga en aviones.
- Industria Naval.

Y en general, en todo lugar donde se requiera una rápida extinción y donde el daño al material o equipo o la limpieza después de su uso deba ser minimizada.

3.5.3. PROPIEDADES DE LOS AGENTES HALOGENADOS.

Algunas propiedades físicas de los agentes extintores de fuego halogenados comunes se dan en la siguiente tabla:

T A B L A 3.4. (*)

AGENTE	HALON No.	TIPO DE AGENTE.	PUNTO DE EBULLICION (°C)	PUNTO DE CONGELACION (°C)	PESO ESPECIFICO DE LIQUIDO A 20°C (agua = 1)	CALOR LATENTE (Cal/g)
Tetracloruro de Carbono	104	Líquido	77	- 22	1.595	46
Bromuro de Metilo	1001	Líquido	4	- 93	1.73	62
Bromoclorometano	1011	Líquido	66	- 86	1.93	-
Dibromodifluorometano	1202	Líquido	24	- 142	2.28	29
Bromoclorodifluorometano	1211	Gas licua- do.	-4	- 160	1.83	32
Bromotrifluorometano	1301	Gas licua- do	- 58	- 168	1.57	28
Dibromotetrafluoroetano	2402	Líquido	47	- 110	2.17	25

(*) Ver referencia 6

3.5.4. TOXICIDAD Y EFECTOS IRRITANTES.

La siguiente tabla es la clasificación de Underwriter's Laboratories referente al grado de toxicidad de diferentes compuestos químicos empleados en el combate de incendios. (Basado en experimentos realizados en animales).

TABLA 3.5. (*)

GRUPO	DEFINICION	EJEMPLOS
6 (menos tóxicos)	Gases o vapores que, en concentraciones de hasta 20% por volumen, con duración de la exposición de dos horas, no producen lesiones visibles.	+ Bromotrifluorometano (HALON 1301) + Diclorodifluorometano (HALON 122 o R-12)
5	Gases o vapores mucho menos tóxicos que los del grupo 4 pero más tóxicos que los del grupo 6.	+ Bromoclorodifluorometano (HALON 1211) + Bióxido de Carbono
4	Gases o vapores que, en concentraciones del 2% al 2.5% y con duración de la exposición de dos horas son mortíferos o producen lesiones graves.	+ Cloruro de Metilo (HALON 101) + Dibromodifluorometano (HALON 1202) + Bromuro de Etilo (HALON 2001)
3	Gases o vapores que, en concentraciones de 2% a 2.5 y con duración de la exposición de una hora, son mortíferos o producen lesiones graves.	+ Clorobromometano (HALON 1011) + Tetracloruro de Carbono (HALON 104) + Cloroformo (HALON 103)
2	Gases o vapores que, en concentraciones de 0.5% a 1% y con duración de la exposición de 0.5 hora, son mortíferos o producen lesiones graves.	+ Bromuro de Metilo (HALON 1001) + Amoniaco
1	Gases o vapores que, en concentraciones de 0.5% al 1% y con duración de la exposición de cinco minutos son mortíferos o producen lesiones graves.	+ Bióxido de Azufre

(*) Ver referencia 4

La tabla a continuación muestra las Concentraciones Mortíferas aproximadas en exposición de 15 minutos a los vapores de varios agentes extintores halogenados.

TABLA 3.6. (*)

AGENTE	HALON No.	Concentración Letal Aprox. <u>partes por millón (ppm).</u>	
		VAPORES NATURALES	VAPORES DESCOMPUESTOS
Bromotrifluorometano	1301	832 000	14 000*
Bromoclorodifluorometano	1211	324 000	7 650
Dibromodifluorometano	1202	54 000	1 850
Bromoclorometano	1011	65 000	4 000
Dibromotetrafluoroetano	2402	126 000	1 600
Tetracloruro de carbono	104	28 000	300
Bromuro de Metilo	1001	5 900	9 600
+ Dióxido de Carbono	--	658 000	658 000

NOTAS:

- Basado en pruebas realizadas con ratas blancas por los Laboratorios de Medicina del Centro Químico Militar de E.U.

* Ensayos posteriores realizados por los Laboratorios Kettering de la Universidad de Cincinnati (datos inéditos) con un HALON 1301 de tipo comercial pero de calidad mejorada - indicaron que la concentración letal de los vapores de la descomposición es de por lo menos 20 000 ppm. En otras -

(*) Ver referencia 6

pruebas se han obtenido valores de concentración mortífera aprox. de solamente 2500 ppm. La variación se debe al empleo de diferentes procedimientos de análisis.

+ El Dióxido de carbono, no es un HALON. Se agregó a la lista para poder hacer comparaciones.

De las tablas anteriores se puede ver el porque se utilizan actualmente en forma comercial, tanto el HALON 1301 y el HALON 1211.

Los animales expuestos a concentraciones debajo de los niveles letales exhibieron dos efectos tóxicos diferentes:

- a) Cambios en el Sistema Nervioso Central como convulsiones, letargo, e inconsciencia a altas concentraciones (arriba del 30% por volumen de HALON 1301 y del 10% para el HALON 1211)
- b) Efectos Cardiovasculares incluyendo hipotensión, disminución del ritmo cardiaco y arritmias cardiacas ocasionales en concentraciones aproximadas del 10% de HALON 1301 y 4 a 5% de HALON 1211. Los efectos fueron transitorios y desaparecieron rápidamente después de la exposición.

Desde su introducción al mercado, hace 25 años, no han sido reportados efectos adversos a la salud al usar el HALON 1301 ó 1211 como agentes extintores de fuego.

Exposiciones de seres humanos al HALON 1301 y al HALON 1211 han demostrado que concentraciones de HALON 1211 entre 2 y 3% por volumen, tienen efectos muy ligeros, casi imperceptibles sobre el sujeto. En concentraciones de HALON 1301 superiores al 10% y concentraciones de HALON 1211 arriba del 4%, el desvanecimiento fué más pronunciado sintiendo los indivi-

duos que perderían el conocimiento (sin perderlo), disminuyen do la destreza física y mental. En sujetos humanos expuestos a una concentración del 7% de HALON 1301 por periodos de 30 minutos, los efectos aparecieron en los primeros 5 a 10 minutos de exposición, permaneciendo constantes hasta el término de la exposición, después desaparecieron rápidamente al terminar la exposición.

3.5.5. PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION DE LOS HALONES.

Los agentes halogenados sufren descomposición al ser expuestos a la flama o a superficies con temperatura aprox. de 482°C (900°F). En la presencia de hidrógeno disponible (del vapor de agua producido por el proceso de combustión) los productos de descomposición principales son: (HF) ácido fluorhídrico, (HBr) ácido bromhídrico y un radical de bromo libre -- (Br₂) también (HCl) ácido clorhídrico y cloro libre (Cl₂).

La concentración letal aproximada para una exposición de 15 minutos de algunos de estos compuestos es:

COMPUESTO	CONCENTRACION LETAL APROX. EN PPM POR VOLUMEN DE AIRE
Acido Fluorhídrico (HF)	2500
Acido Bromhídrico (HBr)	4750
Bromo (Br ₂)	550
Carbonilo de Flúor	1500
Carbonilo de Cloro	100-150

Aún en concentraciones de sólo algunas partes por millón (ppm) los productos de la descomposición de agentes halogenados tiene como característica un olor acre penetrante. Esta

característica provee una alarma de precaución, ya que al crear una atmósfera irritante sirve de advertencia a la gente que quiera entrar a la zona donde se originó el incendio. También previene de otros productos de la combustión potencialmente tóxicos que pudieran estar presentes como el monóxido de carbono.

3.6 AGENTES EXTINTORES PARA METALES COMBUSTIBLES. (CLASE D)

Existen varios metales combustibles particularmente cuando están divididos en pequeñas partículas. Por ejemplo: magnesio, sodio, potasio, litio, uranio, circonio, plutonio y titanio. Algunos arden al calentarse a altas temperaturas por fricción o por exposición a un calor extremo; otros arden al humedecerse o por reacción con otros materiales.

Los riesgos durante el control o la extinción de los fuegos de metales incluyen las temperaturas altas, las explosiones de vapor, los productos tóxicos de la combustión, y la reacción explosiva con algunos agentes extintores comunes y la descomposición de algunos agentes extintores con la liberación de gases combustibles o de productos tóxicos de la combustión. Algunos agentes desplazan al oxígeno, especialmente en espacios cerrados. Por lo que se debe ser muy cuidadoso al escoger al agente y el método de extinción.

No es aconsejable acercarse a algunos fuegos de metales sin estar dotados de aparatos de respiración y ropa protectora, incluso si el fuego es pequeño.

Los agentes extintores de fuego clase D son varios, porque no necesariamente un agente es capaz de dominar todos los fuegos de metales; aunque algunos agentes pueden usarse para varios tipos de metal incendiado y otros son útiles para un solo tipo de metal.

Algunos agentes que son eficaces contra otra clase de fuego deben evitarse en el caso de fuegos clase D, porque pueden originar reacciones violentas (por ejemplo, el agua con el sodio; agentes halogenados con fuegos de magnesio).

3.6.1. ALGUNOS AGENTES EXTINTORES.

Entre los agentes extintores para metales combustibles, más comerciales, se encuentran:

a) POLVO "G-1".

El polvo G-1 se compone de coque de fundición, grafitado y cribado, al que se le añade un fosfato orgánico. El grafito actúa como termoconductor y absorbe el calor del fuego, reduciendo la temperatura del metal por debajo de su punto de ignición, lo que produce la extinción. El grafito muy compactado también sofoca al fuego y el material orgánico que forma parte del producto extintor se descompone con el calor y produce un gas ligeramente humeante que penetra en los espacios entre las partículas de grafito, impidiendo la penetración del aire. El polvo no es tóxico ni combustible y su aplicación es a mano o con pala. La propiedad de aglomeración y compactación del polvo, impiden su descarga por medio de un extinguidor.

El polvo G-1 es efectivo contra fuegos de magnesio, so-

dio, potasio, titanio , lítio, calcio, zirconio, hafnio, torio, uranio y plutonio y se recomienda para aplicaciones especiales sobre fuegos de aluminio, zinc y hierro pulverizado.

b) POLVO "MET - L - X"

Este polvo especial es a base de cloruro sódico con aditivos. Los aditivos son fosfato tricálcico, que mejora su fluidez, y estearatos metálicos para su hidrofugación. Se le añade un material termoplástico para aglutinar las partículas de cloruro sódico en una masa sólida bajo las condiciones de un incendio.

El polvo Met-L-X no es combustible. No se conoce peligro alguno para la salud que se derive de su empleo. No es abrasivo ni conductor eléctrico.

El polvo es apto para atacar fuegos de piezas sólidas, por su capacidad de adherencia a las superficies verticales calientes.

El calor del fuego hace que el polvo se seque, se aglomere y se compacte formando una capa o costra que impide el contacto con el aire y así se produce la extinción.

Existen extinguidores de Met-L-X para incendios de magnesio, sodio, potasio y aleaciones de sodio-potasio. También se ha empleado con éxito en zirconio, uranio, titanio y aluminio.

c) POLVO "Na-X"

Se utiliza contra fuegos de sodio metálico. Tiene una base de carbonato con varios aditivos que lo hacen no higroscópico.

cópico y fluído. También se le agrega un aditivo que se ablanda y forma una costra por encima de la superficie expuesta del sodio metálico incendiado.

El Na-X es incombustible, no tóxico, no abrasivo y no conductor de la electricidad.

d) POLVO "Lith -X"

Se compone de una base de grafito con aditivos. Los aditivos le confieren fluidez y así se puede utilizar en extinguidores. El lith-X no forma una costra al aplicarse al metal ardiente. Impide el contacto con el aire y extrae el calor de la masa incendiada para realizar la extinción. No se adhiere a la superficie del metal caliente, por lo que es necesario cubrirla completamente con el material.

Se utiliza en fuegos de Litio, astillas de magnesio y zirconio.

e) LIQUIDO "TMB"

TMB es la abreviatura química de la trimetoxiboroxina. El líquido es incoloro y se hidroliza fácilmente formando ácido bórico y metanol. Debe impedirse su contacto con aire húmedo u otras fuentes acuosas para impedir su hidrólisis.

La aplicación del TMB contra un fuego de metales produce una oleada de calor debido a la descomposición química y la ignición del metanol. El óxido bórico que se forma produce un recubrimiento sobre el metal caliente impidiendo su contacto con el aire.

Se emplea en fuegos de magnesio, zirconio y titanio. No

se recomienda ; ara fuegos de sodio, litio, y de aleaciones - de sodio - potasio porque reacciona violentamente con ellos.

f) POLVO "Pyromet"

Se compone de cloruro sódico elaborado bajo un proceso especial, de fosfato diamónico, protefina y un agente hidrofugante y fluidizante.

Al hacer contacto con la superficie caliente del metal incendiado forma una capa que impide el contacto de ésta con el aire, extinguiendo de esta forma el fuego.

Se utiliza en fuegos de sodio, calcio, zirconio y titanio; además en fuegos de polvos y astillas de magnesio y aluminio.

g) OTROS AGENTES QUE SE UTILIZAN PERO EN FORMA COMERCIAL SON:

Polvo de talco, arena, limaduras de hierro colado, cenizas de sosa, cloruro de litio, dolomita (carbonato de calcio y de magnesio), trifluoruro de boro y tricloruro de boro y gases inertes como el argón y el helio.

Los cuales extinguen al fuego por sofocamiento y/o enfriamiento o simplemente sirven para controlar el fuego.

3.7 EXTINGUIDORES PORTATILES

Muchos incendios son pequeños cuando se originan y pueden ser extinguidos si se usa el agente extintor apropiado y la cantidad adecuada. Los extinguidores portátiles se discuñan con este propósito, siendo la primer línea de defensa - contra un incendio, pero el éxito de su uso depende de las si

güentes condiciones:

- a) El extinguidor debe estar apropiadamente localizado y en condiciones de operar.
- b) El extinguidor debe ser del tipo apropiado para el incendio que ocurra.
- c) El fuego debe ser descubierto cuando todavía es lo suficientemente pequeño como para que el extinguidor sea efectivo.
- d) El fuego debe ser descubierto por una persona presta y entrenada para utilizar el extinguidor.

3.7.1. DEFINICIONES.

EXTINTOR:

sustantivo que significa ejecutor de la acción de suspender el fuego. Se refiere al material, sustancia o líquido, que al hacer contacto con las llamas y el material que arde, da fin a las reacciones y condiciones que originan al fuego.

EXTINGUIDOR:

se aplica como adjetivo al aparato que puede contener y conducir al material extintor a realizar su efecto de apagar al fuego.

RIESGO LIGERO (o BAJO):

se dice que existe un riesgo ligero en los locales donde la cantidad total de material combustible clase A incluyendo mobiliario, decoración y capacidad es pequeña. Aquí se puede incluir edificios o cuartos ocupados como oficinas, salones de clases, templos, etc. Esta clasificación indica que la

mayor parte del contenido no es combustible o que está arreglada de tal forma que un fuego no se extenderá rápidamente. Pequeñas cantidades de inflamables clase B usados en máquinas duplicadoras, departamentos de arte, etc. se incluyen considerando que se mantienen guardados en contenedores cerrados y almacenados en forma segura.

RIESGO ORDINARIO (o MODERADO):

se dice que existe un riesgo moderado donde la cantidad total de combustible clase A o líquidos inflamables clase B se presentan en mayor cantidad que el riesgo ligero. Ejemplos: oficinas, tiendas mercantiles y sus almacenes, manufactureras pequeñas, agencias de automóviles, estacionamientos, etc.

RIESGO EXTRA (o ALTO):

éste existe en lugares donde se presentan materiales clase A y sustancias clase B, almacenados, en proceso y en producto terminado. Como en: madererías, talleres mecánicos, talleres reparadores de aviones y barcos, fábrica de pinturas, solventes, etc.

3.7.2. RELACION DE LOS EXTINGUIDORES CON LAS DIFERENTES CLASES DE FUEGO.

Debido a que existen diferentes agentes extintores para los diversos tipos de fuegos, se ha clasificado a los extinguidores en función de la clase de fuego para los que son eficaces:

CLASE A:

fuegos en material ordinario (como madera, ropa, papel, -

caucho y algunos plásticos) que requieren los efectos de enfriamiento del agua o soluciones con agua, los efectos retardantes de la combustión de ciertos polvos químicos secos y la interrupción de la reacción en cadena de la flama por los agentes halogenados.

Todo extinguidor que sirva para fuegos clase A se deberá marcar con un triángulo conteniendo a una letra A. Si tiene color, el triángulo debe ser verde.



CLASE B:

Fuegos en líquidos flamables o combustibles, gases flamables, grasas y materiales similares que deben ser extinguidos por sofocamiento como lo hace la espuma o por interrupción de la reacción en cadena de la flama como lo hacen ciertos polvos químicos secos y los agentes halogenados.

Todo extinguidor que sea útil en fuegos clase B se marcará con un cuadro que contenga a la letra "B". El cuadrado será rojo.



CLASE C:

Fuegos en equipo eléctrico "vivo". La seguridad del operador requiere el uso de agentes extintores no conductores de la electricidad como son los polvos químicos secos y los agentes halogenados y el CO₂ (NOTA: cuando un equipo eléctrico está desenergizado si pueden utilizar extinguidores

de clase A ó B).

Un extinguidor que este indicado para fuegos clase C se debe marcar con un círculo azul que contenga a la letra C.



CLASE D:

Fuegos en los metales combustibles (como magnesio, titanio, zirconio, sodio, etc.) que requieren un extintor que absorba el calor de la combustión y que no reaccionen con los metales ardientes.

El extinguidor adecuado para este tipo de fuegos se marcará con un estrella color amarillo que contenga a la letra D.



3.7.3. CLASIFICACION Y RANGOS DE LOS EXTINGUIDORES.

La capacidad de extinción de un aparato extinguidor depende de su diseño y de su carga. Para obtener resultados prácticos esta valoración se hace en forma directa extinguiendo fuegos unitarios.

Algunos estandares aceptados para graduar los aparatos normales son los siguientes:

3.7.3.1. Para fuegos clase A se emplean un enhuacalado de madera y un tablero de tiras.

TABLERO:

Se construye con un armazón con polines de madera de pino, de 25.4 mm por 212.4 mm (1" x 6"), sin pulir y sobre él se clavan dos capas de tiras de la misma madera, de sección 25.4 mm x 25.4 mm (1" x 1"), la primera con las tiras espaciadas 50.8 mm (2") y las de encima espaciadas 19mm (3/4") y perpendiculares a las primeras. La longitud del tablero se da de acuerdo con el área que se quiera tener.

La prueba consiste en prender este tablero en posición vertical, usando otra tira en su base, a lo largo y atacando el fuego a los cinco minutos de iniciado.

ENHUACALADO DE MADERA:

Se construye con madera de pino sin pulir, de 50.8 mm x 50.8 mm (2" x 2") de sección y longitud de 476 mm (18 3/4"). Debe consistir en 10 capas de 5 piezas cada una. Se enciende con 0.95 lts. (1 de galón) de gasolina y se ataca a los 10 minutos de iniciado el fuego.

Un extinguidor que apague cualquiera de los dos fuegos anteriores se califica como 1-A, si el tablero tiene 5.95m^2 (64 ft^2) de superficie o si el enhuacalado es de 10 capas. Cuando el tablero tiene 9.30m^2 (100 ft^2), será 2-A y si tiene 13.38m^2 (144 ft^2) será 3-A.

Los Underwriters' Laboratories clasifican los extinguidores clase A con los rangos siguientes: 1-A, 2-A, 3-A, 4-A, 6-A, 10-A, 20-A, 30-A y 40-A.

Un extintor clasificado 4-A tiene mayor capacidad para apagar fuegos que un 2-A (casi el doble).

3.7.3.2. Para fuegos clase B se emplean fosas o recipientes en que se coloca un combustible sobre agua.

Se considera el valor 1-B para un aparato que extinga una superficie de gasolina de 0.23m^2 (2.5ft^2) con un espesor de 50.8 mm (2") sobre 101.6 mm (4") de agua, dentro de un recipiente de 0.30 m (1ft) de altura, y al minuto de encendido.

Los Underwriters' Laboratories tienen las siguientes clasificaciones para los extinguidores clase B: 1-B, 2-B, 5-B, 10-B, 20-B, 30-B, 40-B, 60-B, 80-B, 120-B, 160-B, 240-B, 320-B, 480-B y 640-B.

Las clasificaciones hasta 20-A y 20-B inclusive, se consideran para fuegos dentro de un cuarto. De 30-A y 30-B hacia arriba, se consideran para fuegos fuera de un cuarto (al medio ambiente).

3.7.3.3. No se emplea numeración en fuegos clase C.

Puesto que el equipo eléctrico contiene combustibles ordinarios y/o líquidos inflamables, un extinguidor de este tipo debe ser no conductor y se selecciona de la clase A y/o B.

Los extinguidores pueden ser clase A, B y/o C, cualquiera de las combinaciones incluyendo la numeración, por ejemplo: 4-A, 20 B.C. lo cual significa que tiene un poder de extinción casi cuatro veces, mas que el 1-A y aproximadamente veinte veces que uno 1-B. Además de poderse usar en equipo eléctrico energizado.

3.7.3.4. Los extinguidores para fuegos clase D.

Contienen polvos secos efectivos sobre distintos fuegos de metales combustibles. Un extinguidor para fuegos de magnesio puede no ayudar en un fuego de sodio o ser poco eficaz.

Por esta razón, no se emplean números de identificación en su lugar, estos extinguidores incorporan una placa que de talla el tipo de metal cuyo fuego puede extinguir el agente en particular.

Esta clasificación de Número-Letra también sirve para saber cual debe ser la distancia máxima a la que se debe colocar el extinguidor con respecto a la zona de riesgos. Las tablas 3.7. y 3.8. lo muestran.

TABLA 3.7. (*)

TAMAÑO Y ENPLAZAMIENTO DE LOS EXTINGUIDORES PARA FUEGOS DE CLASE A.

Clasificación mínima básica del extinguidor para la zona especificada.	Longitud máxima de recorrido hasta alcanzar los extinguidores.	Zona protegida por el extinguidor		
		Actividad de riesgo ligero.	Actividad de riesgo ordinario.	Actividad de riesgo extra.
1-A	23 m	280 m ²	-	-
2-A	23 m	560 m ²	280 m ²	186 m ²
3-A	23 m	840 m ²	420 m ²	280 m ²
4-A	23 m	1,050 m ²	560 m ²	370 m ²
6-A	25 m	1,050 m ²	840 m ²	560 m ²
10-A	23 m	1,050 m ² *	1,050 m ² *	840 m ² *
20-A	23 m	1,050 m ² *	1,050 m ² *	1,050 m ² *
40-A	23 m	1,050 m ² *	1,050 m ² *	1,050 m ² *

* 1,050 m se considera el límite práctico.

(*) Ver referencia 6

TABLA 3.8. (*)

TAMAÑO Y ENPLACAMIENTO DE LOS EXTINGUIDORES PARA FUEGOS DE CLASE B, EXCLUYENDO LA PROTECCIÓN DE DEPÓSITOS PROFUNDOS DE LÍQUIDOS INFLAMABLES.

Tipo de riesgo	Clasificación mínima del extinguidor	Máxima longitud de recorrido hasta los extinguidores
Bajo	5-B	9 m
	10-B	15 m
Moderado	10-B	9 m
	20-B	15 m
Alto	40-B	9 m
	80-B	15 m

3.7.4. FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE EXTINGUIDORES.

En los siguientes recuadros se exponen cortes transversales de algunos extinguidores, explicando su funcionamiento y el mantenimiento, así como los cuidados que se deben tener con ellos. (**)

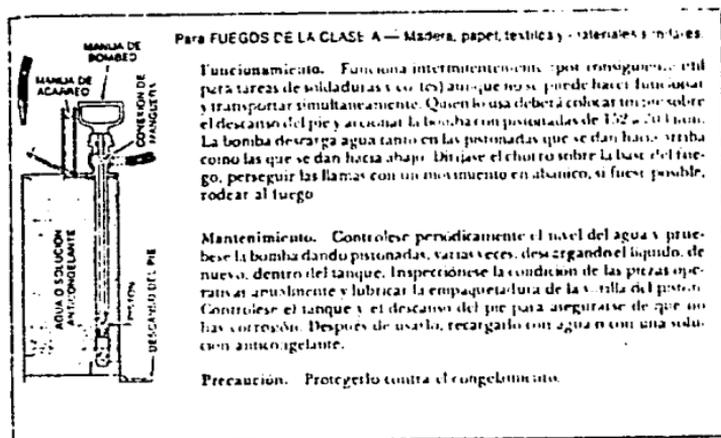


FIG. 3.9.1. EXTINGUIDOR DE TANQUE CON BOMBA DE AGUA.

(*) Ver referencia 6

(**) Ver referencia 3

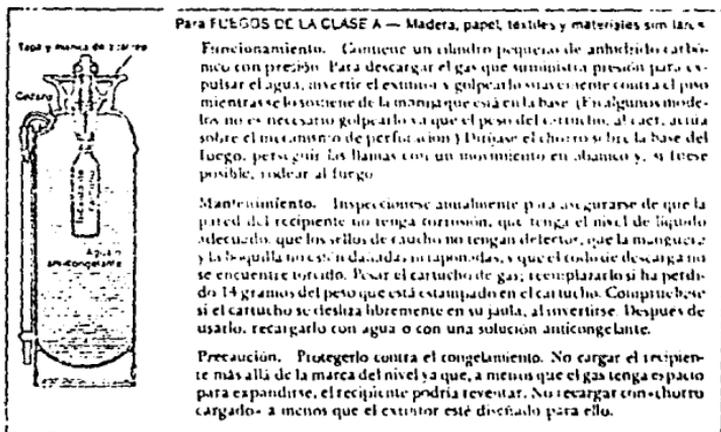


FIG. 3.9.2. EXTINGUIDOR DE AGUA CON CARTUCHO DE GAS. PUEDE SER DENOMINADO "DE CHORRO CARGADO", SI SE LO CARGA CON UNA SOLUCIÓN DE SAL ALCALINA-METÁLICA, EN VEZ DE AGUA. (NO SE FABRICA MÁS, AUNQUE HAY REPUESTOS DISPONIBLES.)

