



## Panorámica sobre la situación actual de los halones

### 1. INTRODUCCION

El primero de enero de 1994, entró en vigor la prohibición de fabricación de halones en los países desarrollados, por imperativo de los acuerdos establecidos en el Protocolo de Montreal.

Este hecho ha obligado a la comunidad internacional de la protección contra incendios, aseguradores, bomberos, fabricantes, ingenieros, usuarios, etc., a una revisión urgente de los métodos de protección, con el objetivo de encontrar sustitutos y protecciones alternativas. Otro aspecto importante es el que se refiere a los métodos de mantenimiento y revisión de las instalaciones de halón existentes.

El objeto de la presente guía es mostrar una panorámica general sobre la situación de estos agentes extintores así como de sus alternativas.

Como recomendación general, se debe tener muy en cuenta, que la aplicación de cualquiera de las nuevas tecnologías no es una tarea sencilla y, que por tanto, solamente técnicos con la profesionalidad y adiestramiento adecuados podrán, diseñar, instalar, recepcionar y mantener las instalaciones que incorporan los nuevos agentes extintores.

### 2. LA PROTECCION DE INCENDIOS POR HALON 1301

Para poder tener un enfoque correcto del problema es conveniente revisar algunos conceptos relacionados con la protección por halón, así como tener conocimiento de la reciente historia de este agente extintor.

El halón 1301 ha sido un agente extintor de incendios idóneo para su uso en áreas tales como:

- Salas de Ordenadores
- Salas de Control
- Centrales Telefónicas
- Cámaras anecoicas
- Laboratorios
- Museos
- Líquidos inflamables
- Centros de Proceso de Datos
- Equipos Electrónicos
- Aviación
- Centros de Transformación
- Salas de Máquinas
- Bibliotecas
- Simuladores de vuelo

Y en general en todas aquellas áreas, en que se ha precisado un sistema de protección de incendios donde una descarga accidental del agente extintor no suponga riesgo inmediato para el personal y los bienes protegidos, permitiendo en consecuencia su utilización en áreas normalmente ocupadas.

El halón 1301 debe su alta eficacia extintora al efecto catalítico negativo que se ejerce sobre la reacción de combustión, inhibiendo la misma, con concentraciones muy bajas, por lo que la atmósfera creada por tal descarga del agente extintor es respirable sin riesgo inmediato para el personal.

El uso del halón 1301 ha crecido desde principios de los años 70 hasta nuestros días, en forma exponencial, convirtiéndose en el agente extintor limpio más utilizado en la protección de áreas del tipo anteriormente mencionado.

Para su aplicación se han utilizado, normalmente, instalaciones fijas de "inundación total". Este método de extinción consta de un sistema de almacenamiento, modular o centralizado, que contiene la cantidad de halón 1301 requerida, y que se descarga, en forma automática, mediante un sistema de detección de incendios o manualmente, en el recinto protegido, hasta alcanzar la densidad de diseño establecida en las normas.

La situación creada por el cese repentino de la fabricación de los halones ha obligado al desarrollo de agentes sustitutos, protecciones alternativas y nuevas filosofías de protección.

### 3. SITUACION ACTUAL

En principio debemos decir que no se dispone, en el momento actual, de soluciones simples al problema, tal como será la disponibilidad de un agente extintor alternativo que permitiese la utilización de las instalaciones existentes con pocas o ninguna modificación.

Sin embargo, esta situación, por sí misma, no debería ser considerada como totalmente negativa. En efecto, la situación creada por la inminente desaparición de los halones, ha obligado a la revisión de las técnicas de protección existentes y a un estudio detallado de la filosofía de tal protección de incendios más adecuada de cada riesgo. Este estudio ha facilitado conclusiones interesantes, que sin duda pueden conducir a un nivel mejor de protección en un próximo futuro.

En efecto, el halón 1301 se ha usado, casi a modo de panacea universal, para la protección de todo tipo de riesgos durante sus últimos quince años.

Este marco, de utilización generalizada y aceptación universal de la protección por halón, ha favorecido, en ocasiones, que las instalaciones de protección por halón se hayan acometido sin todo el rigor necesario, desde su proyecto hasta su ejecución, con lo que el nivel final de eficacia no ha sido el más conveniente en determinadas ocasiones.

