

BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

en el mantenimiento, recarga y uso de
extintores portátiles con HCFC-123



El ambiente
es de todos

Minambiente



Plan
Nacional
de Acción
Ambiental

1) RETIRE EL PASADOR DE SEGURIDAD

2) OPRIMA LA MANILJA SUPERIOR DE LA VALVULA

3) DIRIJA LA DESCARGA A LA BASE DEL FUEGO EN FORMA DE NUBO

Buenas prácticas ambientales

en el mantenimiento, recarga y uso de extintores portátiles con HCFC-123



REPÚBLICA DE COLOMBIA

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Iván Duque Márquez

**MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE**

Ricardo Lozano Picón

**VICEMINISTRA DE POLÍTICAS Y NORMA-
LIZACIÓN AMBIENTAL**

María Claudia García

**DIRECTOR DE ASUNTOS AMBIENTALES
SECTORIAL Y URBANA**

Alex José Saer Saker

UNIDAD TÉCNICA OZONO

COORDINADORA NACIONAL

Leydy María Suárez Orozco

EQUIPO TÉCNICO

Angélica Nataly Antolínez Esquivel

Camilo Andrés León Redondo

Edwin Mauricio Dickson Barrera

Gabriel Felipe Martínez Romero

Hilda Cristina Mariaca Orozco

María Carolina Vélez Rincón

Nidia Mercedes Pabón Tello

Paola Andrea Torres Ulloa

Xiomara Ibeth Stavro Tirado

EQUIPO ADMINISTRATIVO

Myriam Cristina Jiménez Moreno

Óscar Mauricio Jaimes González

COMUNICACIONES

Luisa Fernanda López Arias

EDICIÓN

Angélica Nataly Antolínez Esquivel

TEXTOS

Javier Lancheros Velandia

Ana Oliva Echeverría Rodríguez

Angélica Nataly Antolínez Esquivel

DISEÑO

Brújula Comunicaciones Estratégicas SAS

DIAGRAMACIÓN

Verónica Rafaela Forero Rodríguez

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO - PNUD**

COORDINADORA RESIDENTE

Jessica Faieta

DIRECTOR DE PAÍS PNUD - COLOMBIA

Pablo Ruiz Hiebra



CATALOGACIÓN EN LA PUBLICACIÓN:

Grupo Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Buenas prácticas ambientales en el mantenimiento, recarga y uso de extintores portátiles con HCFC-123 / Unidad Técnica Ozono, (Ed.): Antolínez Esquivel, Angélica Nataly; textos: Lancheros, Javier; Echavarría, Ana Oliva; Antolínez Esquivel, Angélica Nataly. ----. Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020.

163 p.

Publicado en: <https://bibliovirtual.minambiente.gov.co/>

ISBN versión electrónica: 978-958-5551-22-0

ISBN versión impresa: 978-958-5551-21-3

1. sustancias agotadoras de la capa de ozono 2. control de la contaminación
3. extintores portátiles 4. extinción de incendios 5. gestión ambiental 6. buenas prácticas ambientales I. Tit. II. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

CDD: 363.37

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación del material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.



No comercializable - Distribución gratuita

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020

Tabla de contenido

Presentación	13
Introducción	16
Sección I. Generalidades de la extinción de incendios	17
1 Teoría del fuego	19
1.1 Elementos de la combustión	20
1.1.1 Combustible	20
1.1.2 Comburente	22
1.1.3 Energía de activación	22
1.1.4 Reacción química en cadena	23
1.2 Productos de la combustión	23
1.2.1 Llamas	23
1.2.2 Humo	24
1.2.3 Calor	24
1.2.4 Gases	25
2 Extinción de incendios	26
2.1 Clases de incendios	26
2.2 Métodos de extinción de incendios	27
2.2.1 Eliminación del combustible	27
2.2.2 Supresión del oxígeno	27
2.2.3 Reducción del calor	28
2.2.4 Interrupción de la reacción química en cadena	28
3 Extintores portátiles	29
3.1 Partes de los extintores portátiles	30
3.2 Sistemas de presurización de los extintores portátiles	31
3.3 Clasificación de los extintores según el agente extintor	32
3.3.1 Extintores de agentes halogenados	33
3.3.2 Extintores de agua a presión	33
3.3.3 Extintores de polvos químicos	34
3.3.4 Extintores de dióxido de carbono (CO ₂)	34
3.3.5 Extintores para fuegos de clase K	35
3.4 Identificación de los extintores	35
Sección II. Impacto ambiental de los agentes extintores halogenados	37
4 Vida media en la atmósfera	40
5 Agotamiento de la capa de ozono	41
5.1 Convenio de Viena	45
5.2 Protocolo de Montreal	45
5.3 Sustancias controladas por el Protocolo de Montreal	47
5.4 Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia	48
6 Calentamiento global	50
6.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	51
6.2 Acuerdo de París	52

6.3	Compromisos de Colombia ante el cambio climático	52
Sección III. HCFC-123 como agente extintor y sustancias alternativas		55
7	Características del HCFC-123	58
8	Alternativas para la sustitución del HCFC-123	63
8.1	Agentes extintores halogenados	64
8.1.1	HFC-227ea (FM-200)	64
8.1.2	HFC-236fa (FE-36)	65
8.1.3	FC-5-1-12 (Novec 1230)	66
8.2	Otros agentes extintores no halogenados	66
8.2.1	Agua nebulizada desionizada	66
8.2.2	Dióxido de carbono (CO ₂)	67
8.2.3	Espumas formadoras de película acuosa	68
8.2.4	Polvos extintores	69
9	Gestión ambiental en el ciclo de vida del HCFC-123 y otros agentes peligrosos	71
9.1	Principio de jerarquía para la gestión ambiental de residuos peligrosos	71
9.1.1	Prevención	72
9.1.2	Aprovechamiento o valorización de materiales	73
9.1.3	Valorización energética	73
9.1.4	Disposición final	73
9.2	Recuperación, reciclaje y regeneración de agentes halogenados	74
9.3	Gestión ambiental de los extintores portátiles con HCFC-123	78
Sección IV. Buenas prácticas para el mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123		81
10	Requisitos para los talleres de recarga y mantenimiento de extintores portátiles con HCFC-123	83
10.1	Requisitos generales	83
10.2	Requerimientos mínimos de infraestructura y seguridad	84
10.2.1	Ventilación	84
10.2.2	Iluminación	84
10.2.3	Almacenamiento	85
10.3	Selección y capacitación de personal	86
10.3.1	Selección del personal	86
10.3.2	Capacitación	86
10.4	Herramientas y equipos para la recarga y mantenimiento de extintores portátiles con HCFC-123	88
10.5	Documentación de procedimientos	91
11	Procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123	92
11.1	Diagrama de flujo	93
11.2	Recepción e inspección inicial	95

11.3	Almacenamiento inicial	97
11.4	Mantenimiento externo	98
11.5	Mantenimiento general	99
11.5.1	Despresurización del cilindro	99
11.5.2	Recuperación del HCFC-123	100
11.5.3	Inspección detallada del extintor	101
11.5.4	Verificación y mantenimiento de partes mecánicas del extintor	103
11.5.5	Pintura del cilindro	105
11.5.6	Rearmado del extintor	106
11.5.7	Recarga del extintor con HCFC-123	108
11.5.8	Presurización del extintor con nitrógeno	110
11.5.9	Prueba de hermeticidad	111
11.5.10	Terminado	112
11.6	Almacenamiento final	114
11.7	Entrega al cliente	114
Sección V. Información y recomendaciones para el usuario final		115
12	Selección del extintor portátil	117
12.1	Consideraciones generales	117
12.2	Selección del agente extintor	119
12.3	Consideraciones de salud y seguridad que afectan la selección del agente extintor	121
13	Instalación de extintores portátiles	123
14	Inspección y mantenimiento periódico del extintor	125
14.1	Inspección de los extintores portátiles	125
14.2	Mantenimiento de los extintores portátiles	126
15	Operación y uso de los extintores portátiles	128
15.1	Pautas generales de utilización de un extintor portátil	128
15.2	Medidas de seguridad para el uso de extintores portátiles	129
Anexos		130
Anexo 1. Lista de chequeo para inspección y mantenimiento de extintores portátiles		130
Anexo 2. Registro e inspección de extintores portátiles (para usuarios finales)		134
Siglas y abreviaturas		135
Nomenclatura		136
Glosario		137
Referencias bibliográficas		139





Lista de figuras

Figura 1.	Triángulo y tetraedro del fuego	19
Figura 2.	Límites de inflamabilidad	22
Figura 3.	Temperaturas de la llama	23
Figura 4.	Clases de incendios	26
Figura 5.	Extintor portátil presurizado y sus partes	30
Figura 6.	Extintor de presión propia	31
Figura 7.	Extintor de presión incorporada	31
Figura 8.	Extintor de presión no permanente	32
Figura 9.	Extintor de agente halogenado	33
Figura 10.	Extintor de agua	33
Figura 11.	Extintor de polvo químico seco (PQS)	34
Figura 12.	Extintor de dióxido de carbono (CO ₂)	34
Figura 13.	Extintor tipo k	35
Figura 14.	Pictogramas para identificar extintores	36
Figura 15.	Impacto ambiental de los agentes extintores	39
Figura 16.	Mecanismo de producción del ozono estratosférico	41
Figura 17.	Capa de ozono: ubicación, función y mecanismo de destrucción	42
Figura 18.	Evolución del agujero de la capa de ozono	43
Figura 19.	Tamaño promedio del agujero de la capa de ozono para el periodo 1979-2019 (millones de km ²)	44
Figura 20.	Concentración de ozono mínima anual para el periodo 1979-2019 (Unidades Dobson - UD)	44
Figura 21.	Calendario de reducción del consumo de HFC	46
Figura 22.	Usos de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal	48
Figura 23.	Calentamiento global y efecto invernadero	50
Figura 24.	Componentes de la Política nacional de cambio climático	53
Figura 25.	Principio de jerarquía en la gestión de residuos peligrosos	72
Figura 26.	Actores involucrados en la cadena de recuperación, aprovechamiento y reutilización de agentes extintores halogenados	76
Figura 27.	Diagrama de flujo de los procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123	93
Figura 28.	Condiciones de rechazo del extintor durante la inspección inicial	96
Figura 29.	Almacenamiento adecuado de extintores	97
Figura 30.	Mantenimiento externo del extintor	98
Figura 31.	Recarga de HCFC-123 sin remoción de la válvula	99
Figura 32.	Cilindro colocado en la prensa para el proceso de despresurización del extintor	99

Figura 33.	Sistema cerrado para recuperación del HCFC-123	100
Figura 34.	Sistema de lavado interior de cilindros	102
Figura 35.	Inspección interna del extintor	102
Figura 36.	Verificación del estado y operatividad de la manija de transporte y descarga	104
Figura 37.	Verificación de los hilos de las roscas de la válvula	104
Figura 38.	Empaquetaduras de la válvula y vástago	104
Figura 39.	Proceso de pintado del extintor	105
Figura 40.	Secuencia para armado de extintor	106
Figura 41.	Armado de extintor	107
Figura 42.	Collar de verificación de servicio	107
Figura 43.	Características del collar de verificación	107
Figura 44.	Proceso de recarga de extintores de HCFC-123 usando un sistema cerrado	109
Figura 45.	Proceso de presurización con nitrógeno	110
Figura 46.	Prueba de hermeticidad	112
Figura 47.	Etiquetado del extintor	113
Figura 48.	Extintor terminado	113
Figura 49.	Selección de agentes extintores de acuerdo con la clase de fuego	120
Figura 50.	Ubicación de extintores portátiles	123
Figura 51.	Extintor anclado con soporte en pared	124
Figura 52.	Extintor con señalización	124
Figura 53.	Brigadistas inspeccionando los extintores portátiles	126
Figura 54.	Pasos básicos para la operación de extintores portátiles	129

Lista de tablas

Tabla 1.	Indicadores ambientales de HCFC-123 y mezclas de HCFC-123 para extintores portátiles	39
Tabla 2.	Sustancias controladas por el Protocolo de Montreal	47
Tabla 3.	Cronograma de reducción y eliminación del consumo de SCPM relacionadas con extinción de incendios, para Colombia	48
Tabla 4.	Propiedades físicas y químicas del HCFC-123	58
Tabla 5.	Mezclas de HCFC-123 para uso en extinción de incendios	59
Tabla 6.	Evaluación del uso del HCFC-141b para extinción de incendios en estándares	61
Tabla 7.	Propiedades físicas y químicas del HCFC-141b	61
Tabla 8.	Indicadores ambientales de HCFC-141b	62
Tabla 9.	Agentes extintores posibles sustitutos del HCFC-123 y sus indicadores de impacto ambiental	64
Tabla 10.	Comparación de propiedades e indicadores de impacto ambiental de algunos posibles sustitutos del HCFC-123	70
Tabla 11.	Gestión ambiental para los agentes extintores halogenados	74
Tabla 12.	Requerimientos de calidad para agentes extintores halogenados	75
Tabla 13.	Equipos básicos para taller de mantenimiento y recarga de extintores	89
Tabla 14.	Procesos y actividades para la inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123	92
Tabla 15.	Factores para considerar en la selección de un extintor portátil	118
Tabla 16.	Consideraciones de salud y seguridad que afectan la selección del agente extintor	121
Tabla 17.	Consideraciones para la instalación de los extintores portátiles	123
Tabla 18.	Frecuencia de mantenimiento interno y de la prueba hidrostática de extintores	127





Presentación

El Protocolo de Montreal es un acuerdo ambiental multilateral sólidamente establecido, que está logrando con éxito evitar enormes daños a la salud humana y el medio ambiente, derivados de los efectos del exceso de la radiación ultravioleta proveniente del sol, mediante la eliminación de la producción y el consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) ^[1].

El Protocolo de Montreal ha sido objeto de varias enmiendas, la última de ellas es la Enmienda de Kigali, que fue aprobada para eliminar los hidrofluorocarbonos (HFC), que con frecuencia se utilizan como sustitutos de las SAO. Si bien los HFC no agotan el ozono, sí son poderosos gases de efecto invernadero que tienen un potencial de calentamiento atmosférico (PCA) importante.

Colombia aprobó en 1992 el Protocolo de Montreal y posteriormente sus respectivas enmiendas, con lo cual se ha comprometido a la eliminación del consumo de las sustancias listadas en los anexos A, B, C, E y F de dicho Protocolo. Para la implementación de los acuerdos y compromisos establecidos en este Protoco-

lo, el Gobierno Nacional, con el apoyo de las Naciones Unidas, ha constituido la Unidad Técnica Ozono - UTO, a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Hasta el momento, se ha logrado la eliminación del 100% del consumo de los clorofluorocarbonos (CFC), halones y tetracloruro de carbono (TCC) en el país para el año 2010 y la eliminación del 60% del consumo de los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) para el año 2020.

Los programas y proyectos para la eliminación del consumo de las SAO son financiados por el Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal y ejecutados a través de las agencias implementadoras de dicho Protocolo y están orientados a la reducción progresiva de estas sustancias en los sectores industriales de fabricación de equipos de refrigeración y aire acondicionado, fabricación de espumas de poliuretano, en el sector de solventes y aerosoles y en el sector de extinción de incendios, entre otros.

Inicialmente, la industria colombiana de la protección contra incendios reemplazó el uso de Halón 1211 con extintores



portátiles por HCFC-123. Sin embargo, impulsado por un factor de precio, desde 2011 el mercado, al final de la cadena de suministro, comenzó a mezclar el HCFC-123 con el HCFC-141b, una sustancia que no es adecuada para la extinción de incendios y que podría ser extremadamente peligrosa, teniendo en cuenta que puede avivar el fuego y liberar fluoruro de hidrógeno (HF), altamente tóxico en presencia del fuego. Lo que plantea el gran reto de la eliminación del uso de HCFC-141b para esta aplicación.

Lamentablemente, el uso del HCFC-141b se convirtió en una práctica popular para la carga y recarga de extintores portátiles, llegando a alcanzar un consumo de 61,6 toneladas (6,78 toneladas PAO) anuales en el año 2014, mientras que el consumo de HCFC-123 ha venido cambiando con tendencia a la baja. El consumo total de las dos sustancias representa el 7.7% del total de HCFC en Colombia.

Por estas razones, Colombia ha adelantado un proyecto de asistencia técnica para el sector de protección contra incendios, cuyo objetivo es prohibir el uso de HCFC-141b como agente extintor, así como promover el uso de sustancias al-

ternativas a los HCFC y la aplicación de las mejores prácticas en mantenimiento y recarga de extintores portátiles.

La Unidad Técnica Ozono del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible presenta estas buenas prácticas ambientales para el sector de protección de incendios, compuesto principalmente por pequeñas y medianas empresas que realizan actividades de mantenimiento y recarga de extintores portátiles con agentes halogenados, polvo químico seco, CO₂ y agua, entre otros. Asimismo, para todas aquellas empresas usuarias finales de estos dispositivos para la extinción de incendios en todo el país.

Esperamos que este documento brinde los referentes de desempeño ambiental y motive a la reducción del consumo de HCFC en el sector de protección contra incendios en Colombia, específicamente en extintores portátiles, fomentando la aplicación de las mejores prácticas en las actividades de mantenimiento y recarga de los extintores portátiles que usan HCFC-123 y promoviendo que los usuarios finales tomen decisiones de manera informada, asesorados por los expertos del sector y con referentes de consumo responsable.

Introducción

La estrategia colombiana para la eliminación del consumo de hidroclorofluorocarbonos (HCFC) en Colombia se formuló sobre la base de cuatro aspectos críticos: la estrategia ambiental del país, la experiencia previa con la implementación de proyectos del Protocolo de Montreal, las características del mercado nacional y las opciones (sustancias y tecnologías) disponibles en el país para el reemplazo de los HCFC.

La etapa II del plan de gestión para la eliminación del consumo de HCFC en Colombia tiene como objetivo la reducción del 60% en la línea de base del consumo de HCFC para 2020 y del 65% para 2021.

Esta estrategia incluye, entre otros, la eliminación del uso de los HCFC en el sector de extinción de incendios, el cual incluye el uso de HCFC-123 en extintores portátiles y el uso inadecuado de HCFC-141b, puro o mezclado con HCFC-123, una sustancia que no es adecuada para la extinción de incendios y que podría ser extremadamente peligrosa, teniendo en cuenta que puede avivar el fuego y liberar fluoruro de hidrógeno (HF).

El objetivo de esta publicación es promover la aplicación de buenas prácticas en las actividades de mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123, el uso de agentes extintores alternativos y desincentivar el uso de HCFC-141b como agente extintor en el mercado nacional.

Esta publicación está dividida en cinco secciones. La sección I incluye los conceptos básicos sobre la teoría del fuego, la extinción de incendios, los extintores portátiles y los agentes de extintores.

La sección II tiene como objetivo exponer los principales impactos ambientales relacionados con el uso de los agentes

extintores halogenados y los compromisos de Colombia frente a los acuerdos internacionales para la protección de la capa de ozono y la respuesta global a la amenaza del cambio climático.


La sección III presenta las características del HCFC-123 como agente extintor y algunas sustancias alternativas para su sustitución, así como los principios y recomendaciones para la gestión ambiental en el ciclo de vida del HCFC-123 y otros agentes halogenados.

La sección IV brinda información para implementar buenas prácticas ambientales en los talleres que realizan actividades de mantenimiento y recarga de extintores portátiles, que resulten en un uso más responsable del HCFC-123 como agente extintor de incendios, y contribuyan a reducir la emisión de esta sustancia a la atmósfera y a evitar el uso del HCFC-141b, sustancia que no ha sido aprobada como agente extintor.

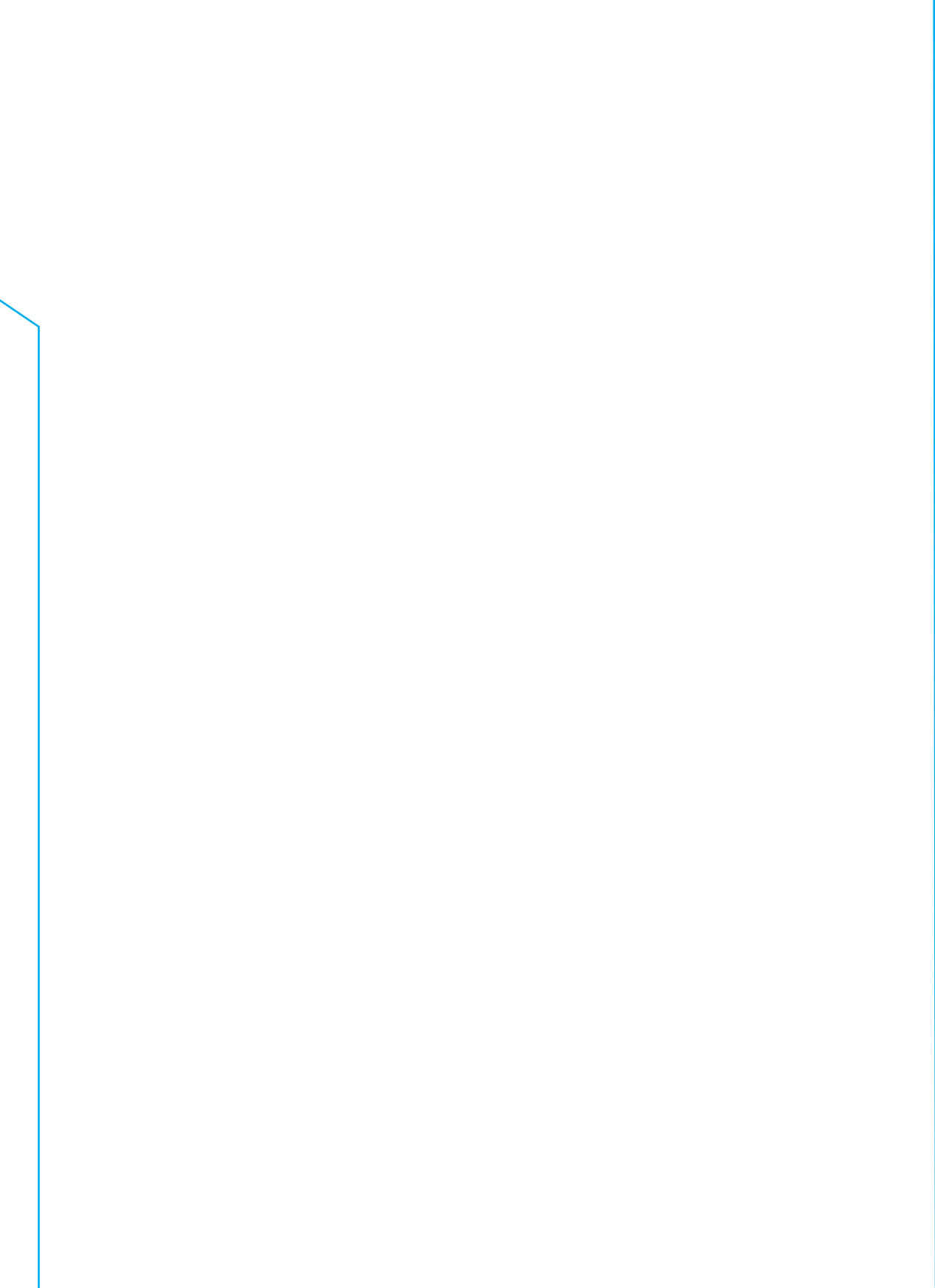
Por último, la sección V está dirigida a los usuarios finales de extintores portátiles. Esta sección presenta algunas recomendaciones para la selección, instalación, inspección, mantenimiento y uso de extintores portátiles. Además, se busca promover el uso del HCFC-123 únicamente para los casos en los que se requiera un agente limpio y brindar información para evitar el uso de extintores portátiles cargados con HCFC-141b.