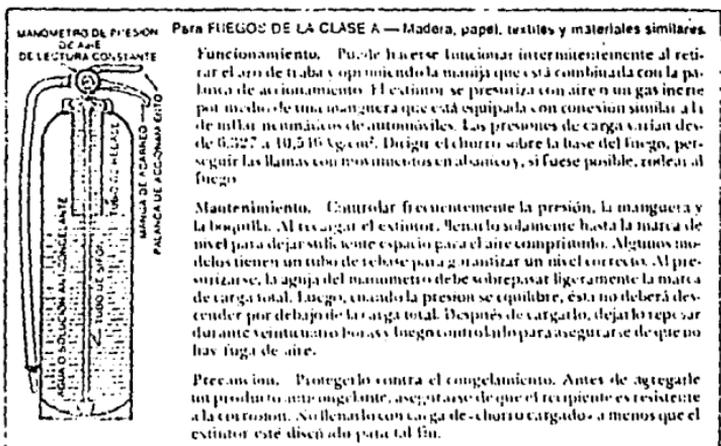


FIG. 3.9.3. EXTINGUIDOR DE AGUA, DE PRESION ALMACENADA. PUEDE SER DENOMINADO "DE CHORRO CARGADO" SI SE LO CARGA CON UNA SOLUCIÓN DE SAL ALCALINA-METÁLICA EN LUGAR DE AGUA.

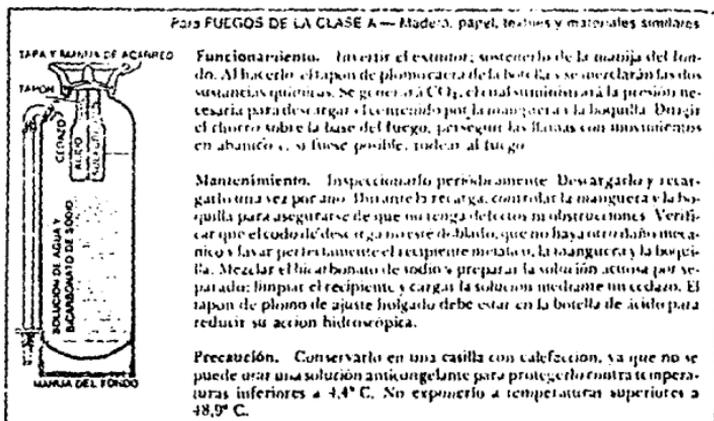


FIG. 3.9.4. EXTINGUIDOR DE SODA Y ACIDO (NO SE FABRICAN MAS, AUNQUE HAY REPUESTOS DISPONIBLES)

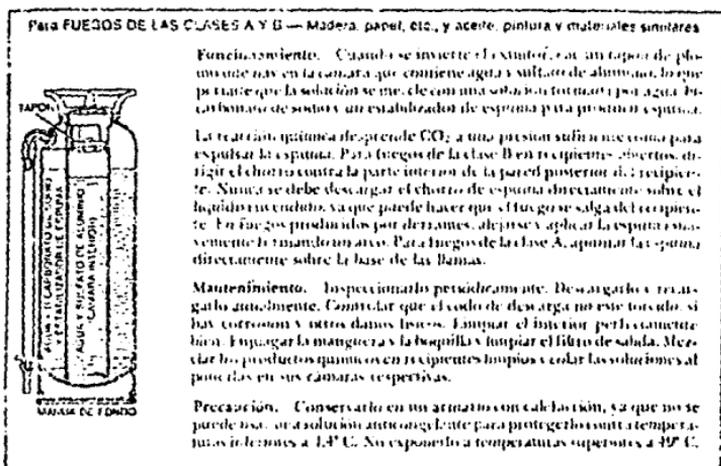


FIG. 3.9.5. EXTINGUIDOR DE ESPUMA. (NO SE FABRICAN MAS, AUNQUE HAY REPUESTOS DISPONIBLES.)

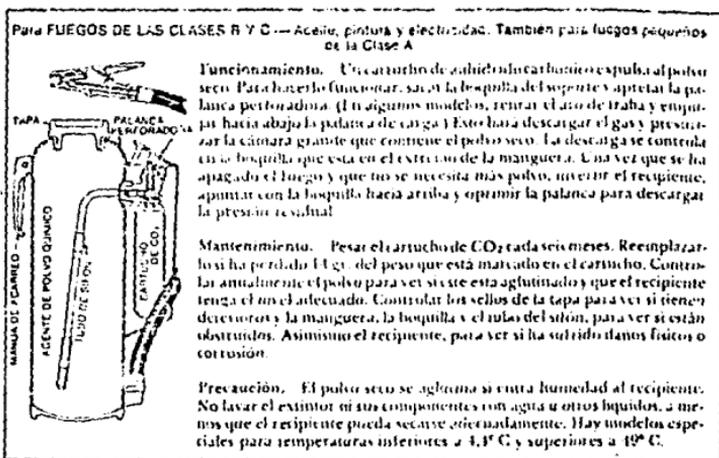


FIG. 3.9.6. EXTINGUIDOR DE QUÍMICO SECO CON CARTUCHO

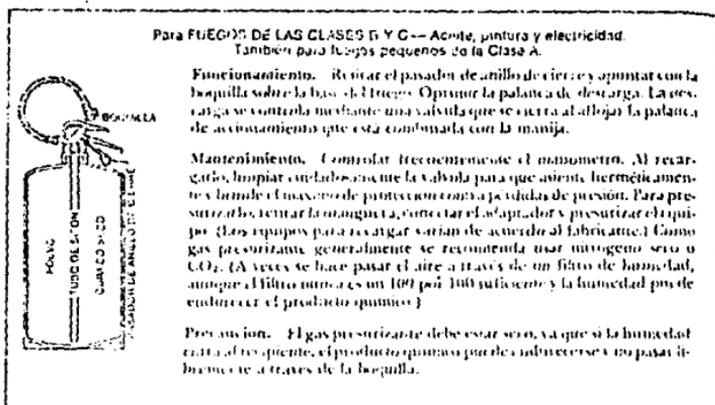


FIG. 3.9.7. EXTINGUIDOR DE POLVO QUÍMICO SECO, DE PRESIÓN ALMACENADA, CON MANEJO ALASADO.

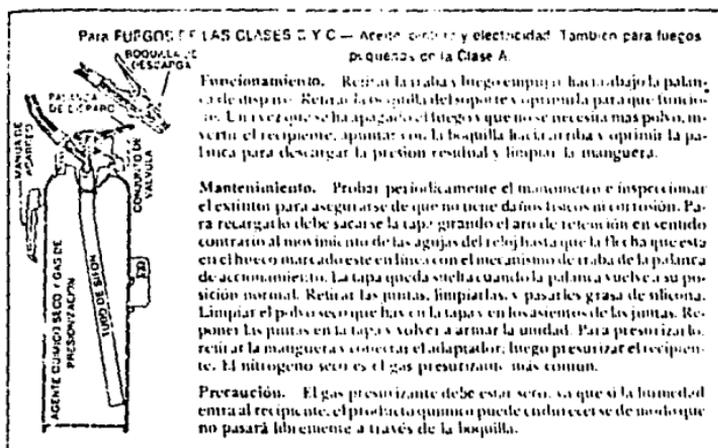


FIG. 3.9.8. EXTINGUIDOR DE POLVO QUIMICO SECO, DE PRESION ALMACENADA.

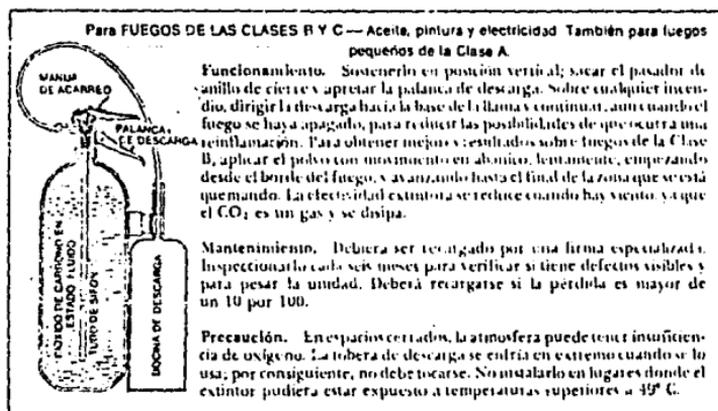


FIG. 3.9.9. EXTINGUIDOR DE BIXIDO DE CARBONO.

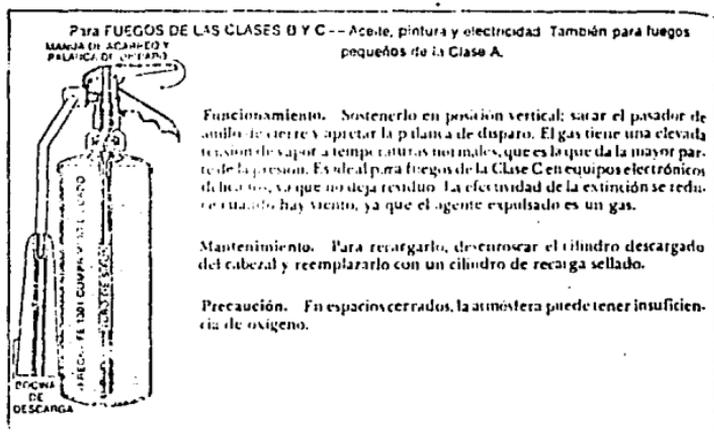


FIG. 3.9.10. EXTINGUIDOR DE HALÓN 1301

NOTA: El extinguidor de gas Halón 1301 comercialmente no se encuentra, solo se hacen mediante pedido. Los que si se encuentran en forma comercial son los extinguidores de gas Halón 1211.

La principal razón de ésto es su diferente grado de volatilidad; mientras el Halón 1211 si se puede usar en exteriores, el Halón 1301 no, debido a que el gas puede ser acarreado por el aire antes de llegar a la parte incendiada.

3.7.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS EXTINGUIDORES.

La siguiente (tabla 3.10) de las principales características de los extinguidores más comunes.

TABLA 3.10. (*)
CARACTERÍSTICAS DE EXTINGUIDORES

Agente extinguidor	Principio de funcionamiento	Capacidad (en litros)	Alcance horizontal del chorro (metros)	Tiempo aproximado de descarga	Protección requerida por debajo de 40 F (4°C)	UL o ULC Clasificación*
Agua	Presión incorporada	9,7 l	9-13	1 min	Si	2 A
Agua	Depósito de bombeo	5,8 l	9-13	45 seg	Si	1 A
	Depósito de bombeo	9,7 l	9-13	1 min	Si	2 A
	Depósito de bombeo	15,5 l	9-13	2 min	Si	3 A
	Depósito de bombeo	19,5 l	9-13	2-3 min	Si	4 A
Agua (Carga de calcio como anticongelante)	Cartucho o presión incorporada	4,8 5,8 l	9-13	10 seg	No	1-A
	Cartucho o presión incorporada	9,2 l	9-13	1 min	No	2-A
	Cilindro	128,5 l	15	3 min.	No	20-A
Agua (Agente humectante)	Presión incorporada	5,8 l	6	30 seg	Si	2-A
	Cilindro de CO ₂	9,7 l (con ruedas)	10,7	1 1/2 min	Si	10 A
	Cilindro de CO ₂	17,5 l (con ruedas)	10,7	2 min.	Si	30 A
	Cilindro de CO ₂	23,4 l (con ruedas)	10,5	2 1/2 min.	Si	40-A
Agua (ácido-base)	Expulsor generado químicamente	4,8 5,8 l	9-13	30 seg	Si	1-A
	Expulsor generado químicamente	9,7 l	9-13	1 min.	Si	2 A
	Expulsor generado químicamente	6,6 l (con ruedas)	15	3 min.	Si	10-A
	Expulsor generado químicamente	128,5 l (con ruedas)	15	3 min	Si	20 A
Agua (chorro cargado)	Presión incorporada	9,7 l	9-13	1 min.	No	3-A
	Cartucho o presión incorporada	128,5 l (con ruedas)	15	3 min.	No	20-A
AFFF	Presión incorporada	9,7 l	6-7,5	50 seg.	Si	3 A 20 B
	Cilindro de nitrógeno	128,5 l (con ruedas)	9	1 min.	Si	20 A 160 B
Ahiendo carbonico**	Autoexpulsor	0,9 a 2,3 kg	1-2,5	3 a 30 seg	No	1 a 5 B C
	Autoexpulsor	4,5 a 6,8 kg	1-2,5	8 a 30 s-g	No	2 a 10 B C
	Autoexpulsor	9 kg	1-2,5	10 a 30 seg	No	10 A C
	Autoexpulsor	22,5 a 45 kg (con ruedas)	1-3	10 a 30 s-g	No	10 a 20 B C
Pólv. químico (Bicarbonato sódico)	Presión incorporada	0,45 kg	1,5-2,5	8 a 10 seg	No	1 a 2 B C
	Presión incorporada	0,7 a 1,1 kg	1,5-2,5	8 a 10 seg	No	2 a 10 B C
	Cartucho o presión incorporada	1,2 a 2,2 kg	1,5-6	8 a 20 seg.	No	5 a 10 B C
	Cartucho o presión incorporada	2,7 a 1,4 kg	1,5-6	10 a 25 seg.	No	10 a 10 B C

(*) Ver referencia 6

TABLA 3.10.
(cont.)

Agente exterior	Principio de funcionamiento	Capacidad (en kg)	Alcance horizontal del chorro (metros)	Tiempo aproximado de descarga	Protección requerida por debajo de 40F (4°C)	UL o IFC Clasificación
Polvo químico (Bicarbonato Potásico)	Cilindro de nitrógeno o presión incorporada	34 a 153 kg (con ruedas)	4,5-13,5	20 a 105 seg	No	40 a 320 B C
	Presión incorporada	0,5 a 0,9 kg	1,5-2,5	8 a 10 seg	No	1 a 5 B C
	Cartucho o presión incorporada	1 a 2,3 kg	1,5-3,5	8 a 10 seg	No	5 a 20 B C
	Cartucho o presión incorporada	2,5 a 5 kg	1,5-6	8 a 20 seg	No	10 a 80 B C
	Cartucho o presión incorporada	7,3 a 13,6 kg	3-6	8 a 25 seg	No	40 a 120 B C
	Cartucho	22 kg	6	30 seg	No	120 B C
Polvo químico (Cloruro potásico)	Cilindro de nitrógeno o presión incorporada	50,9 a 143 kg (con ruedas)	4,5-13,5	30 a 80 seg	No	60 a 640 B C
	Presión incorporada	1,1 a 3,8 kg	1,5-2,5	8 a 10 seg	No	5 a 10 B C
	Presión incorporada	2,3 a 4,1 kg	2,5-3,5	10 a 15 seg	No	20 a 40 B C
	Presión incorporada	4,5 a 9 kg	3-4,5	15 a 20 seg	No	40 a 60 B C
	Presión incorporada	8,1 kg	13	35 seg	No	160 B C
	Presión incorporada	0,5-2,3 kg	1,5-3,5	8 a 15 seg	No	1 a 2-A y 2 a 10-B C
Polvo químico (Fosfato de Amonio)	Presión incorporada o cartucho	1,1 a 3,8 kg	1,5-3,5	8 a 15 seg	No	1 a 4-A y 10 a 40 B C
	Presión incorporada o cartucho	4 a 7,2 kg	1,5-6	10 a 25 seg	No	2 a 20-A y 10 a 80-B C
	Presión incorporada o cartucho	7,7 a 13,6 kg	1,5-6	10 a 25 seg	No	3 a 20-A y 30 a 80-B C
	Cartucho	20,5 kg	4,5-13,5	25 seg	No	20-A y 80-B C
	Cilindro de nitrógeno o presión incorporada	50 a 143 kg (con ruedas)	4,5-13,5	30 a 60 seg	No	20 a 40-A y 80 a 320-B C
	Cartucho o presión incorporada	2,2 a 4,1 kg	1,5-6	8 a 10 seg	No	10 a 20-B C
Polvo químico comprimido	Cartucho o presión incorporada	4,1 a 12,3 kg	1,5-6	10 a 25 seg	No	20 a 30-B C
	Cartucho o presión incorporada	8,2 a 13,6 kg	1,5-6	10 a 25 seg	No	40 a 60-B C
	Cilindro de nitrógeno o presión incorporada	68 a 153 kg	4,5-13,5	20 a 150 seg	No	80 a 240 B C
	Cartucho o presión incorporada	1,1 a 2,3 kg	1,5-3,5	8 a 10 seg	No	10 a 20-B C
	Cartucho o presión incorporada	4,3 a 9 kg	1,5-6	8 a 25 seg	No	40 a 60 B C
	Cartucho o presión incorporada	8,9 a 13,6 kg	1,5-6	10 a 25 seg	No	60 a 80 B C
Polvo químico (Bicarbonato potásico y urea)	Presión incorporada	56,9 a 91 kg (con ruedas)	4,5-13,5	30 a 40 seg	No	160 B C
	Presión incorporada	2,3 a 4,5 kg	3-6	13 a 18 seg	No	40 a 50 B C
	Presión incorporada	4,1 a 10,5 kg	4,5-9	17 a 31 seg	No	60 a 160-B C
	Presión incorporada	80 kg	21	62 seg	No	480 B C
Bromotrifluorometano	Presión incorporada	1,1 kg	1,2-1,8	8 a 10 seg	No	2 B C
	Presión incorporada	0,9 a 1,8 kg	2,5-3,5	8 a 12 seg	No	2 a 5-B C
	Presión incorporada	2,5 a 4,1 kg	2,7-4,7	8 a 15 seg	No	1-A y 10 B C
	Presión incorporada	7,3 a 10 kg	4,2-4,8	10 a 18 seg	No	1 a 4-A y 20 a 60 B C

NOTAS:

- Clasificación de UL y ULC a 11-1-80, para certificaciones posteriores han de consultarse los - Suplementos y "Listas" que se editan periódicamente por estos Laboratorios (Write Underwriters Laboratories INC., 333 Pfingsten Road Northbrook, IL, or Underwriter Laboratories of Canadá, 7 - Crouse Road, Scarborough, Ont. Canadá M1R 3A9.)
- ** Los Extinguidores de Bióxido de Carbón con cuerpos metálicos no llevan clasificación "C".
- + Algunos extinguidores pequeños que contienen polvo químico de fosfato amónico no incorporan clasificación "A". Los extinguidores de líquidos - vaporizables (tetracloruro de carbono o clorobromo metano) no se reconocen en esta norma.

3.7.6. USO DE LOS EXTINGUIDORES.

Algunos de los consejos que se dan para atacar un fuego con extinguidores son:

ERRONEO

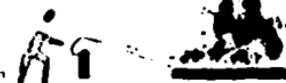


Ataque el fuego en la dirección del viento.

CORRECTO



Al combatir fuego en las superficies horizontales, comience por la base y parte delantera del fuego.



Sin embargo al combatir fuego en superficies, comience por arriba y empuje hacia abajo.



Siempre use varias unidades al mismo tiempo preferiblemente que a usar una a una.



Cedase de la reinvención del fuego. Dale la cara al fuego.



Siempre una cuando tengas dudas por falta de conocimiento del incendio. Las técnicas apropiadas de combate de incendios deben ser enseñadas por el instructor y sus instructores en el aula.

CAPITULO IV

PROTECCION CONTRA INCENDIO CON HALON 1301.

CAPITULO IV

PROTECCION CONTRA INCENDIO CON HALON 1301.

4.1. GENERALIDADES. (ver la sección 3.5.)

El HALON 1301 es un hidrocarburo halogenado cuyo nombre químico es "bromotrifluorometano" cuya fórmula es CBrF_3 . Su nomenclatura (HALON 1301) indica que su molécula posee: un átomo de carbono, tres de flúor, ninguno de cloro, uno de bromo y ninguno de yodo.

El HALON 1301 en condiciones normales es un gas inodoro, incoloro, no conductor de la electricidad, cuya densidad es aproximadamente cinco veces la del aire y que puede ser licuado a presión para embarque y almacenaje.

También es conocido como "Freón", ya sea Fe 1301 o Fe 13B1 y es utilizado como un fluido criogénico.

4.1.1. PROPIEDADES FISICAS.

Las propiedades físicas más importantes del HALON 1301 se indican en la tabla 4.1.

T A B L A 4. 1.

Fórmula Química	CBrF_3
Nombre Químico	Bromotrifluorometano
Peso Molecular	148.9
Punto de Fusión	-168 °C
Punto de Ebullición a 1.01 bar (14.7 psi)	-57.8 °C
Peso Específico de Líquido a 25 °C	1,539 Kg/m ³

(cont.)

TABLA 4.1. (cont.)

Peso Específico de Vapor Saturado en el Punto de Ebullición	8.71 Kg/m ³
Presión de Vapor a 25 °C	16.2 bar
Temperatura Crítica	67 °C
Presión Crítica Absoluta	39.64 bar ₃
Peso Específico Crítico	745 Kg/m ³
Calor Específico de Líquido a 25 °C	0.883 KJ(Kg) ⁻¹ (°C) ⁻¹
Calor Específico de Vapor a 1.01 bar y 25 °C	0.473 KJ(Kg) ⁻¹ (°C) ⁻¹
Calor Latente de Vaporización en el Punto de Ebullición	120.9 KJ/Kg
Conductividad Térmica a 25 °C	
- Líquido	0.0403 watt (m °C) ⁻¹
- Vapor	0.0092 watt (m °C) ⁻¹
Tensión Superficial a 25 °C	0.0035 Nw/m
Viscosidad del Líquido a 25 °C	0.156 centipouise

La variación de la presión de vapor con la temperatura se muestra en la figura 4.2. Conforme la temperatura se incrementa, la presión de vapor y la densidad de vapor aumentan, y la densidad de líquido disminuye hasta que la temperatura crítica se alcanza 67 °C (152.6 °F). En este punto las densidades de líquido y vapor son iguales y la fase líquida deja de existir. Arriba de la temperatura crítica, el HALON 1301 se comporta como un gas y no puede ser licuado a ninguna presión.

4.1.2. CARACTERISTICAS EXTINTORAS.

El HALON 1301 es un agente extintor de fuego efectivo que se puede usar en muchos tipos de fuegos (clases A, B, C). Es efectivo en incendios de superficie, como en líquidos inflamables, y en muchos sólidos combustibles, excepto para algunos metales y materiales que produzcan su propio oxígeno.

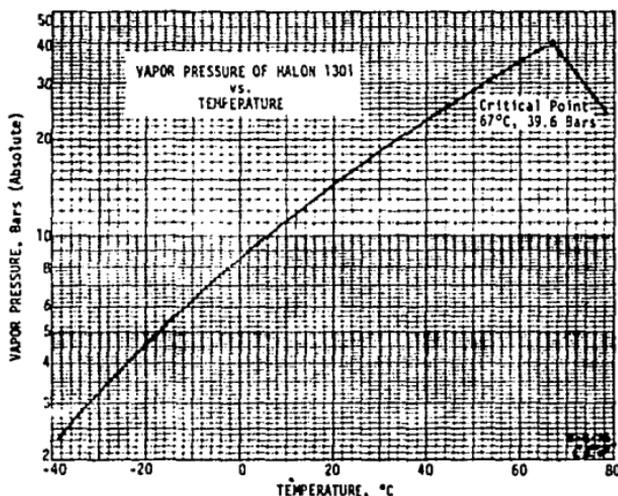


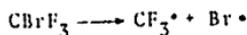
FIGURA 4.2. (*)

4.1.3. MECANISMO DE EXTINCION.

Hasta donde se sabe el HALON 1301 extingue el fuego al inhibir la reacción química del combustible y el oxígeno. El efecto de enfriamiento y sofocamiento son menores.

El mecanismo por el cual el HALON 1301 extingue al fuego no es bien conocido hasta la fecha. Parece ser una inhibición físico-química de la reacción de la combustión. Se dice que es un "rompedor de cadena", significando que interrumpe la reacción en cadena del proceso de combustión.

El HALON 1301 se disocia en la flama en dos radicales:



Dos mecanismos de inhibición han sido propuestos, uno se

(*) Ver referencia 4

basa en el proceso de "radical libre" y el otro en la "activación iónica del oxígeno durante la combustión".

4.1.3.1. TEORIA DEL "RADICAL LIBRE".

El paso final de la combustión es la conversión del material combustible a bióxido de carbono y agua, y tiene lugar con la combinación del oxígeno del aire y pasa a través de varios estados envolviendo radicales libres:



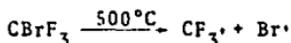
donde:

RH = material combustible,

O₂ = oxígeno,

R + HO + H = radicales libres.

Como se mencionó antes, el HALON 1501 se disocia con el calor de la flama, dando radicales de bromo (Br):



La teoría del radical libre supone que el radical de bromo reacciona con el combustible dando ácido bromhídrico (HBr) como resultado:



Este ácido bromhídrico reacciona con los radicales oxidri los (OH·) activos, generados en la combustión:



Dejando nuevamente libre al radical bromo para volver a reaccionar con el combustible, y así sucesivamente, dando como resultado la remoción de los radicales activos H y OH.

4.1.3.2. TEORIA "IONICA".

Esta teoría supone que la inhibición del proceso de la combustión incluye pasos en los que iones de oxígeno (O_2^{\cdot}) se forman por la captura de electrones que provienen de la ionización de las moléculas de hidrocarburos. Como los átomos de bromo tienen una mayor sección transversal para atrapar electrones de baja velocidad que el oxígeno, el bromo inhibe la reacción al remover los electrones que se necesitan para activar al oxígeno.

El HALON 1301 y el HALON 1211 contienen 54% y 48% en peso de bromo. Esto explica la concentración tan baja de HALON que se requiere para extinguir un fuego.

4.1.4. USOS Y LIMITACIONES.

Donde se utiliza la protección contra incendio con HALON 1301 es:

- a) Materiales flamables líquidos y gaseosos.
- b) En riesgos de tipo eléctrico como transformadores, interruptores de aceite y equipo rotatorio (motores eléctricos).
- c) Maquinaria que utilice gasolina u otro combustible inflamable.
- d) Combustibles ordinarios como papel, madera y textiles.
- e) Computadoras electrónicas, equipo de procesamiento de datos y cuartos de control.

En general, se utiliza donde se requiere un medio extintor no conductor de la corriente eléctrica o un agente que no deje residuos después de su uso.

No es efectivo para extinguir incendios en:

- a) Ciertas sustancias o compuestos químicos como el nitrato de celulosa o la pólvora que pueden sufrir una rápida oxidación en ausencia del aire.
- b) Metales reactivos como el sodio, potasio, magnesio, titanio, zirconio, uranio y plutonio.

4.2. TIPOS DE SISTEMAS DE APLICACION.

Los sistemas de HALON 1301 consisten basicamente en recipientes que contienen al gas en forma líquida y presurizado con nitrógeno, que es el gas que se encarga de expulsarlo con la presión adecuada hasta las boquillas de descarga localizadas sobre las zonas que están protegiendo.

Para estos sistemas de protección, se requiere que el HALON 1301 tenga una pureza del 99.6% o más.

Existen dos sistemas de aplicación, que son:

- de inundación total y
- de aplicación local.

