

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“PROTECCION DE LA CAPA DE OZONO PROMOVIENDO  
EL USO DEL SISTEMA DE EXTINCION DE INCENDIO CON  
FM - 200”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO SANITARIO**

PRESENTADO POR:

**RUDY HURTADO ANGEL**

LIMA – PERÚ  
2005

## RESUMEN

El presente informe trata de hacer conocer y fomentar el uso del Gas FM 200 como sustituto del halon 1301, por ser una de las opciones más confiable en el mundo para la Protección Contra Incendios que no dañan la Capa de Ozono.

El agente de extinción de incendios FM-200, a diferencia de otras alternativas de protección contra incendios, no deja residuos aceitosos, partículas, agua, ni materiales corrosivos, de manera que no causa daños colaterales a bienes valiosos, al equipo electrónico delicado ni a ninguno de los objetos que necesite proteger. Su uso es seguro en espacios habitados.

Los sistemas con FM-200 pasan prácticamente desapercibidos ya que ocupan menos espacio de almacenamiento que la mayoría de los demás sistemas de extinción de incendios. También se beneficiará el medio ambiente protegiendo la Capa de Ozono.

El agente de extinción de incendios FM-200 no agota la capa del ozono de la estratosfera y tiene un impacto ambiental mínimo en comparación con el que puede tener un incendio catastrófico.

Es una solución que está actualmente operando en más de cien mil aplicaciones y en más de 70 países alrededor del mundo. Cuando se suma todas las ventajas, es fácil apreciar por qué el agente de extinción de incendios FM-200 es la opción más confiable en el mundo para la protección contra incendios que no daña la Capa de Ozono.

Finalmente, el Gas FM-200 permite, a quienes lo utilizan, estar plenamente en regla con las normas actuales de protección ambiental, cuyo impacto es aceptado, teniendo a la Ingeniería Sanitaria como medio para la difusión de su uso.

**PROTECCION DE LA CAPA DE OZONO PROMOVRIENDO EL USO DEL SISTEMA  
DE EXTINCION DE INCENDIO CON FM – 200**

- I. CARATULA.
- II. DEDICATORIA.
- III. AGRADECIMIENTO.
- IV. RESUMEN.
- V. INDICE.

**INDICE**

**INTRODUCCION**

**CAPITULO I OBJETIVOS**

**CAPITULO II ANALISIS DEL PROBLEMA**

- 1. – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
  - 1.1.- JUSTIFICACION DEL USO DE FM - 200.
    - 1.1.1.- Justificación técnica, económica y social.
    - 1.1.2.- Contexto Mundial.
- 2. – MARCO TEORICO.
  - 2.1.- ASPECTOS GENERALES.
    - 2.1.1.- Propiedades Generales.
    - 2.1.2.- Importancia.
    - 2.1.3.- Calidad.
  - 2.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS.
    - 2.2.1.- Cartilla Técnica.
    - 2.2.2.- Fórmula y código.

## VI

### 2.3.- SISTEMAS ESPECIALES.

2.3.1.- Descripción de FM 200.

2.3.2.- Descripción de otros Sistemas.

### 3. – MARCO LEGAL.

3.1.- MARCO LEGAL INTERNACIONAL.

3.2.- MARCO LEGAL NACIONAL

## CAPITULO III ANALISIS Y RESULTADOS

### 1. - IMPACTO EN EL AMBIENTE

1.1.- Protección de la Capa de Ozono.

1.2.- Disposición, manejo e información.

1.3.- Riesgos para la Salud.

1.4.- Sustitución por otros gases.

1.5.- Seguridad para el uso del gas.

### 2. - APLICACIONES

2.1.- Aplicaciones Técnicas.

2.2.- Importancia de la experiencia Profesional.

## CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### ANEXOS

APENDICE Nº 1 : MATERIAL SAFETY DATA SHEET OF FM – 200.

APENDICE Nº 2 : CERTIFICADO DE REGISTRO.

APENDICE Nº 3 : SUSTANCIA AGOTADORAS DE LA CAPA DE  
OZONO (SAO) CONTROLADAS EN EL PERU.

APENDICE Nº 4 : RESOLUCION MINISTERIAL Nº 050-2002-ITINCI/DM

APENDICE Nº 5 : FOTOGRAFIAS

### BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

Tras años de investigaciones y comprobaciones sobre los diferentes productos propuestos como sustitutos del Halon 1301 y tras haber participado en todos los congresos internacionales en Protección del Medio Ambiente, se tomó la decisión: FM-200 es uno de los nuevos agentes extintores (clean agents) válidos.

Antes del Protocolo de Montreal a finales de los 1980, los halones se consideraban los mejores agentes para la extinción de incendios. En el Protocolo de Montreal, se planteó la necesidad de regular el uso de las sustancias destructoras de la capa de ozono (Clurofluorocarbonos CFCs y halones), se expresaron serias preocupaciones en cuanto a los efectos de los Clorofluorocarbonos y halones sobre la capa de ozono, lo que influyó en la decisión de sustituir y en ocasiones eliminar el Halón.

Los gases alternativos actualmente presentes incluyen gases inertes, dióxido de carbono y una línea de agentes limpios similares al Halón pero sin efectos perjudiciales a la capa de ozono.

La búsqueda e investigación de nuevos y efectivos medios de extinción dio como fruto la aparición de una nueva gama de agentes extintores alternativos. De entre los cuales se encuentra el más efectivo gas (FM 200).

FM-200 es el producto extintor gaseoso más seguro para las personas porque no sólo extingue el fuego sin reducir la cantidad de oxígeno, sino que no resulta tóxico en las concentraciones específicas de utilización. Por estos motivos, FM-200 es perfectamente idóneo para la protección de ambientes ocupados normalmente por personas.

Distribuido en fase gaseosa, el FM-200 alcanza cualquier punto del ambiente protegido, no daña los equipos más delicados y no deja residuos. Permite evitar, entre otros, los costos de limpieza y de restablecimiento de la funcionalidad y por lo tanto, permite continuar de inmediato las actividades.

## CAPITULO I OBJETIVOS

El objetivo principal de este informe es promover la prevención de incendios, usando un producto extintor gaseoso que no daña la Capa de Ozono. Recomendando su uso para disminuir los impactos ambientales sobre los cuales la labor de la ingeniería sanitaria tiene responsabilidad de difundir la nueva tecnología de extinción de incendio.

Garantizar que el agente extintor (FM - 200) sustituto del Halon 1301 a usar, pueda minimizar los efectos negativos sobre la Capa de Ozono en caso de presentarse un incendio.

Demostrar que el Gas FM 200 es el más eficaz sustituto del Halon 1301, no daña a las personas, no daña el medio ambiente, no es tóxico, no daña los equipos más delicados. Para ello se presenta un análisis de la situación actual con la información de datos y algunos indicadores relacionados con la protección de la Capa de Ozono.

## CAPITULO II ANALISIS DEL PROBLEMA

### 1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los niveles alarmantes de reducción de la Capa de Ozono a nivel mundial, nos han hecho reflexionar y tomar conciencia sobre el cuidado del Ozono de gran importancia para la defensa de la vida de nuestro planeta.

Los agentes extintores de incendio antes del Protocolo de Montreal, tenían un alto índice de destrucción del Ozono, los cuales a través de los años han sido reemplazados por nuevos agentes extintores como el FM - 200 gas que no daña a las personas, los bienes, el medio ambiente y principalmente al Ozono.

#### 1.1.- JUSTIFICACION DEL USO DEL FM - 200.

##### 1.1.1.- Justificación técnica, económica y social.

**Técnica** .- Actualmente el agente extintor de incendios FM - 200 cumple con los niveles aceptables de protección contra incendios establecidos en el Protocolo de Montreal, posee un gran efecto invernadero totalmente nulo (Global Warming Potential GWP = 0), no daña los materiales más delicados, es eficaz, libre de impacto ambiental y ningún efecto de depauperación del ozono (Potential Ozone Depletion POD = cero). Es dieléctrico, no ensucia, no contamina, no daña y asegura una protección eficaz a los bienes protegidos y a las personas; además, la eventual recarga de los balones es posible en todo el territorio. Tiene un impacto ambiental mínimo en comparación con el que puede tener un incendio catastrófico.

**Económica** .- Un agente de extinción de incendios no debe causar daños a la Capa de Ozono, debe extinguir los incendios con la mayor rapidez posible, debe proteger la vida humana, no debe causar daños graves e incluso destruir los bienes que se supone debe proteger, no debe causar retrasos para la limpieza y reparación después del incendio.

Como hoy se depende más de la tecnología que nunca y las pérdidas por incendios continúan subiendo, las estadísticas en manejo de riesgos indican que, en promedio las compañías protegidas con un sistema de rociadores de agua (Sprinklers) es aproximadamente seis veces mayor que la de las compañías protegidas con sistemas basados con gases extintores, cabe indicar que no sólo esta en peligro su costoso equipo, sino también los Software de aplicación, su base de datos así como las horas de desarrollo.

Otro dato estadístico indica que en la mayoría de los incendios de grandes proporciones, la pérdida de tiempo puede ser fatal para su actividad, su producción y la nueva puesta en marcha, quedando fuera del mercado al cabo de tres años, algunos no vuelven a abrir.