De esta manera, esta publicación constituye un documento de consulta para promover las buenas prácticas ambientales en talleres de mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de protección de la capa de ozono y reducción de la emisión de gases efecto invernadero en Colombia.





Sección I.
Generalidades
de la extinción
de incendios



1

Teoría del fuego



El fuego es una mezcla de gases incandescentes y otras partículas producto de una reacción química de oxidación-reducción (combustión), con desprendimiento de luz y calor, en el que intervienen tres elementos: el combustible (material que arde), el comburente (oxígeno presente en el aire) y la energía de activación (chispa, soldaduras, fallos eléctricos, etc.).

El fuego no puede existir sin la presencia simultánea de estos elementos. Si falta alguno la combustión no es posible. A cada uno de estos elementos se los representa como lados del denominado **“triángulo del fuego”**.

Existe otro factor conocido como **“reacción en cadena”**, que se refiere al proceso que permite la continuidad y propagación del fuego. Para que se produzca fuego, se requiere suficiente

calor (energía de activación) como para vaporizar parte del combustible e inflamar el vapor que se mezcla con el oxígeno; para que la combustión se mantenga, el fuego debe generar suficiente calor para vaporizar más combustible, que vuelve a mezclarse con el oxígeno e inflamarse, generando más calor y repitiendo el proceso. Al incluir la reacción en cadena al concepto de triángulo del fuego se obtiene el **“tetraedro del fuego”**.

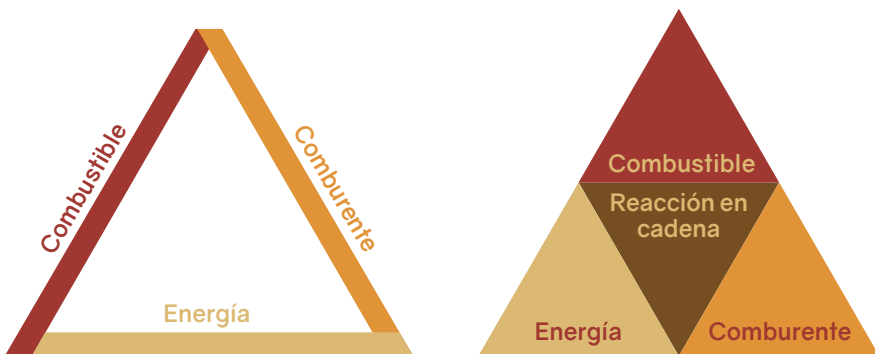


Figura 1. Triángulo y tetraedro del fuego

1.1 Elementos de la combustión

1.1.1 Combustible

Un combustible se puede definir como la materia que está en capacidad de arder, en presencia de un agente oxidante, generalmente el oxígeno del aire. Los combustibles pueden encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso; sin embargo, siempre entran en combustión en estado gaseoso. Cuando el combustible es sólido o líquido es necesario un aporte previo de energía para llevarlo al estado gaseoso.

La mayoría de los combustibles son orgánicos y contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en distintas proporciones; en algunos casos pueden contener nitrógeno como la madera, los plásticos, la gasolina, el alcohol y el gas natural. Los combustibles inorgánicos no contienen carbono; tal es el caso de los metales combustibles, como el magnesio o el sodio.

/// Combustibles sólidos

La combustión de un material sólido va a depender en gran medida de su tamaño: mientras más pequeño sea, más superficie estará expuesta a la reacción y, por tanto, más fácil será su combustión.

Sólido inflamable: sustancia sólida que se inflama con facilidad o que puede provocar o activar incendios por frotamiento. Los sólidos que entran fácilmente en combustión son sustancias pulverizadas, granuladas o pastosas; son peligrosas en situaciones en las que sea fácil que se inflamen por un mínimo contacto con una fuente de ignición, como puede ser una cerilla encendida [2].

Los sólidos inflamables pueden encenderse fácilmente con fuentes externas de ignición, como chispas o llamas y una vez encendidos se queman vigorosamente y son difíciles de extinguir. Los polvos, talcos, virutas, rebabas y trozos pequeños pueden arder con violencia y explotar.

Ejemplos: carbón, madera, papel y fibras textiles.

/// Combustibles líquidos

Los combustibles líquidos pueden ser mezclas de líquidos o bien pueden contener materias sólidas en solución o suspensión. De acuerdo con la norma técnica NFPA 30 "Código de líquidos inflamables y combustibles", se define:

Líquidos inflamables: tienen un punto de inflamación inferior a 37,8 °C (100 °F), cuando se someten a prueba mediante métodos de copa cerrada [3]. Además, desprenden vapores inflamables y únicamente necesitan una fuente de ignición para encenderse. Ejemplos: gasolina, acetona, tolueno y otros solventes.

Líquidos combustibles: tienen un punto de inflamación igual o superior a 37,8 °C (100 °F), cuando se someten a prueba mediante métodos de copa cerrada [3].

Ejemplos: diésel, aceites de cocina y aceites.

// Combustibles gaseosos

Los gases son fluidos altamente compresibles, que experimentan grandes cambios de densidad con la presión y la temperatura.

Gases inflamables: se inflaman con el aire a 20 °C y a una presión de referencia de 101,3 kPa [2]. Arden con relativa facilidad y son combustibles en una atmósfera de aire.

Ejemplos: hidrógeno, acetileno, butano y propano.

Gases oxidantes: estos gases no arden, pero pueden provocar o facilitar la combustión de otras sustancias en mayor medida que el aire.

// Peligrosidad de los combustibles

Cuando una sustancia combustible se calienta inicia el proceso de oxidación. Como la reacción de oxidación es exotérmica, la temperatura aumenta y la sustancia se oxida más rápidamente, hasta que el calor desprendido por la oxidación es suficiente para sostener la reacción química sin ayuda de una fuente exterior. Las condiciones alcanzadas en ese momento determinan el punto de ignición.

La peligrosidad de un combustible dependerá de las condiciones (temperatura y presión) a las que alcanza el punto de ignición.

Punto de ignición (punto de incendio): es la temperatura mínima a la cual una sustancia emite vapores con suficiente velocidad para propiciar la combustión continuada. El punto de incendio está generalmente unos pocos grados por encima del punto de inflamación para los líquidos y sólidos.

Punto de llama o de inflamación: temperatura mínima a la cual un líquido desprende vapores en cantidades suficientes para formar una mezcla inflamable con el aire.

Punto de autoignición: temperatura mínima, a presión de una atmósfera, a la cual los vapores emitidos por una sustancia empiezan a arder espontáneamente, sin necesidad de una fuente de calor exterior.

Rango de inflamabilidad: para que sea posible la ignición debe existir una concentración de combustible suficiente en la atmósfera oxidante dada. Los valores del límite inferior y superior de inflamabilidad definen el rango de inflamabilidad de una sustancia.

Límite inferior de inflamabilidad (LII): concentración mínima de vapor o gas de un combustible en mezcla con el aire, por debajo de la cual no existe propagación de la llama al ponerse en contacto con una fuente de ignición (a una temperatura y presión determinadas). Se expresa como porcentaje en volumen.

Límite superior de inflamabilidad (LSI): concentración máxima de vapor o gas en aire, por encima de la cual no tiene lugar la propagación de la llama, cuando entra en contacto con una fuente de ignición (a una temperatura y presión, específicas). Se expresa como porcentaje en volumen.

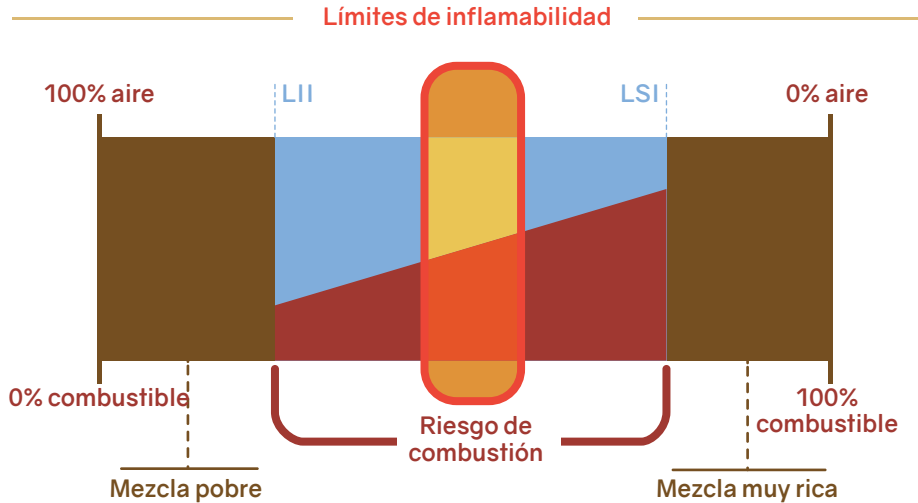


Figura 2. Límites de inflamabilidad

1.1.2 Comburente

El comburente (agente oxidante) es la sustancia que oxida al combustible en las reacciones de combustión, es decir, el elemento en cuya presencia el combustible puede arder.

La atmósfera que nos rodea está compuesta de un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de gases nobles (% en volumen), por lo que el oxígeno proveniente del aire es el comburente más común en todos los fuegos e incendios. El fuego necesita del oxígeno para sobrevivir, 21% como concentración normal y 16% como concentración mínima. Fuera de esos límites el fuego no puede existir.

Algunas sustancias químicas desprenden oxígeno en condiciones específicas y por ello se comportan como agentes oxidantes, cuya presencia puede provocar la combustión en ausencia de aire.

1.1.3 Energía de activación

La energía de activación es la que se necesita para el inicio de la reacción de combustión, que sucede únicamente cuando la temperatura es lo suficientemente alta para que el combustible emita vapores inflamables. Esto se logra en el momento en el que una fuente de ignición proporciona energía desde el exterior.

Las principales fuentes de ignición son llamas abiertas, superficies calientes, chispas eléctricas y brasas, como los cigarrillos.

La energía de activación puede ser de diversos orígenes:

- **Químico:** principalmente por reacciones químicas exotérmicas que generan calor.
- **Mecánico:** la fuerza mecánica de dos cuerpos, por fricción o por compresión, se puede transformar en energía calorífica.
- **Eléctrico:** el paso de una corriente eléctrica produce energía en forma de calor.
- **Natural:** los rayos que caen durante una tormenta o el aumento de temperatura provocado por la propia energía del sol.

1.1.4 Reacción química en cadena

Una vez iniciada la combustión se presenta un cuarto factor: se trata de la reacción química en cadena, que permite que un fuego ardiendo se automantenga.

La combustión es una reacción exotérmica, es decir, que desprende energía, parte de la cual se vuelve a reutilizar como energía de activación del fuego. De esta forma, la combustión continúa y se automantiene.

1.2 Productos de la combustión

Cuando se produce un fuego, la reacción de combustión produce llamas, humo, calor y gases de combustión.

1.2.1 Llamas

Las llamas son gases incandescentes (que emiten luz por calentamiento) que se desprenden de la combustión. Cuando no hay llama, la radiación luminosa emitida se conoce como incandescencia o ascuas.

La temperatura y color de las llamas es variable y depende de factores como el tipo de combustible y la cantidad de oxígeno o comburente presente. Si la proporción de oxígeno es elevada, las llamas son de color amarillo luminoso y son oxidantes. De lo contrario, si la proporción de oxígeno es baja, las llamas son de color azul, reductoras y más energéticas.

En la figura 3 se muestran las diferentes zonas de la llama y las temperaturas que se pueden alcanzar en cada una.

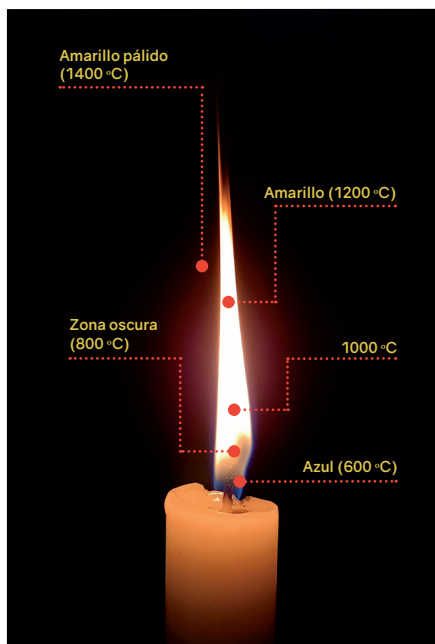


Figura 3. Temperaturas de la llama

<p>Zona interna Es fría y oscura, no hay combustión por falta de oxígeno.</p>	<p>Zona media Es muy luminosa, la falta de oxígeno hace que la combustión sea incompleta.</p>	<p>Zona externa Es poco luminosa y las temperaturas alcanzan sus valores máximos.</p>
--	--	--

La coloración de la llama también depende del tipo de combustible que está ardiendo:

<p>Azul: alcohol, gas natural</p>	<p>Amarilla: combustible ordinario</p>	<p>Roja: líquidos inflamables</p>	<p>Blanca: diversos metales</p>
--	---	--	--

1.2.2 Humo

El humo es el resultado de la combustión incompleta y está compuesto por partículas visibles, sólidas o líquidas en suspensión en el aire.

Su color es variable, dependiendo principalmente del tipo de combustible.

<p>Blanco: productos vegetales.</p>	<p>Gris: celulosa o fibras artificiales.</p>	<p>Amarillo: sustancias químicas que contengan azufre, con formación de ácidos clorhídrico y nítrico.</p>	<p>Negro: derivados del petróleo. Adicionalmente, indica que falta oxígeno en la combustión.</p>
--	---	--	---

Los efectos dañinos del humo tienen que ver con su movilidad, ya que al comportarse como un fluido puede llenar todos los espacios; su posible toxicidad, dependiendo del combustible; el desprendimiento de calor, ya que se encuentra a altas temperaturas y con los problemas derivados de la falta de visibilidad.

1.2.3 Calor

Los incendios son reacciones químicas exotérmicas que desprenden calor. Durante un incendio, parte del calor producido se libera y se pierde; sin embargo, otra gran parte se reutiliza en el proceso de combustión y produce la reacción en cadena.

El calor desprendido por la reacción de combustión depende del poder calorífico del combustible empleado. Cuanto mayor sea el poder calorífico del combustible, mayor será la energía calorífica producida.

El calor se transfiere de un sistema a otro como resultado de la diferencia de temperatura, siempre desde una masa a alta temperatura a otra a baja temperatura. Existen tres mecanismos de propagación del calor: conducción, convección y radiación; estos pueden ocurrir en forma simultánea o separada.

/// Conducción

La conducción es la transmisión de calor por contacto entre dos cuerpos. O, en el caso de un solo cuerpo, dentro de sí mismo. La energía se transmite desde la zona caliente hasta la zona más fría, a una velocidad que depende de la diferencia de temperatura y de las propiedades físicas del material.

La conductividad térmica es la propiedad física de los materiales que mide su capacidad de conducción de calor. La conductividad térmica es alta en metales como el aluminio, el cobre y el acero. Entre tanto, los materiales fibrosos como la tela y el papel no son buenos conductores; los líquidos y los gases no son buenos conductores debido al movimiento de las moléculas.

/// Convección

La convección es la transmisión de calor por el movimiento de líquidos o gases calientes desde la fuente de calor a una parte más fría de su entorno.

El calor se transmite por convección a un sólido cuando pasan gases calientes sobre superficies más frías. La velocidad de transmisión depende de la diferencia de temperatura, del área de la superficie expuesta a los gases calientes y de la velocidad de estos gases. Cuanto mayor sea la velocidad de los gases, mayor será la transmisión por convección.

En las primeras fases de un incendio, la convección desempeña un papel importante, ya que mueve los gases calientes desde el lugar de origen del incendio a la parte superior del recinto y luego, a través del edificio. La propagación del calor por escaleras, pasillos y ductos de los ascensores es causada por la convección de corrientes calientes.

/// Radiación

La radiación es la transmisión de energía calorífica desde un cuerpo caliente a otro más frío, mediante ondas electromagnéticas, sin que haya un medio de contacto entre los dos. Es relevante en la propagación de un incendio, ya que cuanto más calientes están los cuerpos más radiación se transmite.

1.2.4 Gases

Los gases son el producto más peligroso y nocivo de la combustión, ya que pueden ser tóxicos y asfixiantes. Cuando se produce una combustión incompleta¹, los gases producto de la combustión pueden continuar oxidándose, y esto favorece la propagación del incendio.

Los gases más abundantes en los incendios son el dióxido de carbono (CO₂), el monóxido de carbono (CO) y el vapor de agua. Sin embargo, dependiendo de las sustancias combustibles presentes se pueden producir amoníaco (NH₃), dióxido de azufre (SO₂), ácido cianhídrico (HCN), óxidos de nitrógeno (NOx), ácido clorhídrico (HCl), fosgeno (COCl₂), entre otros.

¹ La combustión es incompleta cuando la cantidad de oxígeno no es suficiente para quemar totalmente el combustible.

2

Extinción de incendios



De acuerdo con la norma internacional ISO 13943:2017 [4], un incendio se puede definir como una combustión que se propaga incontroladamente en el tiempo y en el espacio.

2.1 Clases de incendios

Existen diferentes clasificaciones para los incendios, teniendo en cuenta el tipo de combustible, la forma del foco, la superficie afectada, la forma de manifestarse, entre otras.

La clasificación según el tipo de combustible permite tomar decisiones sobre cómo extinguir un incendio. Asimismo, la clasificación se tiene en cuenta para etiquetar los extintores. En la figura 4 se presenta la clasificación hecha por la Norma Técnica Colombiana NTC 2885:2009 "Extintores portátiles contra incendios" [5], que corresponde a la norma estadounidense NFPA 10:2007 [6].

Descripción	Clase de incendio	Pictograma
Incendios de materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.		
Incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.		
Incendios que involucran equipos eléctricos energizados.		
Incendios de metales combustibles como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.		
Incendios de electrodomésticos que involucran combustibles para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales).		

Figura 4. Clases de incendios

Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009 [5]

2.2 Métodos de extinción de incendios

La extinción de incendios se basa en hacer desaparecer o disminuir los factores que conforman el tetraedro de fuego, eliminando el vapor del combustible, el oxígeno y el calor o, en los casos más raros, inhibiendo la reacción en cadena.

2.2.1 Eliminación del combustible

Consiste en la eliminación parcial o total del combustible, siempre que la velocidad de retirada sea mayor que la velocidad de propagación del fuego.

Formas de eliminación del combustible:

- Cortar la fuente de combustible.
- Drenar el combustible desde el tanque de almacenamiento donde esté contenido.
- Remover los combustibles situados en el área de fuego.
- Permitir que el combustible se consuma por el fuego.
- Diluir el combustible en agua (únicamente para combustibles líquidos solubles en agua).

2.2.2 Supresión del oxígeno

Consiste en impedir que los vapores combustibles entren en contacto con el comburente o que la concentración de oxígeno sea tan baja que no permita la combustión.

/// Supresión completa del oxígeno

Consiste en recubrir el combustible que está ardiendo, para impedir su contacto con el aire e interrumpir la reacción química en cadena.

Ejemplos:

- Cubriendo la grasa incendiada en un sartén con una tapadera
- Poniendo tierra sobre pasto incendiado
- Utilizando espuma, CO_2 , N_2 o vapor de agua en fuegos de líquidos inflamables

/// Dilución del oxígeno

Consiste en disolver el oxígeno presente en la atmósfera que rodea al fuego, de manera que su proporción se reduzca por debajo de la concentración necesaria para que se mantenga la combustión. Si durante la combustión se produce oxígeno, este método no es efectivo.

Ejemplos:

- Aplicar agua pulverizada en un área cerrada
- Aplicar gases inertes (inertización) en un área cerrada

2.2.3 Reducción del calor

Consiste en eliminar el calor para disminuir la temperatura del combustible por debajo de su punto de ignición, evitando la emisión de gases inflamables. Es el método más empleado. Se logra aplicando agua sobre las superficies calientes.