4.2.1. SISTEMA DE APLICACION DE INUNDACION TOTAL. (Ver figura 4.3.).

Consiste en proveer de Halón 1301, por medio de un arreglo que descargue dentro, y llene con una concentración apropiada de gas, un recinto cerrado que se esté protegiendo contra incendio.

Estos sistemas se instalan en lugares que por su contenido requieren de la inertización de la atmósfera, debiendo ser éstos, lugares cerrados para permitir que la concentración volumétrica del agente extintor llene por completo el volumen de

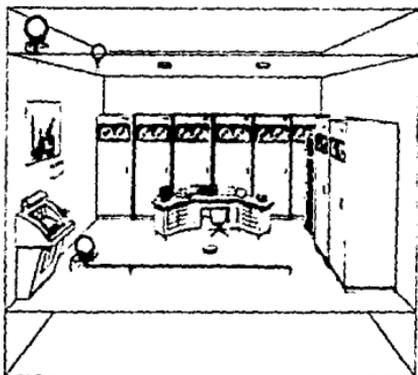


FIGURA 4.3. SISTEMAS DE INUNDACION TOTAL CON HALON 1301 EN UN CUARTO DE COMPUTADORAS.

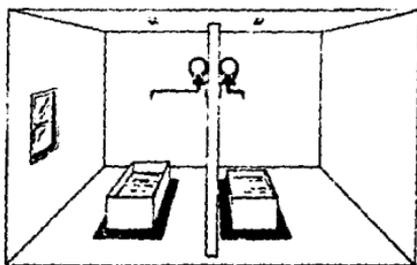


FIGURA 4.4. SISTEMAS DE APLICACION LOCAL.

los mismos, por el periodo de tiempo requerido y con ello lograr una extinción rápida y segura.

Estos sistemas tienen aplicación en: cuartos de computadoras, almacenes de cintas, estudios de televisión, bóvedas de bancos, librerías, compartimientos de máquinas y transformadores, bodega de carga de aviones, etc.

4.2.2. SISTEMAS DE APLICACION LOCAL. (Ver figura 4.4.).

Consiste en un arreglo que provea de HALON 1301 y que descargue directamente sobre el material que se está incendiando.

Estos sistemas se diseñan para la protección de riesgos específicos, por lo que se requiere que la instalación de las toberas de salida sea en tal forma que descarguen sobre los mismos.

Estos sistemas tienen aplicación en: tanques de inmersión, tanques de temple, transformadores llenos de aceite, etc.

4.3. ALMACENAMIENTO.

El HALON 1501 por compresión puede ser almacenado en estado líquido en recipientes esféricos o cilíndricos, que son superpresurizados con gas nitrógeno, ya sea a 24.8 bar (360 psi) o 41.4 bar (600 psi) manométricas.

A pesar que la presión de vapor del HALON 1501, que es 14.7 bar (200 psig) a 21°C (70°F), es adecuada para expeler el contenido de los recipientes de almacenamiento, ésta presión decrece rápidamente con la temperatura (ver figura 4.2.). La adición de nitrógeno, al recipiente que contiene al HALON, para "superpresurizarlo", es para prevenir que la presión del contenedor caiga drásticamente a bajas temperaturas. Además,

de asegurar una descarga rápida y completa del agente extintor.

4.4. SISTEMAS DE DISTRIBUCION.

4.4.1. TUBERIA.

Las tuberías deben ser de material no combustible y resistentes a la corrosión. Cuando se tengan atmósferas altamente corrosivas, se puede emplear tuberías de material especial resistente a las mismas, o bien, con revestimiento para soportar dichas atmósferas.

Las tuberías que se pueden utilizar son:

- a) Tubo de acero galvanizado ASTM A-53 ó A-106, ANSI B-36.10.
- b) Tubo de cobre ASTM B-88.
- c) Manguera metálica flexible ANSI B140.

La tubería estandar de acero cédula 40 de diámetros nominales de hasta 102 mm (4 pulg.) puede usarse satisfactoriamente para ambas presiones de almacenamiento, de 24.8 bar y 41.4 bar.

La tubería de cobre tipo M es la adecuada para presiones de 24.8 bar (360 psig). Para la presión de 41.4 bar (600 psig) se puede utilizar tubería tipo M con diámetro nominal de hasta 19 mm (3/4 pulg.); el tipo L, hasta 38 mm (1 1/2 pulg.) de diámetro nominal y el tipo K con diámetro nominal de hasta 63.5 mm (2 1/2 pulg.)

La tubería de hierro fundido no debe utilizarse.

4.4.2. TOBERAS DE DESCARGA.

Las toberas de descarga deben ser seleccionadas para el uso deseado y deberán ser adecuadas para las características de

descarga y tener la resistencia adecuada para las presiones y temperaturas de trabajo.

Deben ser de un material resistente a la corrosión (en México generalmente se encuentran de bronce cromado o acero inoxidable 303).

Las toberas de descarga deben permanecer protegidas de cualquier daño mecánico o químico.

El tipo y tamaño de las toberas se puede identificar por un código de orificio o por el diámetro de orificio. La tabla 4.5. indica la equivalencia entre éstas dos características.

TABLA 4.5. (*)
EQUIVALENCIA DE TAMAÑOS DE ORIFICIO.

<u>Orifice Code No.</u>	<u>Equivalent Single Orifice Diameter-Inches</u>	<u>Equivalent Single Orifice Area-Sq. In.</u>
-----	.076	.00093
-----	1/16	.00307
-----	.070	.00385
-----	.076	.00454
-----	3/64	.0048
-----	.081	.00515
-----	.086	.00581
3	3/32	.0069
3+	7/64	.0094
4	1/8	.0123
4+	9/64	.0155
5	5/32	.0192
5+	11/64	.0232
6	3/16	.0276
6+	13/64	.0324
7	7/32	.0376
7+	15/64	.0431
8	1/4	.0491
8+	17/64	.0554
9	9/32	.0621
9+	19/64	.0692
10	5/16	.0767
11	11/32	.0854
12	3/8	.105
13	13/32	.1296
14	7/16	.1501
15	15/32	.1725
16	1/2	.1964
18	9/16	.2483
20	5/8	.3068
22	11/16	.3712
24	3/4	.4418
32	1	.785
48	1 1/2	1.763
64	2	3.14

(*) Ver referencia 7

Nota:

En la tabla 4.5., el número de código indica el diámetro del orificio equivalente en incrementos de 1/32 de pulgada. Un signo (+) indica un diámetro equivalente de 1/64 de pulgada mayor que el indicado por el sistema de numeración.

Ejemplo: el código 4 indica un orificio de diámetro equivalente de 4/32 pulg.; el código 4+, es de 9/64 pulg. de diámetro.

El orificio de entrada de las toberas debe tener un coeficiente de descarga de 0.98. El factor de descarga para 21°C (70°F), de las toberas se dá en la siguiente tabla 4.6. (Ver página siguiente).

Dos de las toberas más utilizadas son:

a) Tobera en forma ESPIRAL:

Esta tobera esparce el Halón 1301, proyectándolo en forma de un cono sólido al área a proteger, asegurando así una inundación total en el mínimo tiempo posible.



TABLA 4.6. (*)

FACTOR DE DESCARGA DE LAS TOBERAS.
(TEMPERATURA 21°C [70°F]).

Pressure Above Orifice psig	Discharge Rate, Lb/sec-in ²	
	At 600 psig Storage Pressure	At 360 psig Storage Pressure
200	10.3	19.3
210	11.3	21.4
220	12.4	23.5
230	13.5	25.9
240	14.6	28.3
250	15.8	30.8
260	17.1	33.4
270	18.4	36.1
280	19.7	39.0
290	21.1	41.9
300	22.5	45.0
310	24.0	48.1
320	25.5	51.4
330	27.1	54.8
340	28.7	58.2
350	30.4	61.8
360	32.1	65.5
370	33.9	
380	35.7	
390	37.5	
400	39.4	
410	41.4	
420	43.4	
430	45.4	
440	47.5	
450	49.7	
460	51.8	
470	54.1	
480	56.4	
490	58.7	
500	61.1	
510	63.5	
520	65.9	
530	68.3	
540	71.0	
550	73.6	
560	76.3	
570	79.0	
580	81.7	
590	84.5	
600	87.4	

* Orifice discharge coefficient = 0.98

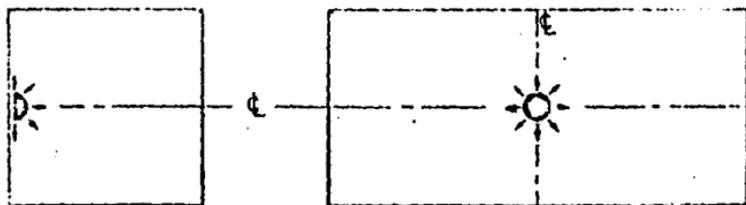
(*) Ver referencia 7

b) Tobera de FLUJO RADIAL:

Esta tobera esparce el HALON 1301 en forma uniforme y con una trayectoria de tipo radial a 90° , 180° y 360° . Este tipo de tobera se hace en diámetros de 12.7 mm ($\frac{1}{2}$ pulg.), 25.4 mm (1 pulg.) y 38 mm ($1\frac{1}{2}$ pulg.).



Trayectorias de 180° y 360° :



4.5. NORMAS QUE RIGEN SU USO.

La norma utilizada para diseñar los sistemas contra incendio con HALON 1301 es la publicada por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association), la norma NFPA 12A "Sistemas de Extinción de Incendio con HALON 1301".

En esta norma se encuentran todos los datos y parámetros para conocer y diseñar los sistemas de Halón 1301.

4.6. CONCENTRACION NECESARIA DE HALON 1301.

En los sistemas de inundación total, el Halón 1301 no debe ser utilizado en concentraciones mayores del 10% para zonas o lugares que sean ocupadas por personal. Las áreas con más del 10% de concentración deben ser evacuadas inmediatamente o antes de ser inundado el recinto con el Halón 1301. Donde la evacuación no puede hacerse antes de un minuto, la concentración no debe exceder del 7%. Sin embargo, se ha visto que utilizar el 5% de concentración volumétrica es el mínimo recomendable para diseñar sistemas para extinguir incendios en recintos cerrados.

Los sistemas entre 10% y 15% pueden ser usados en locales no ocupados normalmente y donde la evacuación se puede realizar en menos de 30 seg. Cuando no se pueda evacuar en menos de 30 seg. se deben tomar provisiones para evitar que el personal respire el agente extintor.

4.7. TIEMPO DE DESCARGA.

La NFPA recomienda que el tiempo de descarga máximo del contenedor de HALON 1301 sea de 10 seg., lo cual asegura una

rápida extinción del incendio en el área protegida.

4.8. DISPOSITIVOS DE OPERACION.

Los sistemas de HALON 1301 pueden ser automáticos o manuales. Se prefiere que sean de tipo automático para que su funcionamiento no dependa de si hay o no hay una persona que haga actuar el sistema.

Los sistemas automáticos deben contar con dispositivos de detección (de flama, humo, gases o calor), alarmas (audibles y/o visibles) y una unidad de control que haga funcionar al sistema. Todo ésto, debe estar incorporado en la zona que se esté protegiendo para que mecánicamente o eléctricamente se accione el sistema y descargue el HALON 1301 con la rapidez y eficiencia adecuadas. También se debe contar con un dispositivo que permita hacer funcionar el sistema manualmente.

4.9. MANTENIMIENTO.

Estos sistemas deben ser mantenidos en condiciones de operación para cualquier momento. Cualquier problema o deterioro del equipo debe ser corregido inmediatamente por personal competente.

4.10. INSTRUCCION AL PERSONAL.

Toda persona que inspeccione, pruebe, mantenga u opere el sistema de contra incendio, debe ser entrenada en las funciones del equipo y en la conducta que de ella se espera.

4.11. RIESGOS DEL PERSONAL.

La descarga de HALON 1301 para extinguir un fuego puede crear un riesgo para el personal, por la naturaleza propia del

HALON 1301 ó de sus productos de descomposición por el calor, como resultado de la exposición del agente extintor al fuego o a superficies calientes.

En los seres humanos, una exposición a una concentración del 5% al 7%, produce poco daño (si lo hay) casi imperceptible. En rangos del 7% al 10%, se siente desvanecimiento y hormigueo en las extremidades. Arriba del 10% de concentración, algunos sujetos reportan tendencia a desmayarse sin llegar a perder la consciencia. Estos efectos sobre el sistema nervioso central son reversibles una vez que se retira al sujeto de la exposición del gas.

En estudios de tipo cardíaco no se notaron arritmias serias al exponerse a concentraciones de HALON 1301 abajo del 10%. Con el 14% de concentración se manifiesta una arritmia a los pocos minutos de estar expuesto, pero al volver a estar en aire fresco, se vuelve al ritmo cardíaco normal.

Es una buena práctica el evitar cualquier exposición innecesaria al HALON 1301 y el limitar las exposiciones a los tiempos siguientes:

+ menos de 7%	-	15 minutos
+ 7 - 10 %	-	1 minuto
+ 10 - 15 %	-	30 segundos
+ más del 15%	-	prevéngase la exposición.

Los efectos que se causan con los productos de descomposición del HALON 1301, véanse en el capítulo 3 sección 3.5.4. y 3.5.5.

4.12. EFECTOS SOBRE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION. (EN BASE A PRUEBAS EFECTUADAS POR DU PONT).

METALES.

En intensas pruebas de laboratorio con HALON 1301 se de mostró que éste no ocasiona efectos adversos sobre ninguno - de los metales comúnmente utilizados para extintores de fue- go o sistemas fijos de extinción de incendios. Esto no sor- prende desde un punto de vista químico porque la presencia - del átomo de Flúor en una molécula generalmente reduce su - reactividad química y sus efectos corrosivos e incrementa su estabilidad.

Diez tipos distintos de metales, entre ellos el aluminio el acero inoxidable, el magnesio, el titanio y el bronce, han sido expuestos al HALON 1301 por períodos de hasta 44 meses - bajo condiciones controladas de laboratorio.

El agente extintor líquido y tiras de dichos metales - fueron colocados en tubos de ensayo (de vidrio) sellados y - luego sometidos a temperaturas de 121°C y 54°C, así como a - temperatura ambiente. Las muestras del agente extintor conte- niendo dos partes por millón de humedad eran representativas de material comercial. Las muestras conteniendo 72 partes - por millón de humedad representan un nivel de saturación de - aproximadamente un 75% en HALON 1301.

En la evaluación de las pruebas se examinaron la corro- sión del metal y la apariencia del líquido, pues ambos efec- tos son considerados significativos y relacionados.

Los resultados están resumidos en la Tabla 4.7. Las - pruebas de corrosión en tubos sellados indicaron que todos -

los metales probados son adecuados para su uso con HALON 1301.

Pruebas independientes efectuadas por la Corporación Aerojet de Ingeniería con muestras de cobre sumergidas en HALON 1301, con niveles equivalentes de humedad, por un período de siete días a temperatura ambiente, no resultaron afectadas por el agente extintor.

La presencia de agua en los sistemas que utilicen HALON 1301 debe ser evitada.

En exposiciones a largo plazo, la corrosión localizada puede ser significativa, especialmente en la interfase líquido/vapor en la que el agua flota sobre el HALON 1301 líquido.

PRUEBAS DE ESTABILIDAD A ALTAS TEMPERATURAS.

Para determinar su estabilidad y el efecto sobre metales sometidos a elevadas temperaturas, tal como se puede dar en los sistemas de protección de aeronaves, se expuso al HALON 1301 a temperaturas de 316°C en tubos sellados, con tres tipos de acero distintos durante 25 horas.

Los resultados de dichas pruebas, resumidos en la tabla 4.8. son sumamente útiles para determinar cuáles son las clases de metal más adecuadas para ser empleadas en la construcción de equipos de extinción. Por ejemplo, el Inconel ha resultado ser el más seguro para su uso con HALON 1301 en un doble aspecto: por la insignificante descomposición del agente extintor y por la baja corrosión del metal. Al Inconel le siguieron el acero inoxidable 316 y el acero blando (ace-

ro pobre en carbono: menos de 0.15%).

La mayoría de los halocarburos pueden reaccionar violentamente en presencia de materiales altamente reactivos, tales como los metales alcalinos y alcalinos térreos: sodio, potasio, bario, etc., en su forma metálica libre. Los materiales se convierten en más reactivos cuando se encuentran pulverizados y en dicho estado el magnesio y el aluminio podrían reaccionar con los fluorocarbonos, especialmente a temperaturas altas. Aquellos materiales sumamente reactivos no deben ser puestos en contacto con fluorocarbonos antes de haber efectuado un estudio cuidadoso de los riesgos y tomado las precauciones de seguridad apropiadas.

En algunas circunstancias, cuando el HALON 1301 es expuesto a altas temperaturas, los productos de descomposición incluyen ácidos que pueden tener un leve efecto corrosivo sobre los metales.

PLASTICOS Y ELASTOMEROS.

El HALON 1301 es inerte frente a la mayoría de los plásticos y elastómeros. Materiales adecuados para la fabricación de juntas, mangueras y aislaciones, o para casi cualquier aplicación, pueden hallarse fácilmente en plaza.

El efecto de HALON 1301 sobre elastómeros está descrito en la Tabla 4.9. y sobre los materiales plásticos en la Tabla 4.10.

Tiras de prueba de elastómeros o de plástico fueron selladas en tubos de vidrio que contenían el agente líquido y

conservadas a temperatura ambiente por un período de dos semanas. La máxima hinchazón lineal de la pieza en período de prueba fue medida y la condición general del material y del líquido observadas. El cambio en el peso de la pieza probada fue medido al finalizar la prueba y después de haberla dejado secar por un período de dos semanas, se procedió nuevamente a medir el cambio en su peso.

Todos los elastómeros que fueron probados, con la excepción del caucho de silicona, son adecuados para ser utilizados con HALON 1301.

La mayoría de los plásticos comúnmente utilizados, experimentan muy poca hinchazón en presencia de HALON 1301, con la excepción de la Etil Celulosa y posiblemente el Acetato/Bu tirato de Celulosa.

T A B L A 4.7. (*)

Los metales comunes muestran insignificante corrosión frente al Halon 1301. (Exposición a 2 niveles de humedad, durante 44 meses)

	Humedad (PPM)	Grado de Penetración (Milímetros / Mes) 44 meses	Apertura del Metal Después de la Prueba
Aceero 1020 Cr	2	-1.3* ± 0.5	Sin cambios
	72	0.3 ± 0.5	Cuidación en fase vapor
Aceero Inoxidable 302	2	27.9 ± 0.5	Sin cambios
	72	0.3* ± 0.5	Sin cambios
Aceero Inoxidable 321	2	20.3 ± 0.5	Sin cambios
	72	2.8 ± 0.5	Sin cambios (fase vapor)
Aluminio 1100	2	3 ± 1.5	Sin cambios
	72	2.5 ± 1.5	Sin cambios
Aluminio 2024	2	25.9 ± 1.5	Sin cambios
	72	2.1 ± 1.5	Sin cambios
Aluminio 5061	2	1.4 ± 1.3	Sin cambios
	72	1.6 ± 1.8	Sin cambios
Titanio Comercial	2	15.2* ± 1.1	Sin cambios
	72	2.5 ± 1.3	Sin cambios
Titanio A 110 AT	2	35.6 ± 1.0	Sin cambios
	72	20.8 ± 1.0	Sin cambios
Latón Amarillo	2	0.3 ± 0.5	Leve opacado
	72	-0.5* ± 0.5	Cantidad reducida de manchas negras
Magnesio AZ 91C	2	104.1 ± 2.3	Leves manchas opacas en fase vapor
	72	86.4 ± 2.3	Leves manchas opacas en fase vapor

* Grado de penetración negativa indica ausencia de penetración.

TABLA 4.8. (*)

HAI ON 1301 - Ensayos de estabilidad en tubo sellado a 316°C durante 24 horas

Metal	Porcentaje de HAI ON 1301 soldado	Aspecto del Líquido	Aspecto del Metal	Grado de Corrosión (Puntaje) (Microes. metal)
Brasa	0,0	0	—	—
Inconel	0,4	0	1	5,66
Acero				
Inoxidable	1,6	2	1	16,00
Acero Blando	2,3	0	2	30,48

* Código de interpretación de la apariencia

Líquido	Metal
0 Sin cambio	Sin cambio
1 Ligero oscurecimiento	Manchas
2 Moderado oscurecimiento	Líquido con manchas
3 Muy oscuro	Muy oscuro con manchas
4 Muy oscura y depósitos	Severa corrosión

TABLA 4.9. (*)

Hinchamiento lineal de elastómeros causado por el HAI ON 1301

Elastómero	Máximo hinchamiento lineal a temperatura ambiente %
Necoprene WRT	0
Necoprene GMA	0
Buna N (Butadieno/Acrilonitrilo)	1
Caucho de Polisulfuro	1
Hypalon 20 (Polietileno Clorulfonado)	1
Buna S (Butadieno/Estireno)	1
Caucho Natural	1
Caucho Sintético (Isopreno/Estireno)	2
Adiprene C - Caucho Uretano	3
Viton A - Caucho Sulfuro	5
Caucho de Cloruro	23

(*) Ver referencia 5

TABLA 4.10. (*)

EFECTOS DEL HALON 1301 SOBRE DIFERENTES PLASTICOS A TEMPERATURA AMBIENTE.

El sistema de evaluación se basa en la hinchazón lineal, el cambio de peso y en los cambios físicos que se produzcan en el plástico ensayado. Estos efectos se interpretan de acuerdo a la siguiente clasificación:

- 1.- Sin cambios, adecuado para ser utilizado con HALON 1301.
- 2.- Ligeros cambios, pero probablemente adecuado para ser utilizados con HALON 1301.
- 3.- Moderados cambios, probablemente no sea adecuado para ser utilizado con HALON 1301.
- 4.- Severamente afectado, por lo tanto no es adecuado para ser utilizado con HALON 1301.
- 5.- La muestra se desintegró.

Plástico	Clasificación	Hinchamiento (mm ³ %)
Delrin - resina acetal	1	0
Mylar - film de poliéster, tipo A	1	0,3
Nylon	1	-0,3
Policlorofluoretileno	1	1,4
Poliestireno	1	0,9
Alcohol Polivinílico	1	-0,8
Cloruro de Polivinilo	1	0,3
Cloruro/Acetao de polivinilo	1	0,8
"Saraloy" - copolímero basado en cloruro de vinilideno	1	0
Caran - cloruro de polivinilideno	1	2,0
Mylon - resina polietilénica	2	3,0
Acetao de celulosa	2	0,7 (a)
Resina acrílica	2	0,1
Resina de tetrafluoruro de etileno	2	2,0
Acetao de celulosa	3	4,0
Polietileno	4	17,0 (b)
Polietileno lineal	1	0,9

(a) Hinchamiento de las muestras

(b) Hinchamiento de las muestras después de ser tratado del

30

(c) Hinchamiento y enrollado de la muestra.

(*) Ver referencia 5

C A P I T U L O V

DESARROLLO DEL PROYECTO

"LA SEGURIDAD NO ES UN LUJO DE LA EMPRESA, ES UNA NECESIDAD QUE SE REDITUA EN TRABAJO, EFICIENCIA Y SALUD DE SUS TRABAJADORES"

CAPITULO V

DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1. DESCRIPCION DEL LUGAR A PROTEGER.

La sala de cómputo de la UNIVERSIDAD "La Salle" se encuentra en la planta baja del edificio que se conoce como "La Torre" dentro de la misma universidad. Siendo contiguo a la puerta clausurada que da a la Av. Benjamin Franklin. (VER PLANO No. 1).

Este centro de cómputo conocido anteriormente como CENACU SI. (Centro de Matemáticas, Computación y Sistemas) se reestructuró y se formaron dos centros:

- Centro de Procesamiento de Datos (CEPRODA)
- Centro de Computo Educacional (CECOED)

El centro de Procesamiento de Datos es el que realiza la implantación, operación y mantenimiento de las aplicaciones de informática que requiera la universidad, para llevar a cabo en forma óptima el cumplimiento de sus objetivos administrativos y de control.

Los servicios que presta son:

- Procesamiento de la información de los sistemas de la Universidad sirviendo como un centro de soporte y servicio.

- Realiza el análisis de las necesidades administrativas y de control de la universidad.

Teniendo su aplicación en:

- Sistema de información para exámenes de admisión.
- Sistema de información integral de nómina de los trabajadores de la universidad.
- Sistema de control escolar tanto de las escuelas profesionales como de la preparatoria.
- Sistema de evaluación de catedráticos.
- Emisión de etiquetas con los datos de alumnos para su documentación.
- Sistemas de "test" para el departamento de psicología.
- Sistema de procesos anuales administrativos.

El Centro de Computo Educacional es el encargado de enseñar al alumnado que la computadora es una herramienta de trabajo.

Los servicios que presta son:

- Desarrollo de Sistemas de computo que apoyan las diversas materias cursadas por los alumnos.
- Mantenimiento del servicio de computadoras para uso del alumnado.
- Impartición de cursos de capacitación para preparatoria, escuelas profesionales, maestrías y extensión universitaria.

Equipo con que se cuenta:

CEPRODA:

1 Computador IBM Sistema 34

- 1 Impresora 650 LPM
- 1 Impresora 120 CPS
- 7 Videos 5251
- 3 Terminales video HP 2621 B

CECOED:

- 1 Computador HP 1000 Mod. 19 con:
- 3 Mega bytes de memoria principal
- 1 Unidad de disco fijo
- 20 Terminales de video HP 2621 B
- 1 Impresora 400 LPM
- 1 Gratificadora para dibujo 622 x 1190 mm
- 1 Computador digital PDP 11/34
- 3 Unidades de disco de 56 millones de caracteres de almacenamiento.
- 1 Unidad de cinta magnética
- 1 Impresora 300 LPM
- 4 Multiplexores de 8 líneas c/u
- 16 Terminales
- 45 Microcomputadoras
- 3 Microcomputadoras Apple. Franklin ACE 1000

Exceptuando la mayoría de microcomputadoras y terminales, todo el equipo antes mencionado se encuentra adentro de la sala de computo.

(VER PLANO No. 1)

En la sala de usuarios se hallan 16 de las terminales, las cuales son para uso de los alumnos de la universidad.

5.2. EFECTOS DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTION EN LAS COMPUTADORAS.

5.2.1. EFECTOS PROVOCADOS POR EL CALOR.

A temperaturas de 66°C se puede perder información y a 93°C se deforman discos y cintas, a 160°C se dañan irreparablemente los componentes de la computadora y a temperaturas mayores de 350°C, se liberan gases inflamables, corrosivos y venenosos, como consecuencia de la degradación del poliestireno, el cloruro de polivinilo y otros materiales plásticos.