**Social** .- A nivel mundial, hoy mas que nunca las personas tienen mas preocupación por los efectos que la humanidad tiene sobre el planeta, en particular en la calidad de la atmósfera terrestre, los incendios se propagan a una velocidad exponencial, vertiendo humos tóxicos y productos de combustión en el aire con los consecuentes daños potenciales a las personas, animales, bosques y a la atmósfera misma.

El agente de extinción de incendios FM - 200 se puede usar en forma segura cuando hay personas presentes, usados en instalaciones médicas, salas de computadoras, embarcaciones marinas, museos, bibliotecas, inclusive para el uso de inhaladores farmacéuticos siendo seguro para el uso de las personas.

#### 1.1.2.- CONTEXTO MUNDIAL

A continuación se pretende aclarar la situación de los sistemas alternativos de protección contra incendios mediante el uso de agentes extintores, esto fue tratado en los diversos congresos, conferencias y reuniones mundiales desarrolladas en por ejemplo: La Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo dada en la ciudad de Río de Janeiro en la cual mencionan los problemas ambientales, en forma general también se habla en el Programa 21 de la CNUMAD donde promueven el fomento de la producción

limpia, La Organización Mundial del Comercio ( OMC ) tiene como uno de sus acuerdos a la Protección del Medio Ambiente, en el ALCA uno de sus principios es la de fortalecer la Protección del Medio Ambiente y el Uso Sostenible de los recursos naturales, El 14 de mayo de 1993, EPA promulgó las regulaciones, estableciendo normas y requisitos para el uso y disposición de sustancias durante el servicio, reparación, material y disposición de climatizar el equipo de almacenamiento de los agentes extintores.

También, EPA estableció normas y requisitos con respecto a su uso y disposición promulgando regulaciones adicionales que establecen normas y requisitos con respecto al uso y disposición de los gases alternativos que no dañan la Capa de Ozono. Una de sus metas es reducir el uso y emisión de gases destructores de la Capa de Ozono. Los requisitos de hoy con respecto a la disposición final de los gases debe tener un buen equipo y técnico entrenado, las prohibiciones en la fabricación de mezclas de Halon durante la reparación, comprobación, y disposición de equipo, es diseñado para no encontrarse con problemas de emisiones potenciales de Halon significativo.

Se debe tener en cuenta todos los antecedentes propuestos en estas conferencias y reuniones así como las recomendaciones de las normas y reglamentos que da EPA, OMS, NFPA, etc.

## **2.- MARCO TEORICO.**

### **2.1.- ASPECTOS GENERALES.**

#### **2.1.1.- PROPIEDADES GENERALES.**

Los sistemas con FM-200 alcanzan el nivel de extinción en menos de 10 segundos, propiedad muy importante que lo diferencia de otros agentes limpios, deteniendo incendios originados por líquidos inflamables, combustibles sólidos o riesgos eléctricos, antes de que causen daños significativos.

Definitivamente, ésta es la alternativa de protección contra incendios más rápida disponible.

El FM-200 es la selección preferida para la protección contra incendio de bienes de gran valor en los cuales se necesita un agente extintor gaseoso eficaz, de rápida acción, seguro para las personas y equipos, seguro para la ecología y duradero.

FM-200 extingue el fuego vía una combinación de inhibición de fuego químicamente. Es medioambientalmente aceptable, seguro de usar con el equipo sensible, rápido-suplente, eficaz y eficiente. Desarrollado como un reemplazo de Halon 1301, FM-200 se ha seleccionado como el material de protección contra el fuego de agente personas-compatible, limpia mejor para los medios vitales.

A continuación se describen algunas propiedades químicas y físicas del agente limpio FM 200 (Cuadro N° 1):

**CUADRO N° 1 PROPIEDADES QUÍMICAS / FÍSICAS**

Denominación química:	Heptafluoropropano
Formula:	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>
Peso molecular:	170
Punto de ebullición a 1.013 bar:	-16.4°C
Densidad del líquido a 20° C:	1.407kg/m <sup>3</sup>
Temperatura crítica:	101.7°C
Presión crítica :	29.12 bar (a)
Presión de vapor:	3.91 bar (a)
Resistencia eléctrica relativa a 1atm. 25°C (N <sub>2</sub> =1.0)	2.0
Densidad de llenado máxima:	1.15Kg/l

Concentración de extinción para heptano:	8%
Factor de inundación para heptano a 20°C:	0.634kg/m <sup>3</sup>
Concentración de extinción para clase A:	7%
Factor de inundación para clase A 20°C:	0.548kg/m <sup>3</sup>
NOAEL: no observable adverse effect level	9%
LOAEL: lowest observable adverse effectct level	10.5%
Poder destructor de ozono:	0
Potencial de efecto invernadero:	2900

### 2.1.2.- IMPORTANCIA.

El sistema está diseñado para la compatibilidad, efectividad al máximo y desarrollo innovador. Es también importante porque es apto para la protección de la mayoría de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el Halon 1301, además gracias a que FM 200 no es conductor de la electricidad, es efectivo en la protección de riesgos eléctricos como salas de ordenadores, es apto tanto para fuegos de clase A (fuegos que comprenden materiales sólidos) como para fuegos de clase B (líquidos o sólidos licuados).

Después de que el FM-200 ha sido descargado, se puede evacuar por simple ventilación, permitiendo que el negocio vuelva a operar normalmente casi de inmediato. Esto elimina virtualmente los daños colaterales a los equipos de alta tecnología, obras de arte y otros objetos delicados y sensibles.

Es por eso, la importancia del FM - 200 agente extintor gaseoso, que no afecta el medio ambiente, obteniendo buenos resultados en el diseño, ejecución, puesta en marcha y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios.

### **2.1.3.- CALIDAD.**

Debido a que es un producto nuevo, innovador y científicamente comprobado el FM 200 agente extintor gaseoso es ambientalmente de buena calidad el cual cumple con todos los estándares de calidad comprobada por las certificaciones obtenidas para una adecuada comercialización.

Todas las actividades del proceso productivo del FM 200 incluyendo la proyección, el desarrollo, la fabricación, la instalación y la asistencia - son realizadas en plena correspondencia con los criterios para la Garantía de la Calidad dictados por las normas ISO 9001, UNI-EN 29001, BS 5750 Part I y AQAP-1 OTAN.

Este producto está siendo comercialmente manufacturado bajo la nueva regla del uso químico, para el uso como una alternativa del halon 1301.

Este sistema de extinción de incendios cumple con los más exigentes estándares de calidad, cuya conformidad con los requisitos de dichas normas está certificada por numerosos institutos independientes y reconocidos a nivel internacional, asegurando su certificado de buena calidad con las más rigurosas prescripciones en materia de garantía de la calidad.

## **2.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS.**

### **2.2.1.- Cartilla Técnica.**

Toda información y datos obtenidos tienen la intención de ser usado por ingenieros, técnicos y personal entrenado, a su propio riesgo y discreción. La hoja de seguridad MSDS (Material Safety Data Sheet) y otra literatura relacionada con el producto FM-200 debe leerse y entenderse antes de hacer uso del FM-200. Todos los usuarios de los Agentes Limpios que no dañan la Capa de Ozono, deben tener su cartilla técnica descritos en las hojas de seguridad proporcionando los datos específicos y claros (Cuadro N° 2).

## CUADRO N° 2 CARTILLA TECNICA

### INFORMACION DEL PRODUCTO

CLASE Y DIVISION	TIPO A
NUMERO DE REGISTRO	431 - 89 - 0
FECHA DE REEMPLAZO	Abr-96
FECHA DE PREPARACION INICIAL	Feb-95
FAMILIA QUIMICA	HALOGENATED ALKANE
SINONIMO	NINGUNO
USOS DEL PRODUCTO	Extingue el fuego, Suprime el fuego Suprime la explosión y es gas inerte

### 2.2.2.- Fórmula y Código

Nuevamente haremos mención de las Hojas de seguridad ( MSDS ) donde se encontrará definida la fórmula y el código del gas FM 200, datos que servirán de información para ser usados, teniendo el éxito esperado en los diseños y proyectos a desarrollar considerando la protección del Ozono. (Cuadro N° 3)

## CUADRO N° 3 FORMULA Y CODIGO

### INFORMACION ESPECIFICA DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL	FM 200
NOMBRE INDUSTRIAL	1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropane
SINONIMO	2H-Heptafluoropropane
FORMULA QUIMICA	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>
APROBACION	UL / FM

### 2.3.- SISTEMAS ESPECIALES.

La búsqueda e investigación de nuevos y efectivos medios de extinción dio como origen la aparición de una amplia gama de agentes extintores alternativos, los gases alternativos actualmente presentes incluyen gases inertes, dióxido de carbono y una línea de agentes limpios similares al halon, pero sin efectos perjudiciales a la capa de ozono.

Cada uno de estos gases es un sustituto del halon 1301, y cada uno de ellos tiene su aplicación en el sector de protección contra incendios. En el Protocolo de Montreal, se planteó la necesidad de regular el uso de las sustancias destructoras de la capa de ozono. Dándose una reingeniería en obtener nuevos agentes extintores que posean las características de no dañar la capa de ozono.

Los sistemas de protección contra incendios, diseñados para proteger un edificio o una estructura pueden realmente destruir los tesoros inestimables o la electrónica de funcionamiento crítico alojada en la estructura. Frecuentemente los peores daños causados a los bienes contenidos en un edificio, son los causados por un sistema de protección contra incendios que funcionó demasiado bien.