El análisis de las instalaciones de halón 1301 existentes ha evidenciado una serie de defectos, que cuestionan, en ocasiones seriamente, la eficacia de estos sistemas.

Los principales fallos encontrados han sido:

- Detección de incendios lenta e ineficaz.
- Falta de estanqueidad de los recintos.
- Fallos en el diseño e instalación.
- Inadecuabilidad de la protección.

Por tanto, el primer paso que deberían dar los usuarios de instalaciones de halón sería revisar los sistemas existentes, comprobando su vigencia y estableciendo de nuevo los objetivos que se pretende lograr con la protección.

En el momento actual se dispone de una serie de sustitutos y técnicas alternativas, que permiten acometer las necesidades de protección de incendios de los riesgos, que hasta ahora se venían realizando mediante instalaciones de halón 1301.

#### **4. SEGURIDAD EN EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN CON ÓXIDO DE ETILENO**

Se entiende como sustituto de los sistemas de Halon 1301 aquel sistema que cumpla con las características de extinción y limpieza análogos a las de aquéllos. Su elección y adecuabilidad varía en función del tipo de área protegida, volumen, características específicas de ocupación, etc.

Se denomina agentes limpios a aquellos agentes extintores que, no conductores de la electricidad, no dejan residuo después de su aplicación.

Bajo esta definición podemos distinguir tres líneas:

- Sistemas de agentes halocarbonados o halocarbonos
- Sistemas de gases inertes.
- Sistemas de agua nebulizada

##### **4.1 Agentes halocarbonados**

Los agentes halocarbonados son agentes limpios del tipo hidrofuro-carbonado (HFCs), hidroclorofuro-carbonado (HCFCs), perfluoro-carbonado (PFCs) y Iodofuro-carbonado (IFCs).

Existe un grupo de estos productos químicos de "**primera generación**" que se encuentran disponibles en el mercado, y que se ofrecen como sustitutos del halón 1301.

La principal característica de todos ellos es tener **ODP** <sup>(1)</sup> poder de destrucción del ozono, **nulo o transitoriamente muy pequeño**. Los HCFC no pueden utilizarse en protección de incendios desde el pasado 22 de junio de 1995 en la Unión Europea.

(1) *ODP: Ozone Depletion Potential*

Asimismo, aquellos que se proponen para su utilización en áreas normalmente ocupadas deben tener un **nivel cardiotoxico NOAEL** <sup>(2)</sup> menor que la concentración de extinción.

Otro aspecto que ha preocupado a las autoridades de protección ambiental es la contribución de estos agentes al **efecto invernadero GWP** <sup>(3)</sup> factor que varía ampliamente en los productos que se mencionan a continuación.

(2) *NOAEL: No Observed Adverse Effect Level*

(3) *GWP: Global Warming Potential*

Los agentes extintores mencionados anteriormente, con características diferentes, presentan varios aspectos comunes en relación con su capacidad extintora:

1. No son conductores de la electricidad.
2. Son "agentes limpios". No dejan residuo y se evaporan rápidamente.
3. Son gases licuables bajo su presión de vapor.
4. Se pueden almacenar para su utilización en P.C.I. en forma similar al halón 1301.
5. Con excepción del FE-13, se sobrepresurizan con nitrógeno para su descarga.
6. Los mecanismos de extinción, con excepción del CFI3, al contrario de lo que ocurre con el halón son de naturaleza predominantemente física.
7. Todos ellos son menos eficaces, como extintores, que el halón 1301 en términos de cantidad de agente extintor y volumen de almacenamiento.
8. Todos ellos producen cantidades de productos térmicos de descomposición mucho mayores que el halón 1301 para fuegos de clase y tamaños dados.
9. Todos ellos son más caros que el halón 1301 (histórico) por unidad de peso.
10. Todos ellos producen mezclas con el aire más pesadas que las producidas por el halón 1301, por lo que los problemas de estanqueidad del recinto se agravan con su utilización.