2.2.4 Interrupción de la reacción química en cadena

Consiste en interrumpir la reacción en cadena de la combustión, mediante la inyección de compuestos capaces de inhibir la producción de radicales libres e impedir de la transmisión de calor entre las moléculas. Se usan compuestos químicos que reaccionan con los vapores combustibles, principalmente agentes halogenados y polvo químico seco.



Fuente: [shutterstock.com/JensMolin](https://www.shutterstock.com/JensMolin)

3

Extintores portátiles



Un extintor portátil es un dispositivo, portado o sobre ruedas y operado manualmente, que contiene un agente extintor que se puede expeler a presión con el fin de suprimir o extinguir un incendio^[7].

Los extintores portátiles están diseñados para apagar incendios de tamaño limitado y son necesarios y útiles, aunque las instalaciones estén equipadas con protección de rociadores automáticos, sistemas de manguera y tubería de alimentación y mangueras u otros equipos fijos de protección contra incendio.

El extintor portátil permite proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego con el fin de extinguirlo en su fase inicial. La proyección del agente extintor se consigue mediante la acción de una presión interna, que puede obtenerse por presurización interna permanente o por la liberación de un gas auxiliar.

Los extintores portátiles sin ruedas son los más comunes, se conciben para ser transportados y utilizados a mano, por tanto, su peso máximo debe ser de 20 kilogramos, en condiciones de funcionamiento.



Los extintores con un peso superior a 20 kilogramos disponen de ruedas para facilitar su traslado. Se conocen como extintores satélites.

De acuerdo con la NTC 2285:2009^[5] se deben considerar los extintores de incendio sobre ruedas para protección de riesgos cuando es necesario cumplir uno de los siguientes requisitos:

- Altos regímenes de flujo del agente
- Aumento en el alcance del chorro del agente
- Aumento en la capacidad del agente
- Áreas de alto riesgo
- Personal disponible limitado



3.1 Partes de los extintores portátiles

En la figura 5 se muestran las partes principales de un extintor portátil.



Figura 5. Extintor portátil presurizado y sus partes

3.2 Sistemas de presurización de los extintores portátiles

La proyección del agente extintor se logra por presurización, mediante la incorporación de un agente impulsor.

Extintores de presión propia

El agente extintor es a la vez agente impulsor. Por ejemplo, en los extintores de CO_2 , este sale con una presión de alrededor de 150 kg/cm^2 . Por este motivo carecen de manómetro.



Figura 6. Extintor de presión propia

Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009^[5]

Extintores de presión incorporada

Extintores cuya presión de impulsión se consigue con la ayuda de un gas impulsor (agente expelente), que se incorpora al cuerpo del extintor durante su fabricación o recarga. El gas impulsor suele ser nitrógeno seco o incluso aire comprimido. Estos extintores deben poseer manómetro, cuya presión estará entre los $15\text{-}20 \text{ Kg/cm}^2$. Ejemplo: extintor de HCFC-123 y extintor de polvo químico seco.

Precaución:

El gas impulsor se encuentra en estado gaseoso en la parte superior del recipiente, por lo que se debe usar el extintor en posición vertical, con la boquilla hacia arriba. Si se invierte, el extintor queda inutilizado.

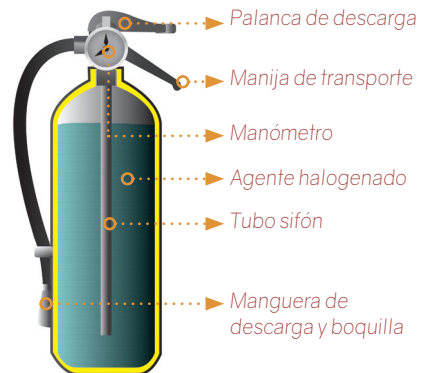


Figura 7. Extintor de presión incorporada

Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009^[5]

Extintores de presión no permanente (presión adosada)

Son extintores en los que el agente extintor no se encuentra presurizado y se procede a su presurización en el momento previo a su utilización. El gas impulsor está contenido en un botellín, que podrá estar alojado en el interior del recipiente (presión adosada interna) o en el exterior (presión adosada externa). Estos extintores pueden ser de agua o polvo químico.

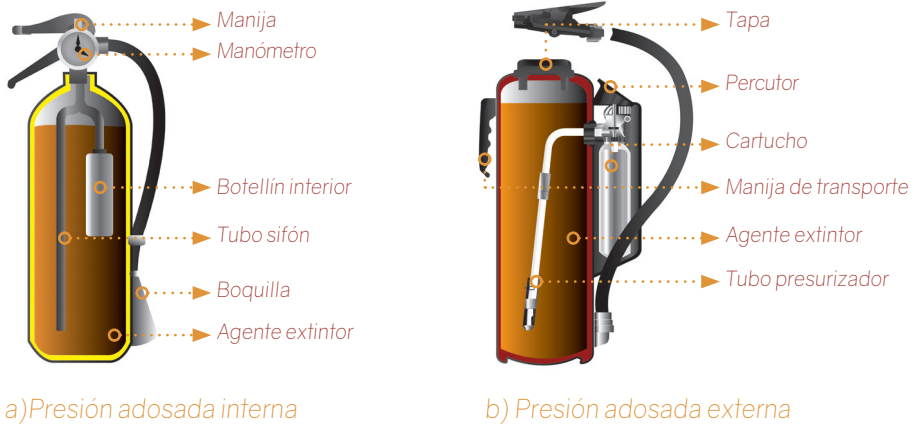


Figura 8. Extintor de presión no permanente
Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009 ^[5]

3.3. Clasificación de los extintores según el agente extintor

Para la correcta selección de los extintores, el factor principal para tener en cuenta es el agente extintor, el cual debe ser el adecuado para combatir la clase o clases de riesgos que se van a proteger, de acuerdo con la naturaleza de los materiales que podrían incendiarse.

Los extintores de incendios se deben seleccionar únicamente de los tipos que están listados y rotulados específicamente para atender cada clase de incendio, en razón a que algunos de ellos son adecuados solamente para una clase de incendio, otros para dos y otros para tres.

De acuerdo con la NTC 2885:2009 ^[5], para la correcta clasificación de extintores de incendio, se utiliza una letra que indica la clase de incendio para la cual el extintor ha probado ser efectivo. Se requerirá que los extintores de incendio clasificados para uso en incendios clase A o clase B, explicados en la figura 4, tengan un número de denominación antes de la letra de clasificación que indique la efectividad relativa de extinción. No se requerirá que los extintores clasificados para uso en incendios clase C, clase D o clase K, explicados en la figura 4, tengan un número antes de la letra de clasificación.

3.3.1 Extintores de agentes halogenados

Estos extintores utilizan hidroclorofluorocarbonos (HCFC), como el HCFC-123, hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) o fluoroiodocarbonos (FIC). Son muy eficaces contra incendios de equipos electrónicos (clase C) y son aceptables para fuegos clases A y B.

Además de su excepcional efectividad en la extinción de incendios, los agentes halogenados son eléctricamente aislantes, se disipan rápidamente, no dejan residuos y se han demostrado especialmente seguros a la exposición humana, por lo que la NFPA 2001^[8] los cataloga como "agentes limpios". Son los extintores más usados para la protección de equipos electrónicos, de comunicación, computadores, centros de control, plantas eléctricas, museos, bibliotecas y cuartos de motores en embarcaciones y aeronaves.

El uso de extintores de incendio de agente halogenado se debe limitar a aplicaciones donde se necesita un agente limpio para extinguir el fuego eficientemente sin daño para el equipo o áreas protegidas o cuando el uso de agentes alternativos puede causar riesgo para el personal en el área ^[5].



Figura 9. Extintor de agente halogenado
Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009 ^[5]

Las etiquetas de los extintores de agente halogenado contienen información sobre el volumen mínimo del recinto que pueden proteger de forma adecuada y segura. Cuando use estos extintores evite inhalar el agente descargado o los gases producidos por la descomposición térmica del agente. Evacue y ventile el área inmediatamente después de usarlos.

3.3.2 Extintores de agua a presión

Este tipo de extintor utiliza como agente extintor el agua con una serie de aditivos como humectantes, retardantes y espumantes.

Sirven para extinguir fuegos clase A. Pueden utilizarse para fuegos clase B, siempre que el agua se proyecte pulverizada, aunque no son los más adecuados para este tipo de fuegos.

Precaución

Nunca deben usarse en fuegos donde haya corriente eléctrica (fuegos clase C), debido al peligro de electrocución.

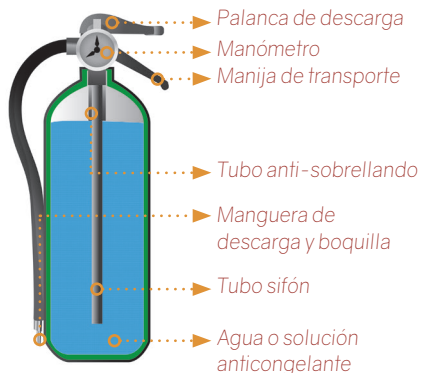


Figura 10. Extintor de agua
Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009 ^[5]

3.3.3 Extintores de polvos químicos

Este tipo de extintor utiliza como agente extintor polvo químico. Son los más empleados en los edificios, debido a su versatilidad de aplicación.

El polvo químico puede dificultar la visibilidad y la respiración, aunque su toxicidad es nula.

La composición del polvo químico depende del tipo de fuego para que se va a combatir:

- **Polvo químico seco:** para fuegos clases B y C.
- **Polvo químico polivalente:** para fuegos clases A, B y C en los que haya corriente eléctrica hasta cierto nivel de tensión, dato que debe estar grabado en el cuerpo del extintor, expresado en voltios.
- **Polvo especial:** para fuegos clase D. Este es poco común. Se puede encontrar en instalaciones concretas donde haya riesgo de fuego derivado de metales o productos químicos reactivos.



figura 11. Extintor de polvo químico seco (PQS)

Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009 [5]

3.3.4 Extintores de dióxido de carbono (CO₂)

Este tipo de extintor utiliza como agente extintor el dióxido de carbono. Se utilizan para apagar, por sofocación, principalmente fuegos clases B y C, debido a que el CO₂ es un mal conductor de la electricidad.

La ventaja principal de estos extintores es que el agente no deja residuos después de su uso. Se emplean para proteger equipos electrónicos delicados y costosos, áreas de preparación de alimentos, laboratorios y áreas de impresión, entre otros.

El CO₂ se almacena dentro del extintor, en estado líquido, comprimido a alta presión, suficiente para autoimpulsarse al exterior. Al proyectarse y pasar a presión atmosférica experimenta una expansión, forma nieve carbónica y enfría el medio circundante a una temperatura de -78 °C.

Precaución:

- La proyección del CO₂ sobre la piel puede dar lugar a quemaduras por congelación. Estos extintores tienen un tipo de boquilla característica, que debe ser agarrada por su base, en la zona más alejada del punto de proyección.
- El CO₂ es un gas asfixiante que desplaza al oxígeno del aire. Puede resultar peligroso para la salud en concentraciones superiores al 9%.



Figura 12. Extintor de dióxido de carbono (CO₂)

Fuente: Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009 [5].

3.3.5 Extintores para fuegos de clase K

Estos extintores se utilizan en fuegos que se producen sobre aceites y grasas producto de freidoras industriales, cocinas, etc. El agente extintor, **acetato de potasio**, se descarga en forma de una fina niebla que, al entrar en contacto con la superficie del aceite o grasa, reacciona formando una espuma jabonosa que sella la superficie y la separa del aire. Esta niebla también tiene un efecto refrigerante lo que hace que descienda la temperatura del aceite o grasa.

Las etiquetas de los extintores de agente halogenado contienen información sobre el volumen mínimo del recinto que pueden proteger de forma adecuada y segura. Cuando use estos extintores, evite inhalar el agente descargado o los gases producidos por la descomposición térmica del agente. Evacue y ventile el área inmediatamente después de su uso.

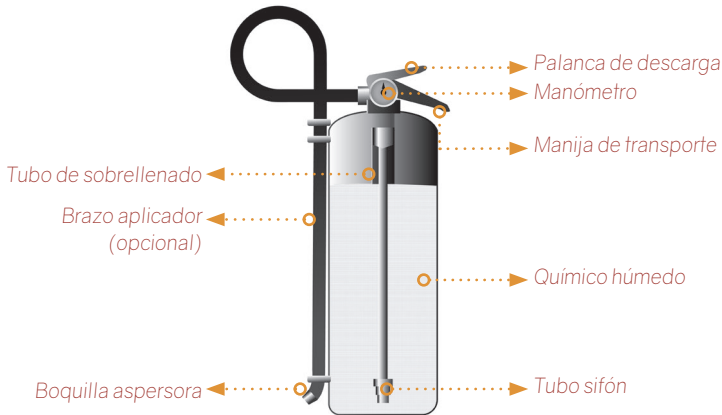


Figura 13. Extintor tipo k

Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009^[5]

3.4 Identificación de los extintores

El sistema para la identificación de los extintores recomendado en el anexo B de la NTC 2885:2009^[5] es un concepto gráfico que combina los usos y no usos de los extintores en una sola etiqueta. Los apropiados para más de una clase deben ser identificados por símbolos múltiples colocados en una secuencia horizontal, tal como se indica en la figura 14.

Las etiquetas deben ser durables y resistentes a la decoloración. Los colores recomendados son:

- Los símbolos de los objetos son blancos
- Las franjas del fondo son blancas
- El fondo para los símbolos "sí" es azul
- El fondo para los símbolos con la marca de franja oblicua ("no") es negro
- Las letras y palabras para la clase de incendio son negras
- La marca de franja oblicua para los símbolos de fondo negro es roja

Los símbolos deben ubicarse en el frente del armazón del extintor. El tamaño y forma deben permitir la lectura fácil a una distancia de un metro.

Adicionalmente, los extintores de incendio deben tener adherida una etiqueta, que proporcione la siguiente información:

- El nombre del producto contenido como aparece en la ficha de datos de seguridad (FDS) de la sustancia.
- Listado de identificación de materiales peligrosos.
- Lista de todos los materiales peligrosos por encima del 1,0% del contenido.
- Lista de cada producto químico en más de 5,0% del contenido.
- Nombre del fabricante o taller de mantenimiento y recarga, dirección de correo y número telefónico.














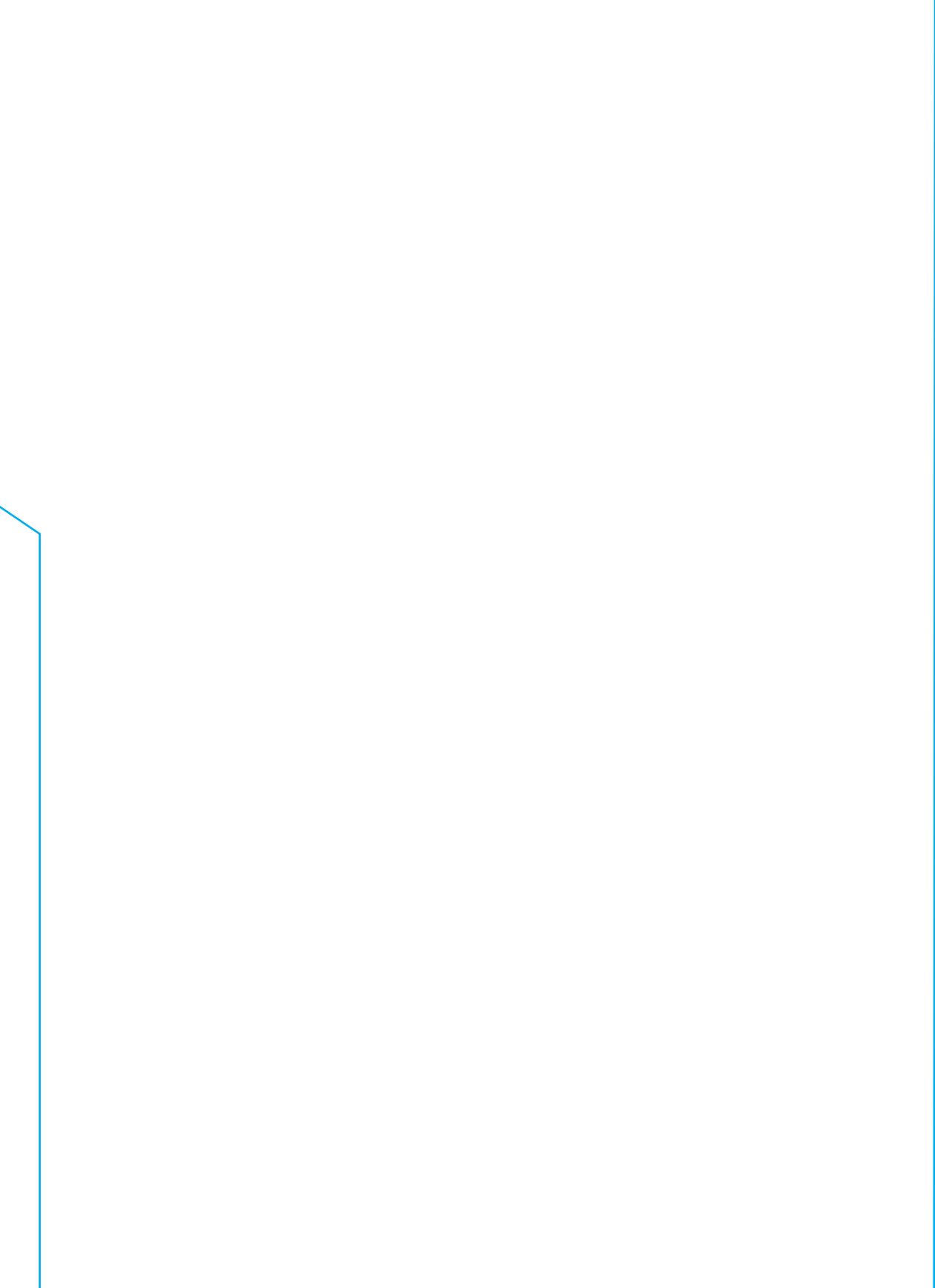
	A Basura - Madera - Papel		B Líquidos		C Equipos Eléctricos	Clase A
	A Basura - Madera - Papel		B Líquidos		C Equipos Eléctricos	Clase A, B
			B Líquidos		C Equipos Eléctricos	Clase B, C
	A Basura - Madera - Papel		B Líquidos		C Equipos Eléctricos	Clase A, B, C
					K Medios de Cocina	Clase K
					D Metales	Clase D

Figura 14. Pictogramas para identificar extintores
Fuente: elaboración propia, a partir de NTC 2885:2009^[5]



Sección II.

Impacto ambiental
de los agentes
extintores
halogenados



El impacto ambiental de los agentes extintores se asocia principalmente a su tiempo de vida en la atmósfera, su potencial de agotamiento de ozono (PAO) y su potencial de calentamiento atmosférico (PCA).

Como se muestra en la figura 15, los agentes extintores halogenados pueden contribuir al agotamiento de la capa de ozono, así como al calentamiento global, dependiendo del contenido de cloro, bromo y flúor de sus moléculas.

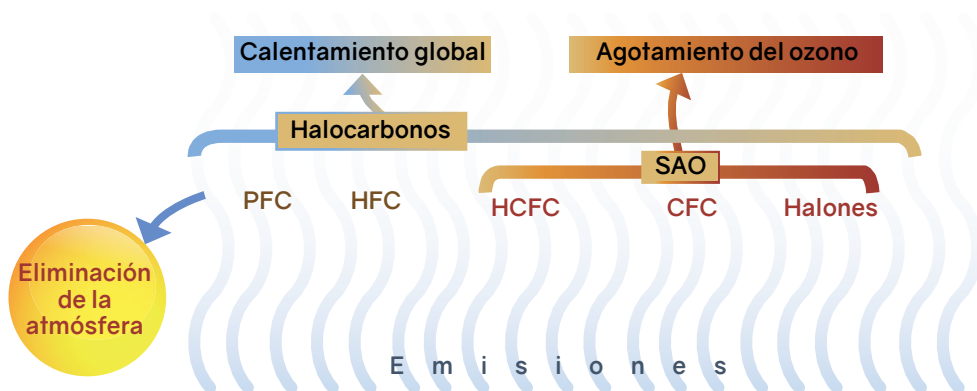


Figura 15. Impacto ambiental de los agentes extintores

En la tabla 1 se presentan los indicadores ambientales para el HCFC-123 y las mezclas de HCFC-123, aprobadas por la política de nuevas alternativas significativas (SNAP, por sus siglas en inglés) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), de los Estados Unidos, para aplicación en extintores portátiles.

Tabla 1. Indicadores ambientales de HCFC-123 y mezclas de HCFC-123 para extintores portátiles

Agente	Nombre comercial	PAO	PCG (100 años)	Vida media
HCFC-123	FE232	0,02	77	1,3
HCFC mezcla B	Halotron I	0,0098	77	^a
HCFC mezcla C	NAF P-III	N/A	N/A	^a
HCFC mezcla D	Blitz-III	N/A	N/A	^a
HCFC mezcla E	NAF P-IV	0,02	N/A	^a

Fuente: elaboración propia, a partir de SNAP, EPA^[9]

^aNo se dispone de valores para la mezcla.