Muchos sistemas de extinción de incendios pueden causar algunos daños colaterales sobre las cosas que se supone deben proteger, desde sus obras de arte de incalculable valor hasta su delicada electrónica. Aún en los casos en que no se han destruido los bienes, con frecuencia los daños colaterales causan extensos retrasos por la limpieza y reparación, que conducen a una interrupción prolongada y a pérdidas en el negocio.

El sistema de extinción de incendios debe actuar rápida, que no deje residuos aceitosos, partículas o agua y lo más importante que no dañe Capa de Ozono. Precisamente esta es la razón por la cual muchos museos, centros de alta tecnología y otros sitios con colecciones irreemplazables seleccionan un sistema que no causará daños colaterales sin dañar la Capa de Ozono.

### **2.3.1.- DESCRIPCION DE FM 200.**

El agente de extinción de incendios FM-200 es un agente extintor gaseoso que no deja residuos aceitosos, partículas, agua ni material corrosivo. Esto elimina virtualmente los daños a los equipos de alta tecnología, obras de gran valor histórico y otros objetos delicados y sensibles.

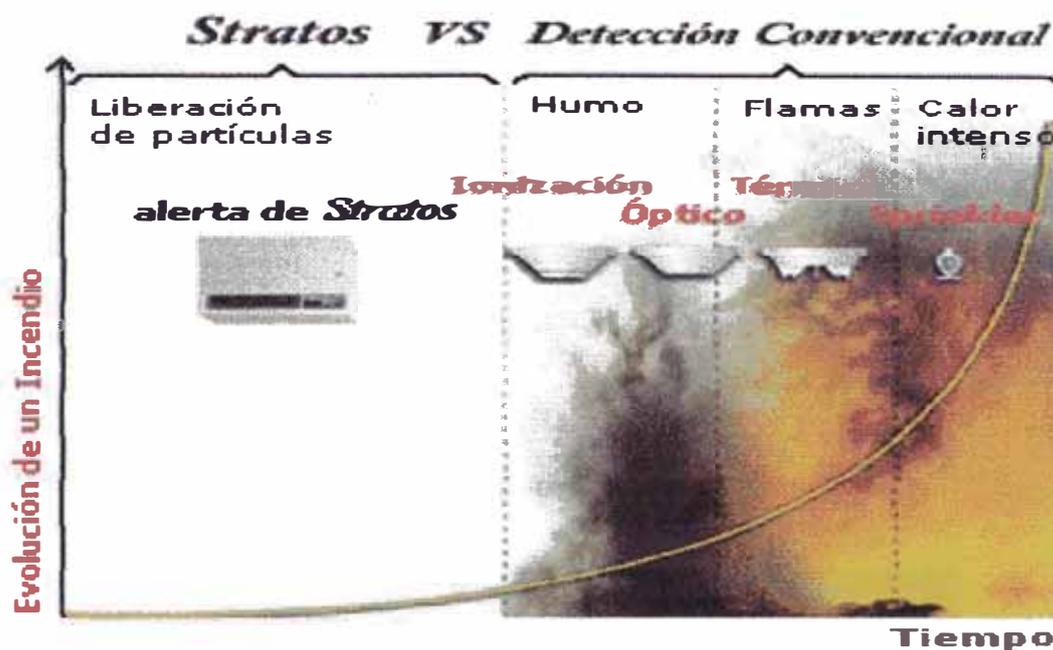
El tiempo de vida del agente extintor gaseoso en la atmósfera es mínimo. Y lo más importante, detiene rápidamente el incendio.

Si se considera los efectos ambientales potencialmente devastadores de un incendio incontrolado, es fácil apreciar que un sistema con FM-200 es una parte importante de una solución de extinción de incendios ambientalmente responsable.

Los países, las organizaciones y las asociaciones internacionales de científicos han dedicado años a estudiar los efectos de varias sustancias — incluyendo los agentes de extinción de incendios — sobre el medio ambiente. Pero, el hecho es que el impacto de un desastre tecnológico como un incendio incontrolado en el medio ambiente puede ser extremadamente grave produciendo daños irreparables en un ambiente natural .

El incendio se propaga a una velocidad incontrolable ( Gráfico N° 1 ), vertiendo sustancias tóxicos y productos de alta combustión en el aire con los consecuentes daños potenciales a la vida de las personas, la vida de los vegetales, la vida los animales y por ende a la atmósfera misma, de una forma tal que destruye la Capa de Ozono a niveles alarmantes según los datos estadísticos y convirtiéndose en uno de los problemas principales en todo el mundo, se puede observar en el gráfico que la evolución de un incendio asciendo rápidamente según pasa el tiempo, por lo tanto a mayor tiempo el incendio será mas catastrófico llegando a niveles in controlables cuyo final será mucha pérdida de los bienes, vidas humanas, destrucción de la capa de ozono, variación del medio ambiente, etc..

GRAFICO N° 1



(Se observa la gráfica exponencial del incendio con respecto al tiempo)

El agente de extinción de incendios FM-200 se creó realmente como una respuesta a la necesidad de hallar un nuevo agente de extinción efectivo para reemplazar agentes que agotan el ozono, tales como el Halón 1301.

El plan de gestión para el agente de extinción de incendios FM-200 durante su vida útil está asegurado por la responsabilidad y por el cuidado en su manejo, desde su fabricación hasta el momento en que se saca de servicio al final de su vida útil. Hoy, los sistemas con FM-200 se usan para proteger instalaciones críticas y bienes valiosos en más de 70 países alrededor del mundo, incluyendo países con los estándares más estrictos de protección ambiental.

Quizá lo más importante, es que otros sistemas no pueden detener el incendio con más rapidez. El agente de extinción de incendios FM-200 reemplaza a los agentes de supresión de incendio que acaban con el ozono, tales como el Halón 1211, 1301 y 2402.

En pruebas independientes y aplicaciones reales del agente extintor gaseoso FM - 200, se ha comprobado que es seguro para los seres humanos.

Algunas veces con todo lo que se dice acerca del equipo de protección, los datos e instalaciones y el medio ambiente, se puede perder de vista su necesidad más importante: proteger la vida humana.

El Agente de extinción FM-200 es un agente activo que no trabaja desalojando el oxígeno del ambiente del recinto. Interrumpe física y químicamente el fuego.

A través de una serie extensa de pruebas, se ha comprobado y ha demostrado ser seguro para su uso en espacios ocupados por personas (Gráfico N° 2).

### GRAFICO N° 2



(Las oficinas son los lugares de mayor probabilidad de incendio)

Los sistemas de extinción de incendios con FM-200 han demostrado ser seguros en muchas "pruebas de fuego" en las cuales los sistemas han actuado, incluyendo varias con personas presentes.

La actuación del sistema no ha afectado nunca a nadie. Y ningún sistema puede detener el incendio con tanta rapidez.

No es sorprendente que los sistemas con FM-200 sean opciones populares es por ello que se debe proteger a los seres humanos primero. De otro modo, no es necesario proteger nada más.

El agente de extinción de incendios FM-200 se puede usar en forma segura cuando hay personas presentes. Es quizás el agente de extinción de incendios disponible más extensamente comprobado y estudiado y está respaldado por una base de datos toxicológicos más extensa que la de cualquier producto en su género. De hecho, el compuesto ha sido aprobado como sustituto de agentes propelentes que destruyen el la Capa de Ozono, contenidos en inhaladores farmacéuticos tales como los que se usan para el asma.

El agente de extinción de incendios FM-200 es uno de estos productos. Es la opción más confiable en el mundo en agentes extintores gaseosos de protección contra incendios. Los sistemas con FM-200 están actualmente en uso en más de 100 mil aplicaciones en todo el mundo. Con instalaciones en más de 70 naciones, los sistemas con FM-200 continúan teniendo éxito en aplicaciones convencionales y nuevas.

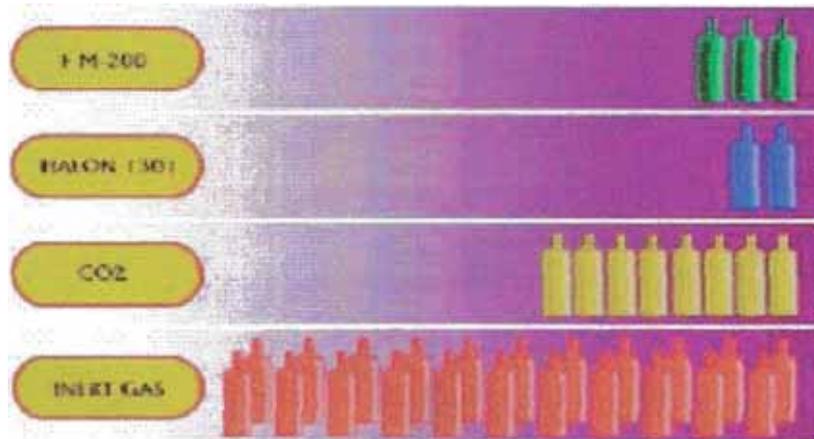
Estas aplicaciones incluyen desde algunas de las instituciones culturales más reconocidas en el mundo hasta centros de comunicaciones, desde enormes instalaciones petroquímicas hasta museos llenos de obras de arte inestimables, desde salas de computadores hasta hospitales, desde yates privados hasta plantas industriales. El agente de extinción de incendios FM-200 es lo suficientemente versátil y efectivo como para proteger estas y muchas otras aplicaciones.