Son cinco los halocarbonos de este tipo que pueden encontrarse con mayor disponibilidad comercial, de los cuales se presenta a continuación un cuadro resumen de sus principales características:

## RESUMEN DE AGENTES QUÍMICOS

AGENTE	N.COMER.	FORMULA	FABRICANTE	Cdis	NOAEL	ODP	GWP
FC-3-1-10	CEA-410	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	3M	6%	>40%	0	5500
HFC-227ea	FM-200	C <sub>3</sub> CHF <sub>3</sub>	Great Lakes Ch. Corp.	7%	9%	0	3800
HFC-23	FE-13	CHF <sub>3</sub>	Du Pont	16%	>30%	0	12100
HCFC Blend A	NAF-S III	(1)	North American Fire	>11%	10%	0,05	1600
FCI-1311	Triodide	CFI <sub>3</sub>	Pacific Corporation	5%	0,5%	<0,2	0

Cdis: Concentración mínima de diseño

NOAEL: No Observed Adverse Effect Level (concentración máxima a la que no se han observado efectos adversos durante un determinado tiempo). La concentración efectiva en zonas ocupadas en caso de una descarga no debe superar este valor.

ODP: Ozone Depletion Potential. Valoración cualitativa del Potencial destructor del ozono estratosférico.

GWP: Global Warming Potential. Valoración cualitativa del Potencial de contribución a efecto invernadero.

(1) La composición del HCFC Blend A es:

HCFC-123: 4,75%, CHCl<sub>2</sub>-CF<sub>3</sub> (Trifluorodichloroetano)

HCFC-22: 82%, CHClF<sub>2</sub> (Difluorclorometano)

HCFC-124: 9,5% CHClF-CF<sub>3</sub> (Tetrafluorcloroetano)

Isopropenil-1-metilciclohexano 3,75%



Sistema fijo de extinción por FE-13

#### 4.2 Gases Inertes

La utilización de gases inertes en protección de incendios es conocida desde antiguo, y su uso fue a menos con la llegada de los halones a este campo.

El principio extintor de estos agentes consiste en la reducción del nivel de oxígeno en la atmósfera del recinto protegido desde el valor inicial del 21 %, hasta un valor comprendido entre el 10% y el 12%, en el que la mayor parte de los combustibles se extinguirán.

Por otro lado una atmósfera con un contenido del 10% al 12% de oxígeno, sin la presencia de otros gases tóxicos es respirable por periodos cortos por personal sano, lo que hace viable la utilización de estos agentes en áreas normalmente ocupadas.

Las mezclas de gases inertes que se utilizan como sustitutos del halón 1301 son mezclas compuestas por argón y nitrógeno, que pueden contener como aditivo anhídrido carbónico.

Los productos basados en **mezclas de gases** inertes que se comercializan por el momento son los siguientes:

#### Resumen de gases inertes

AGENTE	N.COMER	FORMULA	FABRICANTE
IG-541	INERGEN	N <sub>2</sub> +Ar+CO <sub>2</sub>	WORMALD
IG-55	ARGONITE	N <sub>2</sub> +Ar	GINGE-KERR
IG-01	ARGON	Ar	PREUSSAG

Todos ellos tienen una concentración mínima de extinción aproximada del 30 %, de diseño del 36 % y un NOAEL del 43%.

El **IG-541** utiliza una cantidad de CO<sub>2</sub>, como estimulador de la respiración, mientras que ni el **IG-55** ni el **IG-01** utilizan dióxido de carbono en su composición. Las argumentaciones a favor y en contra de la conveniencia de incluir el CO<sub>2</sub> en la composición de estas mezclas, pueden leerse en los informes médicos que las firmas fabricantes facilitan.



Sistema fijo de extinción por Argón

Un análisis de estos agentes revela que no existen grandes diferencias, ni de toxicidad ni de capacidad extintora entre los tres compuestos descritos. En cualquier caso ninguno de los tres productos es tóxico y una descarga en frío (sin presencia de incendio) no presenta problemas para tiempos de respiración cortos. Estas condiciones, obviamente, son muy diferentes a las que genera una instalación de anhídrido carbónico en las mismas circunstancias. Consecuentemente, su utilización en áreas ocupadas, en lugar del CO<sub>2</sub> proporciona ventajas en el sentido de la seguridad para el personal.