4

Vida media en la atmósfera

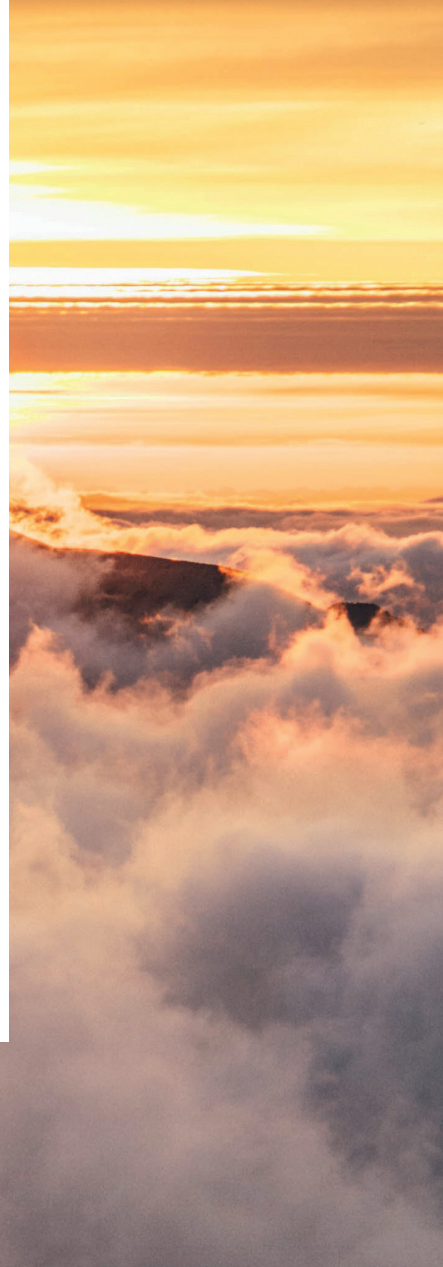


La vida media de una sustancia es el tiempo necesario para que la concentración original de esa sustancia en la atmósfera disminuya a la mitad por acción de transformaciones químicas o por remoción.

Cuando la presencia de una sustancia en la atmósfera es larga, se dice que esa sustancia es estable, muy persistente, y que sus efectos dañinos seguirán sucediendo con la misma intensidad.

Los compuestos halogenados permanecen "activos" en la atmósfera hasta que son removidos o convertidos químicamente. Los clorofluorocarbonos (CFC) son removidos de la atmósfera en rangos entre los 50 y los 100 años, mientras que los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y los hidrofurocarbonos (HFC) son removidos mediante procesos de oxidación química y sus tiempos de vida media son inferiores a los 20 años. Los perfluorocarbonos (PFC), que son moléculas muy inertes, tienen tiempos de vida media entre los 1.000 y los 10.000 años y contribuyen en forma permanente al calentamiento global ^[10].

La mayoría de los agentes extintores halogenados tienen una vida lo suficientemente larga como para mezclarse en toda la atmósfera antes de ser destruidos. Por tanto, para la sustitución del HCFC-123 como agente extintor es importante elegir sustancias con una vida media corta, que aseguren un menor impacto ambiental.



5

Agotamiento de la capa de ozono >>>



El ozono (O_3) es un gas incoloro, inestable, de olor característico. Es uno de los muchos gases constituyentes de la atmósfera, aunque se encuentra en pequeñas concentraciones en comparación con otros componentes: existe una relación de 120 moléculas de ozono por cada 10 millones de moléculas de aire.

Está presente en la atmósfera desde la superficie terrestre hasta una altura aproximada de 70 kilómetros, pero la mayor cantidad (cerca del 90%), se encuentra en

la estratósfera, aproximadamente entre los 15 y los 50 kilómetros. Esto es lo que se conoce como **“capa de ozono”**.

El ozono estratosférico se forma en la atmósfera cuando la radiación ultravioleta alcanza la estratósfera y descompone las moléculas de oxígeno (O_2) en oxígeno atómico (O), que se combina rápidamente con otras moléculas de oxígeno (O_2) para formar el ozono (O_3), tal como se observa en la figura 16.

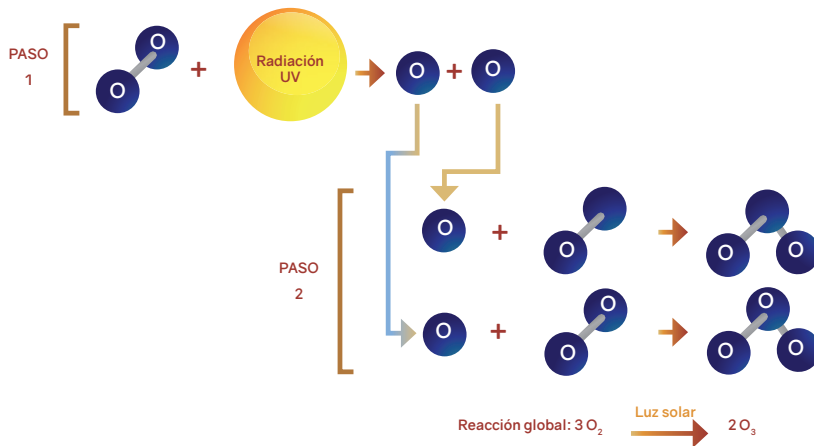


Figura 16. Mecanismo de producción del ozono estratosférico

La capa de ozono tiene un espesor cercano a los 40 km (que varía según la época del año y el lugar geográfico) y rodea la Tierra, actuando como un escudo protector de la vida del planeta contra los rayos ultravioleta B (UV-B) procedentes del sol, los cuales son peligrosos para la salud humana y los ecosistemas.

En la década de los setenta, la comunidad científica mundial demostró que algunos productos químicos que contienen halógenos, como el cloro y el bromo, afectan la capa de ozono, debido a su alta persistencia en la atmósfera y a la reacción del cloro y el bromo con las moléculas de ozono. Estas se conocen como **“sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO)”**.

Las SAO son químicamente muy estables, y por ello permanecen por un largo tiempo en la atmósfera; son llevadas por corrientes de aire ascendente hasta la estratósfera, donde la radiación UV, proveniente del sol, las desintegra y, al hacerlo, liberan átomos de cloro (Cl) o bromo (Br), que reaccionan con el ozono y destruyen la capa de ozono.

Para medir el efecto de las SAO sobre la capa de ozono se usa un indicador conocido como potencial de agotamiento de ozono (PAO).

Los CFC y los halones fueron las primeras sustancias asociadas al agotamiento de la capa de ozono, debido a su contenido de cloro y bromo, respectivamente. Los HCFC, creados como sustitutos transitorios de los CFC y los halones,

contienen menos cloro y por tanto su contribución al agotamiento de la capa de ozono es menor.

En la figura 17 se presenta un esquema de la ubicación de la capa de ozono, su función como filtro de la radiación UV y el mecanismo de destrucción del ozono. Se estima que cada átomo de cloro puede destruir unas 100.000 moléculas de ozono antes de desaparecer de la estratósfera.

Potencial de agotamiento de ozono (PAO): medida relativa de la cantidad de destrucción de ozono estratosférico causada por una sustancia, en comparación con el CFC-11.

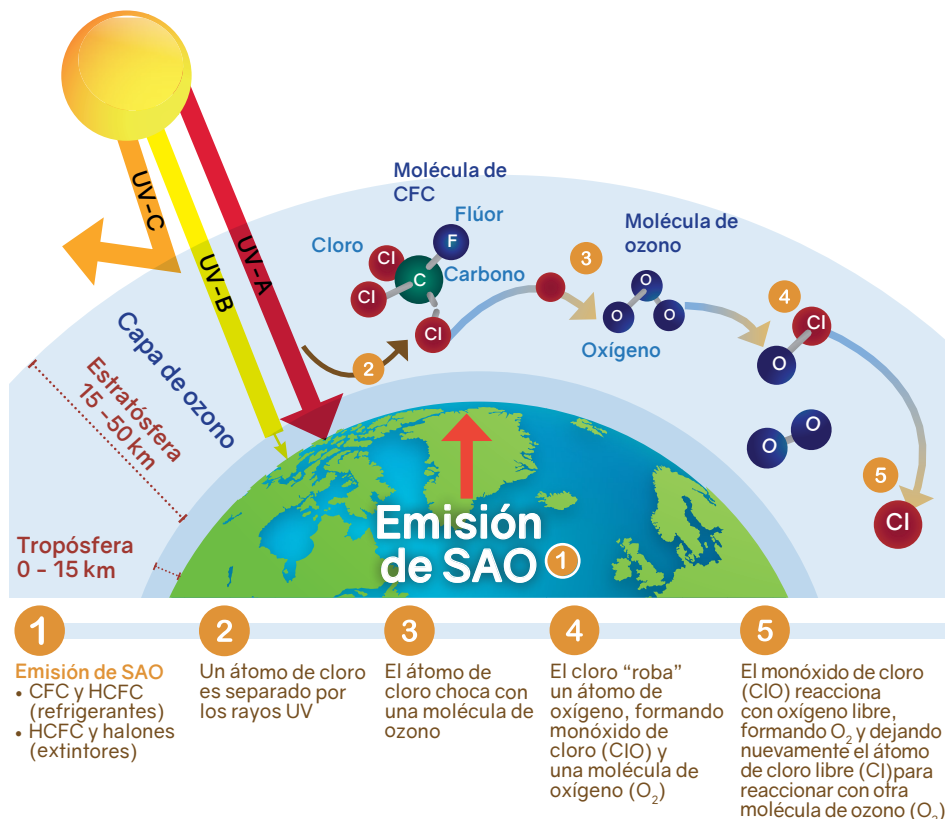


Figura 17. Capa de ozono: ubicación, función y mecanismo de destrucción

En la década de los ochenta, los científicos descubrieron una zona de la estratósfera con un contenido de ozono inferior a 220 unidades Dobson (U.D.), que se presenta temporalmente cada año y que se ha denominado como **“agujero de la capa de ozono”**.

El agujero se presenta principalmente en el hemisferio sur del planeta, en la zona polar antártica, donde la masa terrestre se encuentra completamente rodeada de agua, lo que facilita las condiciones para un fenómeno meteorológico que favorece la aparición de zonas especialmente frías durante el invierno polar. Las bajas temperaturas (<-78 °C) favorecen la formación de nubes estratosféricas polares, en donde las SAO, producidas y emitidas en zonas más ecuatoriales, permanecen inactivas ante las bajas temperaturas y la noche polar. Esta situación cambia abruptamente con la primavera, cuando llegan los rayos del sol en agosto, septiembre y octubre de

cada año, descongelando las nubes y liberando las SAO, que reaccionan con el ozono, lo que conduce a la aparición del agujero de la capa de ozono y a una reducción hasta del 60% de los niveles de ozono estratosférico ^{[11][12]}.

El agotamiento de la capa de ozono también se presenta en el polo norte, aunque solo ocurre en algunos años, entre febrero y abril, y registra una intensidad mucho más baja. En el polo sur las temperaturas estratosféricas son menores, si se comparan con el polo norte, por lo cual se forman más nubes polares y la destrucción de ozono es mayor ^[12].

En la figura 18 se advierte la evolución del agujero de la capa de ozono, mientras que en la figura 19 y figura 20 se muestra el tamaño promedio del agujero de la capa de ozono y la concentración de ozono mínima anual para el periodo 1979-2019, respectivamente.

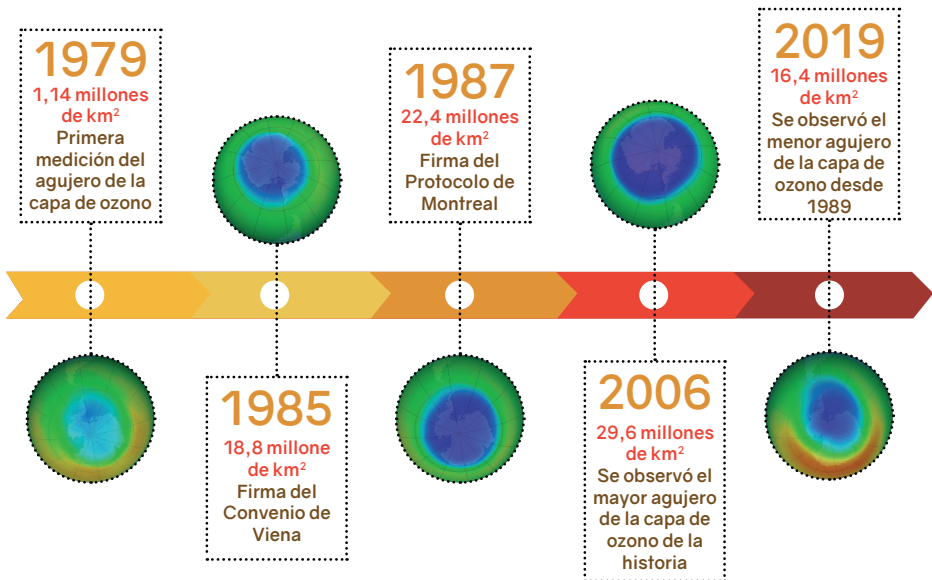
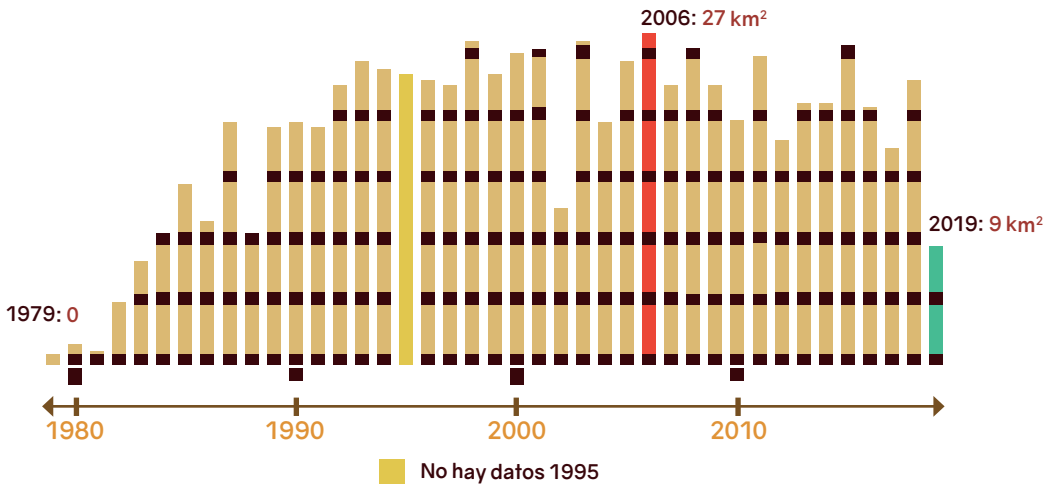


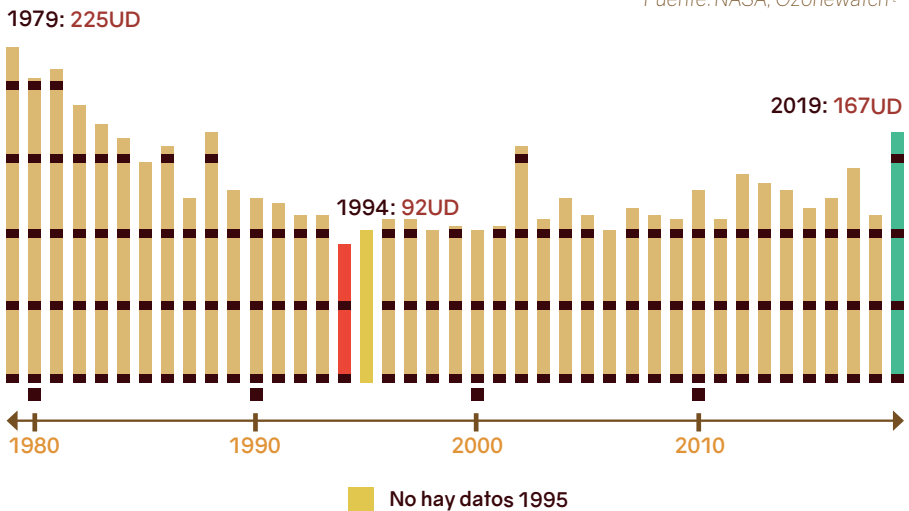
Figura 18. Evolución del agujero de la capa de ozono
Fuente: Elaborado a partir de información de NASA, Ozonewatch ^[13]



La gráfica muestra el tamaño promedio del agujero de ozono del 7 de septiembre al 13 de octubre de cada año

Figura 19. Tamaño promedio del agujero de la capa de ozono para el periodo 1979-2019 (millones de km²)

Fuente: NASA, Ozonewatch^[13]



La gráfica muestra la concentración mínima del ozono meridional del 21 de septiembre al 16 de octubre de cada año

Figura 20. Concentración de ozono mínima anual para el periodo 1979-2019 (Unidades Dobson - UD)

Fuente: NASA, Ozonewatch^[13]

El efecto directo de la reducción de la concentración de ozono en la estratósfera es un incremento de la radiación UV-B que alcanza la superficie terrestre, lo que afecta la salud humana, ya que puede producir quemaduras en la piel, cáncer de piel, cataratas en los ojos y daño en el sistema inmunológico. Igualmente, impacta de forma

negativa los ecosistemas, tanto terrestres como marinos, provoca una disminución de la fotosíntesis y de la producción de biomasa de las plantas y afecta pequeños a los organismos acuáticos, en especial al plancton, las plantas acuáticas, las larvas de peces, los camarones y los cangrejos.

5.1 Convenio de Viena

El Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono fue adoptado el 22 de marzo de 1985 y entró en vigor el 22 de septiembre de 1989. Colombia aprobó el Convenio de Viena con la Ley 30 de 1990, que entró en vigor el 14 de octubre de 1990 ^[14].

El objetivo de este Convenio es alentar a los países firmantes a investigar, compartir información y ejecutar medidas preventivas contra la producción y las emisiones de las SAO. Este es el primer instrumento internacional que busca proteger la salud de los seres humanos y el medio ambiente de los efectos adversos resultantes de la modificación de la capa de ozono atmosférica que rodea a la Tierra.



5.2 Protocolo de Montreal

El Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, fue firmado inicialmente por 46 países, el 16 de septiembre de 1987 y entró en vigor el primero de enero de 1989. Alcanzó la ratificación universal en 2009 y se convirtió en el primer acuerdo medioambiental en el que participan 198 países ^[14].

Este Protocolo busca proteger la capa de ozono de la Tierra, mediante la eliminación de la producción y el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Desde su adopción en 1987 se ha eliminado con éxito más del 98% de las SAO controladas. Un beneficio colateral muy importante es la reducción de las emisiones acumuladas de CO₂.

Sin embargo, siguen existiendo retos importantes: la transición de los CFC de alto PAO a los HCFC intermedios (con un PAO más bajo) se ha completado y la

transición final, que se completará en la década de 2030, es pasar a alternativas que tienen un PAO de cero y que sean amigables con el clima.

Debido a las diferencias económicas y tecnológicas de las naciones, las disposiciones del Protocolo de Montreal no se pueden aplicar por igual en todos los países firmantes; por tanto, se han establecido diferencias en los cronogramas de cumplimiento de obligaciones y metas para los países en desarrollo y para los desarrollados. Los primeros, como Colombia, cuyo consumo anual es menor de 0,3 kg per cápita de SAO controladas enumeradas en el anexo A del Protocolo de Montreal, operan al amparo del artículo 5, mientras que los demás países signatarios, principalmente los desarrollados, operan según el artículo 2 ^[15].

Enmienda de Kigali

El 15 de octubre de 2016 se firmó la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal^[1], para incluir medidas de control para reducir los hidrofluorocarbonos (HFC), sustancias sustitutas de las SAO que han demostrado ser potentes gases de efecto invernadero (GEI). La Enmienda de Kigali entró en vigor el 1 de enero de 2019.

La adopción de esta Enmienda posiciona al Protocolo de Montreal como un actor clave en la adopción de medidas de

mitigación del cambio climático, ya que se espera que una eliminación gradual de HFC exitosa evite hasta 0,4 °C de aumento de la temperatura global de la Tierra para 2100, mientras se continúa protegiendo la capa de ozono.

En la figura 21 se muestra el calendario de reducción del consumo de HFC, en virtud de lo aprobado por la Enmienda de Kigali. Colombia pertenece al Grupo 1 de los países del artículo 5.

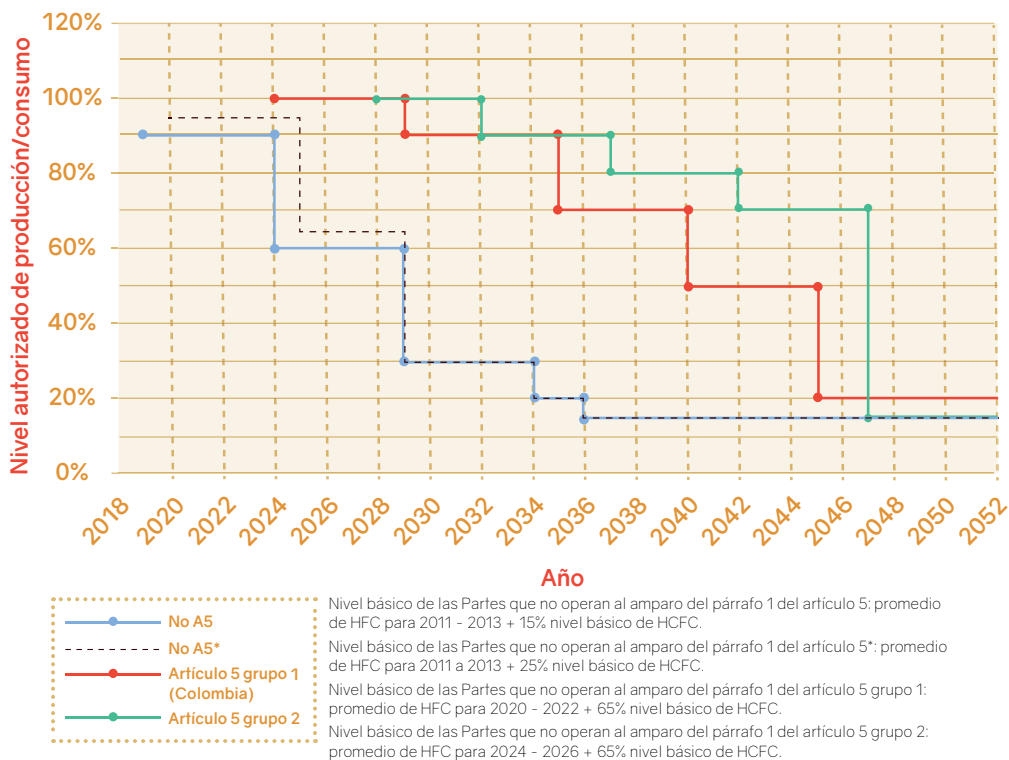


Figura 21. Calendario de reducción del consumo de HFC
Fuente: Protocolo de Montreal, 2019^[15]

De acuerdo con el Comité de Opciones Técnicas de Halones (COHTH) es improbable que la fase inicial de reducción del 10% de la producción de HFC en los países desarrollados tenga un impacto significativo en la disponibilidad de HFC para la protección contra incendios^[16], si se observa:

- El uso de HFC para protección contra incendios es extremadamente pequeño en comparación con todos los usos de HFC, con emisiones que se estiman en menos del 1% del total de emisiones de HFC de todas las fuentes.
- Los HFC utilizados para la protección contra incendios son fabricados por varias compañías en todo el mundo.