5.2.3. EFECTOS PROVOCADOS POR EL HUMO.

Las partículas que forman al humo se depositan en circuitos, terminales y cabezas lectoras lo cual ocasiona un comportamiento errático del computador, traducción incorrecta de la información y posible destrucción de la misma.

5.2.3. EFECTOS DEBIDOS AL DESPRENDIMIENTO DE GASES.

Algunos materiales que existen dentro de la sala de cómputo al ser calentados liberan productos inflamables con el consecuente riesgo de incrementar el incendio. Por ejemplo, el monómero de estireno que se libera en la combustión del poliestireno. Otros materiales liberan gases corrosivos que afectan los circuitos y componentes de la computadora, por ejemplo, el ácido clorhídrico que se libera en la combustión del cloruro de polivinilo.

Otros materiales producen gases tóxicos que afectan a las personas que se encuentran en la sala de cómputo, por ejemplo la combustión del poliestireno y del cloruro de polivinilo produce monómero de estireno que es un fuerte irritante de los ojos y vías respiratorias y que en altas concentraciones, produce efectos anestésicos.

5.3. JUSTIFICACION DEL USO DEL HALON 1301 COMO AGENTE EXTINTOR.

De los diferentes sistemas de protección contra incendio que se han enunciado:

- el agua se descarta por la corrosión que puede llegar a causar si no se hace un secado rápido de los equipos; además puede dañar documentos que se están imprimiendo en la sala o que estén almacenados ahí.
- la espuma no se utiliza por no ser para uso de equipo eléctrico vivo.
- los polvos químicos secos no se recomiendan por la impregnación que tiene este agente en el equipo electrónico, lo cual provoca un elevado costo en la limpieza de éste, aunado al costo por el tiempo que las máquinas estén paradas para su limpieza.

Los tres agentes extintores viables para combatir un incendio en la sala de computadoras son: el bióxido de carbono (CO_2), el bromoclorodifluorometano (HALON 1211) y el bromotri fluorometano (HALON 1301). Los cuales se utilizan en escala comercial y que a continuación se comparan.

NOTA: Aunque se ha mencionado en forma muy breve al HALON - 1211, se utilizará para la comparación y selección del agente extintor por la importancia que tendrá en la elección del agente extintor en las zonas aledañas a la sala de computo.

5.3.1. COMPARACION DE PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS.

TABLA 5.1.

	BIOXIDO CARBONO	HALON 1301	HALON 1211
FORMULA QUIMICA	CO ₂	CF ₃ Br	CF ₂ ClBr
PESO MOLECULAR	44.00	148.9	165.4
TEMPERATURA CRITICA (°C)	31.00	67.00	153.8
TEMPERATURA DE EBULLICION (°C)	*	- 57.8	- 4.00
PRESION DE VAPOR A 20°C (bar)	58.00	14.35	2.36
DENSIDAD DEL LIQUIDO A 20°C (kg/l)	0.76	1.60	1.83
DENSIDAD DE VAPOR A 20°C (kg/m ³)	1.8	6.6	6.9
PUNTO DE FUSION (°C)	*	- 168.00	- 160.5
PROPIEDADES ELECTRICAS	NO CONDUCTOR	NO CONDUCTOR	NO CONDUCTOR
UMBRAL DE DESCOMPOSICION TERMICA (°C)	1000	500	450

- * No aplicable en el caso del CO₂, para el cual, la presión del punto triple es mucho mayor que la presión atmosférica. El CO se sublima a -78°C y solamente se puede fundir a presiones mayores de 5.11 atmósferas .

CONSTITUCION QUIMICA.

El HALON 1301 y el HALON 1211 son compuestos muy relacionados entre si. Las ligas carbon-flúor les dan una estabilidad química considerable. El átomo de bromo es el principal responsable de su acción extintora.

El CO₂ es una sustancia muy común. Siendo el último paso de la oxidación del carbono, es muy estable.

TEMPERATURA CRITICA.

Con temperaturas críticas de 67°C para el HALON 1301 y de 153.8°C para el HALON 1211, éstos pueden ser almacenados y transportados fácilmente en estado líquido. El CO₂ siempre permanece gaseoso arriba de 31°C.

PUNTOS DE EBULLICION Y FUSION.

El HALON 1301 con punto de ebullición de -57.8°C se vaporiza instantáneamente al ser liberado en el aire, aún en los climas más extremos.

El HALON 1211 con punto de ebullición de -4°C, se vaporiza parcialmente en la tobera de salida.

El CO₂ sólo puede existir en estado líquido a presiones arriba de 5.11 atmósferas. Por lo que será descargado por las toberas en forma de gas y si la temperatura es lo suficientemente baja, será en forma sólida (nieve de CO₂).

Por sus temperaturas tan bajas de fusión, ninguno de los tres corre el peligro de solidificarse en los recipientes de almacenamiento y en las tuberías de distribución.

PRESION.

La presión de vapor del HALON 1301 a 20°C (14.35 bar) es suficiente para permitir la total descarga del tanque de almacenamiento en estado puro. En la práctica, sin embargo, la superpresurización con nitrógeno (25 y 42 bar) (360 psig y 600 psig) es efectuada para obtener altas velocidades de descarga. Con el HALON 1211 (2.36 bar a 20°C) la presurización con nitrógeno es necesaria (usualmente 25 bar).

Para el CO₂, que tiene presión de vapor de 58 bar (835 psig) a 20°C, no es necesario utilizar una superpresurización.

Por lo que en estado puro gaseoso éstos tres agentes requieren recipientes con una resistencia a la presión en la siguiente orden: CO₂ > 1301 > 1211

DENSIDAD DE LIQUIDO Y VAPOR.

Los tanques de almacenaje del HALON 1301 y el HALON 1211 son de tamaño pequeño debido a la alta densidad de éstos en estado líquido y su eficiencia durante la extinción del fuego.

En contra de su baja densidad de vapor, el CO₂ usualmente requerirá cinco veces más espacio de almacenaje, debido a su baja densidad en el estado líquido y la cantidad necesaria para extinguir un fuego (50% de concentración volumétrica).

ESTABILIDAD.

Los tres productos son muy estables y de larga duración en almacenaje, no presentando problemas cuando están completamente sin humedad. Debido a su estabilidad son extremadamente

inertes con respecto a los materiales comunes que se encuentran a su alrededor.

PROPIEDADES ELECTRICAS.

Los tres son no conductores y pueden ser usados en equipo eléctrico "vivo" sin riesgo.

5.3.2. COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DE SERVICIO.

La siguiente tabla resume las características de servicio de el HALON 1301, el HALON 1211 y el bióxido de carbono. (Entre mas cruces tenga, mejores condiciones presenta - comparativamente entre los tres).

TABLA 5.2.

	HALON 1301	HALON 1211	CO ₂
CANTIDAD EFECTIVA	xxx	xxx	x
PRECIO DEL PRODUCTO	x	xx	xxx
VELOCIDAD DE EXTINCION	xxx	xxx	x
USO A BAJA TEMPERATURA	xxx	x	xx
RESISTENCIA DE LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO	xx	xxx	x
ESPACIO DE ALMACENAMIENTO	xxx	xxx	x
ESTABILIDAD TERMICA	xx	xx	xxx
USO EN EQUIPO ELECTRIICO "VIVO"	xxx	xxx	xxx

5.3.3. APLICACION.

La concentración volumétrica que se utiliza para extinción varía ligeramente con respecto al material combustible, pero para la mayoría de los combustibles los rangos son los -

siguientes:

TABLA 5.3.

AGENTE EXTINTOR	CONCENTRACION VOLUMETRICA
CO ₂	45 - 60 %
1301	5 - 7
1211	5 - 7

5.3.4. CARACTERISTICAS DE LA DESCARGA.

Para el CO₂:

- la descarga es ruidosa, tarda de 1 a 2 minutos.
- la temperatura decrece considerablemente en el cuarto.
- se produce un aumento de presión en el cuarto que puede alcanzar el 50% de aumento de la original en el cuarto.
- Se puede producir neblina por la condensación del agua del medio ambiente.

Por lo anterior, las flamas del fuego que haya en el cuarto protegido son extinguidas progresivamente. Además, se debe proteger el equipo de un severo shock termal y proveer de sistemas de ventilación al cuarto para limitar el exceso de presión que se origina al descargarse el sistema de inundación total de bióxido de carbono.

Para los HALONES 1211 y 1301:

- la descarga es ruidosa, tarda menos o hasta 10 seg.
- la temperatura cae pocos grados en el cuarto.
- se producirá neblina, sólo que la humedad del aire sea muy alta.

De ésto se puede ver que: la extinción del fuego es muy rápida y no se requiere de protección especial al equipo ó al cuarto. Se han efectuado pruebas que demuestran que el equipo de un cuarto de computadoras puede trabajar perfectamente en una atmósfera de HALON 1301.

5.3.4.1. ALTERACION DEL CONTENIDO DE OXIGENO EN EL RECINTO.

Cuando un agente extintor gaseoso ha sido liberado en un cuarto cerrado y la presión ha vuelto a ser normal, la composición de la atmósfera resultante es:

TABLA 5.4. (*)

	NITROGENO	OXIGENO	CO ₂	1301	1211
COMPOSICION INICIAL (AIRE NORMAL.)	79 %	21 %	-	-	-
COMPOSICION CON 50% CO ₂	39.5 %	10.5 %	50%	-	-
COMPOSICION CON 5% 1301	75 %	20 %	-	5%	-
COMPOSICION CON 5% 1211	75 %	20 %	-	-	5%

* DATOS OBTENIDOS DE PRUEBAS REALIZADAS POR FOREX CHEMICAL CORP.

La concentración residual de oxígeno (10.5%) en la atmósfera que contiene 50% de CO₂ es insuficiente para mantener con vida a un ser vivo.

En bajas concentraciones, los HALONES provocan efectos anestésicos y el bióxido de carbono provoca una estimulación del sistema respiratorio.

En base a todo lo anterior, se sigue la siguiente regla:

Para sistemas de CO₂, se debe evacuar el recinto antes de inundar el cuarto protegido con este agente en forma obligatoria.

El caso del HALON 1211, también se debe evacuar el cuarto protegido antes de disparar al agente.

Cuando se usa el HALON 1301, es deseable que se evacue el lugar protegido pero no completamente necesario.

5.3.6. UTILIZACION.

Las máximas ventajas y desventajas de estos tres agentes extintores se pueden reducir en la siguiente tabla: (a mayor número de cruces, mejor es su funcionamiento).

TABLA 5.6.

	HALON 1301	HALON 1211	CO ₂
TIPO DE INSTALACION			
- Inundación Total	xxx	x	xx
- Aplicación Local	x	xxx	xx
EFICIENCIA			
(rapidez de extinción)	xxx	xxx	x
Seguridad del personal	xxx	xx	x
COSTO DEL EQUIPO			
- Debido a la presión	xx	xxx	x
- Debido a la cantidad de agente	xxx	xxx	x

VOLATILIDAD.

5.3.6.1. La mayor volatilidad del HALON 1301 es ventajosa - en los sistemas de inundación total, cuando el reparto rápido e uniforme del agente en una zona es factor importante. Una parte del HALON 1301 se descarga inicialmente en estado gaseoso y la parte restante en forma líquida que se vaporiza al contacto con el aire. De este modo, simples boquillas - pueden realizar una difusión uniforme del HALON 1301 hasta - en zonas muy extensas.

5.3.6.2. La menor volatilidad del HALON 1211 tiende por el contrario a favorecer su utilización en extinguidores portátiles y en sistemas de aplicación local; el agente extintor se aplica así directamente en el lugar afectado por el fuego. Puesto que se descarga una mayor cantidad de HALON 1211 en - forma líquida, puede dirigírsele con mayor eficacia hacia el fuego; de esta suerte la descarga está infinitamente menos sometida al viento ó a las corrientes de aire. Puede por - consiguiente, aplicarse fuera de recintos cerrados.

Otra ventaja para utilizarlo en sistemas portátiles (extinguidores), es la elevada densidad y su presión de vapor - menor que la del HALON 1301, donde la talla y el peso del - equipo tienen un papel importante.

5.3.6.3. EN LO REFERENTE AL PRECIO DEL EQUIPO Y DEL AGENTE.

Para mayo de 1985, el costo de los agentes extintores - era:

HALON 1301: \$ 4800/kg. HALON 1211: \$ 3400/kg. CO₂: \$ 250/kg.

El CO_2 es por mucho, más barato en lo que se refiere a precio unitario pero dado que requiere mas cantidad de agente (50% de concentración volumétrica) y se maneja con equipo que soporta mayores presiones y requiere de tubería de distribución siempre; ésto se compensa con el precio de los HALONES, y la cantidad de agente y el no requerir tubería de distribución por que los equipos se pueden instalar directamente en la sala. Llega a ser por un margen mediano, más barato instalar HALON 1301 que CO_2 .

5.3.7. SELECCION DEL HALON 1301.

De todo lo anterior, se puede ver que el HALON 1301 es el adecuado para la protección de la sala de cómputo de la Universidad "La Salle", porque:

- Es un agente inhibidor de la combustión.
- No es conductor de la electricidad.
- Una concentración del 5% es suficiente para extinguir cualquier fuego en la sala.
- Es el agente extintor menos tóxico que existe.
- Es un agente limpio que no deja residuos en las superficies sobre las que actúa.
- Permite la evacuación del personal, al mismo tiempo que inicia la extinción del fuego.
- Su costo es menor debido al ahorro que se tiene por no necesitar de tubería para su distribución, por poderse localizar los recipientes que lo contienen adentro del lugar y ocupar un mínimo espacio.

5.4. CALCULO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO CON HALON 1301.

(El siguiente cálculo se hará utilizando la norma NFPA-12A de la National Fire Protection Association y el Manual de Diseño de la Fenwal Inc. ya que los recipientes a utilizar serán de esta corporación).

Como se puede ver en el plano No.1 la sala de computadoras consta de techo falso y piso falso. Arriba del techo falso solo se encuentra el cableado de las lámparas de iluminación y las cuales pueden ser un riesgo muy ligero para iniciar un fuego. Debajo del piso falso se encuentran todas las conexiones de las máquinas electrónicas a la fuente de energía. En esta zona, si es posible o es más probable que se origine un incendio por sobrecalentamiento o corto circuito en los cables. Arriba del piso falso, se encuentra el equipo electrónico que puede tener un sobrecalentamiento ó un corto circuito que inicie un fuego.

En función de lo anterior, se dividirá la sala de computadoras en dos volúmenes para su protección, de la siguiente forma:

- a) La sala y el techo falso se considera como un volumen
- b) Debajo del piso falso se considera el segundo volumen

Datos de la Sala de Computadoras:

Presión barométrica en la Cd. de México: 0.771 bar -
(0.763 atm) (11.21 lb/plg.²).

Temperatura Ambiente: 21°C (70°F)

Gastos del aire acondicionado: 14.17 m³/min. (500 cfm)
(debido a que la unidad manejadora de aire acondicionado

se encuentra muy cerca de el cuarto de computadora, arriba de la sala de usuarios, se hará que cuando el Sistema Contra Incendio se accione, el aire acondicionado deje de funcionar. Así no habrá fuga del gas HALON 1301 y no será necesario adicionar cantidades extras, haciendo menos costoso el Sistema .

5.4.1. CALCULO DEL VOLUMEN DEL RECINTO A PROTEGER.

VOLUMEN DEL PISO FALSO.

$$V_P = 5.90m \times 10.50m \times 0.34m = 21.063m^3 \quad (743.262 \text{ ft}^3)$$

VOLUMEN DE LA SALA DE COMPUTADORAS Y TECHO FALSO.

$$V_s = 5.90m \times 10.50m \times 2.91m = 180.275m^3 \quad (6,361.446ft^3)$$

VOLUMEN TOTAL.

$$V_T = V_P + V_s = 21.063m^3 + 180.275m^3 = 201.338m^3 \quad (7,104.668 \text{ ft}^3)$$

VOLUMEN DEL EQUIPO ELECTRONICO DENTRO DE LA SALA. (APROX.)

$$V_E = 9.854m^3 \quad (347.724 \text{ ft}^3)$$

5.4.2. CALCULO DE LA CANTIDAD DE HALON 1301 NECESARIO.

Utilizando un Sistema de Inundación Total se tiene que:

$$W = \frac{V}{S} \left(\frac{C}{100-C} \right) \quad - (1)$$

donde:

W= peso de HALON 1301 requerido (kg)

S= volumen específico del HALON 1301 sobrecalentado (m³/kg)

C= concentración volumétrica de HALON 1301 (%)

V= volumen del recinto (m³)

El volumen específico se calculó de la figura 5.7., se tiene:

$$S = 0.14781 + 0.000567 T$$

$$\text{Si } T = 21^{\circ}\text{C}$$

$$S = 0.14781 + 0.000567 (21^{\circ}\text{C})$$

$$S = 0.1597 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} (2.5618 \frac{\text{ft}^3}{\text{lb}})$$

este dato está dado para el nivel de mar, (1 atm) es necesario corregirlo para la altura de la Ciudad de México. De la ley de Boyle Marriote:

$$\text{Presión} \times \text{Volumen} = \text{Constante}$$

$$P_1 S_1 = P_2 S_2$$

$$\text{de donde: } S_2 = \frac{(1 \text{ atm}) (0.1597 \text{ m}^3/\text{kg.})}{(0.765 \text{ atm})}$$

$$S_2 = 0.2093 \text{ m}^3/\text{kg} (3.3572 \text{ ft}^3/\text{lb})$$

La concentración volumétrica que se utiliza es del 5 al 7%, utilizaré el 5% para el diseño, (no debe excederse el 7%)

Sustituyendo datos en (1)

* para el piso falso

$$W_p = \frac{21.063 \text{ m}^3}{0.2093 \text{ m}^3/\text{kg}} \left(\frac{5}{100 - 5} \right)$$

$$W_p = 5.30 \text{ kg} (11.65 \text{ lb})$$

* para la sala

$$W_s = \frac{180.275 \text{ m}^3}{0.2093 \text{ m}^3/\text{kg}} \left(\frac{5}{100 - 5} \right)$$

$$W_s = 45.33 \text{ kg.} (99.73 \text{ lb})$$

5.4.3. Selección de los Recipientes para contener el HALON 1301

+ Piso Falso:

Aquí se utilizará un recipiente cilíndrico que contenga al HALON 1301 por la poca altura que hay entre piso y piso -

falso. Los que hay son: (*)

No. Catálogo	Rango de llenado
31-192004-030	2.73 - 3.64 kg. (6-8 lb.)
31-192004-031	6.82 - 9.09 kg. (15-20 lb.)
31-192004-032	12.27 -18.64 kg. (27-41 lb.)

El más cercano es el que puede contener de 6.82 kg. - - 9.09 kg. (15 - 20 lb.) y se propone utilizando su capacidad mínima.

La concentración volumétrica de HALON 1301 se elevará, en el piso falso, a:

de (1)

$$C = \frac{100 \text{ WS}}{V + \text{KS}} \quad - \quad (2)$$

$$C = \frac{100 (6.82 \text{ kg.}) (0.2093 \text{ m}^3/\text{kg.})}{(21.063 \text{ m}^3) + (6.82 \text{ kg.}) (0.2093 \text{ m}^3/\text{kg.})}$$

C = 6.34% es aceptable

Por lo tanto, se selecciona el recipiente cilindrico - 31-192004-031 con capacidad de 6.82-9.09 kg. (15-20 lb.), - llenado a 6.82 kg. (15 lb.) y presurizado con gas nitrógeno seco a 25 bar (360 psig) es Marca Fenwall. O se puede utilizar un similar.

+ Para la Sala:

Aquí se utilizará un recipiente esférico conteniendo al HALON 1301 ya que presenta la ventaja de poder descargar el gas directamente al recinto, sin necesidad de tubería de conducción.

(*) Ver referencia 7

Los que hay son: (*)

No. Catálogo	Rango de Llenado
31-192007-001	13.64-20.0 kg. (30-44 lb.)
31-192007-002	20.45-28.64 kg. (45-63 lb.)
31-192007-003	30.91-45.91 kg. (68-101 lb.)

El recipiente adecuado es el que contiene de 30.91 a 45.91 kg. (68-101 lb.) y se propone utilizarlo con 45.45 kg. (100 lb.)

La concentración volumétrica de HALON 1301 en la sala se elevará a:

de (2):

$$C = \frac{100 (45.45 \text{ kg.}) (0.2093 \text{ m}^3/\text{kg.})}{180.275 \text{ m}^3 + (45.45 \text{ kg.}) (0.2093 \text{ m}^3/\text{kg.})}$$

C = 5.01% lo cual es aceptable.

Por lo tanto, se selecciona el recipiente esférico - 31-192007-003, llenado con 45.45 kg. (100 lb.) de HALON 1301 y presurizado con gas nitrógeno seco a 25 bar (360 psig.) - Marca Fenwall o se puede utilizar un similar.

Con los dos recipientes se tienen una concentración en toda la sala de:

$$C = \frac{100 (6.82 + 45.45) \text{ kg.} (0.2093 \text{ m}^3/\text{kg.})}{(201.538 \text{ m}^3) + (6.82 + 45.45) \text{ kg.} (0.2093 \text{ m}^3/\text{kg.})}$$

C = 5.15%

En los cálculos anteriores, no se ha considerado el volumen del equipo electrónico, porque este volumen es aparente, no son sólidos completamente y el gas puede meterse entre ellos. Aún así, si considero el volumen de éstos, la

(*) Ver referencia "

concentración volumétrica de HALON 1301 aumenta a:

$$C = \frac{100 (52.27 \text{ kg.}) (0.2095 \text{ m}^3/\text{kg.})}{(201.338 - 9.854) \text{ m}^3 + (52.27 \text{ kg.}) (0.2095 \text{ m}^3/\text{kg.})}$$

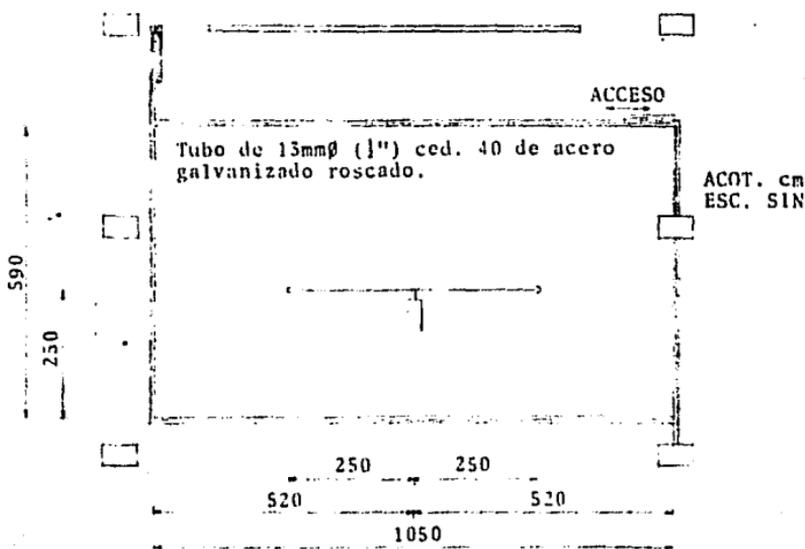
$C = 5.40\%$ lo cual sigue siendo una concentración aceptable.

OBSERVACION: Como la sala de computadoras no tiene ventanas, la puerta de acceso siempre permanece cerrada y el aire acondicionado dejará de funcionar cuando el sistema contra incendio actué, es por ello que no se usarán cantidades extras de gas HALON 1301.

5.4.4. CALCULO DE LAS TUBERIAS DE DISTRIBUCION.

Protección del Piso Falso:

Se propone el siguiente arreglo:



DIBUJO 5.1.

Se trata de un sistema simétrico, por lo cual, bastará con calcular las pérdidas por fricción (de presión) desde el recipiente hasta una de las toberas de salida.

Por norma, la presión a la entrada de la tobera debe ser mínimo 13.74 bar (200 psi).

La presión a la salida del recipiente es 25 bar (360 psi) por lo que la máxima presión que se puede perder desde el recipiente hasta la entrada de la tobera es: (25-13.74) bar, esto es 11.26 bar (160 psi).

La caída inicial de presión por llenar la tubería con HALON 1301 se calcula con la siguiente fórmula:

$$\Delta P_2 = \Delta P_1 \left(1 - \frac{V_c - V_s}{V_c + V_s + \sqrt{V_p}} \right) \quad - (3)$$

(del Manual Fenwal.)

donde:

ΔP_2 = caída inicial de presión (bar)

ΔP_1 = caída de presión disponible, basado en el nivel de presión de almacenaje, aquí se utiliza 11.26 bar como ya se obtuvo antes.

V_c = volumen ocupado por el vapor dentro del recipiente (cm^3) para contenedores Fenwal (como es nuestro caso):

$$V_c = 1870.3 V_t - 19.3 W \quad - (4)$$

siendo:

V_c = pulg.^3

V_t = volumen interno del contenedor (ft^3)

W = peso del HALON 1301 contenido (lb)

para el recipiente cilindrico a usar, su volumen es:

$$V_t = 0.4218 \text{ ft}^3$$

por lo que:

$$V_c = 1870.3 (0.4218 \text{ ft}) \cdot 19.3 (15 \text{ lb})$$

$$V_c = 499.39 \text{ pulg.}^3$$

$$V_c = 8183.58 \text{ cm}^3$$

V_s = volumen correspondiente a la porción del tubo de sifón, arriba del nivel del líquido en el recipiente (cm^3)

• Cuando la salida del gas es abajo del nivel del líquido este término no se usa. En los pocos casos en que si aparece este tubo se ha encontrado que es despreciable por lo cual $V_s = 0$. Así pues:

$$V_s = 0$$

V_p = volumen interno de la tubería de distribución (cm^3) de la tabla 5.8 "volumen interno de la tubería de acero", para tubería de 12.7 mm \varnothing ($\frac{1}{2}$ pulg.) su volumen por metro de longitud es 195.040 cm^3/m .

Del dibujo 5.1, 2.6 m es la distancia que hay en la tubería, desde el recipiente hasta la tobera de salida.

$$V_p = 195.040 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}} \times 2.6 \text{ m} = 507.120 \text{ cm}^3$$

$$V_p = 507.120 \text{ cm}^3$$

Sustituyendo datos en la fórmula (5)

$$AP_2 = 11.26 \text{ bar} \left(1 - \frac{8183.58 \text{ cm}^3 - 0}{8183.58 \text{ cm}^3 + 0 + 507.120 \text{ cm}^3} \right)$$

$$AP_2 = 0.657 \text{ bar}$$

Cálculo de Pérdidas de Presión por Fricción.