Como desventajas, cabe mencionar que la utilización de estos sistemas requiere un volumen de almacenamiento del orden de ocho a diez veces superior al de los sistemas similares de halón 1301. Los recintos protegidos deben disponer de una mínima área de venteo. El mayor número de cilindros, válvulas, etc., hace que el precio de un sistema de este tipo sea sensiblemente superior a uno similar de halón 1301.

Por el contrario estos sistemas presentan un número de factores positivos: el agente extintor es barato y no perjudicial al medio ambiente. Otra ventaja es que la densidad del agente extintor es similar a la del aire, por lo que la duración de la protección es mucho mayor que en el caso del halón u otros agentes químicos. La atmósfera resultante de la descarga del agente extintor no resulta tóxica ni asfixiante, como ocurre con los sistemas de anhídrido carbónico.

### **4.3 Agua Nebulizada**

Los sistemas de protección de incendios mediante agua nebulizada optimizan los recursos extintores del agua mediante la división del volumen de agua utilizado en gotas de muy pequeño tamaño (en el orden de la centena de micras), con lo que se consigue la máxima capacidad de refrigeración para una determinada cantidad de agua, reduciendo los volúmenes utilizados y por tanto, los daños causados por los sistemas convencionales que utilizan agua como agente extintor (rociadores automáticos, sistemas de diluvio, mangueras, etc.).

Los sistemas de agua nebulizada proporcionan una extinción rápida y eficaz de los fuegos de sólidos y líquidos, eliminando el riesgo de reignición, presentan capacidad de supresión de incendios de foco profundos, destruye y decantan los humos y gases tóxicos y quizás lo más importante de todo ello, utilizando cantidades muy pequeñas de agua natural.



Lanza para aplicación de agua nebulizada

En la actualidad los sistemas de agua nebulizada se están utilizando de forma generalizada para la protección de buques civiles y militares, en salas de máquinas, espacios de maquinaria, salas de generadores, sentinas, camarotes y espacios públicos.

Así mismo, su uso en aplicaciones industriales crece de forma exponencial, cubriendo áreas tales como: salas de turbinas, salas de máquinas, salas de generadores, centros de proceso de datos, archivos, instalaciones de servicios en ambientes subterráneos, etc.

Una característica peculiar de los sistemas de agua nebulizada es el contraste con los sistemas de extinción tradicionales, halon, CO<sub>2</sub>, sprinklers, agua pulverizada, etc. que utilizan técnicas y normas de aplicación de índole genérica, variando en pequeños detalles constructivos los equipos de los diversos fabricantes. Por el contrario, las técnicas de aplicación y diseño de los sistemas de agua nebulizada, así como los equipos que los componen son completamente diferentes para cada fabricante y su validez queda establecida para cada uno de ellos a través de los correspondientes ensayos realizados por las entidades de aprobación.

La única norma de diseño sobre sistemas de agua nebulizada publicada en la actualidad (NFPA 750), establece la metodología a seguir para el diseño, instalación y pruebas de estos sistemas, indicando qué partes deben ser aprobadas, documentación a elaborar y parámetros muy generales, y responsabilizando a cada fabricante de la ingeniería específica de diseño y aplicación.

Existen diversas técnicas de producción de agua nebulizada que utilizan alta, media y baja presión, un solo fluido o dos fluidos, boquillas atomizadoras de diversos tipos, sistemas de abastecimiento específicos, etc. Algunas de ellas se encuentran todavía en fase de desarrollo, otras tienen un nivel de disponibilidad limitada o su aplicación está restringida a usos muy particulares, y otras han alcanzado la plena disponibilidad comercial.

Han sido realizados diversos estudios de manera que se analicen y evalúen los posibles riesgos que podría presentar para la salud de los ocupantes la inhalación de agua nebulizada, con el potencial de transportar productos de combustión, etc. Las conclusiones pusieron en evidencia la falta de toxicidad próxima o remota de estos sistemas habiendo sido aceptados los sistemas de agua nebulizada (Water Mist) para áreas ocupadas siempre que utilicen agua potable o de mar.