Sin embargo, cuando se restringe la oferta, existe la posibilidad de que aumente el costo de los HFC, especialmente si la demanda sigue siendo alta. Los HFC utilizados para la protección contra incendios tienen un alto PCG en comparación con la mayoría de los HFC utilizados en refrigeración y otras industrias, lo que podría afectar el precio^[16].

5.3 Sustancias controladas por el Protocolo de Montreal

El Protocolo de Montreal controla las SAO y las clasifica en anexos y grupos, de acuerdo con su composición química. Adicionalmente, a partir de la entrada en vigor de la Enmienda de Kigali, controla también los HFC.

En la tabla 2 se muestran las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal (SCPM), según anexo y grupo.

Tabla 2. Sustancias controladas por el Protocolo de Montreal

Anexo y grupo	Tipo de SAO
A-I	CFC (CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114 y CFC-115)
A-II	Halones (halón 1211, halón 1301, halón 2402)
B-I	Otros CFC (CFC-13, CFC-111, CFC-112, CFC-211, CFC-212, CFC-213, CFC-214, CFC-215, CFC-216, CFC-217)
B-II	Tetracloruro de carbono (TCC)
B-III	Metilcloroformo (TCA)
C-I	HCFC (HCFC-22, HCFC-123, HCFC-124, HCFC-141, HCFC 141b, HCFC-142, HCFC-142b)
C-II	HBFC
C-III	Bromoclorometano
E	Bromuro de metilo
F	HFC

Fuente: Unidad Técnica Ozono, 2019

Las SCPM se emplean principalmente como refrigerantes en equipos de refrigeración y acondicionamiento del aire, agentes espumantes en la producción de espumas de poliuretano, propelentes en aerosoles, solventes industriales y como agentes extintores, entre otros. La figura 22 ilustra los diferentes usos de las SCPM.



Figura 22. Usos de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal.

5.4 Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia

Colombia hace parte del Protocolo de Montreal a partir de la aprobación de la Ley 29 de 1992 y la ratificación del instrumento en diciembre de 1993. Por tanto, el país se ha comprometido a eliminar gradualmente el consumo de las SAO y, con la ratificación de la Enmienda de Kigali, estará igualmente obligado a reducir paulatinamente el consumo de los HFC.

En la tabla 3 se muestra el cronograma de reducción y eliminación del consumo de las SCPM relacionadas con el sector de extinción de incendios (halones, HCFC y HFC), para Colombia.

En cumplimiento del anterior cronograma, Colombia eliminó exitosamente el consumo de halones en 2010, mediante la prohibición de la importación de estas sustancias. Asimismo, cumplió exitosamente con la eliminación del consumo de las sustancias de los grupos A1, B1, B11, B111, C11, C111 y E.

Tabla 3. Cronograma de reducción y eliminación del consumo de SCPM relacionadas con extinción de incendios, para Colombia

Anexo y grupo	Tipo de SAO	Periodos de la línea base	Primera medida de control	Eliminación definitiva (Porcentaje y año)
A-II	Halones (halón-1211, halón-1301, halón-2402)	1995 - 1997	2002 congelación	Reducción del 50% - 2005 Eliminación del 100% - 2010
C-I	HCFC (HCFC-22, HCFC-123, HCFC-124, HCFC-141, HCFC-141b, HCFC-142, HCFC-142b)	2009 - 2010	2013 congelación	Reducción del 10% - 2015 Reducción del 60% - 2020 Reducción del 65% - 2021 Reducción del 67,5% - 2025 Reducción del 97,5% - 2030 Eliminación del 100% - 2040
F	HFC	2020 - 2022	2024 congelación	Reducción del 10% - 2029 Reducción del 30% - 2035 Reducción del 50% - 2040 Reducción del 80% - 2045

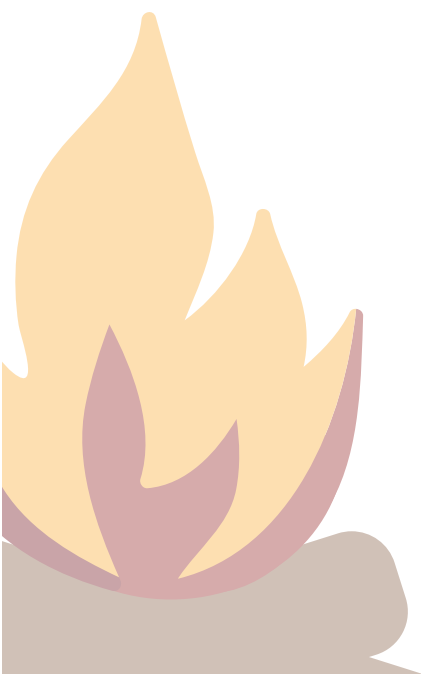
Fuente: Unidad Técnica Ozono, 2019

El país avanza en una estrategia de mediano plazo para reducir en 2030 el 97,5% del consumo de los HCFC, listados en el anexo C, grupo I, del Protocolo de Montreal. Adicionalmente, trabaja en el diagnóstico de la situación actual de consumo de HFC, que permitirá elaborar el plan de acción para su reducción gradual.

Es importante resaltar que, de acuerdo con el cronograma de eliminación del consumo para los HCFC, el agente extintor HCFC-123 podrá ser importado hasta 2030 en Colombia. Sin embargo, se prevé que la disponibilidad de esta sustancia en el mercado nacional empezará a disminuir poco a poco, en la medida en que se restrinjan las importaciones, por lo que se recomienda a las empresas del sector y usuarios de este agente extintor explorar sustancias alternativas que permitan el reemplazo del HCFC-123.

Respecto a los HFC, de acuerdo con el cronograma, Colombia deberá determinar su línea base de consumo con el promedio de las importaciones de estas sustancias de 2020 a 2022. La primera medida de control se dará en 2024, con el establecimiento de un cupo que restringirá las importaciones de HFC al nivel de la línea base establecida. A partir de 2029 se reducirá progresivamente el cupo para la importación de HFC, hasta alcanzar la meta de reducción del 80% en 2045.

Las anteriores medidas pueden llevar a un aumento en el costo de los HFC y por supuesto a una reducción en la disponibilidad de agentes extintores halogenados en el país, tanto para extintores portátiles como para sistemas de inundación total.



6

Calentamiento global



El efecto invernadero se presenta naturalmente en la atmósfera terrestre, donde los gases conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), retienen parte de la radiación infrarroja proveniente del sol y mantienen una temperatura apta para la vida en el planeta. Aproximadamente el 30% de la radiación solar entrante se refleja de vuelta al espacio por las nubes, los aerosoles y la superficie de la Tierra. Los principales GEI en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono. Sin los GEI la

temperatura promedio de la superficie terrestre sería alrededor de -18 °C, en lugar de la media actual de 15 °C [17].

El calentamiento global es generado por la emisión de GEI emitidos por las actividades humanas, que al acumularse en la atmósfera atrapan una mayor parte de la radiación infrarroja proveniente del sol y provocan el incremento a largo plazo de la temperatura media del planeta.

En la figura 23 se presenta un esquema comparativo entre el calentamiento global y el efecto invernadero.

EL EFECTO INVERNADERO

Es el calentamiento natural de la Tierra. Los gases de efecto invernadero, presentes en la atmósfera, retienen parte del calor del Sol y mantienen una temperatura apta para la vida.

EL CALENTAMIENTO GLOBAL

Es el incremento a largo plazo en la temperatura promedio de la atmósfera. Se debe a la emisión de gases de efecto invernadero que se desprenden por actividades del hombre.

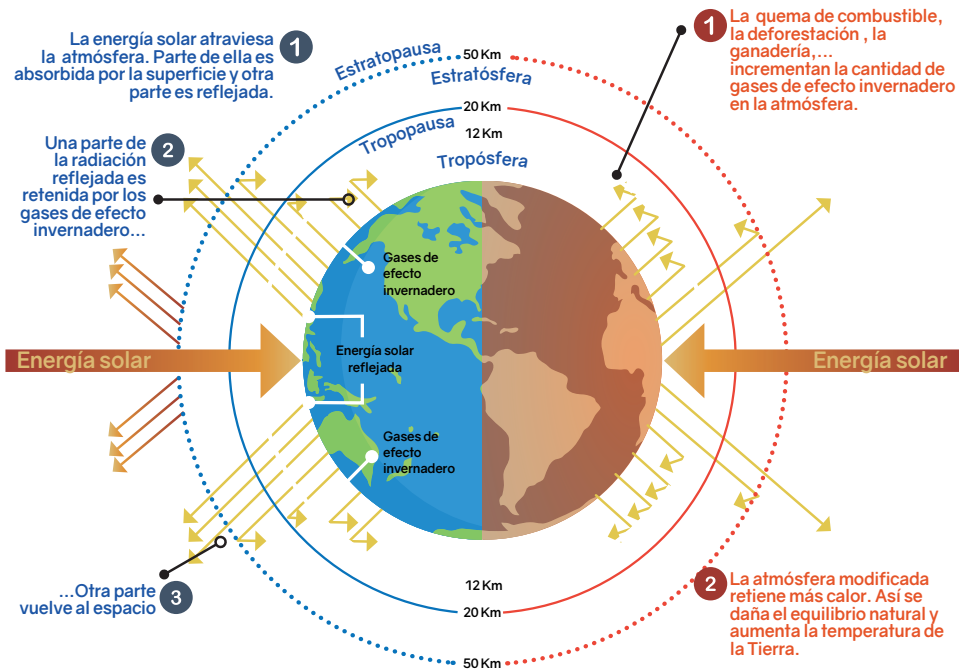


Figura 23. Calentamiento global y efecto invernadero

Fuente: adaptado UICN Comité Español [18]

Desde el inicio de la revolución industrial, se ha incrementado la concentración atmosférica del CO₂, desde 280 ppm en 1750 a 407 ppm en 2019 ^[19], producto de actividades como el uso de combustibles fósiles en la industria y el transporte, la deforestación, la erosión del suelo y la ganadería.

Además de los principales GEI enumerados anteriormente, existen otros gases como los CFC, HCFC, HFC y los PFC, que pueden ser miles de veces más eficientes que una molécula de dióxido de carbono como absorbentes de la radiación infrarroja, por lo que pequeñas cantidades de estos gases pueden contribuir apreciablemente al cambio climático.

La comunidad científica ha estimado que, si las emisiones de GEI continúan al ritmo actual, la temperatura de la superficie terrestre podría superar en 2036 el límite de 2 °C, señalado por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) como un calentamiento global "peligroso", con efectos potencialmente dañinos para los

ecosistemas y la biodiversidad, así como para la subsistencia de las personas en el planeta.

Para medir el efecto de los GEI sobre el calentamiento global se usa un indicador conocido como potencial de calentamiento atmosférico (PCA) o potencial de calentamiento global (PCG). El PCA trata de cuantificar el efecto invernadero en función de la vida media en la atmósfera y las propiedades de absorción de energía infrarroja del GEI.

Teniendo en cuenta que los tiempos de vida media de las sustancias juegan un papel importante en los valores del PCA, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático acordó usar los valores de PCA basados en un tiempo de 100 años.

Potencial de calentamiento atmosférico (PCA): medida relativa de cuánto calor puede atrapar un determinado GEI, en comparación con el dióxido de carbono.

6.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - CMNUCC se dio a conocer en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en 1992 en Río de Janeiro (Brasil), más conocida como "Cumbre de la Tierra de Río". La CMNUCC entró en vigor en marzo de 1994 y cuenta con ratificación casi universal (197 países) ^[20].

Un logro importante de la CMNUCC es que reconoce que el problema del cambio climático es real. Asimismo, la CMNUCC incorporó una línea muy relevante del Protocolo de Montreal, en virtud de la cual los estados miembros están obligados a actuar en interés de la seguridad humana, incluso a falta de certeza científica.

Esta Convención reconoce que es un documento "marco", es decir, un texto que debe enmendarse o desarrollarse con el tiempo para que los esfuerzos con respecto al calentamiento global y el cambio climático puedan orientarse mejor y ser más eficaces.

La primera modificación que sufrió esta Convención fue el Protocolo de Kioto, que se aprobó en 1997, entró en vigor en 2005 y en enero de 2009 había sido ratificado por 184 estados. ^[21] El Protocolo de Kioto establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera y que son principalmente el resultado de la

quemado de combustibles fósiles durante más de 150 años. En este sentido el Protocolo sostiene un principio central: la “responsabilidad común pero diferenciada” [22].

El objetivo del Protocolo de Kioto es disminuir el cambio climático antropogénico, para lo cual se fijó la meta de reducir en el periodo de 2008 a 2012 al menos el 5%, con respecto a los niveles de 1990, de las emisiones de seis GEI: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

6.2 Acuerdo de París

El Acuerdo de París fue negociado durante la XXI Conferencia sobre Cambio Climático (COP 21) en diciembre de 2015 y entró en vigor en noviembre de 2016, después de que 55 países, que representan al menos el 55% de las emisiones globales, lo ratificaran. A 2019, 187 países han ratificado este Acuerdo [23].

El objetivo central del Acuerdo de París es “fortalecer la respuesta global a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza”, mediante tres acciones concretas [23]:

1. Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.
2. Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de GEI, de modo que no comprometa la producción de alimentos.
3. Elevar las corrientes financieras a un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de GEI.

El Acuerdo de París requiere que todas las partes presenten sus mejores esfuerzos por medio de “contribuciones determinadas a nivel nacional” (NDC, por sus siglas en inglés) y que fortalezcan estos esfuerzos en los años venideros, incluyendo el requisito de que todos los países parte informen regularmente sobre sus emisiones y sobre sus esfuerzos de implementación. También incluye un inventario global cada 5 años para evaluar el progreso colectivo hacia el logro del propósito del Acuerdo e informar futuras acciones individuales de los países parte [23].

6.3 Compromisos de Colombia ante el cambio climático

Colombia aprobó la CMNUCC, mediante la expedición de la Ley 164 de 1994. Asimismo, en 2000 Colombia aprobó el Protocolo de Kioto por medio de la Ley 629 de 2000 [24].

Al firmar y ratificar la Convención el país se comprometió a reportar periódicamente sus emisiones de GEI en sus comunicaciones nacionales de cambio climático y en sus informes bienales de actualización, en cada uno de los módulos que contempla el IPCC: energía, residuos, procesos industriales y usos de productos (IPPU, por sus siglas en inglés), y agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (Afolu, por sus siglas en inglés) [25].

La Política nacional de cambio climático (2017) propuso articular todos los esfuerzos que el país viene haciendo desde hace varios años, principalmente desde 2011, a través de la Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC), el Plan nacional de adaptación al cambio climático (PNACC) y la Estrategia nacional REDD+, entre otras iniciativas, adicionando elementos novedosos para orientar estratégicamente todos sus esfuerzos hacia el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el marco del Acuerdo de París [26].

La Política nacional de cambio climático estableció en el 2017 cinco líneas estratégicas, soportadas en cuatro líneas instrumentales: planificación de la gestión del cambio climático; información, ciencia, tecnología e innovación; educación y financiación e instrumentos económicos, mostradas en la figura 24.

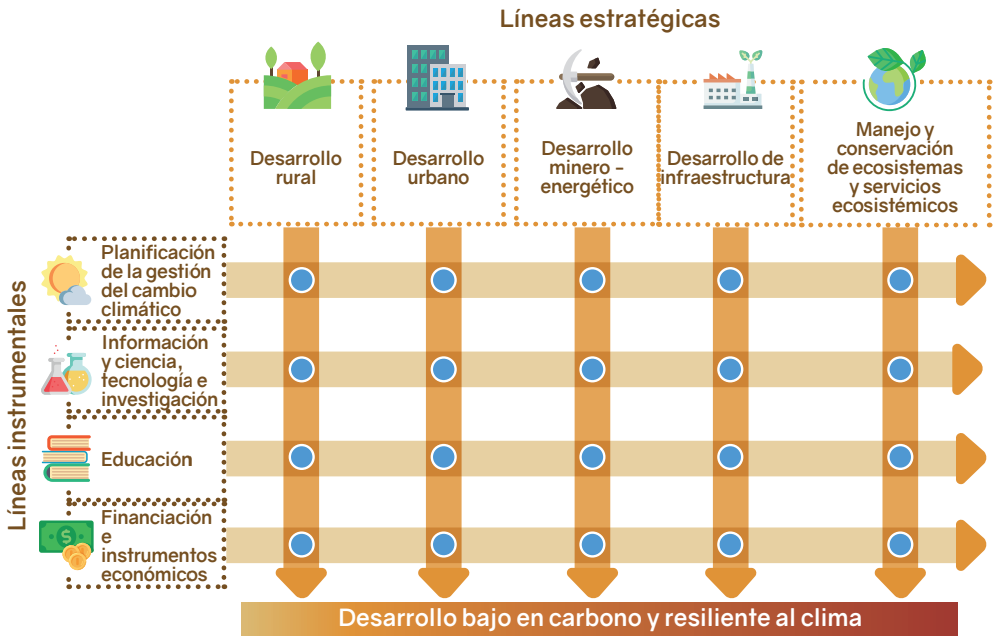
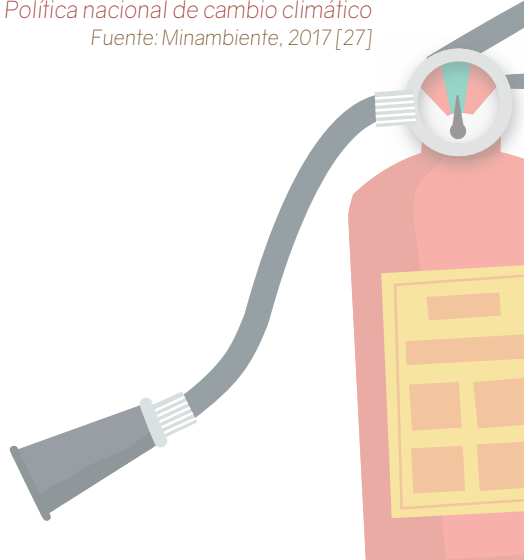


Figura 24. Componentes de la Política nacional de cambio climático
Fuente: Minambiente, 2017 [27]







Sección III.

HCFC-123 como
agente extintor
y sustancias
alternativas



Los agentes extintores son sustancias químicas que se utilizan para apagar incendios debido a sus propiedades fisicoquímicas [7]. Los más utilizados son: el agua, las espumas físicas, los polvos extintores, el dióxido de carbono y los hidrocarburos halogenados.



Fuente: [shutterstock.com/wonderisland](https://www.shutterstock.com/wonderisland)

Los agentes extintores halogenados (hidrocarburos halogenados) incluyen los halones, hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y fluoroiodocarbonos (FIC). Estos hacen parte de los denominados "agentes limpios", debido a que no son conductores eléctricos y no dejan residuos luego de la evaporación.

El mecanismo de extinción principal de los agentes halogenados se da por inhibición (interrupción de la reacción en cadena) y desplazamiento del oxígeno del aire. De forma secundaria estos agentes extinguen por enfriamiento.

Los halones fueron los primeros agentes extintores halogenados; se usaron ampliamente debido a su gran efectividad y a su relativa baja toxicidad, sobre todo en aplicaciones donde es importante una rápida extinción o donde deba reducirse al mínimo el daño a equipos y materiales o la limpieza después de su aplicación, por ejemplo, para proteger equipos eléctricos o electrónicos y motores de vehículos aéreos.

Los halones de mayor uso en Colombia fueron el halón 1301, para sistemas fijos de protección contra incendios y el halón 1211, para extintores portátiles. Sin embargo, los halones son sustancias

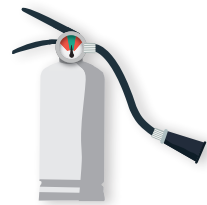
de alto potencial de agotamiento de ozono y se encuentran incluidos entre las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, por lo que su producción mundial cesó a partir de 1994 y las importaciones a Colombia se cerraron a partir de 2010.

Como consecuencia del control de los halones incluido en el Protocolo de Montreal aparecieron como alternativas en el mercado mundial de extinción de incendios otros agentes extintores halogenados como los HCFC, PFC y HFC, con menor impacto sobre la capa de ozono, pero que pueden contribuir al calentamiento global.

Según el Comité de Opciones Técnicas de Halones del Protocolo de Montreal (COH), después de la eliminación de la producción de halones en el mercado mundial de extintores portátiles, solo aproximadamente el 20% se reemplazó por agentes halogenados, mientras que el 80% restante se sustituyó por sustancias alternativas como el polvo químico seco y el dióxido de carbono [28].