En el tramo AB hay una té con flujo lateral y en el tramo BC hay un codo de 90° radio largo.

De la tabla 5.9 las longitudes equivalentes son:

0.305 m para el codo de 90° R.L. y

1.037 m para la té con flujo lateral.

Gasto en la Tubería.

Por norma, el recipiente se debe vaciar en 10 seg. por lo que el gasto de salida es:

$$Q_{A-B} = \frac{6.82 \text{ kg.}}{10 \text{ seg.}} = 0.682 \frac{\text{kg.}}{\text{seg.}} \left(1.5 \frac{\text{lb.}}{\text{seg.}} \right)$$

y en el tramo B - C, el flujo es la mitad de Q_{A-B} por ser un sistema simétrico, por lo tanto:

$$Q_{B-C} = 0.341 \frac{\text{kg.}}{\text{seg.}} \left(0.75 \frac{\text{lb.}}{\text{seg.}} \right)$$

De la figura 5.10. se obtienen los respectivos factores de fricción.

Para Q_{A-B} corresponde $h_{A-B} = 0.30 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$ convirtiendo se tiene $h_{A-B} = 0.068 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$

Para Q_{B-C} corresponde $h_{B-C} = 0.090 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$ convirtiendo se tiene $h_{B-C} = 0.020 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$

Las longitudes equivalentes son:

en el tramo A-B

Longitud Recta = 0.10 m

Longitud Equivalente = 1.037 m (Té con flujo lateral)

Longitud Total = 1.137 m

en el tramo B-C

Longitud recta = 2.5 m

Longitud Equivalente = 0.305 m (codo 90° R.L.)

Longitud Total = 2.805 m

Las pérdidas por fricción son: (agregando el 10% de seguridad.)

$$\Delta P = \text{Long. Total} \times h$$

$$\Delta P_{A-B} = 1.137\text{m} \times 0.068 \text{ bar/m} \times 1.1 = 0.085 \text{ bar}$$

$$\Delta P_{B-C} = 2.805\text{m} \times 0.020 \text{ bar/m} \times 1.1 = 0.062 \text{ bar}$$

Del fabricante se sabe que las pérdidas por fricción en la válvula del recipiente son: 7 psi, o sea, 0.481 bar.

La caída de presión hasta la entrada de la tobera es - igual a:

$$\Delta P = \Delta P_2 + \Delta P_{A-B} + \Delta P_{B-C} + \Delta P_{\text{VALVULA}}$$

$$\Delta P = (0.657 + 0.085 + 0.062 + 0.481) \text{ bar.}$$

$$\Delta P = 1.285 \text{ bar.}$$

La presión a la entrada de la tobera es:

$$P_{\text{TOB}} = (25 - 1.285) \text{ bar}$$

$$P_{\text{TOB}} = 23.715 \text{ bar} \quad (345.159 \frac{\text{lb}}{\text{pulg.}^2})$$

Lo cual está dentro de la norma, por lo que se acepta - esta tubería de distribución.

5.4.4.1. SELECCION DE LAS TOBERAS.

La presión al principio de la tobera es 23.715 bar - - (345.159 psi) de la tabla 4.6. teniendo un sistema de 25 bar (360 psig), se obtiene el factor de descarga de la tobera:

$$F_D = 60.1 \frac{\text{lb.}}{\text{seg.pulg}^2}$$

La cantidad de HALON 1301 que sale por una tobera de -- área transversal "A" en un tiempo "t" es:

$$W = F_D \times A \times t \quad - (5)$$

para nuestro caso:

$$W = 7.5 \text{ lb.} \quad (\text{son dos toberas})$$

$$t = 10 \text{ seg.} \quad (\text{por norma})$$

$$F_D = 60.1 \text{ lb/seg. pul.}^2$$

sustituyendo datos en (5)

$$A = \frac{W}{F_D \cdot t}$$

$$A = \frac{7.5 \text{ lb.}}{(60.1 \frac{\text{lb.}}{\text{seg. pul.}^2}) (10 \text{ seg.})}$$

$$A = 0.0125 \text{ pulg.}^2$$

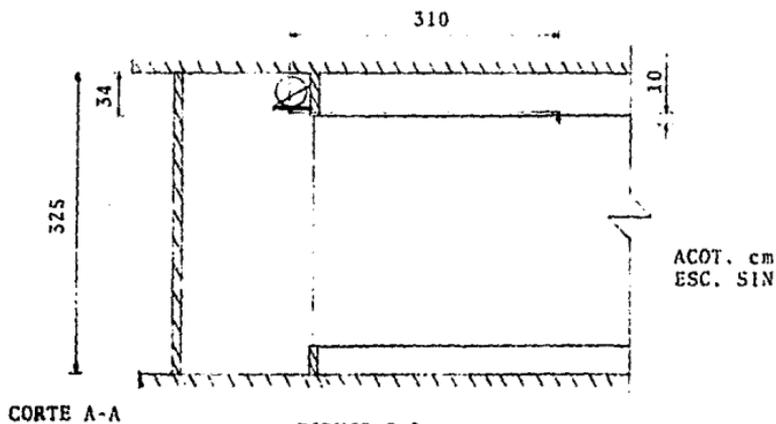
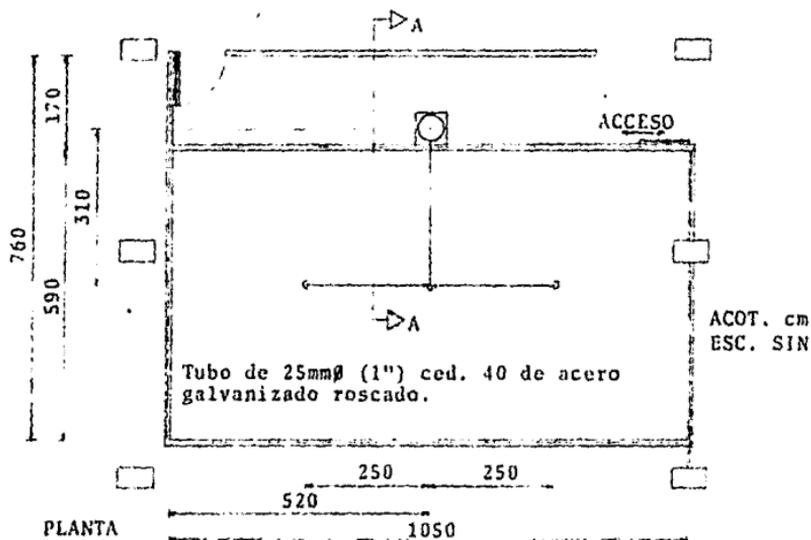
Comparando con la tabla 4.5, la tobera más cercana (para asegurar una descarga de 10 seg. o menos) es la que tiene un área de 0.0155 pulg.², con diámetro de 9/64 y número de código de 4+.

Se recomiendan dos toberas de 12.7mm ϕ (1/2 pulg.) con orificio de 3.5 mm ϕ (9/64 pulg.) con flujo radial a 360° Marca Ansul ó Similar.

PROTECCION DE LA SALA Y TECHO FALSO.

Para la protección de este volumen se proponen dos opciones.

OPCION No. 1



DIBUJO 5.2.

La presión a la salida del recipiente es 25 bar (360 - psi). La presión máxima que se puede perder en la tubería es 11.26 bar (160 psi) como se indicó en el cálculo anterior.

Es un sistema simétrico, por lo que sólo calcularé el sistema desde el recipiente hasta una tobera.

La caída inicial de presión por llenar la tubería con HALON 1301 es:

$$P_2 = P_1 \left(1 - \frac{V_C - V_S}{V_C + V_S + V_P} \right) \quad (3)$$

donde:

$$P_1 = 11.26 \text{ bar}$$

$$V_C = 1870.3 V_t - 19.3 W \quad (4)$$

(para contenedor Fenwal.)

El volumen interno del recipiente seleccionado es;

$$V_t = 1.563 \text{ ft}^3 \text{ y contiene } W = 100 \text{ lb.}$$

sustituyendo datos en (4)

$$V_C = 1870.3 (1.563 \text{ Ft}^3) - 19.3 (100 \text{ lb.})$$

$$V_C = 994.135 \text{ pulg.}^3$$

$$V_C = 16\,290.95 \text{ cm.}^3$$

$$V_S = 0$$

De la tabla 5.8, para tubería de 25.4 mm ϕ (1 pulg.) el volumen interno por metro de longitud es de 557.276 cm^3/m .

Del dibujo 5.2, hay 5.6 m de longitud de tubería.

$$V_P = 557.276 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}} \times 5.6 \text{ m} = 3120.746 \text{ cm.}^3$$

sustituyendo datos en la fórmula (3)

$$\Delta P_2 = 11.26 \text{ bar} \left(1 - \frac{16290.95 \text{ cm.}^3 - 0}{16290.95 \text{ cm.}^3 + 0 + 3120.746 \text{ cm.}^3} \right)$$

$$\Delta P_2 = 1.810 \text{ bar.}$$

Cálculo de Pérdidas de Presión por Fricción.

En el tramo D-E hay una Té con flujo radial y en tramo E-F hay un codo de 90° radio largo.

De la tabla 5.9., las longitudes equivalentes para éstos son:

0.549 m para el codo 90° R.L. y

1.738 m para la té con flujo lateral.

Gasto en la tubería.

Por norma, el recipiente se vaciará en 10 seg. por lo que el gasto de salida es:

$$Q_{DE} = \frac{45.45 \text{ kg.}}{10 \text{ seg.}} = 4.545 \frac{\text{kg.}}{\text{seg.}} \quad \left(10 \frac{\text{lb.}}{\text{seg.}}\right)$$

Y en el tramo E-F, el flujo es la mitad de Q_{DE} por bifurcarse en una té, por lo tanto.

$$Q_{EF} = 2.273 \frac{\text{kg.}}{\text{seg.}} \quad (5 \text{ lb./seg.})$$

De la figura 5.10 se obtienen los respectivos factores de fricción.

Para Q_{D-E} corresponde $h_{DE} = 1.1 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$ convirtiendo

$$h_{DE} = 0.248 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

Para Q_{E-F} corresponde $h_{EF} = 0.25 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$ convirtiendo

$$h_{EF} = 0.056 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

Las longitudes equivalentes son:

en el tramo D-E

Longitud Recta = 3.1m

Longitud Equivalente = 1.738m (té con flujo lateral)

Longitud Total = 4.838m

en el tramo E-F

$$\text{Longitud Recta} = 2.5 \text{ m.}$$

$$\text{Longitud Equivalente} = 0.549 \text{ m. (codo } 90^\circ \text{ R.L.)}$$

$$\text{Longitud Total} = 3.049 \text{ m.}$$

Las pérdidas por fricción son: (agregando 10% de seguridad)

$$\Delta P_{DE} = 4.838 \text{ m} \times 0.248 \frac{\text{bar}}{\text{m}} \times 1.1 = 1.320 \text{ bar.}$$

$$\Delta P_{EF} = 3.049 \text{ m} \times 0.056 \frac{\text{bar}}{\text{m}} \times 1.1 = 0.188 \text{ bar.}$$

Las pérdidas por fricción de la válvula del recipiente son:

$$0.481 \text{ bar.}$$

La caída de presión hasta la entrada de la tobera es:

$$\Delta P = \Delta P_2 + \Delta P_{DE} + \Delta P_{EF} + \Delta P_{VALVULA.}$$

$$\Delta P = (1.810 + 1.320 + 0.188 + 0.481) \text{ bar}$$

$$\Delta P = 3.799 \text{ bar.}$$

La presión a la entrada de la tobera es:

$$P_{TOB} = (25 - 3.799) \text{ bar}$$

$P_{TOB} = 21.201 \text{ bar}$ (308.569 lb/pulg.²) lo cual está dentro de la norma.

SELECCION DE LAS TOBERAS.

La presión a la entrada de la tobera es 21.201 bar -- (308.569 psi.), de la tabla 4.6., teniendo un sistema de 25 bar (360 psig.) e interpolando linealmente, se obtiene un factor de descarga de:

$$F_D = 47.65 \text{ lb./seg. pulg.}^2$$

Con la fórmula (5) $W = F_D \times A \times t$

y datos de:

$W = 50 \text{ lb.}$ (2 toberas)

$t = 10 \text{ seg.}$ (por norma)

sustituyo:

$$A = \frac{W}{F_D \cdot t}$$

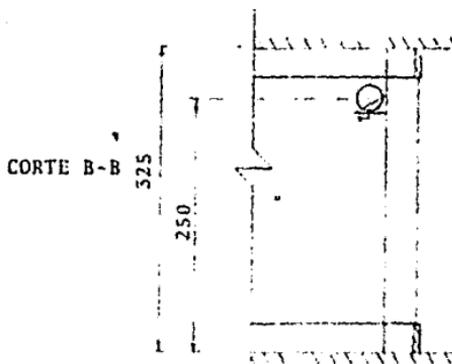
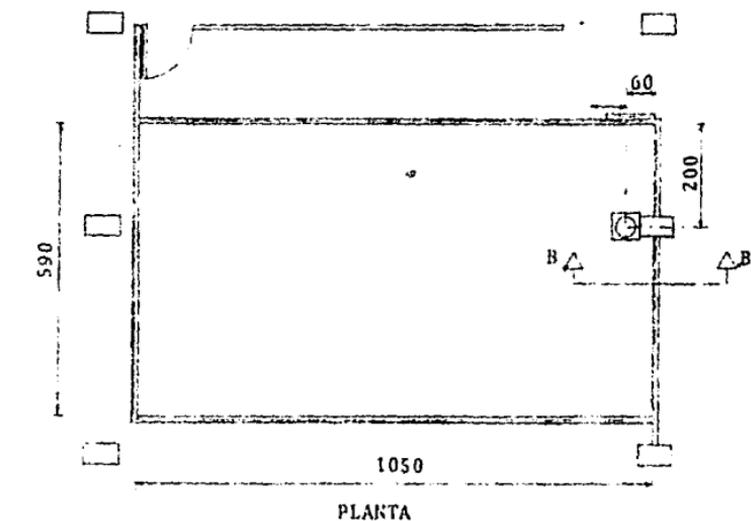
$$A = \frac{50 \text{ lb.}}{(47.65 \frac{\text{lb.}}{\text{seg. plg}^2}) (10 \text{ seg.})}$$

$$A = 0.1049 \text{ plg.}^2$$

Comparando con la tabla 4.5, la tobera más cercana es la de área 0.1105 plg.^2 , cuyo diámetro es $3/8 \text{ pulg.}$ y número de código 12.

OPCION No. 2

En esta opción no se utilizará tubería de distribución simplemente se colocará el recipiente esférico en el único apoyo posible del cuarto para que soporte la fuerza generada al salir el gas del recipiente, esto es, la única columna que parcialmente está adentro del cuarto. (VER DIBUJO 5.3.)



DIBUJO 5.3.

ACOTACION: cm.
ESCALA: SIN

Al no haber tubería, lo único que se necesita es seleccionar la tobera de salida del gas, de la tabla 4.6., el coeficiente de descarga para un sistema de 25 bar (360 psig) y con presión a la entrada de la tobera de 360 psig. es:

$$F_D = 65.5 \text{ lb./seg. plg.}^2$$

De la fórmula (5) se tiene:

$$A = \frac{W}{F_D \cdot t}$$

con datos de:

$$W = 100 \text{ lb.}$$

$$t = 10 \text{ seg.}$$

sustituyendo datos:

$$A = \frac{100 \text{ lb.}}{(65.5 \frac{\text{lb}}{\text{seg. plg.}^2})(10 \text{ seg.})}$$

$$A = 0.1527 \text{ plg.}^2$$

Comparando con la tabla 4.5., la tobera más cercana es la de área igual a 0.1725 plg.², cuyo diámetro es 15/32 y número de código 15.

Se recomienda una tobera de 12.7 mm Ø (½ pulg.) con orificio de 12.7 mm Ø (½ pulg.). Marca Bette Fog modelo N6.

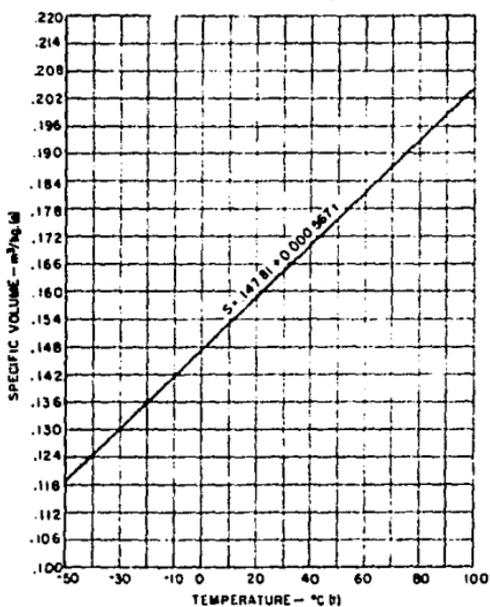


FIG. 5.7. VOLUMEN ESPECIFICO DEL VAPOUR DE
HAJON 1301 SOBRECALENTADO.
(A 1 ATMOSFERA). (*)

(*) Ver referencia 4

TABLA 5.8. (*)

VOLUMEN INTERNO DE LA TUBERIA DE ACERO
(cm³ por metro de longitud)

DIAMETRO NOMINAL (mm)	CEDULA 40 DIAM. INTERIOR (mm)	$\frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$
6.35	9.246	65.015
9.5	12.522	120.743
12.7	15.799	195.046
19.0	20.930	343.653
25.4	26.645	557.276
31.8	35.052	965.944
38.0	40.894	1309.598
50.8	52.502	2164.087
63.5	62.713	3083.591
76.2	77.927	4764.706
88.9	90.119	6380.805
101.6	102.260	8210.526

TABLA 5.9. (*)

LONGITUD EQUIVALENTE EN METROS DE CONEXIONES ROSCADAS DE
TUBERIA DE ACERO CED. 40

DIAMETRO NOMINAL (mm)	CODO ESTANDAR 90°	CODO 90° RADIO LARGO Y TE CON FLUJO ATRAVES	TE CON FLUJO LATERAL	VALVULA DE COMPUERTA
9.5	0.396	0.244	0.823	0.091
12.7	0.518	0.305	1.037	0.122
19.0	0.671	0.427	1.372	0.152
25.4	0.854	0.549	1.738	0.183
31.8	1.128	0.701	2.287	0.244
38.0	1.311	0.823	2.652	0.274
50.8	1.677	1.067	3.415	0.366
63.5	2.012	1.250	4.085	0.427
76.2	2.500	1.555	5.061	0.549
101.6	3.262	2.043	6.646	0.732

(*) Ver referencia 4

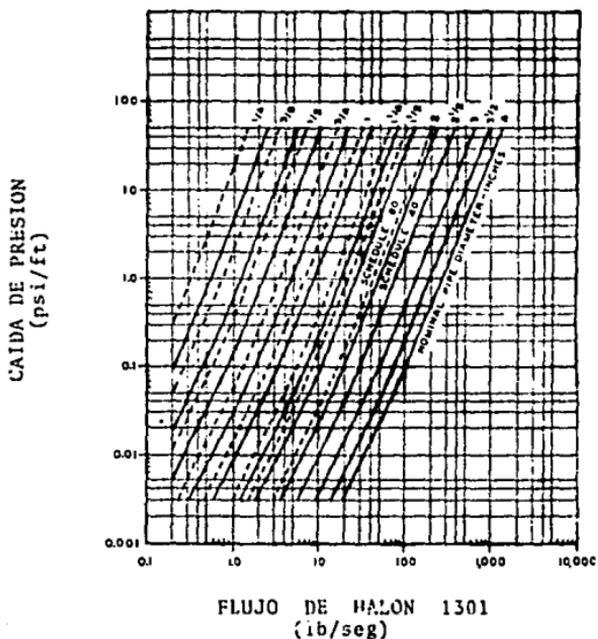


FIGURA 5.10. (*)
CAIDA DE PRESION VS. FLUJO EN TUBERIA
DE ACERO.

(*) Ver referencia 4

De las dos opciones anteriores, se propone la opción 2 - por ser la más económica ya que:

- No requiere instalación de tubería
- Solo se utiliza una tobera en lugar de dos.
- La instalación es más sencilla, ya que no requiere desmontar el techo falso, ni barrenar el techo.

En lo referente al piso falso, ahí es conveniente dejar la tubería por permitir una más rápida distribución del gas - HALON 1301 en una zona que requiere mayor protección.

5.4.5. EQUIPO ADICIONAL.

Los sistemas modulares comunes, de protección contra incendio con gas HALON 1301, constan de:

- Recipiente de gas HALON 1301
- Detectores de Productos de la Combustión (Humo, gases y calor).
- Campanas de Alarma (primaria y secundaria),
- Accionador del sistema, manual.
- Panel de Control.

En la página siguiente se ve un sistema de este tipo, (FIGURA 5.11.).

5.4.5.1. DETECTORES DE PRODUCTOS DE LA COMBUSTION.

La norma NFPA 72E (National Fire Protection Association)- es la que regula el uso de los "Detectores de Fuego Automáticos".

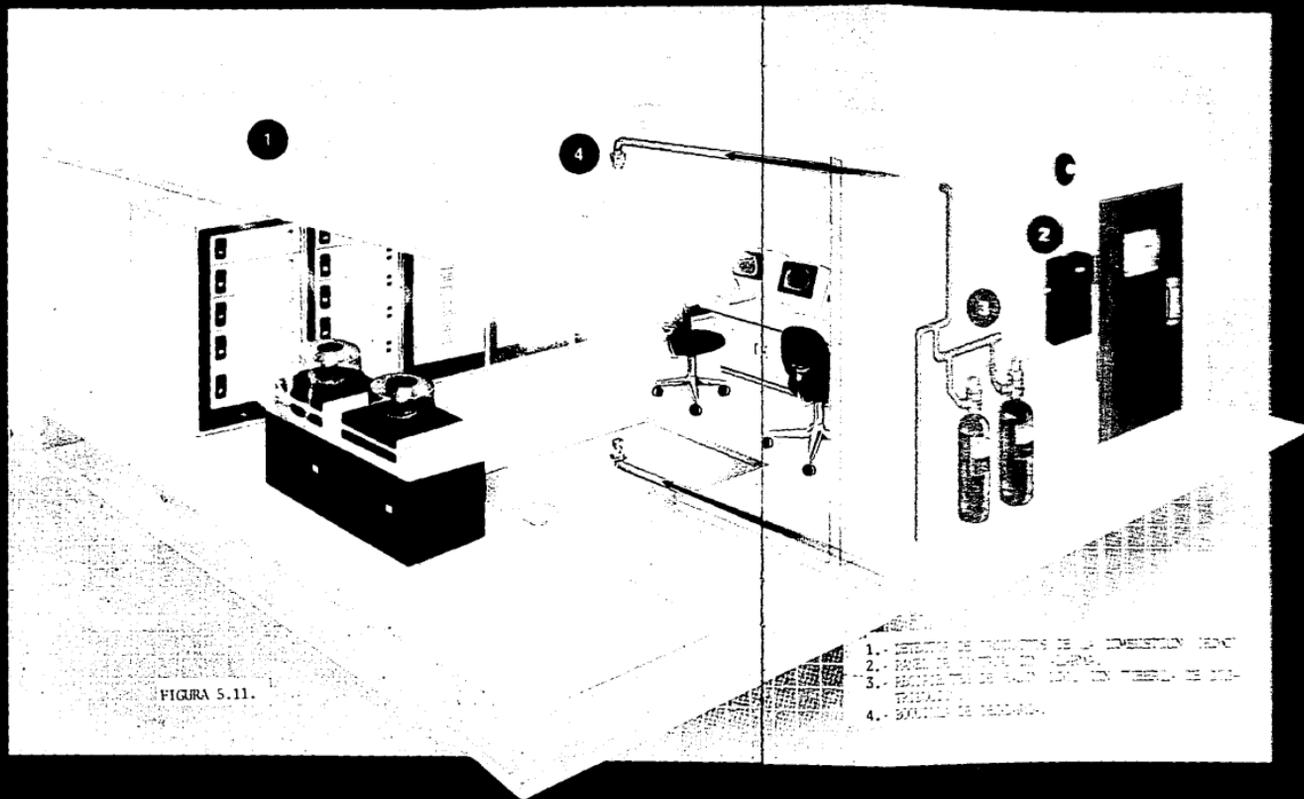


FIGURA 5.11.

DETECTORES DE HUMO.

En este proyecto se utilizarán detectores de humo por ser lo que más rápido se manifiesta cuando se inicia un incendio.

Los que se proponen para este proyecto son de Marca Firetek, modelo 303-21-60, los cuales se recomiendan para cubrir un área de 58.09 m^2 (625 ft^2) como máximo estando a una altura de 3.05 m (10 ft^2), vease el plano 2 para ver su distribución. Se puede utilizar detectores de tipo similar a éste.

Se usarán dos en el techo falso y dos abajo del piso falso siguiendo el método de la zona cruzada, lo cual significa que si uno de los cuatro envía una señal de detección, se encenderá una de las alarmas (la alarma primaria) nada más. Hasta que otro de los tres restantes detecte el humo y mande su señal, funcionará la segunda y entonces se disparará el gas HALON 1301 del sistema.

Este tipo de detector funciona por ionización. Tiene una pequeña cantidad de material radioactivo que ioniza al aire en una pequeña cámara sensible, aumentando su conductividad y permitiendo el paso de una corriente eléctrica a través del aire entre dos electrodos cargados. Cuando las partículas de humo entran al área de ionización, decrecientan la conductividad del aire al combinarse con los iones, causando una reducción de su movilidad. Cuando la conductividad es menor de un valor determinado, el circuito del detector responde enviando una señal al panel de control.

DETECTORES DE CALOR.

No se utilizarán aquí, por que la temperatura mínima a la que funcionan 60°C (140°F) es una temperatura que se alcanza rá cuando ya empieza a haber daños serios en la sala además, como funcionan en base a un bimetálico, tienen un retraso de actuación, de tal suerte, que cuando actúen, la temperatura ya será mayor a los 60°C y empezará a haber daños como los mencionados en la sección 5.2.

Además, se sustituyen muy bien con los cuatro detectores de humo colocados en forma de zona cruzada.

5.4.5.2. CAMPANAS DE ALARMA.

Se usan normalmente dos. La campana primaria sonará al recibirse la señal del primer detector de humo, lo cual hará que alguien revise la zona protegida y si se trata de un fuego que éste pueda apagar sólo, simplemente restablecerá el sistema y apagará el fuego ya sea con un extinguidor, sofocándolo o de la forma que sea conveniente inclusive accionando manualmente el sistema de HALON 1301 si lo cree conveniente.