El espacio de almacenamiento es muy importante, debe aprovecharse de la mejor manera posible, esa es otra de las razones por las cuales un sistema con FM-200 es una opción superior.

Un sistema con FM-200 necesita mucho menos espacio de almacenamiento para sus cilindros que otras alternativas de extinción de incendios. De hecho, para un mismo nivel de protección contra incendios, los sistemas con agente

limpio (FM-200) ocupan hasta ocho veces menos espacio de almacenamiento que los sistemas con CO<sub>2</sub> o gases inertes (Gráfico N° 3).

### GRAFICO N° 3



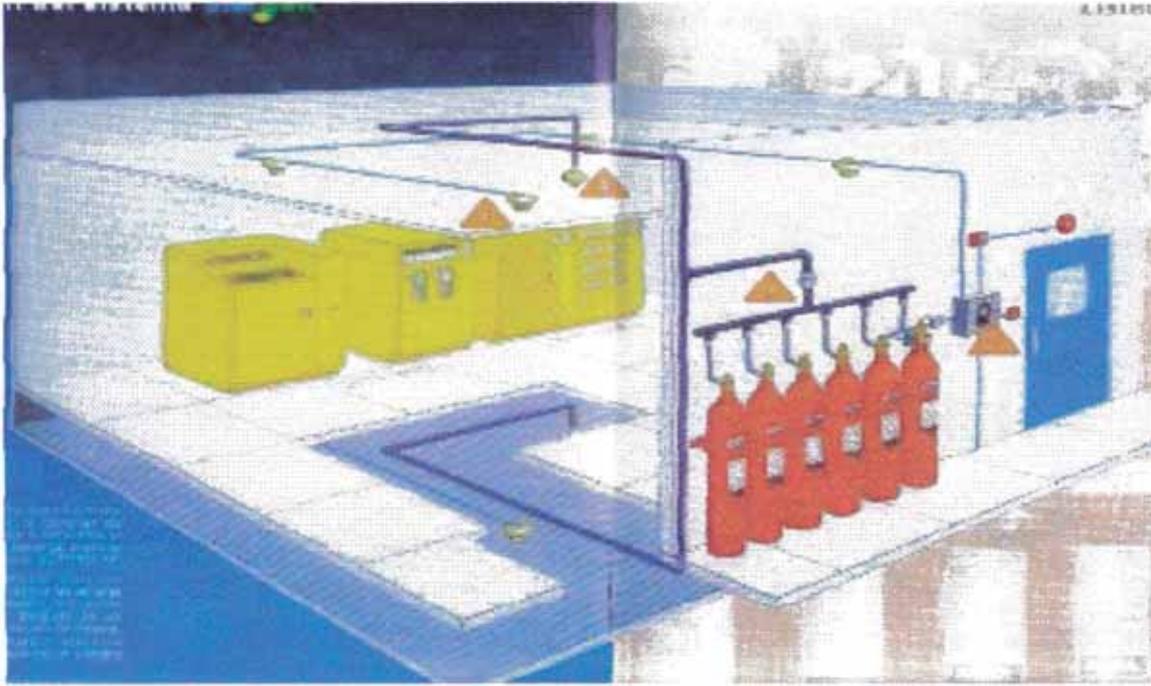
(Comparación con respecto al almacenamiento de FM 200)

En plantas industriales, el costoso espacio para oficinas y otras instalaciones, un sistema que utilice mucho espacio puede resultar poco práctico.

Para otras aplicaciones — en vehículos, embarcaciones marinas, plataformas petroquímicas marinas — es posible que, simplemente no sea viable. No se necesita más espacio para tener más poder de extinción. Un sistema con FM-200 es la forma más eficaz para detener un incendio y hace el uso más eficiente de su espacio.

Especialmente en aplicaciones donde el espacio es costoso, los sistemas de extinción de incendios con FM-200 son la mejor opción.

El agente limpio FM-200 se almacena en cilindros como un líquido y se presuriza con el nitrógeno, ahorrando enormes cantidades de espacio de almacenamiento optimizando el cuarto de máquinas (Gráfico N° 4).

**GRAFICO N° 4**

(Instalación donde se observa el espacio de almacenamiento de FM - 200)

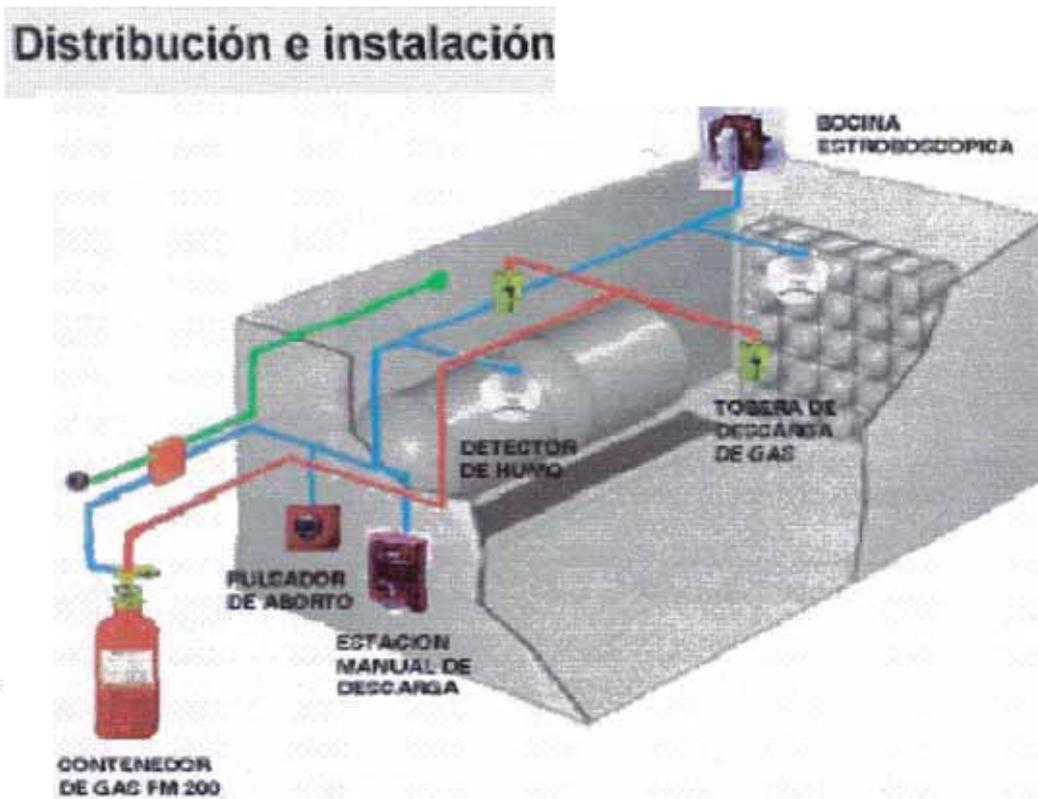
Gracias a que FM - 200 no es conductor de la electricidad, es efectivo en la protección de riesgos eléctricos como salas de ordenadores, sub. Estaciones eléctricas, centros de control, etc.... FM - 200 es inodoro e incoloro.

A pesar de ser un agente químico igual que el Halon 1301, el FM - 200 usa un mecanismo diferente para la extinción. El Halon 1301 extingüía el fuego por reacción química eliminando radicales libres. El FM-200 actúa físicamente por absorción de calor. Una vez descargado, el FM-200 extingue rápidamente el fuego minimizando los daños a la propiedad y a los equipos de alto valor, asegurando asimismo la total seguridad a las personas.

Los sistemas con FM-200 están diseñados para 10 segundos de duración. El FM-200 se presuriza con Nitrógeno a 360 Lbs. y se almacena en cilindros equipados con válvulas homologadas por UL/FM.

La distribución e instalación del agente extintor gaseosos FM-200, debe cumplir con las normas internacionales establecidas siendo certificadas no sólo el agente limpio sino que también todos los componentes del sistema, adecuando los espacios de la mejor manera que el sistema sea eficiente en un 100% (Gráfico N° 5).

GRAFICO N° 5



(Otra manera de ahorrar espacio en la distribución e instalación)

### 2.3.2.- DESCRIPCION DE OTROS SISTEMAS.

Después de la firma de protocolo de Montreal a finales de 1980, se planteó la necesidad de encontrar alternativas de agentes extintores que sean alternativos y que sobre todo no dañen la Capa de Ozono.

A continuación nombraremos a algunos de los siguientes agentes limpios, cuyo uso es autorizado (Cuadro N° 4):

CUADRO Nº 4 GASES QUE NO DAÑAN LA CAPA DE OZONO

Nombre genérico	Nombre comercial	Tipo
Ar-01	Argon	Inerte
IG-01	Argonfire, Argotec	Inerte
IG-55	Argonite	Inerte
IG-541	Inergen	Inerte
HFC-125	FE-25	Halocarbonado sintético
HFC-227ea	FM-200	Halocarbonado sintético
HFC-23	FE-13	Halocarbonado sintético
HFC-236fa	FE-36	Halocarbonado sintético
H3R	FH-135	Fluorocarbonado
NAF SIII	NAF- 3	Halocarbonado sintético
HFC-123	Solkaflan-123	Halocarbonado sintético
AR- 102	Ansul R-102	Gas Inerte
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono	
PQS	Polvo químico seco	

(Estos son algunos de los gases que no dañan el medio ambiente)

### 2.3.3.- ANALISIS DE CADA SISTEMA.

Se hará un análisis y descripción simple de algunos sistemas como el CO<sub>2</sub>, gases inertes y agentes limpios, que son sustitutos del Halon 1301.