A escala internacional el principal agente extintor halogenado utilizado en los extintores portátiles es el HFC-236fa; no obstante, en Colombia el mercado lo domina el HCFC-123.

7 Características del HCFC-123



El HCFC-123 es un hidroc fluorocarbono producido industrialmente y utilizado principalmente como refrigerante (sustituto del CFC-11) en instalaciones de aire acondicionado comerciales e industriales y en menor medida como agente extintor de incendios en extintores portátiles, aunque este es su uso principal en Colombia.

La producción y el consumo del HCFC-123 y otros HCFC están regulados por el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, como se explica en el numeral 5.3 de este documento. En la tabla 4 se describen las propiedades físicas y químicas del HCFC-123.

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del HCFC-123

Datos generales		Propiedades físicas y químicas	
Nombre común	HCFC-123	Punto de ebullición	28 °C
Nombres químicos	2,2- dicloro-1,1,1-trifluoroetano; 1,1-dicloro-2,2,2-trifluoroetano	Punto de fusión	-107 °C
Grupo químico	hidroc fluorocarbonado (HCFC)	Densidad relativa (agua = 1)	1,5
Fórmula química	C ₂ HCl ₂ F ₃	Solubilidad en agua (g/100 ml a 25 °C)	0,21
Peso molecular	152,93 g/mol	Presión de vapor (a 25 °C):	14 Pa
No. CAS²	306-83-2	Densidad relativa de vapor (aire=1)	6,4
Estado físico	aspecto líquido incoloro de olor característico	Temperatura de ignición	> 650 °C
Estabilidad y reactividad			
Estabilidad química	El material es estable. No obstante, deben evitarse las llamas abiertas y las altas temperaturas		
Incompatibilidad con otros materiales	Metales alcalinos o alcalinotérreos en polvo (Al, Zn, Be, etc.).		
Polimerización	No ocurre		
Descomposición	Los productos de la descomposición son peligrosos. La descomposición ocurre al reaccionar con calor, llamas abiertas, superficies metálicas incandescentes, etc. A altas temperaturas el producto se puede descomponer en ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico y posiblemente en haluros carbonílicos. Estos materiales son tóxicos e irritantes, por lo que se debe evitar el contacto con ellos.		

² El número de registro CAS es una identificación numérica única para compuestos químicos, polímeros, secuencias biológicas, preparados y aleaciones dada por la Sociedad Americana de Química.

Identificación de peligros

Peligros físicos	El vapor es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte.
Peligros químicos	Los productos en descomposición son peligrosos.
Vías de exposición	La sustancia se puede absorber en el cuerpo por inhalación.
Efectos de la exposición a corto plazo	La sustancia irrita los ojos y puede causar efectos en el sistema nervioso central (SNC) y el sistema cardiovascular. Esto puede dar lugar a narcosis y trastornos cardíacos.
Efectos de largo plazo o la exposición repetida	La sustancia puede producir efectos sobre el hígado.

Fuente: Flechas et ál., 2017a^[29]

El uso del HCFC-123 como agente extintor de incendios surgió de la necesidad de encontrar el agente para sustituir el halón 1211 en extintores portátiles. Adicionalmente, se encuentran en el mercado diferentes mezclas de HCFC-123 con otras sustancias, que son también usadas como agentes extintores. En la tabla 5 se presentan diferentes mezclas de HCFC-123, con su composición, las marcas registradas y las compañías fabricantes.

El HCFC-123 no se encuentra listado como agente extintor para sistemas de inundación total en el estándar NFPA 2001:2015 "Sistemas de extinción de incendios con agentes limpios", tampoco en el estándar ISO 14520:2015^[29]. Sin embargo, tanto el HCFC-123 como las mezclas citadas en la tabla 5 se encuentran listadas en el programa SNAP de la EPA de Estados Unidos, establecido para identificar y evaluar los sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, analizando los riesgos generales para la salud humana y el medio ambiente.

Tabla 5. Mezclas de HCFC-123 para uso en extinción de incendios

Nombre genérico	Composición	Nombre comercial	Compañía fabricante
HCFC-123	100% HCFC-123	FE-232	Dupont
HCFC-123	HCFC-123+SK1	Solkaflam	Solvay
HCFC-Mezcla B	85 - 95% HCFC-123 1- 10% Mezcla de gas patentado	Halotron I	American Pacific y North American Fire Guardian
HCFC-Mezcla C	55% HCFC-123 31% HFC-124 10% HFC-134a 4% D-limoneno	NAF P-III	North American Fire Guardian
HCFC-Mezcla D	HCFC-123 + 1 aditivo	Blitz III	North American Fire Guardian
HCFC-Mezcla E	90% HCFC-123 8% HFC-125 2% D-limoneno	NAF P-IV	Safety Hi-Tech

Fuente: Flechas et ál., 2017a^[29]

En Colombia desde la década de los noventa se utiliza el HCFC-123 como "agente limpio", conocido popularmente como "Solkaflam 123". El HCFC-123 se usa en especial para combatir el fuego en laboratorios, centros de datos, equipos eléctricos energizados y centrales telefónicas, aunque su empleo se ha extendido a oficinas; se promociona como un material no corrosivo, que no deteriora los equipos eléctricos y electrónicos, y que se puede aplicar en lugares cerrados sin dejar residuos.

Sin embargo, como ya se dijo en la sección I de este documento, el uso de agentes extintores halogenados se debe limitar a aplicaciones donde se necesita un agente limpio para extinguir el fuego eficientemente sin dañar el equipo o el área protegidos o cuando el uso de agentes alternativos pueda causar riesgo para el personal en el área^[5]. Por lo anterior, se recomienda revisar siempre los posibles agentes extintores sustitutos de los halones, antes de comprar e instalar extintores con HCFC-123.



Uso inadecuado del HCFC-141b como sustituto del HCFC-123

En Colombia, a partir de 2008, debido al alto precio del HCFC-123 se ha evidenciado el uso del HCFC-141b como agente para la recarga de extintores portátiles.

El HCFC-141b no es adecuado como agente extintor de incendios, ya que no ha sido aprobado o citado en ninguna literatura o estudio para esta aplicación.

En el estudio "Consideraciones de seguridad y ambientales del uso del HCFC-141b en extintores portátiles" ^[30], se hizo una búsqueda del HCFC-141b en estándares nacionales e internacionales, para evaluar si su uso se encontraba autorizado para extintores portátiles o sistemas de inundación total, como agente sustituto o agente contaminante, como se puede ver en la tabla 6.

Tabla 6. Evaluación del uso del HCFC-141b para extinción de incendios en estándares nacionales e internacionales

Uso "autorizado" del HCFC-141 ^b	NFPA 2001:2015 COTH	ISO 1450:2015 ^a	NTC 2885:2009	SNAP EPA	ANSI/UL 1093 ^b CAN/UL CS512 ^c
Agente halocarbonado para extintores portátiles	✗	✗	✗	✗	✗
Agente halocarbonado para sistemas de inundación total	✗	✗	✗	✗	✗
Agente sustituto	✗	✗	✗	✗	✗
Agente contaminante	✓	✗	✗	✗	✗

Fuente: Flechas et ál., 2017b ^[30]

^a No se dispone de valores para la mezcla.

^a ISO14520:2015- Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos.

^b ANSI/UL 1093. Standard for Halogenated Agent Fire Extinguishers

^c CAN/ULCS512. Standard for Halogenated Agent Hand and Wheeled Fire Extinguishers. UL (Underwriters Laboratories).

El HCFC-141b se importa al país en isotanques como materia prima (agente soplante) para la fabricación de poliols formulados, que a su vez son la materia prima para la fabricación de espumas de poliuretano rígidas. En la tabla 7 se muestran las propiedades físicas y químicas del HCFC-141b.

Tabla 7. Propiedades físicas y químicas del HCFC-141b

Datos generales		Propiedades físicas y químicas	
Nombre común	HCFC 141b	Punto de ebullición	32 °C (89,6 °F)
Nombres químicos	diclorofluoroetano	Punto de fusión	-107 °C
Grupo químico	hidroclorofluorocarbonado (HCFC)	Densidad relativa (agua = 1)	1,25

Tabla 7. Propiedades físicas y químicas del HCFC-141b (continuación)

Datos generales		Propiedades físicas y químicas	
Fórmula química	C ₂ HCl ₂ F ₃	Densidad líquida	1,24g/cm ³
Peso molecular	116 g/mol	Solubilidad en agua (mg/l a 25 °C)	420
No. CAS²	1717-00-6	Presión de vapor (a 25 °C):	14 Pa
Estado físico	líquido incoloro de olor característico (ligeramente a éter)	Densidad relativa de vapor (aire=1)	4,0
		pH	neutral
Estabilidad y reactividad			
Estabilidad química	El material es estable. No obstante, deben evitarse las llamas abiertas y las altas temperaturas		
Incompatibilidad con otros materiales	Metales alcalinos o alcalinotérreos en polvo (Al, Zn, Be, etc.).		
Polimerización	No ocurre		
Descomposición	Los productos de la descomposición son peligrosos. La descomposición ocurre al reaccionar con calor, llamas abiertas, superficies metálicas incandescentes, etc. A temperaturas altas (aprox. 600 °C), el producto se puede descomponer en ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico.		
Identificación de peligros			
Inflamabilidad	Líquido inflamable bajo condiciones específicas, cuyos vapores forman nubes explosivas con el aire.		
Peligros físicos	El vapor es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte.		
Peligros químicos	Los productos de la descomposición son peligrosos.		
Vías de exposición	La sustancia se puede absorber en el cuerpo por inhalación.		
Efectos de la exposición a corto plazo	Los síntomas que acompañan a la intoxicación aguda son: ardor en los ojos, piel, nariz y boca. Puede alterar la actividad eléctrica del corazón, causar palpitaciones, circulación inadecuada, y, en casos de sobreexposición, falta de suministro de oxígeno al cuerpo. Es tóxico cuando se inhala. Por tratarse de un compuesto cáustico puede lesionar gravemente las vías respiratorias y llegar a producir edemas pulmonares		
Efectos de largo plazo o la exposición repetida	La sustancia puede producir efectos sobre el hígado.		

Fuente: adaptada de Flechas et ál., 2017b^[30]

Asimismo, el HCFC-141b es una sustancia agotadora de la capa de ozono y un gas de efecto invernadero, según se aprecia en las propiedades mostradas en la tabla 8.

Tabla 8. Indicadores ambientales de HCFC-141b

Sustancia	PAO	PCG (100 años)	Vida media
HCFC-141b	0,11	782	9,3

Fuente: EPA, SNAP.^[9]

8

Alternativas para la sustitución del HCFC-123

En 1990 se estableció el Panel de Evaluación Tecnológica y Económica (TEAP, por sus siglas en inglés) como el órgano asesor de tecnología y economía para el Protocolo de Montreal. El TEAP proporciona información técnica relacionada con las tecnologías alternativas que han sido investigadas y empleadas para posibilitar la eliminación virtual del uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono (como el CFC y los halones) ^[31].

El TEAP está conformado por comités, entre ellos el Comité de Opciones Técnicas de Halones (COTH), que busca identificar, desarrollar y probar alternativas para sustituir los halones y analizar algunos de los problemas que aún deben abordarse en relación con los agentes extintores.

De acuerdo con el COTH existen tres tipos de alternativas *"in kind"* (líquidos volátiles que no dejan residuos y con toxicidad aceptable) utilizadas en los nuevos sistemas de extinción de incendios para sustituir los agentes extintores que agotan la capa de ozono (halones y HCFC): HFC para sistemas fijos y portátiles, gases inertes y una fluoracetona (FC) para sistemas fijos^[28].

En la tabla 9 se registran algunos agentes extintores que podrían emplearse como sustitutos del HCFC-123 y los valores de sus indicadores de impacto ambiental. Esta información ha sido tomada del informe "Alternativas para la sustitución del HCFC-123 en extintores portátiles, considerando los diferentes sectores usuarios y las condiciones técnicas y/o restricciones para su uso" ^[29], preparado para la UTO por una firma consultora en 2017.

En los siguientes numerales se describen las características de las sustancias incluidas en la tabla 9 y los riesgos potenciales de uso para la salud humana. Se excluye de la descripción el FC-5-1-14, debido a que no es un agente usado comúnmente a nivel mundial para extintores portátiles, y a su altísimo PCG y tiempo de vida media en la atmósfera.

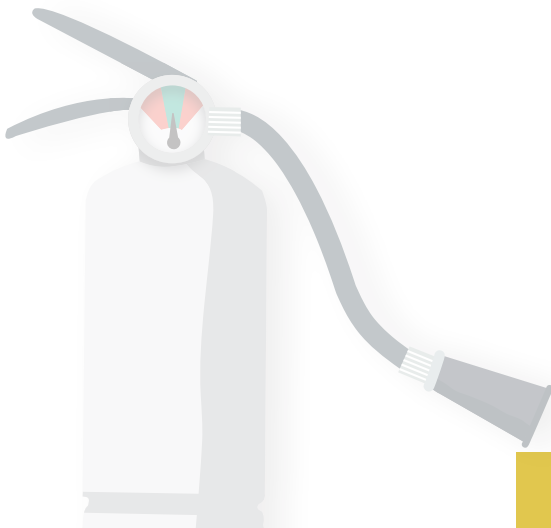


Tabla 9. Agentes extintores posibles sustitutos del HCFC-123 y sus indicadores de impacto ambiental

Grupo	Agente	Sistema de aplicación	PAO ^a	PCA (100 años) ^a	Vida media
Hidrocarburos halogenados	HFC-227ea (FM-200)	Sistemas fijos y portátiles	0	3220	31
	HFC-236fa (FE-36)	Sistemas fijos y portátiles	0	9810	210
	FC-5-1-14 (CEA-614)	Sistemas portátiles	0	9300	3200
	FC-5-1-12 (Novec 1230)	Sistemas fijos y portátiles (aplicaciones especializadas)	0	1	1 a 2 semanas
Otros agentes extintores no halogenados	Agua nebulizada desionizada	Sistemas fijos y portátiles	0	0	N/A
	Dióxido de carbono (CO ₂)	Sistemas fijos y portátiles	0	1	5
	Espumas oradoras de película acuosa (AFFF)	Sistemas fijos y portátiles	0	0	N/A
	Polvo químico seco	Sistemas fijos y portátiles	0	0	N/A

Fuente: Flechas et ál., 2017a^[29]

^a-PAO y PCA tomados de <https://www.epa.gov/snap/substitutes-streaming-agents>

8.1 Agentes extintores halogenados

8.1.1 HFC-227ea (FM-200)

Este agente es apto para la protección de la mayoría de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el halón 1301. Una vez descargado, el HFC-227ea (FM-200) extingue rápidamente el fuego minimizando los daños a la propiedad y a los equipos de alto valor garantizando, asimismo, la total seguridad de las personas. Se utiliza en sistemas fijos y portátiles, con cilindros de alta presión y

de gran tamaño. El HFC-227ea no daña los equipos más delicados y no deja residuos para su limpieza posterior, por lo que permite continuar de inmediato las actividades. No es conductor de electricidad y es efectivo en la protección de riesgos eléctricos como salas de computadores. Es apto para fuegos clases A y B^[29].

/// Condición técnica del producto

Se utiliza una concentración extintora entre el 5 y 7,1%. El HFC-227ea actúa físicamente por absorción de calor. Las características físicas del HFC-227ea permiten su uso en ambientes con temperaturas entre 0 °C y 50 °C.

// Riesgos potenciales de su uso para la salud humana

Es seguro e idóneo para la protección de ambientes ocupados normalmente por personas, ya que extingue el fuego sin reducir la cantidad de oxígeno y no resulta tóxico en las concentraciones específicas de utilización. Su tiempo máximo de exposición segura es de 5 minutos a la concentración de 10,5%. El NOAEL³ es del 9% [29].

Ejemplos de aplicaciones: centros de elaboración o archivo de datos, centros de telecomunicación, medios de transporte, estaciones de radio/radar y torres de control.

8.1.2 HFC-236fa (FE-36)

Está listado por el programa SNAP de la EPA como un reemplazo aceptable del halón-1211 en extintores portátiles y sistemas de aplicación local. El HFC-236fa también tiene aplicación como agente de inundación total y agente de supresión de explosión en espacios normalmente ocupados.

// Condición técnica del producto

No es corrosivo, no es conductor eléctrico, libre de residuos [29]

// Riesgos potenciales de su uso para la salud humana

La inhalación de altas concentraciones de vapor de HFC-236fa puede causar depresión temporal del sistema nervioso con efectos anestésicos como mareos, dolor de cabeza, confusión, pérdida de coordinación e incluso pérdida de conciencia. Las exposiciones más altas a los vapores pueden causar alteración temporal de la actividad eléctrica del corazón con pulso irregular, palpitaciones o circulación inadecuada. El mal uso intencional o la inhalación deliberada pueden causar la muerte súbita [29].

Siempre se recomienda usar ropa de trabajo, protección ocular y facial cuando exista el riesgo de exposición a HFC-236fa líquido [29].

Si se produce una gran liberación de vapores, como por ejemplo por una fuga o derrame grande, estos pueden concentrarse cerca del suelo y desplazar el oxígeno disponible para la respiración, causando asfixia [29].

// Sensibilización cardiaca

El nivel de exposición real más bajo observado (LOAEL)⁴ para el HFC-236fa fue de 150.000 ppm (15%) y el nivel de exposición real no observado (NOAEL) fue de 100.000 ppm (10%) [29]. A temperatura ambiente, los vapores de HFC-236fa tienen poco o ningún efecto sobre la piel o los ojos; sin embargo, en forma líquida, el HFC-236fa puede causar congelación [29].

Ejemplos de aplicaciones: salas de computación y telecomunicaciones.

³ El NOAEL se refiere a la mayor concentración de una sustancia que no provoca un efecto tóxico o adverso, en mg/kg/día.

⁴ El LOAEL se refiere a la menor concentración de una sustancia que provoca un efecto tóxico o adverso, en mg/kg/día.

8.1.3 FC-5-1-12 (Novec 1230)

El FC-5-1-12, conocido comercialmente como Novec 1230, es una fluorocetona. El producto es ideal para su uso en aplicaciones de inundación total, sistemas de inundaciones localizadas, aplicaciones de tipo pulverización direccional y en los extintores portátiles para aplicaciones especializadas.

/// Condición técnica del producto

Es un líquido a temperatura ambiente, con un alto peso molecular (en comparación con los agentes halogenados), un calor de vaporización de 88,1 kJ/kg y baja presión de vapor.

Ejemplos de aplicaciones: generalmente se usa en situaciones en las que el agua de extinción de incendios daña equipos electrónicos, así como en museos, bancos y hospitales.

8.2 Otros agentes extintores no halogenados

8.2.1 Agua nebulizada desionizada

Contrario a lo que se podría pensar, las aplicaciones de este agente extintor incluyen áreas en donde hay objetos que al contacto del agua normal sufrirían daños irreparables.

Este extintor puede ser usado en fuegos clase C, cuando ha superado exitosamente la prueba de no conductividad eléctrica. Se puede descargar sobre un objetivo energizado a 100,000 voltios sin conducir electricidad hacia el opera-

dor por medio del chorro de descarga. Es ideal para apagar incendios en el hogar y la oficina producidos en electrodomésticos, televisores, computadoras y equipos eléctricos conectados, sin peligro para los usuarios, además de las aplicaciones ya mencionadas.

No se recomienda su uso en ambientes abiertos, en razón a que tiene una muy baja capacidad extintora en condiciones de viento.

/// Condición técnica del producto

El extintor de agua nebulizada desionizada es un dispositivo a base de agua. Actúa sobre los incendios por tres mecanismos: por enfriamiento (evaporación), desplazamiento del oxígeno (dilución) y por atenuación de calor radiante ^[29]. Dentro de los posibles mecanismos para producir agua nebulizada se encuentran:

- Boquillas de un solo orificio de altas presiones (>10 MPa); produce microgotas de aproximadamente 30 a 100 micrómetros de diámetro.
- Boquillas de un solo orificio a baja presión (0,6 a 1 MPa); produce microgotas de 200 a 300 micrómetros de diámetro.
- Boquillas de atomización de aire (0,6 a 1 MPa); produce microgotas de 100 a 200 micrómetros de diámetro.

// **Contraindicaciones de uso**

La principal desventaja del agua nebulizada es que es conduce electricidad y no puede utilizarse en incendios de clase C; sin embargo, los extintores de agua desionizada se pueden emplear en esta categoría. No se recomienda para incendios originados por gases y líquidos inflamables, ni siquiera cuando es desionizada. Por eso se indica su uso para fuegos clases A y C ^[29].

Ejemplos de aplicaciones: museos, hoteles, túneles en vías terrestres, centros de procesamiento de datos, cocinas, archivos de papelería y hospitales.

8.2.2 Dióxido de carbono (CO₂)

Es un gas inerte, incoloro e inodoro, se utiliza como elemento de sofocación en los fuegos. Es eficaz para fuegos producidos por líquidos inflamables y equipos eléctricos energizados, ya que no es conductor y no deja residuos. Tiene gran capacidad de extinción para fuegos clases B y C, que involucran líquidos combustibles y gases inflamables, además de equipos eléctricos que conduzcan electricidad menor a 25 kW; no obstante, se recomienda el uso de guantes aislantes de protección para el operador ^[29].

// **Condición técnica del producto**

El CO₂ actúa principalmente por sofocación, al desplazar el aire o al diluir el oxígeno a concentraciones bajas. El enfriamiento es el mecanismo de extinción secundario, ya que cuando se descarga un extintor de CO₂, pequeñas partículas de hielo seco cambian a estado gaseoso absorbiendo gran cantidad de calor. Otra característica es que debido a que las partículas expulsadas por el extintor son mucho más densas que el aire, al entrar en contacto con la atmósfera se expanden y desplazan los gases que rodean el fuego, disminuyendo el combustible disponible para el incendio ^[29].