La eficacia extintora del agua nebulizada se basa en la alta pulverización del agua utilizada, lo que optimiza los efectos de enfriamiento, atenuación del calor radiante y desplazamiento del oxígeno en la base del fuego. Para poder aprovechar estos efectos es necesario que el agua nebulizada penetre en las llamas alcanzando su base.

En la actualidad existen varios fabricantes de sistemas de agua nebulizada con tecnologías muy diferentes para su uso como sistemas de extinción, que han recibido un nivel de aceptación muy diferente. Las dos líneas de productos más ampliamente implantadas son una que consiste en un sistema de alta presión y un solo fluido y la otra un sistema de doble fluido y baja presión.



Sistema fijo de extinción por agua nebulizada

En cuanto a la tipología de los sistemas en lo referente a su modo de aplicación, pueden ser de aplicación local (protección por objeto), inundación total (protección por volumen) o protección de ambientes por superficie (análogo a rociadores automáticos).

## 5. ALTERNATIVAS DE LOS SISTEMAS DE HALON 1301

Por alternativa de los sistemas de halon 1301 se entiende aquel sistema que pudiendo ser aceptable para el riesgo protegido, no cumple con todas las características de extinción y limpieza de aquéllos. Destacan los siguientes, de forma individual o como combinación:

- Detección incipiente por sistemas de alta sensibilidad, pudiendo procederse a su extinción por una mera desconexión eléctrica o por medios manuales, resultando en daños mínimos.
- Cambio de filosofía de protección, por ejemplo protegiendo únicamente equipos en lugar de todo el ambiente.
- Sistemas de rociadores de respuesta rápida para la protección del edificio.

## 6. SEGURIDAD PARA EL PERSONAL

La descarga de un sistema de extinción que utiliza un agente de los mencionados anteriormente, puede crear riesgos para el personal derivados de la **toxicidad intrínseca** del mismo, o de los **productos de descomposición térmica** en caso de incendio. Es obvio que cualquier exposición innecesaria del personal debe ser evitada. Esto se logra, generalmente, disponiendo de las prealarmas óptico acústicas necesarias, así como de un tiempo de retardo de la descarga (típicamente 30 segundos o un minuto), después de la actuación automática del sistema.

La toxicidad de estos productos se mide por diversos parámetros:

"**No Observed Adverse Effect Level**" (**NOAEL**), que es la concentración más alta a la que ningún efecto psicológico o toxicológico adverso ha sido observado y "**Lowest Observed Adverse Effect Level**" (**LOAEL**), que es la concentración más baja a la que ha sido observado algún efecto psicológico o toxicológico adverso. Para las mezclas de gases inertes los primeros efectos adversos observados son los psicológicos debido a la baja concentración de oxígeno.

Otro parámetro que evalúa la toxicidad de un gas es la **Concentración Letal Aproximada (CLA)**, que es la concentración a la que sometida una población de ratas, resulta mortal para el 50% de las mismas en una exposición de cuatro horas. Cuanto más alto es el valor de CLA menos tóxico es el producto.

A continuación se facilitan los datos conocidos del NOAEL, LOAEL, y CLA, para los agentes limpios descritos anteriormente y para el halón 1301 para permitir una rápida comparación:

## INFORMACION TOXICOLOGICA

AGENTE	N.COMER.	CLA	NOAEL	LOAEL
FC-3-1-10	CEA-410	>80%	40%	>40%
HFC-227ea	FM-200	>80%	9%	>10,5%
HCFC Blend A	NAF-S III	64%	10%	>10%
HFC-23	FE-1 3	>65%	50%	>50%
FIC-1311	Triodide	---	0,2%	---
IG-541	INERGEN	N/A	43%	52%
IG-55	ARGONITE	N/A	43%	52%
IG-01	ARGON	N/A	43%	52%
HALON 1301	PYROFORANE	>80%	5%	7,5%

El criterio que permite determinar si un agente extintor es utilizable, en principio, en áreas normalmente ocupadas es el análisis de su cardiotoxicidad, comparándola con la concentración de diseño. Los requisitos para utilización en áreas ocupadas son:

1. Concentración de Diseño  $\leq$  NOAEL

2. Concentración Oxígeno mínima

Agentes químicos 16%

Gases inertes 12%

3. Disponer de retardo para la descarga

## 7. APROBACIONES TECNICAS

La aprobación de productos y los equipos necesarios para su utilización se realiza, normalmente, por Laboratorios independientes y/o Compañías de seguros. Los Laboratorios que realizan estas funciones en los Estados Unidos son principalmente Underwriters Laboratories (UL) y Factory Mutual Research Corporation (FM). En Europa VDS y LPCB, en España LICOF.