#### a.- DIOXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)

- \* CO<sub>2</sub> es un efectivo agente de supresión aplicable a un amplio espectro de peligros de incendio.
- \* El dióxido de carbono extingue rápidamente, no dejando residuos en el lugar de la descarga.
- \* Los sistemas de extinción a través de CO<sub>2</sub> funcionan aprovechando su alta tasa de expansión lo que le permite una rápida respuesta.
- \* Cuando se aplica el CO<sub>2</sub> al fuego se produce una inundación total que genera una disminución importante del oxígeno presente llevándolo a tales niveles que la combustión no se puede producir (Gráfico N° 6).

GRAFICO N° 6



(Inundación total del ambiente con CO<sub>2</sub>)

#### b.- SISTEMA POLVO QUIMICO SECO

- \* Sistema de extinción manual o automático de gran aplicación en control de incendios en instalaciones.
- \* Del tipo tanques de almacenamiento listados y normados de combustibles, áreas de procesos industriales, almacenes, racks de carga, Hangares aéreos, helipuertos y otras.

- \* Existe gran variedad de tipos de espuma que optimiza su efectividad en función de la aplicación.
- \* Estos polvos químicos secos han sido diseñados para ser usados en la mayoría de los equipos de combate contra incendios desde extintores pequeños hasta grandes instalaciones fijas y unidades móviles.

### c.- FM 13

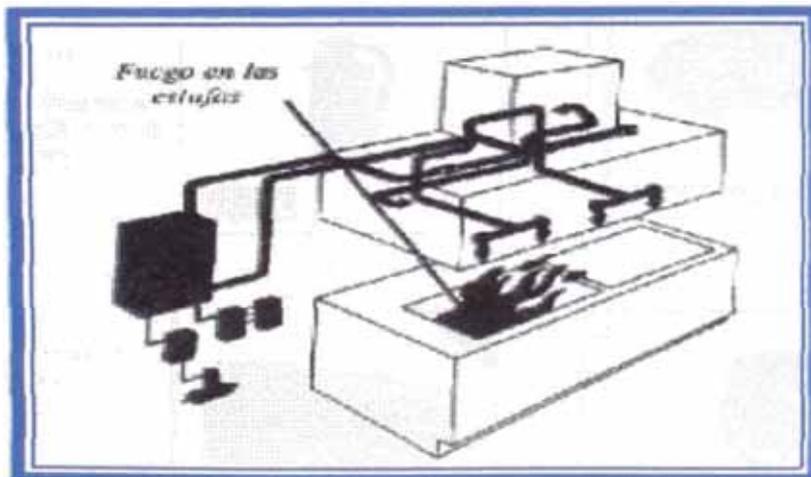
Sistemas de extinción de incendios diseñados para:

- Inundación Total y Aplicación Total
- Sistemas de Mangueras Montadas en Patín.
- Sistemas de Mangueras Montadas en el Suelo.
- Extintores Con Ruedas.
- Sistemas Industriales de Pre-Ingeniería.
- Sistemas de Vehículos de Pre-Ingeniería.

### d.- Ansul R-102

Es un sistema automático por inundación total conocida como solución ansulex, adecuado para campanas extractoras, filtros y ductos (Gráfico N° 7).

GRAFICO N° 7



(Gas adecuado para la extinción de fuegos provocados en la cocinas)

**e.- ARGON**

Es un gas inerte confiable que no daña la capa de ozono, es apto y seguro para áreas ocupadas, con una visibilidad excelente durante y después de la descarga.

Gas natural presente en la atmósfera, neutro, no conductor de la electricidad, no causa daño a los productos más delicados. Ideal para la protección de archivos, museos, bibliotecas y cualquier otro riesgo que contenga bienes únicos o de alto valor. Bajo coste de llenado – especialmente indicado para grandes volúmenes suministrados según su necesidad.

**f.- H3R**

Es un gas que reemplaza al Halon apto para el fuego y protección contra incendio, son compuestos químicamente estables. Es fácilmente reciclable para rehúso. Se ha demostrado que es buen supresor de fuego sumamente eficaz que no deja ningún residuo y está notablemente seguro para la exposición humana. De proteger la computadora y la comunicación se aloja a lo largo de la industria de la electrónica, a las numerosas aplicaciones militares en las naves, avión y tanques, a asegurar la seguridad en todo el avión comercial, este gas ha sido una parte íntegra de la seguridad industrial, electrónica, y compañías de la aviación (Gráfico N° 8).

**GRAFICO N° 8**

( Modo de presentación e Instalación de H3R )

### **3.- MARCO LEGAL.**

A partir de octubre del año 2000, el marco legal de aplicación en relación a las sustancias que agotan la capa de ozono, establecen, entre otros, los plazos para la retirada del servicio de los aparatos extintores y sistemas de protección contra incendios que contengan halones, así como las condiciones para la recuperación de los mismos.

Los aparatos, equipos y componentes de las instalaciones de protección contra incendios están regulados por diversas disposiciones y normas técnicas, que establecen aspectos relacionados con la seguridad y el medio ambiente.

En este apartado se proporciona información del marco legal así como algunas normas técnicas relativas a la seguridad de las instalaciones de protección contra incendios y a las sustancias que agotan la capa de ozono.

#### **3.1.- MARCO LEGAL INTERNACIONAL.**

A continuación se presenta un simple resumen de los convenios y protocolos internacionales, con el fin de aclarar la situación legal y normativa, respecto a los halones.

##### **a.- Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.**

Fue adoptada en junio de 1992, en Brasil, Río de Janeiro entrando en vigor en 1994, el Perú fue ratificada por el Congreso de la República, los objetivos fueron: lograr la estabilización de los gases de efecto invernadero y reducir las emisiones de los países industrializados para el año 2000 a los niveles producidos en 1990.

##### **b.- Protocolo de Kyoto.**

En la Primera Conferencia de las Partes, llevada a cabo en Berlín en 1995 se acordó la negociación de un protocolo para 1997. Firmándose el Protocolo de Kyoto en diciembre de 1997, los acuerdos fueron reducir en 5% las emisiones en relación a las que tenían en 1990, en el periodo 2008 - 2012.

**c.- Convenio de Viena para la protección de la Capa de Ozono.**

Se realizó en Estocolmo, en 1987 se adoptó el plan mundial de acción sobre la Capa de Ozono, el 7 de abril de 1989 el Perú ratificó el convenio entrando en vigor el 06 de julio de 1989, el convenio cuenta con 173 partes. El objetivo era Proteger la Salud Humana y el Medio Ambiente contra los efectos adversos que pueden resultar de la modificación de la Capa de Ozono.

**d.- Protocolo de Montreal.**

En 1987 se llegó a un acuerdo firmándose el Protocolo de Montreal, ya que para 1985 se presentó las pruebas de la destrucción de la Capa de Ozono, los objetivos era: Proteger la Capa de Ozono adoptando las medidas preventivas para controlar las emisiones mundiales de las sustancias que lo agotan, y reducir la producción y consumo de CFCs al 50% de los niveles de 1986 para 1999.

**e.- Protocolo de Montreal – Enmienda de Londres.**

Se realizó en Londres en 1990, los acuerdo que se dieron fueron: acelerar los cronogramas originales y deshacerse de los halones y CFCs para el año 2000, se añadió 10 sustancias peligrosas, este protocolo fue ratificado por 136 partes.

**f.- Protocolo de Montreal – Enmienda de Copenhague.**

Se realizó en Copenhague en 1992, se acordó acelerar la eliminación de todos los CFCs en cuatro años, se acordó fortalecer el control a la exportación e importación de sustancias que agotan la Capa de Ozono, el Perú se adhiere en mayo de 1999. Es ratificado por 101 partes.

**g.- Protocolo de Montreal – Enmienda de Montreal.**

Se realizó en Montreal en 1997, se adelanto la eliminación de los gases de efectos perjudiciales para la Capa de Ozono, se acordó nuevas licencias para controlar el comercio sólo está ratificado por 29 partes, no está ratificados por los países industrializados .

### **3.2.- MARCO LEGAL NACIONAL.**

Con respecto al marco legal en nuestro país, no esta muy completa se tiene medidas que regulan y rigen su uso, mantenimiento, rehúso y eliminación de los halones, se rigen de los reglamentos y normas internacionales. Las instituciones como INDECOPI, INDECI, MINISTERIO DE LA PRODUCCION, MITINCI, CGBVP, etc... velan por el buen diseño e instalación de este sistema en las diversas empresas, instituciones, etc.. La legislación nacional es compatible y complementaria a los acuerdos internacionales que se desarrollan en los diversos congresos, convenios, protocolos del mundo.