// **Contraindicaciones de uso**

La capacidad de enfriamiento del extintor de CO₂ es muy baja en fuegos clase A. El CO₂ no es adecuado para fuegos producidos por la combustión de productos químicos que produzcan su propio oxígeno. Asimismo, no se debe usar este agente para extinguir los incendios de metales (sodio, magnesio, potasio, etc.), debido a que este tipo de incendios descompone el dióxido de carbono.

// **Riesgos potenciales de su uso para la salud humana**

En ambientes cerrados se puede presentar un aumento de la concentración de CO₂ que puede acelerar la frecuencia respiratoria, y a concentraciones elevadas puede desencadenar una intoxicación por dióxido de carbono en la sangre. La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera es del 0,03%. Un ser humano puede soportar concentraciones de CO₂ cercanas a 6% sin llegar a tener efectos fisiológicos importantes o podría presentar náusea, mareo, sudor, dolor de cabeza, confusión mental, aumento de la presión sanguínea, respiración agitada, palpitaciones al corazón, respiración dificultosa, disturbios visuales y temblores. Si se llega a concentraciones cercanas al 9% la persona podría sufrir un desmayo ^[29].

Ejemplos de aplicaciones: se aplica a fuegos clases B y C. Es ideal para la extinción de fuegos donde esté presente gasoil, gasolina y pinturas, como gasolineras, cabinas de pintura, etc. Se recomienda para proteger máquinas, laboratorios, equipos electrónicos, garajes, etc.

8.2.3 Espumas formadoras de película acuosa

Los extintores de agua con espumas formadoras de película acuosa (AFFF, por sus siglas en inglés) bajo presión, sirven para proteger áreas que tienen riesgo de incendio clases A y B.

/// Condición técnica del producto

Las AFFF son una combinación de surfactantes fluorados con agentes espumógenos sintéticos y se pueden utilizar tanto con agua dulce como con agua salada. Extinguen el fuego al formar una película acuosa y delgada de solución de espuma, que se esparce rápidamente sobre la superficie del combustible y extingue el incendio. La película acuosa es producida por el surfactante, que reduce la tensión superficial de la espuma a tal punto que la solución permanece sobre la superficie de la solución incendiada.

La variante AR-AFFF (producida con base en la combinación de detergentes sintéticos, polímeros polisacáridos y químicos fluorados) actúa como las AFFF convencionales para la extinción de fuegos ocasionados por hidrocarburos, pero en el caso de solventes y combustibles polares o solubles en fase con el agua, como los alcoholes, los polisacáridos sintéticos forman una membrana resistente que separa el combustible e impide, en consecuencia, la perforación de la espuma y la ignición de los vapores.

/// Contraindicaciones de uso

La espuma no es recomendada antes de asegurar el corte completo del suministro de energía. Tampoco es recomendable el uso de espumas en aquellos elementos que en condiciones ambientales normalmente son gases o vapores y que sin embargo se almacenan como líquidos (propano, butano, etc.). Tampoco se las debe utilizar en material reactivo al agua como magnesio, litio, sodio, calcio, etc.

/// Riesgos potenciales de su uso para la salud humana

La exposición excesiva puede causar irritación de la nariz, la garganta, los ojos y las membranas mucosas, sequedad e irritación de la piel, sarpullido, mareos, somnolencia, dolor de cabeza, afecciones al hígado y al riñón. Las personas con hipersensibilidad a esas sustancias químicas pueden experimentar reacciones adversas a este producto.

Ejemplos de aplicaciones: plantas de manufactura, gasolineras, almacenes comerciales, hoteles, hospitales, escuelas, talleres de pintura y mecánicos, áreas de calderas, industrias química y petrolera, laboratorios, transporte de carga y de pasajeros.

8.2.4 Polvos extintores

Generalmente están compuestos por sales (metales alcalinos, bicarbonato sódico, bicarbonato potásico, bicarbonato de urea-potasio, cloruro potásico o fosfato amónico) y aditivos (fosfato tricálcico o silicona), que son agregados para mejorar sus características de almacenamiento, evitar que se compacte y mejorar su fluidez.

Los polvos extintores se aplican en forma de polvo muy fino, por lo que alcanzan grandes áreas superficiales específicas. Son muy eficaces en fuegos clase B, son económicos, de baja toxicidad y alta velocidad de extinción.

Los polvos extintores actúan primariamente por inhibición (interrupción de la reacción en cadena), excepto en el caso de los de tipo D o especiales, que trabajan solo por sofocación.

Polvo químico seco (PQS): también se denominan polvos convencionales o polvos BC. Están compuestos por carbonato potásico, bicarbonato potásico, bicarbonato sódico y cloruro potásico. Se usan principalmente para extinguir fuegos de líquidos inflamables y gases (clase B).

Polvos polivalentes: se conocen como polvos ABC, ya que también son efectivos en fuegos clase A. Este agente extintor está formado por fosfatos, sulfatos y sales de amoniaco.

// **Contraindicaciones de uso**

Al ser sustancias corrosivas, el polvo químico no se recomienda en ambientes con materiales delicados o de alto valor, pues posterior a la extinción del incendio sus residuos dañan muebles y equipos eléctricos. En áreas abiertas, el viento puede migrar las partículas descargadas del polvo seco y no permitir su acción sobre el material incendiado.

// **Riesgos potenciales de su uso para la salud humana**

la mayoría de estas sustancias son alcalinas, a excepción del fosfato monoamónico y en altas concentraciones, al ser descargadas, pueden generar dificultad para respirar en las personas que estén cerca de la activación de la descarga y dificultad para la visualización, cuando se genera la nube con la que se sofoca el incendio.

Ejemplos de aplicaciones: las aplicaciones típicas de estas sustancias extintoras son: industrias, equipos eléctricos, viviendas, transporte, comercios, escuelas, aviación y talleres mecánicos.

En la tabla 10 se incluye una comparación de las propiedades y los indicadores de impacto ambiental del HCFC-123 y los agentes extintores más usados como sus sustitutos en Colombia.

Tabla 10. Comparación de propiedades e indicadores de impacto ambiental de algunos posibles sustitutos del HCFC-123

CrITERIO	HCFC-123	Agua nebulizada desionizada	Dióxido de carbono	Polvo químico seco
Vida media atmosférica (años)	1,3	N/A	5	N/A
PAO	0,02	0	0	0
PCG	76	0	1	0
Agente limpio	Sí	Sí	Sí	Sí
Conductor de electricidad	No	No	No	No
Presión de trabajo	150 psi	87 - 1.450 psi	723 psi	125-195 psi
Usos				
Incendios clase A	Adecuado	Muy adecuado	Se recomienda usarlo junto con otra sustancia	Adecuado
Incendios clase B	Adecuado	No adecuado	Adecuado	Adecuado
Incendios clase C	Aceptable	Aceptable	Adecuado	Adecuado

Fuente: Flechas et ál., 2017a^[29]

9

Gestión ambiental en el ciclo de vida del HCFC-123



Se deben evaluar los impactos ambientales generados por el uso de los agentes extintores halogenados, como el HCFC-123, en cada una de las actividades del ciclo de vida, tales como:

- Importación del agente extintor halogenado
- Fabricación y carga de extintores portátiles nuevos
- Inspección, mantenimiento y recarga de los extintores portátiles
- Atención de un incendio
- Gestión ambiental del agente extintor

En todas estas actividades es importante prevenir la emisión del agente extintor a la atmósfera, considerando que el impacto ambiental de los agentes halogenados tiene que ver principalmente con la destrucción de la capa de ozono y la contribución al calentamiento global.

Asimismo, es importante tener en cuenta que las SAO son consideradas como residuos peligrosos por el daño que causan en el medio ambiente. Se encuentran incluidas en el Decreto 1076 de 2015 "Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible", título 6 "Residuos peligrosos", anexo I, corriente Y45.

9.1 Principio de jerarquía para la gestión ambiental de residuos peligrosos

El **"principio de jerarquía"** establece las directrices para la selección de la mejor opción de gestión posible para los residuos peligrosos. Este principio consiste en una secuencia ordenada de modalidades de gestión de mayor a menor impacto ambiental. La jerarquía en la gestión tiene como prioridad prevenir o evitar la generación de los residuos peligrosos, dejando la alternativa de disposición final como última opción de manejo, tal como se muestra en la figura 25 ^[32].

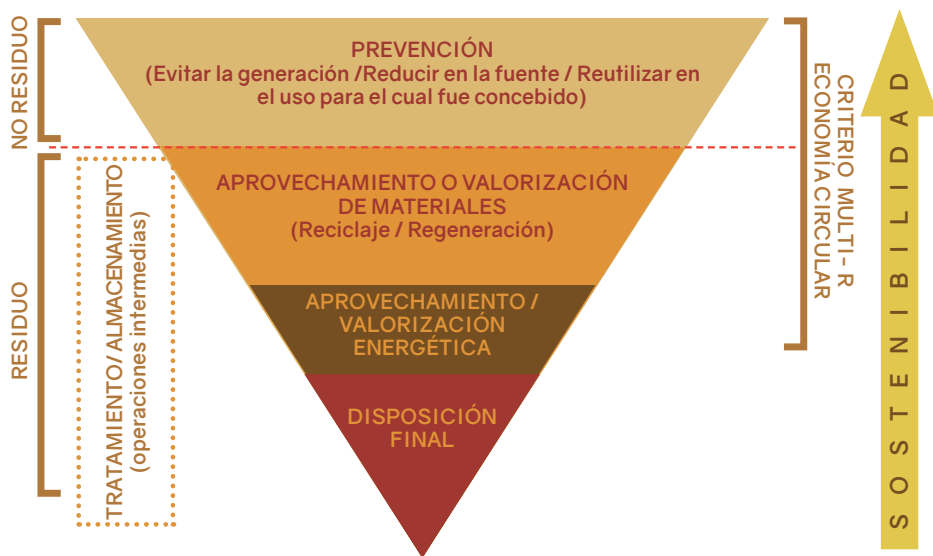


Figura 25. Principio de jerarquía en la gestión de residuos peligrosos
Fuente: Minambiente, 2020 [32].

9.1.1 Prevención

La prevención comprende aquellas medidas que se adoptan antes de que una sustancia, material o producto se convierta en un residuo, tanto para reducir su cantidad como su peligrosidad. La prevención se puede lograr a través de tres tipos de acciones [32]:

Evitar la generación: implica la eliminación o sustitución del uso de sustancias peligrosas o de materiales.

Reducir en la fuente: involucra la minimización del uso de sustancias peligrosas o de materiales, o la reducción del consumo de materiales o de energía. Esta etapa Comprende principalmente las buenas prácticas de operación como la separación en la fuente, cambios de tecnología, cambios de materias primas y productos, así como la aplicación de prácticas de consumo sostenible.

Reutilizar: incluye cualquier operación mediante la cual productos, materiales o sustancias que no sean residuos se utilizan de nuevo, en su forma original o con la misma finalidad para la que fueron concebidos, con o sin reacondicionamiento, sin ninguna otra preparación previa.

9.1.2 Aprovechamiento o valorización de materiales

El aprovechamiento o la valorización de materiales se refiere a una serie de operaciones a las que son sometidos los residuos para recuperar los materiales contenidos o presentes en los mismos para un fin útil, ya sea para su finalidad original como para cualquier otra. En esta etapa se incluyen las operaciones de reciclaje y de regeneración, entre otras ^[32].

9.1.3 Valorización energética

La valorización energética se refiere a las operaciones que buscan aprovechar o recuperar el poder calorífico contenido en los residuos para utilizarlos como combustible u otros medios de generación de energía, a través de una variedad de procesos, que incluyen la combustión y el co-procesamiento, entre otros.

Se habla técnicamente de valorización energética cuando se dan algunas condiciones, entre las que cabe destacar que el proceso sea de alta eficiencia energética, que haya una demanda real de esa energía y que la energía obtenida sustituya a otras energías procedentes de recursos energéticos no renovables ^[32].

9.1.4 Disposición final

La disposición final es la opción menos sostenible y es aquella que se debe utilizar cuando no existe otra aplicable. Se entiende habitualmente como el confinamiento o disposición final de los residuos peligrosos en un terreno a través de celdas o rellenos de seguridad ^[32].

Las operaciones de **almacenamiento y tratamiento** se consideran como actividades intermedias o transitorias que se pueden desarrollar previo a procesos de aprovechamiento o valorización y disposición final. El tratamiento abarca aquellos procesos de transformación que buscan modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo con el fin de reducir su volumen y reducir o eliminar la peligrosidad de los residuos. Las operaciones de tratamiento incluyen procesos físicos, fisicoquímicos, térmicos o biológicos ^[32].

Para los agentes extintores halogenados el tratamiento térmico debe realizarse utilizando una tecnología aprobada por el Protocolo de Montreal y cumpliendo con la normativa nacional.

En la tabla 11 se describen las actividades para aplicar la gestión de residuos peligrosos para los agentes extintores halogenados.

Tabla 11. Gestión ambiental para los agentes extintores halogenados

Medida para la gestión integral de residuos	Aplicación para los agentes extintores halogenados
Prevención	
Evitar la generación	Limitar el uso de agentes extintores halogenados a aplicaciones donde se necesita un agente limpio para extinguir el fuego eficientemente sin daño para el equipo o área protegidos, o cuando el uso de agentes alternativos puede causar riesgo para el personal en el área.
Reducir en la fuente	Durante los procedimientos de mantenimiento y recarga de extintores portátiles, contar con un sistema cerrado que permita la recuperación del agente extintor halogenado.
Reutilizar	Reutilizar el agente extintor recuperado, siempre que las condiciones de calidad y pureza lo permitan.
Aprovechamiento o valorización de materiales	El reciclaje y la regeneración son métodos estándar para el aprovechamiento y valorización de los agentes extintores halogenados, para su posterior uso.
Tratamiento térmico	Los agentes extintores halogenados que hayan sido recuperados y que no puedan ser reciclados o regenerados, debido a su contaminación con otras sustancias químicas, deben ser llevados a tratamiento térmico, usando una tecnología aprobada por el Protocolo de Montreal. En Colombia se contará con una instalación licenciada para la destrucción térmica de SAO y HFC a partir de 2020.

9.2 Recuperación, reciclaje y regeneración de agentes halogenados

De acuerdo con el Comité de Opciones Técnicas de Halones del Protocolo de Montreal (COTH) existen métodos estándar para el aprovechamiento y tratamiento de los agentes extintores de incendios halogenados gaseosos, para una posible reutilización^{5[33]}:

Recuperación: remover el agente extintor en cualquier condición de un extintor o cilindro del sistema de extinción y almacenarlo en un recipiente externo sin necesariamente probarlo o procesarlo de ninguna manera. El agente recuperado puede llegar a perder su pureza por diferentes contaminantes como humedad, sólidos (partículas metálicas), nitrógeno y aire.

Reciclaje: limpiar el agente recuperado para su reutilización. En general, se procesa el agente extintor para reducir humedad y partículas, y eliminar el nitrógeno a presión.

⁵ Reutilizar significa recuperar el agente de un extintor y volver a cargarlo en otro extintor.

Regeneración: volver a procesar el agente extintor a una pureza especificada en las normas aplicables y utilizar un laboratorio certificado para verificar esta pureza, utilizando la metodología analítica según lo prescrito en esas normas. La regeneración es el método preferido para lograr el más alto nivel de pureza. La recuperación requiere maquinaria especializada que generalmente no está disponible en un taller de servicios de mantenimiento y recarga.

Los fabricantes de los extintores deben especificar el grado de pureza del agente requerido. Cuando un agente sea reciclado o regenerado, su calidad debe ser retornada al menos a las especificaciones mínimas prescritas por el fabricante del equipo. Por tanto, los actores involucrados en la recuperación, tratamiento y reutilización de los agentes extintores deben tener la capacidad para probar y certificar que los agentes que se ofrecen para la recarga de extintores están libres de impurezas y cumplen con los requerimientos de calidad, preferiblemente en laboratorios debidamente acreditados ^[33].

Tabla 12. Requerimientos de calidad para agentes extintores halogenados

Propiedad	Valor	Prueba sugerida
Pureza, (% mol/mol)	99,0 min.	Cromatografía gas-líquido ^a
Acidez (ppm en masa)	3,0 máx.	Método especificado en ISO 3363 o AHRI 700
Contenido de agua (ppm en masa)	10 máx.	Método Karl Fisher, de acuerdo con AHRI 700
Residuos no volátiles (% mol/mol)	0,05	Método especificado en ISO 5789 o AHRI 700
Material suspendido o sedimento	No visible	Inspección visual

Fuente: elaboración propia, a partir de HTOC, 2018 ^[33]

^a Si la prueba indica la presencia de impurezas no identificadas, se recomienda la determinación por cromatografía gas-líquido/espectrometría de masas.

Los requerimientos de calidad de los agentes extintores halogenados se encuentran en la norma de Estados Unidos NFPA 2001 y en la norma internacional ISO 14520. En la tabla 12 se muestran los valores típicos.

Actualmente en Colombia no se cuenta con una cadena estructurada para la recuperación, regeneración y reutilización de los agentes extintores halogenados. En general los extintores son entregados por el usuario final al taller de recarga y mantenimiento, el agente (HCFC-123) se recupera por trasvase y, en algunos casos, se reutiliza en la recarga de los extintores, sin ningún tipo de tratamiento. En otros casos, el agente extintor se libera a la atmósfera y en muy pocos casos se recupera y se almacena para su tratamiento o disposición final.

Sin embargo, de acuerdo con el Comité de Opciones Técnicas de Halones ^[33] en una cadena estructurada para la recuperación, aprovechamiento y reutilización de los agentes extintores halogenados, se pueden identificar cinco actores involucrados, como se ve en la figura 26:

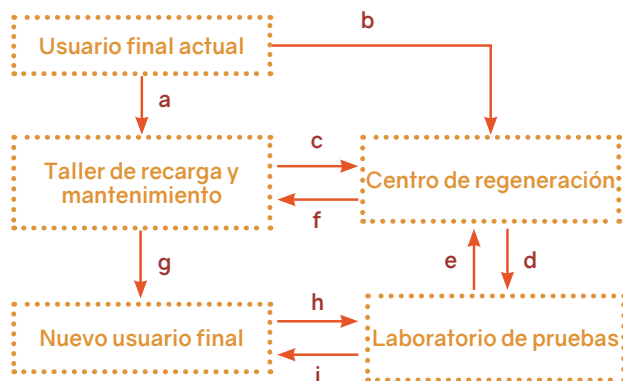


Figura 26. Actores involucrados en la cadena de recuperación, aprovechamiento y reutilización de agentes extintores halogenados
Fuente: adaptado de HTOC, 2018 ^[33]

- El usuario final actual del extintor vende o entrega el contenido de sus extintores a un taller de mantenimiento y recarga (a) o a un centro de regeneración (b), debidamente licenciado por la autoridad ambiental competente.
- El centro de regeneración compra o recibe el agente extintor para reprocesarlo y devolverlo al nivel de pureza requerido. El centro de regeneración puede comprar el agente extintor directamente del usuario final actual (b) o de un taller de mantenimiento y recarga (c).
- Después de reprocesar el agente, el centro de regeneración debe confirmar la pureza del agente extintor por un laboratorio de pruebas. Este laboratorio puede ser parte del centro de regeneración o un laboratorio externo. (d, e).
- En la mayoría de los casos, el centro de regeneración venderá el agente reciclado a un taller de mantenimiento y recarga (f), para su uso en la recarga de los extintores de un nuevo usuario final (g). En algunos casos, el usuario final actual y el nuevo usuario final pueden ser el mismo.
- Aunque el centro de regeneración debe proporcionar certificados de análisis de cada lote de agente extintor vendido, algunas veces el nuevo usuario final puede tratar directamente con el laboratorio de pruebas para que confirme que el agente contenido de sus extintores cumple con las especificaciones de calidad (h, i). En algunos casos, el nuevo usuario final emplea el taller de recarga y mantenimiento como intermediario con el laboratorio de pruebas.

/// Estrategias de mitigación de la contaminación del agente

La presencia de impurezas en los agentes extintores es un problema que no se hace evidente hasta que un usuario final descarga un extintor, a menudo en un entorno de seguridad vital o pérdida potencial de propiedad. Con un agente impuro, el rendimiento puede variar desde una pobre o nula efectividad de extinción de incendios hasta una en la que el agente impuro puede intensificar el fuego, en el caso de que la impureza sea un material inflamable. Los usuarios finales no tienen los medios para confirmar la pureza de los agentes extintores que se han empleado para la recarga de los extintores, por tanto, debe confiar en la cadena de suministro del mercado para recuperar, procesar, probar y certificar que el agente tiene una pureza aceptable ^[33].

Para comprender cómo y por qué los agentes con impurezas se pueden suministrar a los usuarios finales, hay que tener en cuenta que las impurezas generalmente se introducen en el agente de cuatro maneras diferentes^[33]:

- a. Las impurezas ya podrían estar presentes en el agente cuando el centro de regeneración o el taller de mantenimiento y recarga recibe el extintor.
- b. El agente podría contaminarse durante el aprovechamiento, cuando se mezcla accidentalmente con agente contaminado, causando así que todo el lote se contamine. Esto se conoce como "contaminación cruzada con otros productos químicos halogenados".
- c. Cuando no se realiza vacío profundo del equipo de regeneración, cuando se cambia de procesador un agente diferente, provocará la introducción de impurezas por contaminación cruzada con otros productos químicos halogenados o la introducción de otros contaminantes, incluidos aceite, humedad, partículas o ácidos.
- d. El agente que ha sido recuperado según un estándar aún puede contaminarse si se deposita en cilindros o tanques de almacenamiento que no se han limpiado adecuadamente y que contienen contaminantes como agua, aceite y partículas.