## 8. GESTIÓN DE INSTALACIONES EXISTENTES DE HALÓN 1301

### 8.1 Bancos de halón

El concepto de banco de halón no tiene un soporte material, consiste en una empresa almacenadora de gas reciclado, que se forma por media de un consorcio de empresas instaladoras, mantenedoras, grandes usuarios, etc., que facilitan las transacciones entre aquellos interesados en deshacerse de instalaciones existentes, y aquellos otros que puedan precisar de halon para la recarga de sus instalaciones. Su estructura es muy diferente de un país a otro. En España EXTINFRISA y LPG disponen de equipos destinados al reciclado del halón y están actuando como banco de halón para diversas compañías.

### 8.2 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE HALON. REUTILIZACIÓN DEL HALON

No existe ninguna disposición legal en España que obligue al desmantelamiento de las instalaciones de halón existentes y, por tanto, parece una opción correcta y recomendable, en la situación actual, procurar su mantenimiento y durabilidad hasta su total prohibición de uso, realizando las revisiones y actualizaciones necesarias.

No obstante, la Posición Común N°19/1999 (proyecto de disposición, sin efectos legales de momento) de la Unión Europea introduce disposiciones más estrictas sobre los halones mediante la prohibición de su utilización en los sistemas existentes de protección contra incendios, salvo para los halones reutilizados para los cuales la prohibición se aplicará en 2003. Así mismo, establece que los sistemas de protección contra incendios y extintores que contengan halón serán decomisados antes de finales del 2003.

Las operaciones de mantenimiento de los sistemas de halon incluyen la extracción del gas de los cilindros de la instalación de protección a un container separado para llevar a cabo las tareas de retimbrado, reparación de válvulas, etc.

Todas estas operaciones deben ser realizadas sin pérdidas de halón o emisiones a la atmósfera. Además antes de su nueva utilización el halón debe ser purificado (separación de contaminantes y N2).

## **9. CONCLUSIONES**

Existen disponibles comercialmente un conjunto de **sustitutos químicos y mezclas de gases inertes**, de efectividad menor y coste mucho mayor que los de los halones, que permiten vías alternativas como se ha expuesto.

Se continua trabajando en la búsqueda de "**nuevas generaciones**" de productos de índole más similar a los halones así como en sistemas sustitutivos, con excelentes resultados para riesgos específicos. Es el caso de los sistemas de **agua nebulizada** que aparecen listados por la EPA , entre otros, como sustitutos aceptados del halon.

La utilización de los sistemas de detección precoz de incendios combinados con sistemas de inertización, destrucción de humos y sprinklers de agua nebulizada, es una de las alternativas más notables en protección de CPD's y salas de equipos electrónicos.

Los usuarios de instalaciones de halón 1301 en nuestro país no tienen obligación legal de proceder a su desmontaje en la actualidad. Deberían proceder a su revisión, verificando su grado de eficacia e implementando las medidas complementarias para evitar descargas intempestivas, comprobar y mejorar el grado de estanqueidad de los recintos, incorporar detección precoz de incendios, etc. No obstante, esta situación presumiblemente sólo se mantendrá con halones reciclados o recuperados hasta final del 2002, siendo decomisadas dichas instalaciones en el 2003.

Por tanto, se debe reemplazar la pregunta relativamente frecuente al día de hoy, **¿Qué agente extintor se puede utilizar para sustituir al halón 1301?**, por la más adecuada: **¿Como se puede proteger o seguir protegiendo este riesgo específico ante la ausencia del halón?**

La respuesta correcta a esta segunda formulación siempre podrá ser facilitada por los profesionales de la protección de incendios.

[volver arriba](#)