A continuación se mencionarán resumen de algunas normas establecidas por algunas instituciones gubernamentales:

**1.- Norma Técnica Peruana, NTP 350.043 – 2 1998,** Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales INDECOPI, estas normas NTP (Normas Técnicas Peruanas) han sido elaboradas utilizando como base o antecedentes a las normas internacionales como por ejemplo NFPA 10 Estándar For Portables Fire Extinguisher, donde se consideraron aspectos importantes para el diseño y elaboración de proyectos que consideran como una alternativa de extinción de incendios a los agentes extintores gaseosos. La norma hace referencia a los extintores portátiles que tienen por agente extintores a los halones 1211, 1301 y 2402, sustancias que atentan contra la vida y el medio ambiente por que destruyen la Capa de Ozono de la estratosfera de la tierra.

**2.- DECRETO SUPREMO N° 033-200-ITINCE 07 Noviembre 2000,** ESTABLECEN DISPOSICIONES PARA LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE MONTREAL RELATIVO A LAS SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO, fue autrizada por el Congreso de la República el 7 de abril de 1989 ratificando el Convenio de Viena para l protección de la Capa de Ozono y con fecha 29 de marzo de 1993 ratificó el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono y su Enmienda de Londres, asumiendo el compromiso de controlar la producción, consumo y comerciaización de las sustancias que deterioran la capa de ozono,

ocasionando daños a la salud humana y al ambiente, incluyendo al fitoplancton marino, toda vez que se trata de productos y sustancias que contienen algunos gases inertes como los clorofluorocarbonos que se usan principalmente como refrigerantes, así como los halones que se usan principalmente para extintores de incendios, entre otros. Esta norma decreta lo siguiente: De acuerdo con los compromisos asumidos con el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono, a partir de la fecha de publicación del presente Decreto Supremo, el Estado Peruano controlará la reducción progresiva del ingreso, comercialización y uso de sustancias agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). Las infracciones a las disposiciones establecidas por esta norma, serán sancionadas con una o más de las siguientes, según lo disponga la Oficina Técnica del Ozono del Perú:

- a. Amonestación
- b. Multa de 0.5 UIT hasta 5 UIT.
- c. Decomiso.
- d. Cierre temporal o definitivo de operaciones.

En caso de reincidencia en las infracciones, las multas impuestas podrán ser duplicadas o triplicadas, según se trate de la primera o segunda reincidencia. (Para mayor comprensión ver ANEXO – APENDICE 3)

**3.- RESOLUCION MINISTERIAL N° 277-2001-ITINCE/DM 26 Noviembre 2001,** Precisan alcances del D.S. N° 033-2000-ITINCE, que estableció disposiciones para la aplicación del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono, en esta resolución se indica el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negocios Comerciales Internacionales (MITINCI), está facultado para dictar las disposiciones complementarias que fueran necesarias para el mejor cumplimiento de dicha norma, es preciso aclarar los alcances del Decreto Supremo, a fin de asegurar el efectivo cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el país. Se resuelve que las mezclas de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), a que se refiere el DS 033-2000-ITINCI, esta comprendida en las subpartidas nacionales, así mismo hace referencia a las sustancias que son usadas para los equipos de refrigeración, congelamiento y en menor escala a los halones cuyo contenido debe ser sustituido por los

agentes extintores gaseosos. (Para mayor comprensión ver ANEXO – APENDICE 4 )

**4.- RESOLUCION MINISTERIAL N° 050-2002-ITINCI/DM 11 Febrero 2002,** Se menciona que, mediante la ratificación del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono y sus Enmiendas de Londres y Copenhague, el Gobierno Peruano asumió el compromiso de controlar la producción, consumo y comercialización de las sustancias que deterioran la capa de ozono. Que, en dicho marco se aprobó el Decreto Supremo N° 033-2000-ITINCI, con el objeto de controlar la reducción progresiva del ingreso, comercialización y uso de las sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Estos artículos tienen mucho que ver con las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), mediante el Decreto Supremo N° 033-2000-ITINCI, dispone que el ingreso al país de equipos de refrigeración y congelamiento, otros equipos de producción de frío y aire acondicionado, nuevos o usados de acuerdo al detalle consignado en el Anexo II de la referida norma, está sujeto a la previa presentación de un certificado expedido por el fabricante en el extranjero debidamente visado por la Autoridad Competente de su país, encargada de la implementación del Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, asimismo el párrafo final del Artículo 9° del acotado Decreto Supremo, establece que en consideración al estado del cumplimiento del Protocolo de Montreal, el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales podrá disponer la eliminación de la exigencia del certificado indicado en el considerando anterior, eliminación que deberá ser autorizada mediante Resolución Ministerial esto esta de conformidad con el Decreto Ley N° 25831 y con el Decreto Supremo N° 033-2000-ITINCI.

Se resuelve: Elimínase la exigencia de certificación sobre la no operación o uso la visación de los certificados otorgados por el fabricante podrá también ser obtenida de la Oficina Técnica de Ozono del Perú ubicada en la sede central del MITINCI. (Para mayor comprensión ver ANEXO – APENDICE 5)

## CAPITULO III ANALISIS Y RESULTADOS

### 1.- IMPACTO EN EL AMBIENTE

#### 1.1.- PROTECCION DE LA CAPA DE OZONO

¿Qué es la Capa de Ozono?

El Ozono es un gas natural que cubre la atmósfera de la tierra con una capa fina. Dicha capa es de gran importancia para la defensa de la vida ya que actúa como filtro de los rayos solares.

Si no existiese tendríamos quemaduras muy graves provocadas por el sol, grandes problemas en los ojos y daños irreparables en la vida vegetal de nuestro planeta.

¿Cuáles son las causas que reducen la Capa de Ozono?

Cuando algunas sustancias químicas que empleamos son expulsadas hacia la atmósfera, las radiaciones solares las alteran y se descomponen en átomos de cloro y bromo. Estos elementos crean una reacción en cadena que destruye las moléculas de ozono.

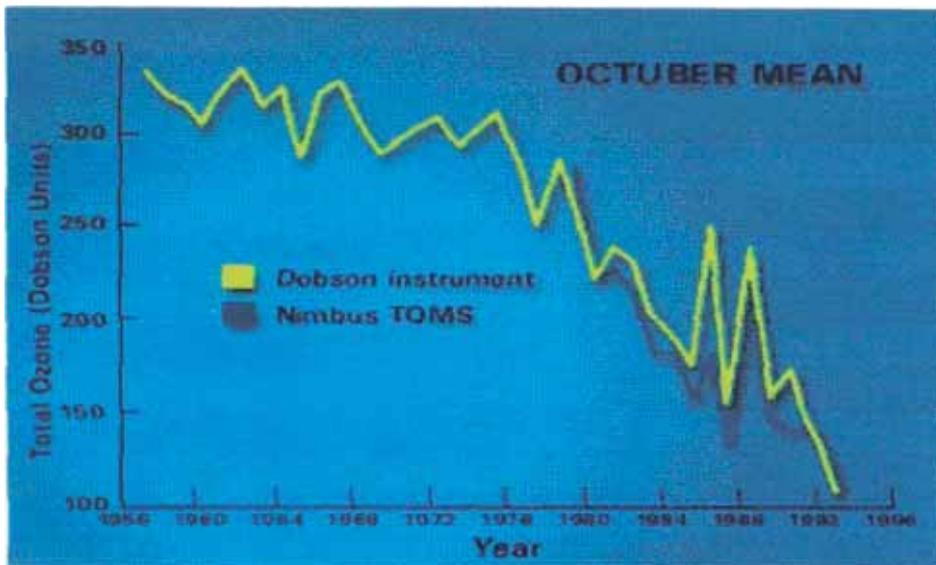
Desde hace alguna década este fenómeno se realiza cada vez más frecuentemente haciendo que la producción natural de ozono en la atmósfera no satisfaga más las necesidades requeridas. Como consecuencia, la capa protectora de ozono se hace cada vez más fina, siendo la protección del hombre y del medio ambiente mucho más precaria.

¿Esta en peligro la Capa de Ozono?

Con las detecciones atmosféricas se verifica que la capa de ozono se está haciendo más fina; desde algunos años se nota un "agujero" en la zona de la Antártica.

Últimamente el "agujero" está aumentando su tamaño con su consiguiente amenaza, poniendo ante un gran riesgo los habitantes de Australia y de Nueva Zelanda (Gráfico N° 9).

GRAFICO N° 9



(Disminución de la Capa de Ozono en la Antártica)

Algunos creen que la causa de esta capa de ozono cada vez más fina se pueda imputar a la actividad volcánica y solar, pero la mayor parte de los investigadores reconducen el problema a sustancias como las clorofluorcarburos (CFC) contenidas en las neveras, los solventes, las espumas a rocío y los halones empleados para apagar los incendios entre ellos el halon 1301 agente mas destructor de la capa de Ozono.