La alarma secundaria indica que la señal del primer detector a sido confirmada por un segundo detector y que la gente, si la hay, debe abandonar el área de la sala lo mas pronto posible, por que el sistema de HALON 1301 será accionado entre 10 y 100 segundos después de haberse escuchado esta alarma, (este tiempo de retardo se gradúa en el panel de control).

Para la alarma primaria se recomiendan dos de la Marca - Firetek, modelo 306 - 111 y para la alarma secundaria se recomienda una corneta vibradora con lámpara intermitente marca Firetek, modelo 306 - 121.

Su colocación se puede ver en el plano 2. Se utilizarán dos alarmas primarias que actuarán al mismo tiempo, una en el interior de la sala para alertar a la gente que ahí labora y otra exterior al edificio para avisar a la gente que se encarga de la supervisión y seguridad de la sala (depto. de mantenimiento de la U.L.S.A. posiblemente).

5.4.5.3. UNIDAD DE CONTROL DEL SISTEMA.

La unidad de control que se recomienda es el sistema 210 de la marca Firetek.

Este es un panel de control local para zonas múltiples que provee el señalamiento necesario para la protección contra incendios.

Está diseñado como unidad de disparo para combatir al fuego al igual que para su detección y control.

Sus entradas están constituidas por dos zonas para detección por ionización y una zona para detectores térmicos o estaciones manuales de disparo.

Las zonas de entrada pueden ser utilizadas como zona cruzada o en forma independiente.

Las salidas consisten en una alarma audible y dos circuitos para extinción (con o sin retraso de tiempo).

También posee un juego de baterías y su cargador integrado con amperímetro, lo cual, le permite funcionar aún en caso de haber falla del suministro exterior de corriente o de la planta de emergencia.

Tanto los circuitos de entrada, como los de salida, como la carga de la batería son supervisados por el mismo panel.

Este es el corazón de el sistema de protección contra incendio de la sala de cómputo, su colocación (véase en el plano 2) será dentro de las oficinas del CEPRODA Y CECOED quedando así protegido del medio ambiente, sabotaje y robo. Cualquier gente de seguridad que desee accionarlo, puede llegar a él por medio del pasillo que está junto a la sala o por la sala de usuarios teniendo así una visión perfecta de la zona que se está protegiendo. Inclusive, la gente que se encuentre dentro de las oficinas puede tener un rápido contacto con éste al oír las alarmas.

5.4.5.4. BOTON DE DISPARO MANUAL.

Se recomienda el modelo 305-111 de la marca Firetek, la función de este botón es el de accionar el sistema en forma manual. En el caso de que una persona vea algún inicio de incendio que sea ya de una magnitud tal, que no crea suficiente el uso de extinguidores entonces, podrá accionar manualmente el sistema contra incendios. Esto se aplica también en el caso de que los detectores no funcionen o se quiera anticipar a la actuación de los detectores. Su colocación se puede ver en el plano 2

5.4.5.5. BOTON DE ABORTO.

La finalidad de este botón es poder detener la orden de disparo del sistema contra incendio a voluntad. Una vez que suene la segunda alarma se tiene un tiempo de retardo (10 - 100 seg.) para que el HALON 1301 empiece a inundar la sala. Si al sonar esta alarma la persona que vigila la sala, cree poder apagar el incendio detectado, entonces accionará el botón de aborto, restablecerá el sistema por medio de panel de control y procederá a apagar el incendio como crea conveniente. De esta manera se evita el gasto de HALON 1301 innecesariamente. Véase el plano 2.

5.5. PROTECCION DE ZONAS ADYACENTES.

En las zonas adyacentes a la sala de computo se tiene: papelería, estantería de metal, cartón, cubículos separados por cenceles de madera, y terminales varias de video. Estas zonas permanecen apagadas (incluyendo terminales) durante la noche y constante movimiento hay en ellas durante el día. El riesgo de incendio es muy ligero, por lo que para su protección se recomienda el uso de 2 extinguidores de HALON 1211 de 6 kgs. (13.2 lb.) cada uno. Para su colocación véase el plano No. 2.

En este caso, la protección se hará con HALON 1211 por lo explicado en el párrafo 5.3.6.2. y no con HALON 1301; además que, en el comercio mexicano, no se encuentran extinguidores de HALON 1301 si no es que se mandan hacer por pedido espe--

cial, lo cual incrementa su costo más. El HALON 1211, sí se encuentra comercialmente en México.

5.6. EQUIPO NECESARIO PARA EL PROYECTO.

En función de lo anterior, el equipo necesario para proteger contra incendio la sala es:

- a) Recipiente cilíndrico (1 pieza) para HALON 1301.

MODELO 31-192004-031
 MARCA Fenwal (o similar)
 CAPACIDAD 6.82 kg. (15 lb.) presurizado con gas nitrógeno seco a 25 bar (360 psig.)

ACCESORIOS:

Soporte para montaje a 10° con respecto a la horizontal, 1 válvula, 1 manómetro é iniciador.

- b) Recipiente esférico (1 pieza) para HALON 1301

MODELO 31-192007-003
 MARCA Fenwal (o similar)
 CAPACIDAD 45.45 kg. (100 lb.) presurizado con gas nitrógeno seco a 25 bar (360 psig.)

ACCESORIOS:

Soporte para pared, 1 válvula, 1 manómetro é iniciador.

- c) Toberas de descarga.

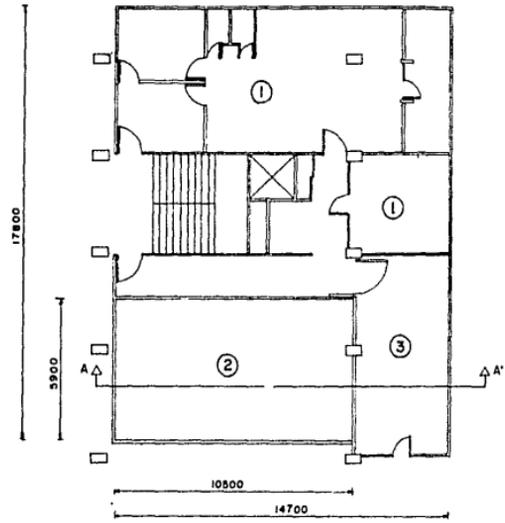
2 Tobera de 12.7mm ø (½ plg.) con orificio de 3.5 mm ø (9/64 plg.) con flujo radial a 360° Mca. Ansul o Similar. Modelo 32667.
 1 Tobera de 12.7mm ø (½ plg.) con orificio de 12.7mm ø (½ pulg.) Marca Bette Fog Modelo N6.

- ch) Extinguidor de HALON 1211 (2 piezas)
 Capacidad 6 kg. (13.2 lbs.)
 Marca Kidde o Similar
- d) Detector de Productos de la Combustión (4 piezas)
 Modelo 303-21-60
 Marca Firetek
 Tipo de ionización
- e) Campana de Alarma Primaria (2 piezas)
 Modelo 306-111
 Marca Firetek
 Diámetro 152mmØ(6 pulg)
- f) Corneta vibradora con lámpara intermitente para alarma. (1 pieza)
 MODELO 305-121
 MARCA Firetek
- g) Botón de Aborto (1 pieza)
 MODELO 305-4001
 MARCA Firetek
- h) Botón de Disparo Manual (1 pieza)
 MODELO 305-111
 MARCA Firetek
- i) Unidad de Control (1 pieza)
 MODELO Sistema 210
 MARCA Firetek
- j) Tubería
 2.6 m Tubería de acero galvanizado de 19mm Ø (3/4 pulg.) Ced. 40 ASTM-A-53
 2 Codos 90° R.L., tubo de acero galvanizado 19mm Ø (3/4 pulg.) Ced. 40 ASTM-A-234

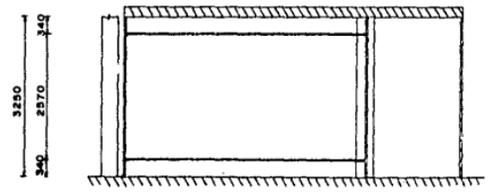
1

Té, tubo de acero galvanizado, 19mm ϕ
(3/4 plg.) Ced. 40. ASTM-A-254

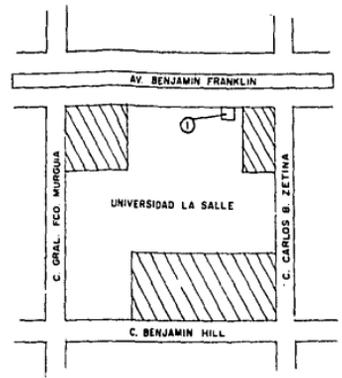
PLANTA
ESC. 1:100



CORTE A-A'



ESC. VERT. 1:50
ESC. HOR. 1:100

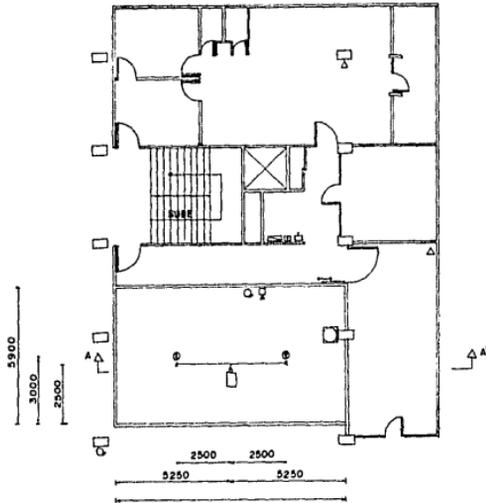


CROQUIS DE LOCALIZACION
ESC. 5:1

- 1- OFICINAS DE CEPRODA Y CECOED.
- 2- SALA DE COMPUTO.
- 3- SALA DE USUARIOS.

TESIS PROFESIONAL		
ALEJANDRO GONZALEZ G.		
ESCALA INDICADA	LOCALIZACION	PLANO
ACOT. mm.	DE AREAS	No. 1

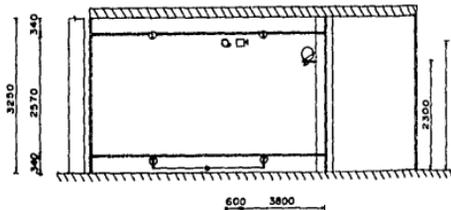
PLANTA
ESC. 1:100



SIMBOLOGIA

- ⊕ BOQUILLA PARA GAS HALON 130I.
- RECIPiente CON 6.82 kg. DE GAS HALON 130I.
- RECIPiente CON 45.5 kg. DE GAS HALON 130I.
- ⊙ DETECTOR DE HUMO.
- ⊞ UNIDAD DE CONTROL (SISTEMA 210).
- ⊞ ESTACION MANUAL.
- ⊞ ESTACION DE ABORTO.
- ⊞ CAMPANA DE ALARMA.
- ⊞ CORNETA DE ALARMA.
- △ EXTINGUIDOR DE GAS HALON 12II.

CORTE A-A'



ESC. VERT. 1:50
ESC. HOR. 1:100

TESIS PROFESIONAL		
ALEJANDRO GONZALEZ G.		
ESCALA INDICADA	ARREGLO DE EQUIPO	PLANO No. 2
ACOT. m.m.		

CAPITULO VI

ESTUDIO ECONOMICO.

CAPITULO VI

ESTUDIO ECONOMICO

Durante el desarrollo de un proyecto, el ingeniero debe considerar dos aspectos que son muy importantes: funcionalidad, economía y seguridad.

El ingeniero busca que el equipo a utilizar en la realización del proyecto cumpla con ciertas características; - pero en el mercado se va a encontrar con diferentes equipos que tienen más operaciones o menos de las requeridas por él.

Se debe hacer una comparación entre los equipos existentes, buscando siempre que se cumpla, por lo menos, con todas las funciones solicitadas; y si tiene más, se debe buscar que estas funciones extras sean las mínimas posibles, ya que esto implica que el costo del equipo sea mayor.

El costo del equipo es muy importante en un proyecto, porque pueden existir dos situaciones:

- 1) Hay ocasiones en que por tratar de gastar lo mínimo se adquiere equipo que reúne apenas las mínimas condiciones necesarias de funcionamiento y seguridad o a veces no llega ni siquiera al mínimo solicitado. El problema que se puede tener aquí, es que el equipo no funcione exactamente como se requiere o se descomponga en poco tiempo, lo cual significa realizar un gasto mayor, no previsto, para arreglarlo o inclusive cambiarlo con lo cual, se gasta más de lo

deseado.

- 2) Poniendo el otro lado de la moneda, a veces se compra equipo demasiado caro, que realiza mucho más de lo necesario y entonces se cuenta con un equipo de una capacidad superior a la requerida, lo cual no se utiliza y por lo tanto, se está desperdiciando parte de la inversión realizada y que no va a ser amortizada. Con esto se tiene un gasto innecesario que bien se puede evitar.

Con lo anterior se muestra que el ingeniero debe balancear el costo y la funcionalidad del equipo, ya que debe buscar que haga lo que él desea o tal vez un poco más y a la vez a un precio razonable.

En el caso de adquirir material y equipo que reúna calidad, garantía de funcionamiento, confiabilidad y buen precio "NO SE DEBE DUDAR EN PAGAR UN POCO MAS CUANDO DE SEGURIDAD SE TRATA". Un equipo bien seleccionado, técnica y económicamente, al dejar de ser útil habrá amortizado su costo y cumplido su función, haciendo rentable el proyecto desarrollado.

Para el equipo propuesto en el capítulo V, se consideraron los siguientes factores:

+ **FUNCIONAMIENTO:** es un equipo que ha demostrado ser confiable y durable, sencillo de operar. Esto permite rapidez en la instrucción de la gente que vaya a operarlo.

Además, el equipo tiene su propia supervisión, lo cual

quiere decir que al haber una falla interna, el mismo equipo indica cual es la falla por medio de una bocina y LED's de señalización permitiendo su pronta reparación (Véase la información en los apéndices).

+ FACILIDAD DE ADQUISICION: es un equipo de tipo modular que no se produce en México, pero que es fácilmente importable, habiendo casas comerciales que realizan este trámite de manera ágil.

+ INSTALACION Y ENTRENAMIENTO: la instalación de estos equipos es relativamente sencilla, en México existe gente especializada para ello, con lo cual se garantiza rapidez en su instalación, buen funcionamiento del equipo y confiabilidad desde su arranque. Además, al entregarse el equipo instalado, se proporciona instrucción a las personas que harán uso de él con lo cual se asegura que se utilizará correctamente y consecuentemente durará más.

+ REFACCIONES Y MANTENIMIENTO: existe en el mercado refacciones para el mantenimiento de estos equipos, su adquisición es fácil y relativamente rápida (a pesar de ser de importación). En México hay casas comerciales que proporcionan el mantenimiento preventivo y correctivo que se pudiera necesitar, lo cual asegura que nuestro equipo siempre estará funcionando de manera correcta y en caso de falla, asegura una rápida compostura.

+ PRECIO Y GARANTIA: estos equipos son económicos, sin llegar a ser de los más baratos, Durante su funcionamiento son confiables y generalmente duran un poco más de lo que el fabricante ofrece.

6.1. COSTO DEL EQUIPO.

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL.
1	<p>Recipiente cilíndrico con capacidad de 6.82 kg. (15 lbs.) de gas HALON 1301 - presurizado a 25 bar (360 psig.) Incluyendo: soporte para montaje a 10° con respecto a la horizontal, válvula, manómetro é iniciador. Marca: Fenwal Modelo: 31-192004-031.</p>	\$ 457,293.00
1	<p>Recipiente esférico con capacidad de - 45.5 kg. (100 lbs.) de gas HALON 1301 presurizado a 25 bar (360 psig.) Incluyendo: soporte para montaje, válvula, manómetro e iniciador. Marca: Fenwall Modelo: 31-192007-003</p>	\$ 962,952.00
2	<p>Boquilla de descarga de 12.7mm Ø (1/2") con orificio de 3.5 mm (9/64") tipo V con 4 orificios (flujo radial a 360°). Marca: ANSUL No. parte: 32667</p>	\$ 24,764.00
1	<p>Boquilla de descarga de 12.7 mm Ø (1/2") con orificio de 12.7 mm Ø (1/2") tipo espiral. Marca: Bette Fog Modelo: N6</p>	\$ 14,200.00
2	<p>Extintor de Halon 1211 con capacidad de 6 kg. (13.2 lbs.). Marca: Kidde</p>	\$ 57,560.00
4	<p>Detector de productos de la combustión por ionización. Marca: Firetek Modelo: 303-2160 (incluye base)</p>	\$ 128,764.00
2	<p>Campana de Alarma con diámetro de 152mm (6"). 24 VCD. Marca: Firetek Modelo: 306-1111</p>	\$ 40,340.00
1	<p>Corneta vibradora con lámpara estroboscópica para alarma. 24 VCD. Marca: Firetek Modelo: 305-1121</p>	\$ 48,534.00

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL.
1	Botón de aborto. Marca: Firetek Modelo: 305-4001	\$ 16,208.00
1	Estación de disparo manual Marca: Firetek Modelo: 305-111	\$ 22,000.00
1	Unidad de Control Sistema 210 Marca: Firetek Modelo: 210-10`	
	Incluyendo:	
2	Dispositivos de fin de línea de 3 alambres (3W) Modelo: 303-9120	
4	Dispositivos de fin de línea de 2 alambres (2W) Modelo: 240-4301.	
1	Juego de 5 baterías de 8 amp./hora. Modelo: 561-2008	
1	Gabinete para baterías. Modelo: 210-5000	\$ 316,081.00
1	Lote de Materiales para instalación del Sistema.	\$ 75,000.00
	MANO DE OBRA:	
	Se requieren dos personas; un obrero especializado y un ayudante con suel dos de \$ 2,025.00 y \$ 1,750.00 dia- rios respectivamente. Considerando que la instalación se lleva alrededor de 7 días entonces el costo de mano de obra será.	\$ 26,425.00
	COSTOS INDIRECTOS:	
	INGENIERIA. INCLUYE:	
1	Ingeniero Projectista.	\$ 60,000.00
1	Ingeniero Supervisor	\$ 70,000.00
1	Dibujante.	\$ 48,000.00

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL.
	Supervisión Técnica de la Instalación.	\$ 50,000.00
	Prueba y Arranque.	<u>\$ 45,000.00</u>
	COSTO TOTAL:	<u>\$ 2'463,121.00</u> *****

El costo del proyecto de instalación de el equipo contra incendio para la sala de comuto de la Universidad "LA - SALLE" asciende a la cantidad de: \$ 2'463,121.00

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Toda vida humana es invaluable y toda pérdida económica es lamentable. El fuego, a la vez que nos permite vivir en una manera cómoda y que ayuda al progreso tecnológico, también es factor de destrucción. Conocer las características del fuego, su origen y comportamiento y la forma como se puede extinguir es importante, ya que se puede presentar en cualquier lugar.

De aquí la necesidad de que toda persona este adiestrada para hacer uso del equipo contra incendio que tenga a la mano, sea extinguidor, hidrante con manguera, monitor, etc. Y educada para actuar ante un fuego ya sea individualmente o en equipo. Es conveniente que sepa lo que debe hacer en un determinado momento. Además de que cualquier incendio puede ser fácilmente controlable en el principio de su formación por ser de pequeña magnitud. Inclusive, es conveniente saber que en manos hábiles un extinguidor puede terminar con un incendio; pero en manos poco hábiles puede esparcirlo.

En una empresa, donde se conocen las sustancias que se manejan, es más fácil establecer un adiestramiento para que la gente sepa que hacer por sí sola o junto con sus compañeros. Pero es deber de todos tomar conciencia de su importancia, ya que ese conocimiento puede ser útil afuera de su trabajo y así, actuar adecuadamente ante una situación de emergencia donde quiera que ésta ocurra. La organización serena y conocimiento

to ante cualquier contingencia es importante ya que en un incendio: la principal causa de muertes son los accidentes provocados por las respuestas de pánico de la mayoría de las personas, y la menor es el fuego mismo.

Una forma de educar a la gente es el ejemplo. Muy difícilmente podremos iniciar a los trabajadores de cualquier empresa, en lo que a seguridad se refiere, con solamente pláticas y folletería escrita. Los ingenieros y gente que los tenga bajo sus órdenes deben ser los primeros en observar las medidas de seguridad, conocer el equipo y su utilización y estar dispuestos a enseñar a su gente en cuanto haya una inquietud entre ellos. El ingeniero debe estar conciente de que él es también persona sujeta a posibles accidentes y por ello debe tomar sus precauciones; además, de ser responsable de los trabajadores que colaboran con él, por ello debe conocer todo tipo de medidas de seguridad, observarlas y difundirlas entre sus gentes no como imposición sino como algo que es útil y benéfico para el que lo posea.

Tomar una precaución nunca está de más, sobre todo si lo que corre riesgo es la gente.

Una inquietud personal que me ha surgido durante el desarrollo del presente trabajo es la necesidad que existe de educar a la gente para responder adecuadamente ante una situación de emergencia, como lo es un incendio. Considero importante que en toda escuela, se enseñe a los alumnos los aspectos básicos del fuego y su forma de combatirlo, como un curso extracurricular. Creo que es necesario, además, en las carreras de In

geniería, que el alumno lleve como materia algo sobre SEGURIDAD INDUSTRIAL, dado que al trabajar tendrá bajo su cargo a gente - de la cual él es responsable. Debe conocer los fundamentos de lo referente a seguridad e inclusive tener nociones de primeros auxilios para poder ayudar a cualquiera de sus trabajadores en caso de ser necesario.

No sólo es importante educar a la gente para evitar un posible conato de incendio. ¿Qué sucede cuando no hay gente en un lugar y se inicia un incendio? De aquí la importancia de tener sistemas automáticos de detección, alarma y extinción de fuegos. Inclusive, aún habiendo gente, ¿qué pasa si esta gente se paraliza por miedo o no ve el fuego por estar concentrada en otra cosa? Un sistema automático evita el error humano que se pueda presentar, siempre está alerta, no requiere una constante atención, da aviso inmediato y actúa como está programado.

En el caso de la sala de cómputo del Centro de Procesamiento de Datos (CEPRODA) y del Centro de Computo Educacional (CECOED) de la Universidad La Salle, el sistema automático de protección contra incendio es importante porque: aunque haya alumnos y trabajadores ahí, puede ser que estén tan concentrados en su labor que no vean el inicio del fuego; al activarse la alarma de incendio, los trabajadores pueden dedicarse a evacuar del lugar a los alumnos con la seguridad de que el mismo sistema efectuará la función de extinción; cuando no haya gente laborando en el lugar, se tiene la seguridad de que hay "alguien" cuidando la sala; etc.

Un parámetro importante a considerar para la adquisición de un sistema automático de protección del equipo y contra in-

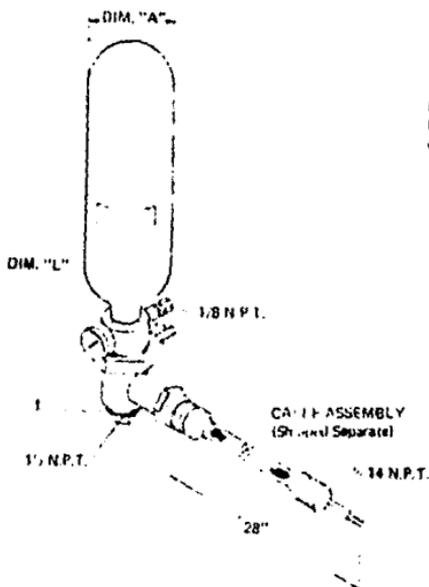
endio es el costo y la importancia de la información que se pueda perder. Si nos es más económico reponer el equipo perdido que adquirir el sistema automático de protección contra incendio, éste no vale la pena. Pero cuando nuestra información es más valiosa que el mismo equipo y el recuperarla nos cuesta tiempo y retrasos en pago de nóminas, archivos con datos importantes, servicio a alumnos o clientes, etc. entonces es cuando se debe pensar en gastar un poco más; pero que nos evitará perder mucho, como es, dinero, tiempo, equipo e información en determinado momento. Considero lo anterior como otro punto importante para pensar en la posibilidad de adquirir un equipo de protección contra incendio para la sala de cómputo en este trabajo tratada.

A P E N D I C E

COMPONENT DESCRIPTION

10/70

AGENT STORAGE CONTAINER (CYLINDRICAL)



Fewer cylindrical type agent storage containers are manufactured in sizes to contain from 8 to 90 lbs. of Halon 1301 agent.

Operation: Halon 1301 is discharged through the operation of an initiator which releases agent through a valve.

Dispersing Medium: The Halon 1301 vapor pressure is 70°F at 200 psig, which is superpressured with nitrogen to 350 psig.

Minimum Firing Current: 1.5 amps

Bridge Resistance: 48 ohms nominal

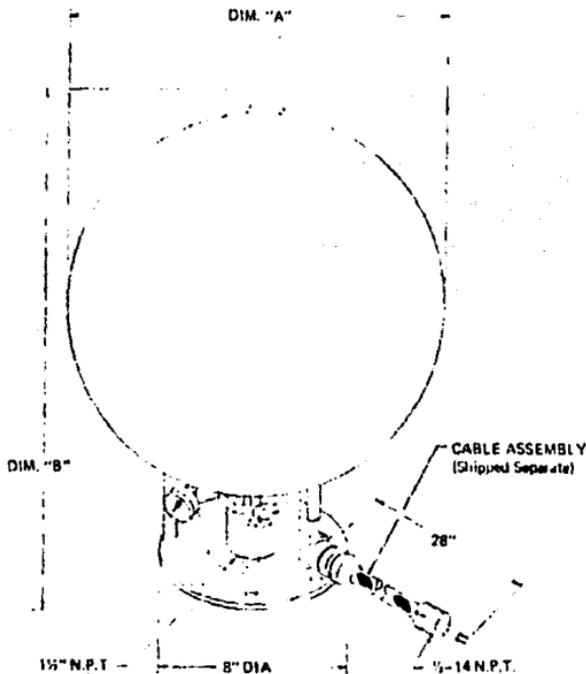
Color: Black (unless otherwise specified)

Cat. No.	Dim. "L"	Dim. "A"	Fill Range	Type Bottom	Mounting
31-192004-010	19.125	5.710	6.8 lbs.	Round	
31-192004-011	24.250	6.770	15.20 lbs.	Round	
31-192004-012	30.500	8.000	27.41 lbs.	Inverted	TO BE MOUNTED WITH VALVE UP
31-192004-013	40.375	8.000	41.59 lbs.	Inverted	
31-192004-014	56.625	8.000	60.90 lbs.	Inverted	
31-192004-015	20.375	5.770	10.15 lbs.	Round	
31-192004-016	28.375	6.750	18.25 lbs.	Inverted	
31-192004-020	19.125	5.710	6.8 lbs.	Round	
31-192004-021	24.250	6.770	15.20 lbs.	Round	
31-192004-022	30.500	8.500	27.41 lbs.	Inverted	TO BE MOUNTED WITH VALVE DOWN
31-192004-023	40.375	8.500	41.59 lbs.	Inverted	
31-192004-024	56.625	8.500	60.90 lbs.	Inverted	
31-192004-025	20.375	6.770	10.15 lbs.	Round	
31-192004-026	28.375	6.750	18.25 lbs.	Inverted	
31-192004-030	19.125	5.210	6.8 lbs.	Round	
31-192004-031	24.250	6.770	15.20 lbs.	Round	
31-192004-032	30.500	5.500	27.41 lbs.	Inverted	TO BE MOUNTED HORIZONTALLY WITH VALVE RAISED APPROX 10°
31-192004-033	40.375	5.500	41.59 lbs.	Inverted	
31-192004-034	56.625	5.500	60.90 lbs.	Inverted	
31-192004-035	20.375	6.770	10.15 lbs.	Round	
31-192004-036	28.375	6.750	18.25 lbs.	Inverted	

COMPONENT DESCRIPTION

10 70

AGENT STORAGE CONTAINER (SPHERICAL)



Ferrel spherical type agent storage containers are manufactured in sizes to contain from 18 to 68 lbs. of Halon 1301 agent.