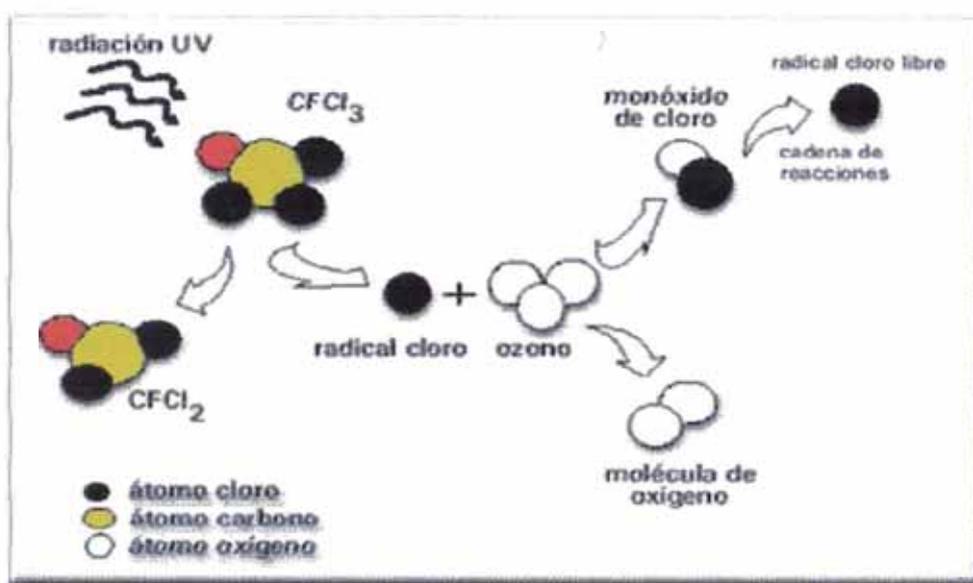
¿Cómo afecta el halon 1301 a la destrucción de la Capa de Ozono?

El empleo mundial del halon es mucho más bajo que el de los CFC, aunque causa más daño al ambiente, estimándose que contribuye en la destrucción de la capa del ozono en un 20 %. Los refrigerantes comunes, que se encuentran en las neveras o en los sistemas de acondicionadores, tienen el valor de 1 unidad como referencia; el halon 1301 tiene un valor comprendido entre 10 y

16, lo que significa que el halon tiene una potencialidad de destrucción de la capa de ozono de 10 a 16 veces superior a la capacidad destructiva de los comunes CFC empleados en las instalaciones de refrigeración.

La capacidad de destruir el ozono por parte de una sustancia depende de muchos factores, principalmente del cloro y del bromo, los cuales están contenidos en los halones (Gráfico N° 10).

GRAFICO N° 10



( Destrucción de la Capa de Ozono )

### Protección Estratosférica

La capa de ozono estratosférica protege a la Tierra de la penetración de los rayos ultravioleta (UV-B). Los acuerdos internacionales prohíben a ciertos halo carbonos artificiales, los clorofluorocarbonos (CFCs), Halones (1211, 1301 y 2402), carbono tetracloruro, cloroformo del metilo, y el bromuro del metilo los cuales contribuyen al vaciamiento de la capa de ozono estratosférica que debe controlarse.

La disminución de la Capa de Ozono daña la salud humana y el ambiente a través de la incidencia aumentada de ciertos cánceres superficiales y cataratas.

## 1.2.- DISPOSICION, MANEJO E INFORMACION.

Demostrado esta que la Capa de Ozono que protege a nuestro planeta de los altos niveles de radiación ultravioleta del sol, se esta destruyendo por los productos químicos sintetizados por el hombre.

Entre las sustancias destructoras de la Capa de Ozono se encuentran los halones usados como agentes extintores que liberados intencionalmente o no al medio ambiente ascienden espontáneamente hacia las capas superiores de la atmósfera en virtud de su volatilidad y baja densidad.

En esta zona se produce la reacción química que destruye la Capa de Ozono que sirve para filtrar la penetración de los nocivos rayos ultravioletas que forman parte de la luz solar, este incremento de los rayos nocivos provoca diversos efectos sobre la naturaleza de muchos de los cuales son conocidos, se sabe que esta radiación es la causante en el hombre de cáncer a la piel, cataratas e inmune deficiencias. También altera el crecimiento y reproducción de la vida vegetal y animal en especial del fitoplancton base de la cadena alimenticia de la vida en el mar.

Para el caso de los halones el Protocolo de Montreal originalmente previó sólo un límite máximo de producción y consumo, sin embargo, el agotamiento y destrucción acelerado de la Capa de Ozono y la toma de conciencia del daño causado ha conducido a una completa eliminación de la producción de este gas. El descargo de Halones al ambiente contribuye significativamente a la destrucción de la capa de ozono estratosférica.

EPA prohibió la fabricación de estos gases peligrosos, promoviendo la fabricación de otros agentes extintores como los agentes limpios (FM 200), productos limpios que no dañan la Capa de Ozono.

### 1.3.- RIESGOS PARA LA SALUD

Es bien sabido que los incendios producen numerosos productos de combustión tóxicos. Adicionalmente a dichos productos tóxicos, se producen también pequeñas cantidades de productos originados por descomposición térmica, además de productos resultantes de la interacción entre el fuego y el agente extintor.

En esta parte evaluaremos el impacto producido en personas y equipos por pequeñas cantidades de productos de descomposición térmica tales como ácido fluorhídrico (HF), originados por el uso de FM-200 y que se producen después de la extinción de fuegos con este agente.

Debemos inicialmente conocer, los mecanismo de supresión del halon 1301, el cual se basa en extinguir el fuego principalmente a través de medios químicos y añadiendo una pequeña contribución física por efectos de enfriamiento. Mientras que el FM-200 extingue el fuego principalmente a través de medios físicos mediante el enfriamiento de llama, retirando calor de la misma hasta tal punto que la reacción de combustión no puede mantenerse por sí misma.

Adicionalmente, también existe una contribución a la extinción de carácter químico, la cual involucra la reacción química del FM-200 con la llama de combustión. Durante el proceso de extinción, pequeñas cantidades de FM-200 se descomponen térmicamente para formar el ácido halógeno HF. La formación de ácidos halógenos bajo la exposición a llama también ocurre con el Halon 1301, el cual se descompone para formar los ácidos halógenos HF y HBr.

#### **EVALUACION DE LOS RIESGOS Y EFECTOS DEL HF EN PERSONAS**

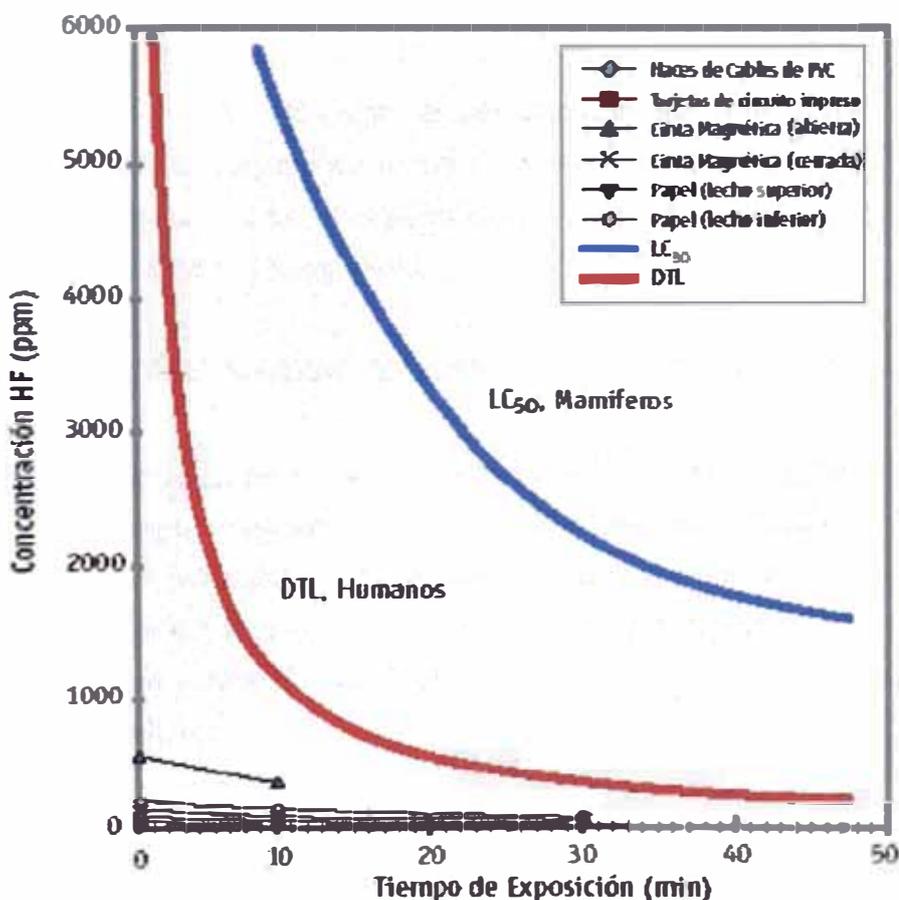
En el Gráfico N° 11, se muestra la concentración promedio de HF resultante de la extinción de incendios de Clase A con un 7% FM-200 con 10 segundos de descarga y un retardo de 30 segundos, también se muestra los valores LC50 para mamíferos y los valores de toxicidad (DTL, "Dangerous Toxic Load") para humanos, los valores de toxicidad del HF en humanos fueron establecidos

extrapolando los resultados de evaluación de los efectos del HF en ratas, las cuales muestran la mayor sensibilidad a la exposición de HF entre todos los mamíferos estudiados. Estos resultados corresponden a desordenes severos, esperados en personas expuestas al HF.

Los niveles de HF reportados producidos por la extinción de combustibles de Clase A en condiciones reales son muy inferiores a la concentración sobre mamíferos LC50 y las curvas de toxicidad (DTL). Es importante notar el reporte del valor de 2500 ppm de concentración letal aproximada (ALC, "Approximate Lethal Concentration") de HF medida en 15 minutos.

GRAFICO N° 11

EVALUACION DE RIESGOS DEL HF A DIFERENTES CONCENTRACIONES



La cantidad de HF producida después de la extinción de incendios FM-200 típicos de Clase A con FM-200, no representa ningún peligro para los humanos.

Menos del 10% de todas las aplicaciones de agentes limpios involucra la protección de áreas que almacenan o procesan líquidos inflamables de Clase B. La vasta mayoría de agentes limpios protegen áreas de riesgo Clase A, tales como por ejemplo instalaciones de procesamiento electrónico de datos (EDP) e instalaciones de telecomunicaciones, equipos electrónicos de alto valor, museos y depósitos de almacenamiento de archivos, y que contienen materiales sólidos tales como: madera, papel, plásticos, etc. Tales áreas están ocupadas normalmente por personas.

Los sistemas de protección contra incendios en estas áreas son accionados automáticamente mediante una detección y descarga rápida del agente extintor tal como se especifica en los estándares NFPA, con el objeto de minimizar los daños causados por el fuego y la formación de productos de combustión.

Seguido a la detección de fuego, el personal normalmente evacua el área dentro de 30 a 60 segundos. Al final de dicho período de “retardo” pre-programado, se descarga el agente limpio extintor, completándose dicha descarga dentro de 6 a 10 segundos.

## **EVALUACION DE LOS RIESGOS Y EFECTOS DEL HF EN EQUIPOS**

La amenaza de corrosión en equipos electrónicos u otros equipos frente a la exposición a ácidos halógenos es función de muchas variables, las cuales incluyen la concentración de productos de descomposición, el tiempo de exposición, la velocidad de deposición de ácidos en la superficie del equipo, la humedad relativa y temperatura, la sensibilidad del equipo al HF y los efectos combinados del humo.

Un análisis de los datos de ensayo disponibles indican que los niveles de HF

producidos después de la extinción de incendios típicos de Clase A con FM-200, son insuficientes como para causar daño tanto a equipos electrónicos como a otros bienes y equipos sensibles.

Los modelos de la velocidad de crecimiento de incendio y datos de ensayo indican que las concentraciones de productos de descomposición térmica generados por el FM-200 son comparables a las concentraciones de los productos formados por el Halon 1301 y consecuentemente, el FM-200 muestra las mismas propiedades extintoras que el Halon 1301 en lo relacionado a su utilización segura sobre bienes y equipos delicados.

Algunas pruebas realizadas en equipos como: láminas de cobre, resistencias, conectores de borde, circuitos integrados, capacitores y transistores, reportaron que la velocidad de corrosión del acero al carbono con HF es inferior en un orden de magnitud al valor de velocidad de corrosión causado por el HCl, también se reportó la exposición de tarjetas de circuito integrado a atmósferas de post extinción de FM-200 en ensayos conducidos en incendios de tipo batea.

Para 30 minutos de exposición a concentraciones de HF de hasta 626 ppm (el más alto nivel obtenido en estos ensayos), los circuitos estaban aún operables después de la exposición, y los mismos no exhibían ningún signo de residuos, u otros efectos adversos, otros que no fueran algún manchado menor de juntas soldadas.

Por lo tanto, la cantidad de HF producida, seguida a la extinción de un incendio típico de Clase A con FM-200, no es suficiente como para causar daños a equipos electrónicos o componentes electrónicos sensibles.

#### **1.4.- SUSTITUCION POR OTROS GASES**

A partir de 1994, la comercialización de sustitutos de Halones ha reemplazado el mercado de los Halones los cuales requieren de una licencia previa para su importación.

La Norma NFPA del 2001, indica los agentes sustitutos que son aceptados según los parámetros utilizados por la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos.

En los últimos años la atención se ha centrado en el Halon 1301 que tiene un alto potencial de destrucción del ozono. Como consecuencia de su potencial de agotamiento del ozono, en la Séptima Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal se convino en la eliminación en los países desarrollados, y su congelación en el 2002 en los países en desarrollo. Debido a esto se dio una gran gama de productos limpios que son sustitutos del Halon.

### **1.5.- SEGURIDAD PARA EL USO DEL GAS**

El FM200 es un gas limpio aceptado como sustituto del Halón 1301, siendo el gas de mayor seguridad para la protección de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el Halon 1301.

A pesar de ser un agente químico igual que el Halón 1301, el FM200 usa un mecanismo diferente para la extinción, proporcionando mayor seguridad en el uso de sustitutos que no dañan la Capa de Ozono.

## **2.- APLICACIONES**

### **2.1- APLICACIONES TECNICAS**

Los sistemas de supresión de fuego que usan gases limpios, en la actualidad tienen muchas aplicaciones en muchos sectores industriales, educativos, etc.. las aplicaciones mas importantes son las siguientes:

Los Medios de telecomunicación.

Los Funcionamientos de la computadora.

Los Cuartos del mando.

Laboratorios industriales.

*El bordo (Marino) los Sistemas, embarcaciones.*

Las Bibliotecas.

Las universidades y Museos.

*Las galerías de arte.*

Los lugares de Almacenamiento de archivos importantes.

Las Instalaciones petroquímicas.

*En industrias Farmacéuticas.*

La electrónica, Datos que Procesan el Equipo.

Sub estaciones de tableros generales, etc....

Por lo descrito y tras años de pruebas e investigaciones el reemplazo del Halon 1301, sin duda es el FM-200 seleccionado como el mejor agente extintor que no daña la capa de ozono.

## **2.2- IMPORTANCIA DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

Los sistemas de protección contra incendios que no cumplen con los niveles aceptables de protección contra incendios nos afectan a todos. Principalmente, el usuario no tiene seguridad aceptable, aunque ya haya gastado dinero en protección contra incendios.

También pierden los ingenieros de protección contra incendios, pues para ellos es difícil competir con diseñadores que no han estudiado, especializado esta nueva tecnología, ni entienden la complejidad de este tipo de ingeniería. Es por eso que la experiencia profesional para proyectar, diseñar, construir y mantener las instalaciones con FM 200 requiere de un buen análisis y comprensión adecuada.

## CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. La primera y más importante conclusión que se puede hallar es que el agente extintor gaseoso FM 200 sustituye al Halon 1301, es el mejor producto medioambientalmente apto para sustituirlo que soluciona el problema de la reducción de la Capa de Ozono extendida en el mundo actual.
2. A pesar de esto podemos inferir, pero no concluir científicamente, que existen una nueva gama de agentes extintores alternativos que pueden ser sustitutos del halon 1301 solucionando los graves problemas de reducción de la Capa de Ozono.
3. Se debe tener en cuenta, que el nivel de extinción alcanza no más de 10 segundos, propiedad muy importante que le permite ser el líder entre los agentes extintores gaseosos producidos como sustituto del Halon 1301 que no dañan la Capa de Ozono.
4. Debemos considerar, que muchos de los problemas mencionados que se relacionan con la disminución de la Capa de Ozono, como por ejemplo el alto índice de cataratas, cáncer a la piel, se han agudizado en los últimos años debido a la reducción de la Capa de Ozono.
5. Al igual que pasa con los datos de los diversos estudios realizados, el FM 200 es un producto no tóxico y apto para ambientes ocupados por personas ya que los mecanismos de extinción es principalmente a través de medios físicos mediante el enfriamiento de la llama, retirando el calor de la misma hasta que no pueda mantenerse por si sólo.
6. Como conclusión final podemos decir que el problema de la reducción de la Capa de Ozono causada por el uso indiscriminado del Halon 1301, a sido tomado en cuenta en todo el mundo, generando preocupación para protegerlo tomando medidas por las autoridades del caso para solucionarlos y a nosotros para ayudar a resolverlos.

## RECOMENDACIONES

1. Debemos considerar en términos generales, que la normativa actual con respecto al uso del FM 200 para el diseño, instalación e inspección en nuestro país no se encuentra definido, para ello debemos tener un organismo adecuado que asuma estos trabajos.
2. Promover una educación sanitaria como medio de prevención relacionados a la protección de la Capa de Ozono con agentes limpios nos conlleva a realizar un continuo desarrollo, avance tecnológico y científico siguiendo como parámetros las normas internacionales.
3. Concientizar desde las universidades e institutos, centros de investigación, autoridades y empresas sobre la importancia de la difusión de los agentes limpios que no dañan la Capa de Ozono.
4. Apoyar la promoción y difusión del uso de sustitutos del Halon 1301. De esta manera se traslada la decisión de hacer algo efectivo por la protección de la Capa de Ozono.
5. Informar mejor a la población, autoridades y empresas de los riesgos a los que se encuentran expuestos debido a la disminución de la Capa de Ozono, al conocer el riesgo al que están expuestos, sin duda, ayudará a disminuir notablemente el número de casos que se presentan en el mundo sobre todo en las zonas más desprotegidas.
6. Promover pagos de impuestos ecológicos en los estados o países, productores de gases que dañan la Capa de Ozono debido a que estos costos no están incluidos en ningún lado. O en todo caso analizar de una manera más eficiente de sanción por el grave problema que ocasionan.