Operation: Halon 1301 is discharged through the operation of an initiator, which releases the agent through the valve.

Dispersing Medium: The Halon 1301 tank pressure is 70°F at 200 psig, which is superpressurized with nitrogen to 360 psig.

Minimum Firing Current: 1.5 amps

Bridge Resistance: 44 ohms nominal

Color: Beige (unless otherwise specified)

Catalog No.	Dim. "A"	Dim. "B"	Fill Range
31 192007 000	11.022	17.000	18.26 lbs.
31 192007 001	13.150	19.250	30.44 lbs.
31 192007 002	14.836	21.000	44.63 lbs.
31 192007 003	17.281	23.625	68.10 lbs.

SYSTEM 210



CORPORATION

Integrated Programmable Fire Control Equipment

FIRETEK'S System 210 is a multizone local control panel for fire protective signalling service. It is engineered as a releasing unit to meet the special hazards extinguishing industry's exacting requirements for detection and control.

Its inputs consist of two 3-wire ionization detection zones and one 2-wire zone for thermal detectors or manual stations. The input zones can either be cross-zoned or used independently. All input circuits are supervised.

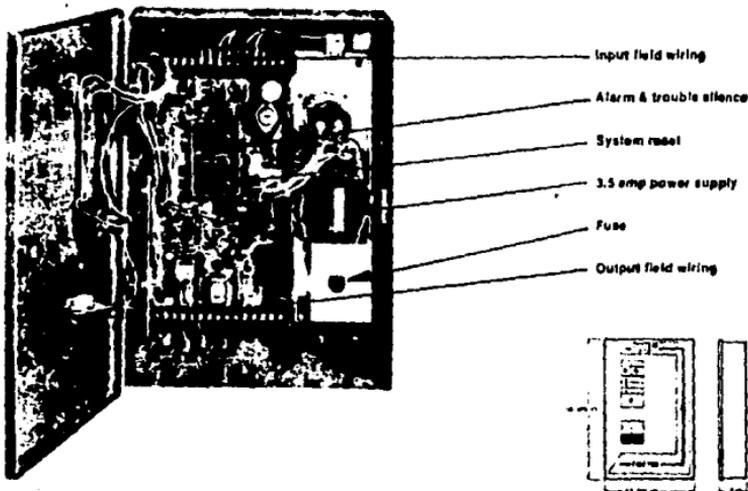
The outputs consist of one audible alarm and two extinguishing circuits (with or without time delay). All outputs circuits are supervised.

Also available is one set of "form C" dry contacts which transfers upon alarm and another which transfers upon trouble.

System 210 has a built-in battery charger and ammeter. Presence of batteries is supervised.

System 210 Features

- Up to 60 ionization detectors
- Two levels of power regulation for detection circuits
- Field programmable cross-zoning or independent zones
- Programmable time delay on 2 extinguishing outputs
- Complete supervision of inputs and outputs
- Ground fault supervision guaranteeing minimum 50,000 ohms to ground
- Battery presence supervised
- Relays and fuses supervised
- Hermetic power integrated circuits and transistors
- Protection against spikes and surges on A C supply
- Diagnostic indicators
- "Form C" dry relay contacts for alarm and trouble
- Optional door-mounted supervised abort
- Optional door-mounted supervised extinguishing release
- Removable chassis for easier installation



FIRETEK
SYSTEM 210
MULTIZONE LOCAL CONTROL PANEL FOR
FIRE PROTECTION SIGNALING SERVICE
PER NFPA 72A

INSTALLATION MANUAL

782-0210

3/5/79

FIRETEK SYSTEM 210

The FIRETEK System 210 is a multizone local control panel for fire protective signaling and releasing device service. It is designed to fulfill the detection and control requirements of special hazards fire extinguishing systems of limited size and scope.

The circuitry for the system 210 is not partitioned and is non-modular. It resides on a single printed circuit board which is mounted to the system chassis. Field wiring is connected to system via screw terminals mounted on the control panel circuit board. This allows for easy access for installation and service. It should be noted that installation is facilitated by the fact that the entire chassis, including all of the electronics, can be removed from the front and stored in a safe location while conduit and wiring is run to the enclosure.

The System 210 includes the following functional circuits:

- a. **D.C. Power Supply:** This supplies a nominal 28 volt d.c. potential with a 5% ripple at 3.0 Amperes. This is the fundamental d.c. operating power supply for the entire system. Therefore, the total current drain from the panel must never exceed 3.0 amperes at any one time. The Power Supply is designated as V3 (+) and V2 (-) and is fused at 5 Amperes.
- b. **Regulated Bias Supply:** This is a precisely regulated bias supply of 24.7 volts. It exists for the operation of non-reactive (non-inductive) signal level loads only. Fused at 1.5 Amperes.
- c. **Integral Battery Charger:** This is a linear feedback, constant voltage, current limited charging circuit. It will charge batteries to a 30 volt potential at a maximum current of .5 amperes. The recharge time is dependent on the Ampere-hour capacity of the batteries to be charged since the output voltage "folds-back" once the .5 ampere recharge current is reached. This battery charger is designed to fulfill the recharge requirements of a variety of battery chemistries. Rechargeable batteries designed for FLOAT CHARGE applications should be used for fire protection control equipment. Batteries using the lead/leadperoxide/acid chemistry (liquid lead acid, gelled electrolyte lead acid and sealed lead cells) or batteries using the nickel/cadmium chemistry (open nickel-cadmium cells or sealed NiCad) are available for float charge applications.

The System 210 battery recharge loop is supervised through all connections. The battery charger includes an ammeter and is fused at 5.0 Amperes.

- d. **3-wire Input Circuits:** There are two independent 3-wire input circuits implemented on the System 210. These circuits provide power to FIRETEK detectors and receive alarm inputs from the detectors. These circuits must be terminated with a FIRETEK end of line device (303-9120) in order to operate in the normal supervisory mode. The two 3-wire detection circuits have a current limitation of .5 Amperes. Thus no more than .5 Amperes can be supplied by the sum of both circuits and each one is fused at .5 Amperes. This translates to 60 ionization detectors (Model 303-2130, 303-2138). The maximum loop resistance is 5 between the control panel and the end-of-line device for each wire of the 3-wire loop.
- e. **2-wire Input Circuit:** This is a single limited current two wire input circuit for use with fire detection thermostats, manual pull stations, or other listed contact closure devices. It requires the 240-4301 End of Line Resistor in order to operate in the normal, supervisory mode. Maximum line resistance between the control panel and end-of-line resistor is 100 on each wire.
- f. **Supervised Abort Circuit:** The supervised abort circuit is a normally closed loop. When the loop is broken it generates a signal and acts to prevent the operation of the extinguishment output circuits regardless of the other input signals. When the abort circuit is restored to its normally closed state, the extinguishing time delay is not recycled.
- g. **Audible Output Circuit:** This is an output circuit which supplies a nominal 28 volt potential to audible devices such as alarm bells and horns. The circuit can be silenced with the alarm silence switch thus making this implementation of the panel suitable for water flow alarm. For water flow application refer to the example application section of this manual. The maximum current allowed from this current is .5 Amperes. The circuit is supervised and requires an end of line resistor, 240-4301.
- h. **Extinguishing Output Circuits:** There are 2 extinguishing output circuits on the System 210. One

has a factory set 20 second time delay. Once the time delay period is completed a 26 volt d.c. potential is applied to the appropriate output screw terminals. The second extinguishing output has no time delay associated with it. Both circuits are independently supervised and require the aid of time resistor 240-4301. Each output is independently fused and can drive a load of 20 Amperes. The extinguishing outputs cannot be silenced but can be aborted with the abort circuit.

- i. **Relay Contacts:** There is one set of "form C" dry relay contacts which transfer upon alarm and another set which transfer upon trouble. These contacts are rated at 1 ampere resistive at 28 volts d.c. or 120 volts a.c.
- j. **Programming:** The System 210 is field programmable to allow the precise tailoring of the control panel to the hazard. There is 3 databus line dedicated to each input circuit: 3-wire A, 3-wire B, Crossed Zone A & B, 2-wire. A programming socket is supplied for Extinguishing circuit A, Extinguishing circuit B and for the bypass of the time delay on Extinguishing circuit A. The sequence of operation for the panel is implemented with programming jumpers in the appropriate programming socket.
- k. **Ground Fault Detection:** All wiring except the A.C. power supply wires and those wired to the dry relay contacts are included in the ground fault detection circuit. If any D.C. wire loses isolation from earth ground such that the resistance between a wire and earth ground is less than 50,000 then the ground fault detection circuit will precipitate a trouble condition.

On the front of the control panel there are indicator lamps which will reflect the status of the panel. They are: power on, system alarm, system trouble, Zone A alarm, Zone B alarm and Zone C alarm. The last 3 indications correspond to the two 3-wire detection circuits and the 2-wire detection circuit. Each supervised circuit has associated with it an L.E.D. on the control panel circuit board which is illuminated when that particular circuit is in trouble. This trouble shooting is simplified to its utmost. The solid state components designed into the System 210 are of the higher reliability types. Hermetic transistors and power integrated circuits have been used throughout the system. All relay coils and fuses are supervised for added system reliability. The A.C. input is filtered with a pass band of 45 to 65 Hz to prevent erratic noise from entering the system from the public utility A.C. power supply. Please refer to the drawing 782-0210.

SYSTEM 210 OPERATION

The System 210 is a bus programmable control panel. Consequently, the sequence of operations of the panel can be tailored to accommodate a variety of fire detection problems. The information from the input circuits (detectors, manual stations, etc.) is channeled from the input end of the circuit (the top) to the output end (which is the bottom). The alarm signal is channeled to a given output via programming sockets on the circuit board.

When an input circuit transfers to the alarm state, it places a voltage on a line in the data bus which is dedicated for that input circuit. The use of the programming jumper connects the output circuit to that line in the data bus. Thus a connection is made between input circuit and output circuit. Each detection input circuit

has its own line in the data bus. In addition, there is a crossed zone decision circuit in the input end of the board. This then accounts for four (4) bus lines, one for 3-wire zone A, 3-wire zone B, 2-wire zone C and the crossed zone decision. These lines are abbreviated 3WA, 3WB, 2W and 4ZV respectively.

There are four output functions to be considered. The first is the general alarm output functions such as the main alarm lamp, main alarm relay transfer and general audible circuit. These functions are hardware connected to all lines in the data bus so that these functions are activated whenever any input circuit receives alarm information. However, there are three (3) other output functions which are programmable. They are extinguishment 1 with time delay, extinguishment 1 without time delay (essentially time delay by pass) and extinguishment 2 (there is no time delay for extinguishment 2). The extinguishment circuits differ from the audible output circuit in that the audible output circuit can be silenced with the alarm silence switch. The extinguishment circuits are aborted by interruption of the supervised abort circuit. There is a programming socket for each of the three (3) output functions. Consequently, to program an output function to happen as a result of a particular input condition one places a jumper across the programming socket on the data bus line. See drawing 782-1321.

When an input circuit goes into the alarm state the general alarm functions (alarm lamp, alarm relay contacts and alarm audible circuit) will become active. If a programmable output function is programmed onto the bus line allocated to that input circuit then that output circuit will operate also. The other output functions will stay inactive until they receive a signal from the data bus.

Once in the alarm state the audible device can be silenced by switching down the alarm silence switch. This will put the panel into the trouble state. The trouble can be silenced by switching down the trouble silence switch. The panel can be reset by depressing the reset switch momentarily. The extinguishment output circuits are disabled by the operation of the abort circuit. This will put the system into the trouble state and will prevent the activation of the extinguishment output circuits until the abort circuit is restored. The time delay on extinguishment 1 will continue to run even in an abort condition, the result being that when the abort station is released no additional time delay is added to that which has already run out. The 2-wire input overrides the abort circuit.

SYSTEM 210 SUPERVISION

In short, the System 210 supervises all field wired connections to the panel with the exception of the dry relay contacts and those connections to V1, V3 and V2 terminals. Thus the system supervises:

1. Presence of primary power supply (L1 indicator)
2. Presence of batteries and continuity of battery meter, battery fuse (FBT) and battery leads (L1 indicator)
3. Ground faults of 50K or less on all wiring except the A.C. primary supply and that wiring connected to dry relay contacts (L3, L4 indicators)
4. Continuity of the alarm relay coil, audible alarm circuit and audible alarm circuit fuse (FA) (L5 indicator)
5. Continuity of the wiring to 3-wire detection circuit

- A and fuse FCA (L9 indicator)
6. Continuity of the wiring to 3-wire detection circuit B and fuse FCB (L6 indicator)
 7. Continuity of the wiring to 2-wire detection circuit (L11 indicator)
 8. Continuity of the wiring for the abort circuit on screw terminals 1, 2, 3 and 4 (L14 indicator)
 9. Continuity of relay KE1, Fuse FE1 and the wiring on extinguishment circuit 1 (L12 indicator)
 10. Continuity of relay KE2, Fuse FE2 and the wiring on extinguishment circuit 2 (L13 indicator)
 11. The off-normal position (toggle down) of any of the control panel switches
 12. D.C. power supply fuses FV3 and FV1 (trouble audible sounding but trouble lamp not lit)

Any trouble condition causes a transistor circuit to sink a trouble bus. This in turn drops out the trouble relay, illuminates the main trouble lamp and drives the trouble audible device. The trouble audible can be silenced with the trouble silence switch. Once the trouble is corrected the troubled audible will "ring-back" until the trouble silence switch is restored to the normal (up) position.

Refer to the System 210 trouble shooting guide for detailed diagnostics. Also see drawing: B782-1316

POWER SUPPLY DESIGN RULES

When designing fire detection systems utilizing the System 210, there are certain limitations and restrictions which must be heeded. These limitations deal primarily with the power supply to the various field wired circuits. The following rules must be followed when designing a system with the System 210 control panel.

- a. The total current drawn from the D.C. power supply must at no time exceed 3.0 amperes.
- b. The total current drawn by the two 3-wire detection circuits must not exceed .5 amperes (3-wire circuit A and 3-wire circuit B combined). This translates to 60 303-2130 detectors
- c. The total current drawn from an extinguishment circuit must not exceed 2.0 amperes resistive (8 power factor)
- d. The total current drawn from the audible output circuit must not exceed 0.5 amperes resistive (8 power factor)
- e. The total current drawn through any of the dry relay contacts must not exceed 1.0 ampere resistive at 110 Vac. or 26 V d.c.

BATTERY STAND-BY DESIGN RULES

The battery supply for the System 210 must be of the proper capacity to support the system during an A.C. power interruption. The authority having jurisdiction over the hazard will define the battery stand-by capacity. Generally, the requirement is for 24 hours of supervisory operation followed by 15 minutes in alarm. Battery capacity is measured in terms of Watt-hours. However, since the system voltage is intended to remain constant, we can use the ampere-hour capacity ratings of batteries as a simplified measure of battery capacity.

The procedure for calculating battery stand by capacity is a relatively simple one. First we add up the current consumed by the entire fire detection system, including detectors and control panel while in the normal quiescent state. Multiply this total current (in amperes) by 24

hours to get the quiescent ampere-hours. Then assume that 10% of the detectors (but no less than 2 detectors if there are fewer than 20) are in alarm. Also assume that all of the system outputs are energized concurrently. Add up all of the current drawn by the detectors, output devices and control panel in amperes. Multiply the alarm state amperes by 25 hours (15 minutes) to get the alarm ampere-hours. Add the quiescent ampere-hours and the alarm ampere-hours to get the total ampere-hour requirement. Choose a battery set that has a capacity larger than the total ampere-hour requirement just calculated. The battery terminal voltage must be 30 volts. If several batteries are connected in series to make a total terminal voltage of 30 volts then each battery in the group must be of the same ampere-hour capacity. The current figures found below should facilitate battery calculations.

INSTALLATION NOTES:

1. When connecting wiring to the panel be certain that there is no A.C. potential (voltage) on any of the wires to be connected to the low voltage D.C. screw terminals. The high voltage of the A.C. connected wire will destroy the solid state devices that make up the circuitry of System 210.
2. When connecting the leads of the battery to the battery charger terminals be sure that the polarity is correct. The positive lead of the battery should be connected to the B+ terminal and the negative lead should be connected to the V2 terminal. This is shown on drawing 782-0210-101. Polarity reversal may result in damage to the regulator circuitry.
3. The System 210 can be installed in the surface or semi-flush mode. Refer to drawing 782-1322.
4. Batteries must be housed in a separate, listed, N.E.M.A.1 enclosure such as FIRETEK 210-2000 or Hoffman A-18M12A.

SYSTEM 210 APPLICATIONS

The System 210 has been designed to accommodate a number of different fire detection hazards by alterations in the system programming and circuit assignment. Different sequences of events can be accomplished by changing the programming of the control panel and by assigning different tasks to particular input and output circuits. For example in Halon hazard areas using ionization detection screw terminals 17 and 18 are used for the audible alarm devices and thus are silencible with the alarm silence switch. However, for water flow detection the audible alarm device must not be silencible. Therefore, the audible device would be wired to screw terminals 15 and 16, and the system must be programmed such that extinguishment output 2 responds to the alarm signal of the water flow supervisory input circuit. In addition, the abort circuits must not be used. This and other examples are shown in the following drawings. These drawings, however, do not represent an exhaustive list of possible applications. For an application differing from those illustrated here, consult the FIRETEK applications engineering staff.

The System 210 control panel is shipped with all positions of the programming sockets occupied, the unnecessary jumpers to be removed and discarded, unless otherwise requested.

Drawing 782-1317

This is a simple crossed-zone system much like that which is found in most computer rooms. The detectors are wired into Zone A (screw terminals 7, 8 and 9) and Zone B (screw terminals 10, 11, and 12). In this particular case the detectors on both zones use a common power supply from screw terminals 7 (+) and 9 (-).

When the first ionization detector goes into alarm, the general audible circuit is energized as are the main alarm lamp and alarm relay. When the second zone of detection goes into alarm the crossed-zone (XZN) circuit is energized. Since there is a programming jumper in the XZN location of the Time Delayed Extinguishment circuit (TDEXT1) programming socket the time delay circuit is energized and after the delay period the extinguishment circuit 1 will be energized. At the same time since the extinguishment circuit 2 programming socket is also programmed with a jumper in the XZN position, the discharge horn will be energized. This circuit cannot be silenced with the Alarm Silence switch as can the General Audible circuit.

When the manual release station is actuated the 2-wire input circuit is alarmed. Extinguishment circuit 1 programming socket is programmed in the 2W position as is extinguishment circuit 2. Consequently, the discharge horn will sound and the Halon release solenoid will be energized immediately. Naturally, if the manual release station were actuated during the extinguishment 1 time delay, the remainder of the time delay would be by-passed and agent release would proceed immediately.

The abort circuit is a normally closed loop which when opened puts the system into the trouble state and prevents the extinguishment output circuits from being energized. As wired, in this panel the abort circuit overrides all other inputs, except the 2-wire input.

Drawing 782-1318

This system differs very little from the system sketched out on drawing 782-1317. The 2-wire input circuit has been reprogrammed so that it energizes the time delay for extinguishment circuit 1, rather than the time delay by-pass. To accomplish this mode of operation the manual station could alternatively be wired into the crossed-zone 3-wire circuits as illustrated on drawing 782-0210.

Drawing 782-1319

This system is not a crossed-zone system. Each detection loop operates independently. The programming socket for extinguishment circuit 1 is programmed to respond to detection circuit A only. The programming socket for extinguishment circuit 2 is programmed to respond to detection circuit B only. The general audible

alarm circuit is energized whenever either input circuit is in alarm. The 2-wire must be terminated with the end of line resistor (240-4301) since it is not being used. Consequently, when input Zone A goes into alarm output 1 will be energized along with the bell. When input Zone B goes into alarm output 2 will be energized along with the bell.

Drawing 782-1320

This example shows the System 210 as a detection panel with water flow supervision. The National Fire Codes require that the audible device used to announce water flow be unattenuable. This is accomplished by connecting the water flow audible device to an extinguishment output circuit and not using the abort circuit. This last point is crucial. The abort terminals (1,2,3,4) must not be used under any circumstance when water flow is being supervised. This system could be expanded to a crossed-zone system with Halon release from extinguishment circuit 1 if desired but the abort terminals (1,2,3,4) must not be used. Also note that if a 3-wire input circuit is not used as in this example it must still have an end of line device 303-9120 (ELD) attached to its screw terminals.

ITEM	QUIESCENT CURRENT	ALARM CURRENT
SYSTEM 210	100mA	275mA
This quiescent current includes all supervisory currents.		
The alarm current assumes all input circuits and output circuits in the alarm state.		
Input Devices		
Ionization detector 303 2130/2135	3.5mA	35mA
Thermal Detector 303 5136	0mA	55mA
Manual Stations (on 2-wire circuit)	0mA	0mA
Abort Stations	0mA	0mA
Output Devices		
Bells	0mA	U.L. Nameplate Rating
Horns	0mA	U.L. Nameplate Rating
Extinguishment Solenoids	0mA	U.L. Nameplate Rating
1000mA = 1.0 Amperes Volts = Ohms x Amperes Watts = Volts x Amperes		

FIRETEK
CORPORATION

52 THOMAS ROAD • HAWTHORNE, N.J. 07506

Rechargeable Gel-Type Batteries

Models PS-561-2008, PS-561-2015 and PS-561-2030

FEATURES

- GEL ELECTROLYTE
- LEAK PROOF
- EASY HANDLING
- OVERCHARGING PROTECTION
- CYCLE OR FLOAT APPLICATIONS
- NO POLARITY CHANGE
- HIGH DISCHARGE RATE
- COMPACT AND RUGGED
- EXTENDED SHELF LIFE

PS-561-2015



PS-561-2008

PS-561-2030

SPECIFICATIONS

Model	Part No.	Nominal Voltage	Rated Capacity (20°C)	20 hr. discharge Rate (mA)	Dimensions (inches)			Weight (lb)				
					Length	Width	Height	Case	Net			
PS-561-2008	575-6000	6	8	400	3.74	9.9	2.17	5.9	153	115	3.3	1.5
PS-561-2015	575-6200	6	15	750	3.54	9.0	3.15	8.5	654	165	6.60	3
PS-561-2030	575-6600	6	30	1500	6.22	10.58	3.35	8.5	642	163	6.68	5.4

Tolerances are 0.04 in. (1.0 mm)

Weight per terminal

Standard terminals for all models are Quick Disconnect (type 0187) designed to meet MIL-AMP-INC. FASTEN 147 series receptacles or equivalent.

CAPACITY

Battery capacity, expressed in ampere-hours (A-H), is the product of the current discharged and the length of time over which the battery is discharging. The battery units are rated by their performance over 20 hours of constant current discharge at a room temperature of 68°F (20°C).

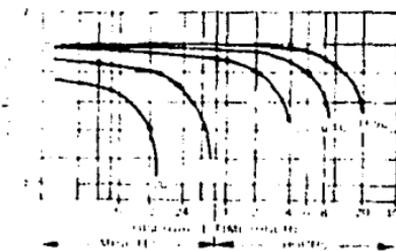
The Rated Capacity of the battery is determined under a power drain condition whereby after 20 hours of constant current discharge the potential across the battery terminals drops from an open circuit voltage of 2.1 volts to 1.72 volts per cell. The current which is discharged at this 20 hour rate is defined as the Rated Current (C₂₀).

CHARGING

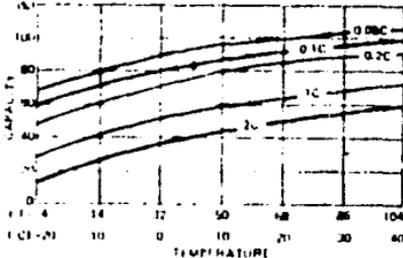
Cycle Applications: Limit initial current to 0.20C (C is the nominal A-H capacity of the battery). Charge until battery voltage (under charge) reaches 2.45 volts per cell at 68°F (20°C). Hold at 2.45 volts per cell until current drops to approximately 0.01C ampere. Battery is fully charged under these conditions, and charger should either be disconnected or switched to "float" voltage.

"Float" or "Stand-By" Service: Hold battery across constant voltage source of 2.25 to 2.30 volts per cell continuously. When held at this voltage, the battery will seek its own current level and maintain itself in a fully charged condition.

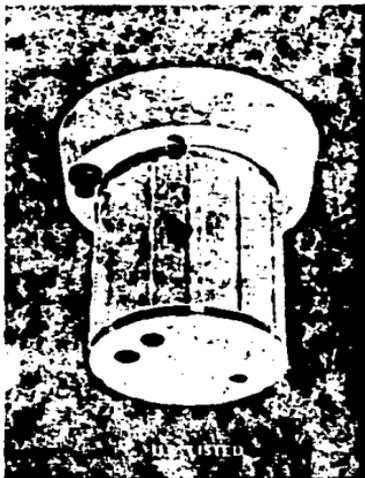
Discharge Current vs. Time



Capacity vs. Temperature



FIRETEK



DESCRIPTION:

The model 303-2160 is a dual chamber, nominal 24 volt device using the ionization principle to sense both visible smoke and invisible particles of combustion.

The inner or reference chamber enables the detector to adjust to normal changes in humidity, temperature, and pressure. The outer chamber measures the presence of smoke or invisible combustion products.

The 100% solid state circuit achieves singular stability by means of 3 stages.

- 1) The first stage is a junction FET which senses the change in voltage which results when combustion products enter the outer chamber.
- 2) The second stage is essentially a voltage comparator which screens out minor fluctuations in the output of the first stage and amplifies only the signals which satisfy its level requirements.
- 3) The third stage is a timer. It requires that the second stage output signal be present for a nominal 500 milliseconds before locking the detector into alarm.

This inherent stability not only protects the end-user from false alarms but makes the detector ideal where expensive agents are present in automatic fire extinguishing systems. The result is the combination of great sensitivity with stability.

The detector's sensitivity ranges from 150 to 250 as measured on Firetek's sensitivity checker 450-1020. Sensitivity can be checked and adjusted in the field without detaching the detector from the common socket. Firetek's Sensitivity Checker, Model 450-1020, gives a digital value which allows an operator to eliminate possible human error.

IONIZATION FIRE DETECTOR MODEL 303-2160

MEETS OR EXCEEDS U.L. 268 STANDARDS

The detector plugs into a common socket 303-9610 which will accept detectors utilizing other modes of detection as well. The soft-white melamine socket harmonizes with ceiling decors. Its bright red lensed lamp is rated at 14 Average MSCP (Mean Spherical Candle Power) so that brightness helps in locating the alarm point quickly.

The common socket permits wiring to an individual remote signal lamp without wires returning to the control panel. It may also house the End of Line Device, Model 303-9120, or Auxiliary Relay, Model 303-9130. A detector retaining set-screw is provided in the socket to discourage unauthorized detachment of detector.

The common socket can be mounted on any standard 4" octagon or round wiring box and is so dimensioned that it provides its own plastic ceiling trim.

The detectors are used in conjunction with Firetek's System 240, 624 and 210 control equipment. Their low power consumption together with Firetek's unique 3-wire concept (U.S. Patents Applied for) make possible the installation of as many as 120 ionization detectors on a single loop. The detector is fully compatible with both cross-zoning, Firetek's new priority matrix location philosophy, and detector counting.

The 303-2160 Ionization Detector has been listed by Underwriters Laboratories. This detector meets or exceeds all the test criteria established in U.L. 268.

APPLICATION

Underwriters Laboratories Inc. does not list a specific spacing for ionization detectors. They are tested in a 36 ft. by 22 ft. room with a smooth 10 ft. ceiling and no air movement. With a distance between the fire and the detector of 17.7 ft. one arrives at an implied spacing of 25 ft. between detectors and hence 625 sq. ft. per detector. This implied spacing should only be used as a maximum limitation guide.

Ceiling obstructions, air movements and the nature of the hazard should be given serious consideration in engineering both the spacing and location.

Consult N.F.P.A. 72E for further information on detector placement.

Detector detached from common socket



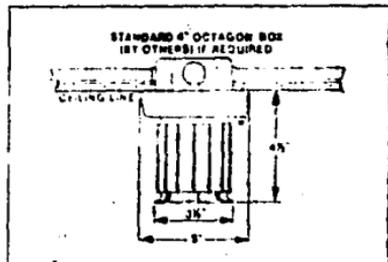
The typical applications for Ionization Detectors are areas where the atmosphere does not contain high levels of airborne contaminants. Examples of this would include: Data Processing areas, Communication areas, Hospitals, Nursing Homes, Libraries, Museums, Vaults, Warehouses, etc. There are many laboratories or other types of test facilities which are appropriate applications for Ionization Detection. For further information contact the Firetek Corporation.

Underwriters Laboratories tests these detectors for their performance under extremes in ambient conditions. In many cases testing at Firetek has exceeded the U.L. Test considerably. The following environmental limitations are supplied for reference. Where the application exceeds the U.L. test consult the factory.

Temperature Range (U.L.)	30°F. (0°) to 100°F. (38°C)
(FIRETEK)	40°F. (-40°C) to 175°F. (80°C)
Ambient Humidity (U.L.)	20% to 90% Relative C.H.
(FIRETEK)	85% at 80°F. long term 5% to 95% to 100°F.
Air Velocity (U.L.)	800 fpm (4 m/sec)
(FIRETEK)	0-200 feet per minute
Barometric Pressure (U.L.)	0-1250 feet per minute
(U.L.)	10 inches of 2 inch HG 31 to 28 inches HG
Corrosion Resistance (U.L.)	A) 0.1% H ₂ S (Hydrogen Sulfide) in air saturated with water for 10 days
	B) 1.0% Carbon Dioxide and 5% SO ₂ (Sulphur Dioxide) in air saturated with water for 10 days
Static Discharge (U.L.)	10KV
(FIRETEK)	15 KV

ARCHITECT'S SPECIFICATIONS:

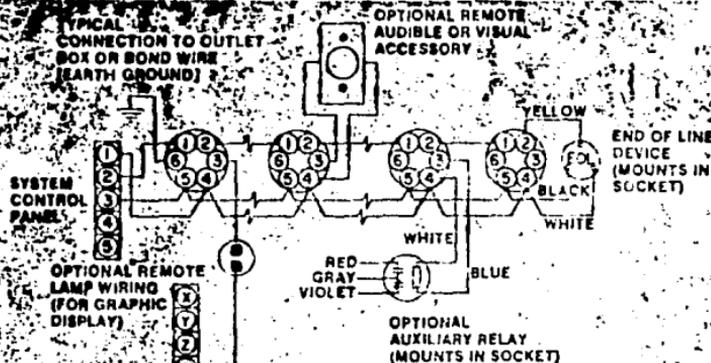
The fire detector shall be FIRETEK Model 303-2180 ionization unit. It shall detect both visible and invisible particles of combustion by means of an inner reference chamber and an outer sample chamber. The sensitivity shall be adjustable in the field without detaching the unit from its socket and be stated exactly in terms of the Sensitivity Checker's digital output. To minimize human error and obtain reproducible measurements the Sensitivity Checker used must incorporate both an automatic timer and a "lock-in" circuit for the reading utilizing the dynamic threshold tap method.



The detector shall plug into a common socket, housing a bright red lensed lamp (rated at 14 MSCP) that will light upon alarm. Once alarmed the detector shall not affect any other detectors' sensitivity even though on the same loop. The common socket shall be capable of receiving other types of detection and auxiliary relays. It shall employ Firetek's unique three wire loop.

The detector shall have a three stage circuit for maximum stability with maximum sensitivity. The last stage shall be a timer with a nominal 500 millisecond duration qualifier. The detector shall be equipped with a metallic outer shell electrically connected to the bond wire in the common socket so as to provide an electrostatic shield around the ionization chambers. The detector shall be compatible with the priority matrix concept of application, cross zoning or detector counting.

Do not megger the lines with sockets installed. Follow the procedures outlined in the Firetek Instruction Manual.



FOR FURTHER INFORMATION CONTACT:

FIRETEK
CORPORATION

53 THOMAS ROAD • HAWTHORNE, N.J. 07506
(201) 427-9804

FIRETEK

CORPORATION

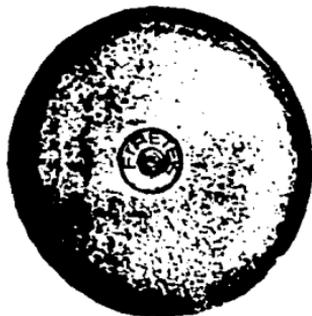
541 LEXINGTON AVE • CLIFTON, N.J. 07011

priority
matrix

Low Power Consumption Alarm Bells

DC INDOOR/OUTDOOR

MODELS: 306-1111 6", 24 VOLT DC.
306-1112 8", 24 VOLT DC.
306-1113 10", 24 VOLT DC



Available in three sizes, 6", 8" and 10" for indoor or outdoor use, they are designed to consume only 1.5 watts during operation.

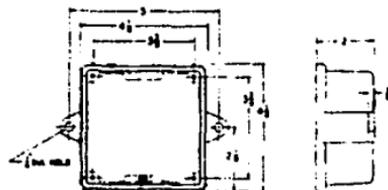
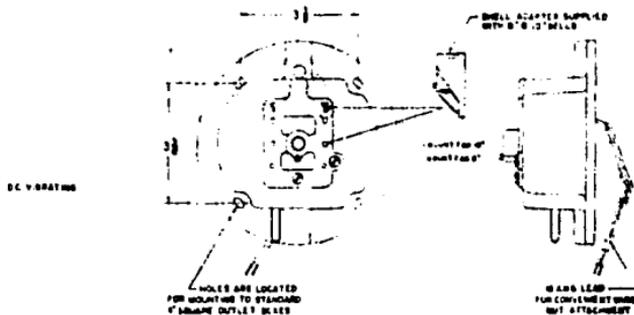
All bells are DC vibrating units which give maximum DB ratings with minimum power consumption. — All bells have a Series diode for use in supervised systems.

CONSTRUCTION — All bells are constructed of the highest quality materials to ensure reliability and long life. The housing is of die cast ZAMAC and a transfer molded pileup with silver contact points is utilized with an armature type motor mechanism to provide the highest possible sound output with the lowest possible power consumption.

FINISH — Bells and accessories are available in baked silver hammertone finish. Other colors are available upon request.

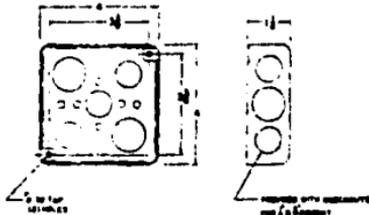
MOUNTING — The bells are designed to fit any standard 4" square outlet box. An adapter plate for other types of mounting is available.

MOUNTING INFORMATION



WEATHERPROOF BACKBOX

Sturdy ZAMAC die cast housing. 4 1/4" square by 2" deep with either 1/2" or 3/4" threaded conduit holes for outdoor applications (specify either 1/2" or 3/4" conduit thread when ordering).



STANDARD BACKBOX

Standard 4" square steel outlet box provided with 1/2" and 3/4" knockouts for interior surface mounting, concealed conduit mounting or semi-flush applications.

ELECTRICAL AND PERFORMANCE SPECIFICATIONS

D.C. POLARIZED (2)			
RATED (1)	COIL RES.	CURRENT	MAX.
VOLTAGE	(OHMS)	(AMPS)	POWER
24VDC	145.0	0.083	1.5 W

NOMINAL DB RATING AT 10 FEET (3)		
GONG SIZE		
6"	8"	10"
92	93	94

NOTES:

- DC operating volts operate at a voltage of from 80% to 110% of V-rated, however, maximum performance is obtained at rated voltage.
- These units have a series diode for supervised system application. They will operate only with plus voltage applied to the RED lead.
- Due to the difference in frequency and overtones, the toner output will sound louder than the measured dB indicates. All dB readings are taken at 10 feet in anechoic chamber.

FIRETEK
CORPORATION

541 LEXINGTON AVE • CLIFTON, N.J. 07011
(201) 772-4391

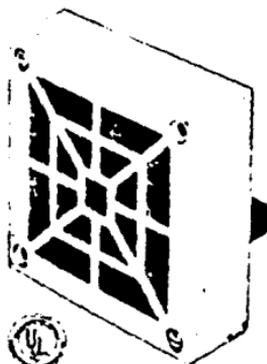
FIRETEK

53 THOMAS ROAD • HAWTHORNE, N. J. 07036

**Priority
Instruments****ALARM HORNS
DC INDOOR/OUTDOOR**

MODELS: 306-1114, 24 VOLT D.C.

306-2011, SEMI-FLUSH HORN PLATE



LOW POWER DC HORNS — Extremely sensitive horns for smooth penetrating sound output — maximum start voltage 60% E, — tested for over 300 hours of continuous operation.

CONSTRUCTION — All units are constructed of high quality materials: ZAMAC die castings for housings and chassis; aerospace grade aluminum for diaphragm; blue, tempered, and polished armature spring; transfer molded contact pile-up; tungsten contact points; unique solid state coil suppression and corrosion-proof finishing to meet the 20 year life requirements of the telephone industry.

FINISH — The horn unit and all accessories are available in baked silver hammer-tone finish. Other colors are available upon request.

MOUNTING — The horns are designed to fit any standard 4" square cutout box. A full line of accessories to suit all types of installation are available.

FIBETEKFIBER OPTIC COMMUNICATIONS
CORPORATION • MANASSAS, VIRGINIA**501052**
STATION

Manual Stations Non-Coded

MODELS
SOS-1111
SOS-1121

- UL and EFM Listed
- All Metal Construction
- Simple To-Reset Or Test
- Break-Glass Rod
- Enclosed Switch
- Spare Glass Compartment

Features

Shock and Vibration Resistant - Rugged construction provides high resistance to accidental operation of contacts from sudden shock or vibration.

Contact Rating - 3 Amperes at 125 volts A. C. or D. C.

Recessed Pull Lever - Accidental operation of station by contact with moving objects is virtually impossible because pull lever is flush with the front of the station and must be pulled down rather than pushed in.

Glass Rod - Provides additional protection against tampering. Self-clearing design prevents jamming of station. Operated station is readily detected because pull lever locks in operated (down) position.

Simple Resetting - A standard Allen head latch just above the trademark is loosened by a 1/4 turn to the left to allow front to swing down and provide access to spare glass compartment. Station can be reset without glass rod and will function normally by swinging front up and turning Allen head latch 1/4 turn to right.

Operational Test - To test the system, the Allen head latch is loosened and the front swung down, thus operating switch.

General Information

A firm downward pull is all that is required to break the glass rod, even below the handle, this actuates the switch to sound the alarm. The glass rod simply breaks in two - eliminating the need to remove glass fragments.

To silence the alarm the station must be opened. A quarter turn of the key opens the station and permits the handle to be returned to its silent position. The glass rod is not required to return the handle to this position. However, a spare glass rod is provided and is stored within the station for replacement.

The front of the station is hinged to open with the key when it is desired to operate the system for drill and test purposes.

A switch closes the circuit when the handle is operated to sound the alarm. This switch assures positive contact and is normally constant.

Ordering Information

Cat. No.	Description
SOS-1111	1 N.O. Contact
SOS-1121	2 N.O. Contacts
SOS-113	Surface Box

... ..

... ..

... ..

Operating Instructions



Fig. 2 Station is operated, as pictured, by a downward thrust



Fig. 3 Station in open position for resetting



Fig. 4 Inserting new Glass Rod in operating position

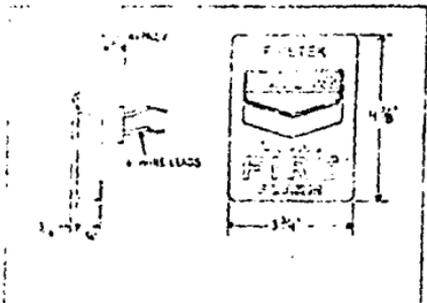


Fig. 5 Outline Dimensions of station

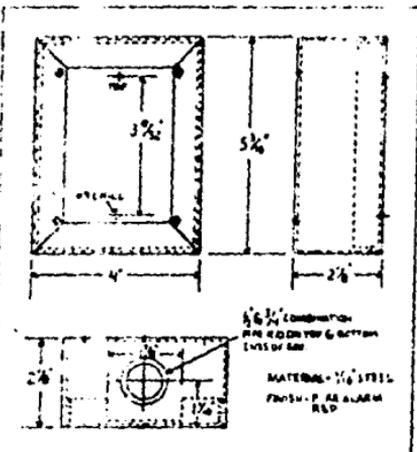


Fig. 6 Outline Dimensions of Surface Mounting

FIREFTEK
CORPORATION

53 THOMAS ROAD • HAWTHORNE, N.J. 07506
12011-477-2804

T A B L A D E R E F E R E N C I A S .

T A B L A D E R E F E R E N C I A S .

- 1) Varios.
TECNOLOGIA DE INCENDIOS.
Editorial: Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad
A.C. (AMHSAC).
México 1983.
- 2) Ing. Jesús Tavera B.
SEGURIDAD INDUSTRIAL.
Editorial: AMHSAC.
México 1982.
- 3) Consejo Interamericano de Seguridad (CIAS).
MANUAL DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES PARA OPERACIONES
INDUSTRIALES.
Editorial: MAPFRE.
España 1979.
- 4) National Fire Protection Association (NFPA)
NATIONAL FIRE CODES.
Editorial: NFPA.
E.E.U.U. 1983.
Norma NFPA 12A "HALON 1301 Fire Extinguishing Systems".
- 5) Du Pont Company.
DU PONT HALON 1301 EXTINTOR DE FUEGO.
Editó: Ducilo.
México 1983.
- 6) National Fire Protection Association (NFPA).
MANUAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.
Editorial: MAPFRE.
E.E.U.U. 1983.
- 7) Fenwal Corp.
HALON 1301 FIRE SUPPRESSION SYSTEMS MAINTENANCE MANUAL.
Editó: Fenwal Corp.
E.E.U.U. 1978.
- 8) Bete Fog Nozzle Inc.
BETL FOG NOZZLE MANUAL.
Editó: B.F.N. Inc.
E.E.U.U. 1982.

B I B L I O G R A F I A .

B I B L I O G R A F I A

- Consejo Interamericano de Seguridad (CIAS).
MANUAL DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES PARA OPERACIONES
INDUSTRIALES
Editorial: MAPFRE
España 1979
- Varios.
TECNOLOGIA DE INCENDIOS
Editorial: Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad
A.C. (AMHSAC)
México 1983
- Ing. Jesús Tavera B.
SEGURIDAD INDUSTRIAL
Editorial: AMHSAC
México 1982
- Ing. Enrique Lago Paz
EL ABC D LOS EXTINTORES
Editorial: AMHSAC
México 1982
- National Fire Protection Association (NFPA)
MANUAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO
Editorial: MAPFRE
E.E.U.U. 1983
- National Fire Protection Association (NFPA)
NATIONAL FIRE CODES
Editorial: NFPA
E.E.U.U. 1983

Normas utilizadas:

- NFPA 10 "Portable Fire Extinguishers"
- NFPA 12 "Carbon Dioxide Extinguishing Systems"
- NFPA 12A "HALON 1301 Fire Extinguishing Systems"
- NFPA 12B "HALON 1211 Fire Extinguishing Systems"
- NFPA 72E "Automatic Fire Detectors"
- NFPA 75 "Computer/Data Processing Equipment"

- Fenwal
HALON 1301 SYSTEMS DESIGN MANUAL
Editó: Fenwal Corp.
E.E.U.U. 1978
- Fenwal
HALON 1301 FIRE SUPPRESSION SYSTEMS MAINTENANCE MANUAL
Editó: Fenwal Corp.
E.E.U.U. 1978
- Bete Fog Nozzle Inc.
BETE FOG NOZZLE MANUAL
Editó: B.F.N. Inc
E.E.U.U. 1982
- Du pont Company
DU PONT HALON 1301 FIRE EXTINGUISHANT AND SAFETY
Editó: Du pont Co.
E.E.U.U. 1981
- Forex Chemical Corp.
LOS PYROFORANE 1301 y 1211 EMPLEADOS EN INSTALACIONES
FIJAS
Editorial: UGINE KUHLMANN
México 1982
- Forex Chemical Corp.
COMPARISON OF HALON 1301, HALON 1211 AND CARBON DIOXIDE
IN FIXED INSTALLATIONS
Editorial: Pcuk
E.E.U.U. 1983
- Du Pont Company
DU PONT HALON 1301 EXTINTOR DE FUEGO
Editó: Ducilo
México 1983
- Ansul Co.
FACTS ABOUT PROTECTING ELECTRONIC EQUIPMENT AGAINST FIRE
Editó: Wormald
E.E.U.U. 1984
- Firetek Corporation
CATALOGO DE PRODUCTOS
Editó: Firetek Corporation
E.E.U.U. 1983

I N D I C E

I N D I C E

La Importancia de la Protección Contra Incendio	II
El Ingeniero y la Seguridad Industrial	IV
Introducción	V

CAPITULO I.-

GENERALIDADES SOBRE EL FUEGO	1
1.1. Conceptos Generales	2
1.2. Componentes del Fuego	8
1.3. Propagación del Fuego	13
1.4. Fuentes de Ignición	15
1.4.1. Energía Calorífica Química	15
1.4.2. Energía Calorífica Eléctrica	16
1.4.3. Energía Calorífica Mecánica	18
1.4.4. Energía Calorífica Nuclear	19
1.5. Métodos de Extinción del Fuego	20
1.5.1. Método de Separación	20
1.5.2. Método de Sofocamiento	20
1.5.3. Método de Enfriamiento	21
1.5.4. Método de Inhibición Química de la Flama	21
1.6. Clases de Fuego y su Extinción	21

CAPITULO II.-

IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL	24
2.1. Efectos de los Productos de la Combustión en el Ser Humano	25
2.1.1. Gases de la Combustión	25
2.1.2. Flama	29
2.1.3. Calor	30
2.1.4. Humo	32
2.2. Consecuencias de los Incendios en las Indus- trias	33
2.3. Importancia de la Seguridad Industrial	36
2.4. Prevención de los Accidentes	37
2.5. Organización del Programa de Seguridad	41
2.5.1. Definición	41
2.5.2. Elementos Básicos de la Organización de Segu- ridad	42
2.6. Comités de Seguridad	54
2.6.1. Objetivos	54
2.6.2. Tipos de Comités	54
2.6.3. Funciones Básicas	56
2.6.4. Reglas a Seguir	57
2.6.5. Organigrama	57
2.6.6. Elección y Duración del Mandato	57
2.6.7. Políticas y Procedimientos	59
2.6.8. Sistema de Sugerencias	60
2.6.9. Comités Especiales	61
2.7. Planes de Emergencia	62
2.7.1. Clases de Emergencia	63

CAPITULO III.-

	DIFERENTES SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO	72
3.1.	Agua	73
3.2.	Bióxido de Carbono	80
3.2.1.	Propiedades del Bióxido de Carbono	81
3.2.1.1.	Propiedades Termodinámicas	81
3.2.1.2.	Almacenaje	83
3.2.1.3.	Propiedades de Descarga	83
3.2.1.4.	Densidad	84
3.2.1.5.	Toxicidad	84
3.2.2.	Propiedades Extintoras	85
3.2.2.1.	Extinción por Sofocamiento	85
3.2.2.2.	Extinción por Enfriamiento	86
3.2.3.	Limitaciones como Agente Extintor	86
3.2.4.	Riesgos al Personal	87
3.3.	Polvo Químico Seco	88
3.3.1.	Principales Tipos de Polvos Químicos	88
3.3.2.	Propiedades Físicas	90
3.3.2.1.	Estabilidad	91
3.3.2.2.	Toxicidad	91
3.3.2.3.	Tamaño de Partículas	91
3.3.3.	Propiedades de Extinción	92
3.3.4.	Usos y Limitaciones	94
3.4.	Espumas	95
3.4.1.	Tipos de Espumas	95
3.4.2.	Usos y Limitaciones de las Espumas	99
3.5.	Agentes Halogenados	100

3.5.1.	Composición Química y Nomenclatura	101
3.5.2.	Usos	103
3.5.3.	Propiedades de los Agentes Halogenados	105
3.5.4.	Toxicidad y Efectos Irritantes	105
3.5.5.	Productos de Descomposición de los HALONES	108
3.6.	Agentes Extintores Para Metales Combustibles (Clase D)	109
3.6.1.	Algunos Agentes Extintores	110
3.7.	Extintores Portátiles	113
3.7.1.	Definiciones	114
3.7.2.	Relación de los Extintores con las diferentes Clases de Fuego	115
3.7.3.	Clasificación y Rangos de los Extintores	117
3.7.4.	Funcionamiento y Mantenimiento de Extintores	121
3.7.5.	Característica de los Extintores	127
3.7.6.	Uso de los Extintores	130

CAPITULO IV. -

	PROTECCION CONTRA INCENDIO CON HALON 1301	131
4.1.	Generalidades	132
4.1.1.	Propiedades Físicas	132
4.1.2.	Características Extintoras	133
4.1.3.	Mecanismo de Extinción	134
4.1.3.1.	Teoría del Radical Libre	135
4.1.3.2.	Teoría Iónica	136
4.1.4.	Usos y Limitaciones	136
4.2.	Tipos de Sistemas de Aplicación	137
4.2.1.	Sistemas de Aplicación de Inundación Total	137

		242
4.2.2.	Sistemas de Aplicación Local	139
4.3.	Almacenamiento	139
4.4.	Sistemas de Distribución	140
4.4.1.	Tubería	140
4.4.2.	Toberas de Descarga	140
4.5.	Normas que Rigen su Uso	145
4.6.	Concentración Necesaria de HALON 1301	145
4.7.	Tiempo de Descarga	145
4.8.	Dispositivos de Operación	146
4.9.	Mantenimiento	146
4.10.	Instrucción al Personal	146
4.11.	Riesgos al Personal	146
4.12.	Efectos sobre los Materiales de Construcción	148

CAPITULO V.-

	DESARROLLO DEL PROYECTO	154
5.1.	Descripción del Lugar a Proteger	155
5.2.	Efectos de los Productos de la Combustión en las Computadoras	158
5.2.1.	Efectos Provocados por el Calor	158
5.2.2.	Efectos Provocados por el Humo	158
5.2.3.	Efectos Debidos al Desprendimiento de Gases	158
5.3.	Justificación del Uso del HALON 1301 como Agente Extintor	159
5.3.1.	Comparación de Propiedades Físico-Químicas	160
5.3.2.	Comparación de las Características de Servicio	163
5.3.3.	Aplicación	163
5.3.4.	Características de la Descarga	164

5.3.4.1.	Alteración del Contenido de Oxígeno en el Recinto	165
5.3.5.	Efectos de los Tres Productos	166
5.3.6.	Utilización	167
5.3.6.1.	La mayor volatilidad del HALON 1301	168
5.3.6.2.	La menor volatilidad del HALON 1211	168
5.3.6.3.	En lo Referente al Precio del Equipo y del Agente	168
5.3.7.	Selección del HALON 1301	169
5.4.	Cálculo del Sistema Contra Incendio	170
5.4.1.	Cálculo del Volumen del Recinto a Proteger	171
5.4.2.	Cálculo de la Cantidad de HALON 1301 Necesario	171
5.4.3.	Selección de los Recipientes para Contener el HALON 1301	172
5.4.4.	Cálculo de las Tuberías de Distribución	175
5.4.4.1.	Selección de las Toberas	179
5.4.5.	Equipo Adicional	191
5.4.5.1.	Detectores de Productos de la Combustión	191
5.4.5.2.	Campanas de Alarma	194
5.4.5.3.	Unidad de Control del Sistema	195
5.4.5.4.	Botón de Disparo Manual	196
5.4.5.5.	Botón de Aborto	197
5.5.	Protección de Zonas Adyacentes	197
5.6.	Equipo Necesario para el Proyecto	198

CAPITULO VI.-

ESTUDIO ECONOMICO	200
6.1. Costo del Equipo	204

	244
CONCLUSIONES	207
APENDICE	212
TABLA DE REFERENCIAS	232
BIBLIOGRAFIA	234
INDICE	237