Pueden emplearse estrategias para garantizar que el agente cumpla con un estándar de calidad aceptado por la industria ^[33]:

Por el centro de regeneración: empleando procedimientos de aseguramiento de la calidad:

- Probar el agente entrante para asegurarse de que no esté contaminado antes de combinarlo con otros agentes durante el proceso de reciclaje o regeneración.
- Procesar el agente por lotes, eliminando todos los contaminantes a los niveles especificados.

- Evitar que se puedan introducir nuevos contaminantes en el agente procesado hasta su condición de almacenamiento final (cilindros, almacenamiento a largo plazo tanques, tambores, etc.).
- Contar con los equipos de recuperación y las bombas de transferencia correctos y adecuados para cada agente extintor.
- Usar personal competente y capacitado para operar el equipo de tal manera que se evite y mitigue en la medida de lo posible el potencial de contaminación o pérdida de agente.
- Enviar a disposición final (destrucción) cualquier agente contaminado que no pueda regenerarse a niveles de pureza aceptables.

Por el laboratorio de pruebas acreditado:

- De acuerdo con las buenas prácticas de laboratorio, realizar un análisis de muestras del agente reciclado para cada contenedor de almacenamiento individual (cilindro, tambor, etc.) y proporcionar una certificación por escrito de que el agente cumple con las especificaciones requeridas.

Por el taller de recarga y mantenimiento:

- Seguir las buenas prácticas establecidas para el mantenimiento y recarga de extintores, para asegurar que no se introduzcan contaminantes en esta etapa, ya sea por el equipo de transferencia del agente o por la limpieza y secado inadecuados del cilindro del extintor.

Por el nuevo usuario final:

- Retirar periódicamente los extintores del servicio y hacer que un laboratorio de pruebas analice los contenidos para verificar la pureza del agente y la presencia de contaminantes. Esto se puede hacer de manera rentable mediante la aplicación de métodos estándar de muestreo estadístico.

9.3 Gestión ambiental de los extintores portátiles con HCFC-123

Como ya se dijo en el capítulo 5, el HCFC-123 es una sustancia agotadora de la capa de ozono con un bajo potencial de agotamiento de ozono (PAO). Asimismo, esta sustancia contribuye al calentamiento global, aunque su potencial de calentamiento atmosférico (PCA) sea considerado muy bajo.

Para la gestión ambiental del HCFC-123 se recomienda tener en cuenta:

- De acuerdo con el numeral 7.4.3.8 de la NTC 2885:2009 ^[5], la extracción de los agentes de extinción halogenados, como el HCFC-123, debe hacerse solamente usando sistemas cerrados de recuperación. Del mismo modo, el agente halogenado recuperado se debe reusar solamente si no se observa evidencia de contaminación interna en el cilindro del extintor.

Se recomienda a los usuarios finales verificar que la empresa que hace el mantenimiento a los extintores portátiles con HCFC-123 cuente con un sistema cerrado para la recuperación de esta sustancia, con el fin de evitar su emisión a la atmósfera.

- De acuerdo con el numeral 7.4.3.8 de la NTC 2885:2009^[5], el agente halogenado extraído de los extintores de incendio, cuyo cilindro tiene evidencia de contaminación interna o corrosión, se debe procesar de acuerdo con las instrucciones del fabricante del extintor. En Colombia el tratamiento térmico final del HCFC-123 contaminado debe realizarse mediante un gestor de residuos peligrosos debidamente licenciado y cumpliendo con la normatividad nacional de residuos peligrosos⁶.
- No se deben realizar capacitaciones de manejo de extintores cargados con HCFC-123, ni se debe permitir la descarga de estos para ser enviados a mantenimiento, con el fin de evitar su emisión a la atmósfera.
- De acuerdo con las fechas establecidas en el cronograma de eliminación del consumo de HCFC para el país, se recomienda buscar sustancias alternativas que permitan el reemplazo del HCFC-123 como agente extintor en el mediano o largo plazo. Estas alternativas podrían ser CO₂, agua nebulizada u otros agentes limpios tipo HFC, dependiendo de la aplicación específica y del análisis de riesgos de incendio para cada entidad.
- Se ha encontrado que en el país actualmente se recargan extintores portátiles con HCFC-141b, sustancia que no ha sido aprobada ni recomendada como agente extintor y no aparece listada para estos usos por ninguna entidad u organización certificadora a nivel internacional.
- Se recomienda que el usuario final exija a los proveedores de mantenimiento y recarga de extintores portátiles el certificado de análisis del lote de HCFC-123 usado para la recarga de sus extintores, como un medio para verificar la calidad y pureza del HCFC-123 usado, comprobando que no sea mezclado con otras sustancias.

Actualmente no existe ninguna normativa del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que prohíba el uso de extintores con HCFC-123 en Colombia y no se prevé la prohibición del uso de esta sustancia para extinción de incendios antes de 2030, por lo que no es necesario reemplazarlos en el corto plazo.

⁶. Para más información sobre la gestión adecuada de residuos peligrosos en Colombia, remitirse al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Título 6. Residuos Peligrosos.





Sección IV.

Buenas prácticas para el mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123



El objetivo de esta sección es brindar información que permita a los talleres que realizan actividades de mantenimiento y recarga de extintores portátiles implementar buenas prácticas ambientales en sus actividades cotidianas, que deriven en un uso más responsable del HCFC-123 como agente extintor de incendios, que contribuyan a reducir la emisión de esta sustancia a la atmósfera y evitar el uso del HCFC-141b, sustancia que no ha sido aprobada como agente extintor.

10 Requisitos para los talleres de recarga y mantenimiento de extintores portátiles con HCFC-123



10.1 Requisitos generales

De acuerdo con la normatividad colombiana, el primer requisito que deben cumplir los talleres que se dediquen al mantenimiento y recarga de extintores portátiles es constituirse legalmente como empresa, para lo cual se requiere solicitar el Registro Único Tributario (RUT), matricularse en el registro mercantil e inscribir en este todos los actos, libros y documentos respecto de los cuales la ley exija esa formalidad, de acuerdo con el artículo 19 del Código de Comercio.

Asimismo, de acuerdo con el Decreto 1072 de 2015 "Decreto único reglamentario del sector trabajo" es necesario afiliarse a los empleados al sistema de seguridad social desde su primer día de trabajo e implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), que contiene las herramientas necesarias para evaluar y valorar los riesgos laborales en la empresa.

Es de vital importancia tener en cuenta que la manipulación de productos químicos implica un riesgo para la salud de los trabajadores. Por tanto, se recomienda:

- Implementar un programa de vigilancia epidemiológica, con el objetivo de monitorear periódicamente posibles cambios en la salud de los trabajadores.
- Solicitar a los proveedores las fichas de datos de seguridad (FDS) de los productos químicos utilizados.

- Capacitar a los operarios en el manejo de la información contenida en las FDS.
- Entregar a los operarios los elementos de protección personal necesarios y exigir su uso.

El incumplimiento a las anteriores recomendaciones puede derivar en multas por parte del Ministerio del Trabajo, e inclusive en el cierre del taller.

Adicionalmente, la empresa debe contar con procedimientos escritos de los procesos de mantenimiento y recarga de extintores portátiles, manual de funciones para cada cargo y sistema de evaluación de desempeño de los trabajadores.

Todo taller de recarga y mantenimiento de extintores portátiles con HCFC-123 debe tener un plan de gestión integral de residuos peligrosos. Cuando la cantidad mensual de residuos peligrosos generada sea superior a 10 kg, el taller debe registrarse ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam como generador de residuos o desechos peligrosos. Además, deberá revisar si es necesario contar con permisos de vertimientos u otros permisos ambientales.

10.2 Requerimientos mínimos de infraestructura y seguridad

La distribución del taller dependerá de cada empresa; sin embargo, es indispensable contar con un área definida y demarcada para desarrollar cada una de las etapas del proceso, como recepción, inspección, mantenimiento, pruebas hidrostáticas y recarga.

Asimismo, es necesario contar con áreas para el almacenamiento de materias primas e insumos, productos terminados y residuos peligrosos. Cada área debe estar debidamente demarcada y contar con espacio suficiente, para garantizar que no interfiere con otras actividades.

Si el taller realiza el procedimiento de pintura para los extintores, deberá tener un área exclusiva para esta labor. Este sitio deberá contar con sistemas de extracción y estar separado de sitios de almacenamiento de productos químicos y recarga de extintores.

10.2.1 Ventilación

El taller debe contar con ventilación, ya sea de tipo natural o con ayuda mecánica, a fin de prevenir la acumulación de polvo y de los productos químicos utilizados en el proceso y de esta manera evitar la saturación y la contaminación del ambiente de trabajo.

10.2.2 Iluminación

El taller debe estar suficientemente iluminado de forma natural o artificial, para realizar las labores de recarga y mantenimiento de extintores portátiles.

Es importante que las redes eléctricas se encuentren instaladas bajo tubería *conduit* o canaleta; igualmente, los tableros eléctricos deben contar con su respectiva tapa de protección frontal de acuerdo con los requerimientos del Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE ^[34], teniendo en cuenta el peligro de incendio por la presencia de productos químicos y mobiliarios.

10.2.3 Almacenamiento

Consideraciones generales

- Verifique que las áreas de almacenamiento no presenten goteras o ambientes húmedos que puedan afectar la calidad de los materiales almacenados.
- Es necesario contar con estantería o sistemas de almacenamiento con capacidad para soportar el peso que se va a almacenar y con los espacios suficientes que permitan organizar los materiales sin sobrecarga.
- La estantería debe contar con sistema de anclaje a pared o piso que garantice su estabilidad.

Almacenamiento de extintores

- Los extintores se ubicarán en sitios de fácil acceso, es decir, no se deben apilar en sitios altos; de esta manera se evitarán caídas de altura.
- El almacenamiento se debe realizar por tamaños o tipos de agente extintor.

Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos

El lugar del almacenamiento debe cumplir con los requisitos establecidos en las "Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos" ^[35].

A continuación, se resumen los requisitos más importantes:

- El lugar de almacenamiento debe permitir que se realice un almacenamiento separado de las sustancias químicas y los residuos peligrosos.
- El lugar de almacenamiento debe permitir la separación de materiales incompatibles por medio de áreas separadas, muros cortafuego u otras precauciones aceptables, y permitir movimientos y manejo seguro de las sustancias y residuos peligrosos.
- Debe existir espacio suficiente para las condiciones de trabajo y para permitir el acceso libre en caso de emergencia.
- El piso debe ser impermeable, para evitar infiltración de contaminantes, resistente a las sustancias químicas que se almacenen y liso –sin ser resbaloso– y estar libre de grietas que dificulten su limpieza.
- Se deben evitar los drenajes abiertos, para prevenir la descarga de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua o al sistema de alcantarillado público.
- Los techos deben estar diseñados de tal forma que no admitan el ingreso de agua lluvia a las instalaciones, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de un incendio.
- Debe tener óptima ventilación, natural o forzada, dependiendo de las sustancias peligrosas almacenadas y de la necesidad de proveer condiciones confortables de trabajo.
- Las sustancias químicas deben ubicarse de acuerdo con las características de peligrosidad de las sustancias y sus incompatibilidades, para lo cual se recomienda consultar las fichas de datos de seguridad.
- El lugar de almacenamiento debe estar debidamente demarcado y señalizado, teniendo en cuenta: **1)** todas las áreas de almacenamiento y estanterías deben identificar la clase de riesgo correspondiente a la sustancia química almacenada;

2) señalar el requerimiento de uso de equipo de protección personal para acceder a los sitios de almacenamiento; 3) señalar todos los lugares de almacenamiento con las correspondientes advertencias como no fumar, usar el equipo de protección personal, entre otros; 4) señalar los equipos contra incendios, las salidas y recorridos de evacuación y la ubicación de los primeros auxilios.

- En las áreas de almacenamiento se deben tener disponibles materiales de limpieza de derrames y equipo adecuado contra incendios.
- Se recomienda ubicar una ducha de emergencia y fuente lavajos, para atender rápidamente un accidente ocasionado por contacto con sustancias químicas o residuos peligrosos.

10.3 Selección y capacitación de personal

10.3.1 Selección del personal

La empresa debe definir los criterios de contratación del personal que realizará el mantenimiento y recarga de los extintores portátiles con HCFC-123, en virtud de las aptitudes y capacidades requeridas, así como la matriz de riesgo asociada al puesto de trabajo.

Para la selección de personal se recomienda tener en cuenta los siguientes requisitos:

- El candidato debe saber leer y escribir. Estas son competencias básicas para desarrollar de manera correcta las actividades diarias del trabajo.
- Solicitar y convalidar experiencia de trabajo en talleres de mantenimiento y recarga de extintores. Para esta validación la empresa podrá realizar un examen escrito en el que se evalúen los conocimientos mínimos para realizar la labor y hacer una evaluación práctica de sus competencias técnicas y de ejecución segura de la tarea asignada.
- Solicitar exámenes ocupacionales de ingreso, para lo cual se requiere que sea una institución prestadora de salud - IPS que tenga licencia vigente en salud ocupacional. Esta IPS emitirá un documento indicando si la persona es apta o no para el cargo.

10.3.2 Capacitación

La inducción se debe realizar tan pronto el trabajador empieza a laborar, después de firmar el contrato laboral y de ser afiliado al sistema de seguridad social.

Se recomienda iniciar la inducción con la entrega y explicación de los procedimientos escritos para cada una de las etapas del proceso de mantenimiento y recarga de extintores portátiles.

La segunda parte del proceso de inducción se debe realizar con el acompañamiento de un líder de entrenamiento, que deberá enseñar al nuevo empleado la manera correcta y segura de ejecutar los procesos de mantenimiento y recarga de extintores portátiles. Se recomienda que este plan de acompañamiento dure al menos un mes. Para finalizar esta etapa, el líder de entrenamiento aplicará una evaluación de ejecución de trabajo y de acuerdo con esta se decidirá si el trabajador nuevo es competente para laborar sin acompañamiento.

Simultáneamente, la persona encargada de salud, seguridad y medio ambiente en la empresa debe realizar la inducción al SGSST, explicando los riesgos y peligros de la labor y las medidas de seguridad de la empresa para mitigarlas. Además, la capacitación debe incluir temas como el plan de emergencias y el plan de gestión de residuos de la empresa.

Del mismo modo, se entregará la dotación de vestido, calzado y elementos de protección personal, indicando cómo y cuándo deben ser usados.

Durante la inducción y capacitación es necesario enseñar al nuevo trabajador cómo se diligencian los formatos y demás documentos necesarios para asegurar el ambiente de trabajo, la salud del trabajador y el cuidado del medio ambiente.

Al finalizar el proceso de capacitación se recomienda realizar una evaluación escrita para verificar la competencia del trabajador.

Para las actividades de mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123 se recomienda que la capacitación incluya los siguientes aspectos:

- Marco legal y normatividad técnica aplicable.
- Conceptos básicos de seguridad industrial.
- Capacitación general de riesgo químico.
- Normas y procedimientos operativos seguros incluyendo servicio de mantenimiento y recarga de extintores.
- Identificación, manejo, almacenamiento, transporte de productos químicos y gases presurizados.
- Conceptos básicos en química y física, aplicables a agentes extintores y agentes expelentes.
- Gestión ambiental, estándares y procedimientos, y plan de manejo ambiental.
- Agentes extintores halogenados, su afectación a la capa de ozono y contribución al calentamiento global.
- Práctica en manejo de equipos: pruebas hidrostáticas (cuando el taller cuente con este equipo), despresurización, llenado, presurización, operación de válvulas, indicadores de presión, pesas y balanzas.
- Almacenamiento y disposición ambiental de residuos peligrosos.

Es necesario realizar un reentrenamiento al personal, de acuerdo con los requerimientos técnicos de cada taller de recarga, con una intensidad no inferior a 20 horas y como mínimo una vez al año ^[7].

10.4 Herramientas y equipos para la recarga y mantenimiento de extintores portátiles con HCFC-123





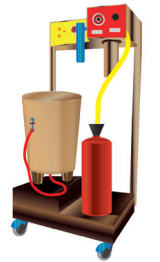

Dependiendo de la clase de extintor y del tipo de agente extintor es necesario evaluar las herramientas y equipos que se deben utilizar para el mantenimiento y recarga de los extintores.

En la tabla 13 se observan los equipos básicos para el taller de mantenimiento y recarga de extintores portátiles, según el tipo de extintor al que se le va a realizar inspección, mantenimiento o recarga.

Los equipos y herramientas de medición deberán ser calibrados por un laboratorio acreditado ante el Organismo Nacional de Acreditación - ONAC, con la periodicidad que establezcan los manuales técnicos de esos equipos. Se requiere que cada equipo tenga fichas técnicas y hojas de vida.



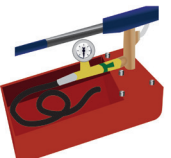

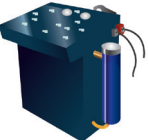


Las pruebas hidrostáticas de cilindros de alta presión a base de nitrógeno, CO₂, aire, argón y similares, deben hacerse en entidades debidamente acreditadas en Colombia para este propósito ^[7].

Tabla 13. Equipos básicos para taller de mantenimiento y recarga de extintores

Descripción de los equipos y herramientas		Requisitos según el tipo de agente extintor							
		Polvo químico seco	Agua a presión	Espuma	Polvo seco	Agua pulverizada	Químico húmedo	Agentes limpios (HCFC-123)	CO ₂
	Regulador de presión de nitrógeno, argón o CO ₂ debidamente mantenido, con sus manómetros de alta y baja presión calibrados por una organización debidamente acreditada.	X	X	X	X	X	X	X	
	Balanza digital o análoga, calibrada por una organización debidamente acreditada.	X	X	X	X	X	X	X	X
	Prensa de sujeción	X	X	X	X	X	X	X	X
	Sistema de llenado de CO ₂ (bomba de CO ₂ o transferencia).								X
	Sistema de llenado/vaciado de polvo químico que garantice que los productos no se afecten por el medio ambiente, por temperatura o humedad.	X			X				
	Sistema de sujeción de cilindros/ cartuchos o cápsulas.	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: NTC 3808:2004. Tabla 1^[7].

Tabla 13. Equipos básicos para taller de mantenimiento y recarga de extintores (Continuación)

Descripción de los equipos y herramientas	Requisitos según el tipo de agente extintor							
	Polvo químico seco	Agua a presión	Espuma	Polvo seco	Agua pulverizada	Químico húmedo	Agentes limpios (HCFC-123)	CO ₂
 <p>Sistema de aire (compresor) para soplado y limpieza de equipos.</p>	X	X	X	X	X	X	X	X
 <p>Juego de herramientas manuales acordes con los trabajos que se van a realizar sobre los diferentes tipos de extintores.</p>	X	X	X	X	X	X	X	X
 <p>Bomba para pruebas hidrostáticas de baja presión con manómetros calibrados por una organización debidamente acreditada.</p>	X	X	X	X	X	X	X	
 <p>Sistema de secado interno de cilindros</p>	X			X			X	X
 <p>Sistema de llenado y vaciado de agentes limpios.</p>							X	
 <p>Guarda o jaula para presurizar o despresurizar.</p>	X	X	X	X	X	X	X	X
 <p>Cilindros de nitrógeno, argón o CO₂</p>	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: NTC 3808:2004. Tabla 1^[7].

10.5 Documentación de procedimientos

Se recomienda que los talleres documenten los procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles, de acuerdo con los requisitos establecidos en la NTC 2885:2009^[5], incluyendo al menos las siguientes actividades:

- Procedimiento de inspección y ensayo de materias primas para la recarga y mantenimiento de los extintores.
- Verificación de pruebas hidrostáticas.
- Procesos de pruebas hidrostáticas.
- Métodos de inspección.
- Proceso de mantenimiento.
- Proceso de recarga.
- Métodos de aceptación (pruebas finales).
- Criterios de rechazo.
- Disposición final de residuos.

En el capítulo 11 de este documento se abordan los procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123.

También se recomienda a los talleres diligenciar una lista de chequeo para registrar las actividades de inspección, mantenimiento o recarga de extintores portátiles.

En el anexo 1 se incluye la lista de chequeo para procedimientos de mantenimiento, tomada del anexo I de la NTC 2885:2009^[5]. Esta lista se divide en dos secciones: en la primera se verifican las partes mecánicas (componentes y cilindro) y en la segunda se encuentran los puntos de verificación relacionados con los agentes extintores y agentes expelentes.



11 Procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123

En este capítulo se describen las buenas prácticas que se deberían realizar durante los procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123, basadas principalmente en la NTC 2885:2009^[5].

En la tabla 14 se resumen los principales procesos y actividades que intervienen en el mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123. Se recomienda a las empresas contar con listas de chequeo para la verificación y registro de cada una de las actividades.

Tabla 14. Procesos y actividades para la inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123

	Proceso	Actividades
1	Recepción e inspección inicial	Verificación de estado
2	Almacenamiento inicial	Clasificación de extintores para recarga o mantenimiento
3	Mantenimiento externo	Inspección externa del extintor
4	Mantenimiento general	Despresurización Recuperación de HCFC-123 Desarmado Revisión y mantenimiento de cada parte del extintor Rearmado Recarga Presurización Prueba de hermeticidad Terminado
5	Almacenamiento final	
6	Entrega al cliente	

En la figura 27 se muestra el diagrama de flujo del proceso de mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123.

En los siguientes numerales se desarrolla cada uno de los pasos establecidos en el diagrama de flujo de los procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123.

De igual forma, se incluyen algunos puntos clave que deben tener en cuenta los talleres que realizan estas actividades.

11.1 Diagrama de flujo

Diagrama de flujo

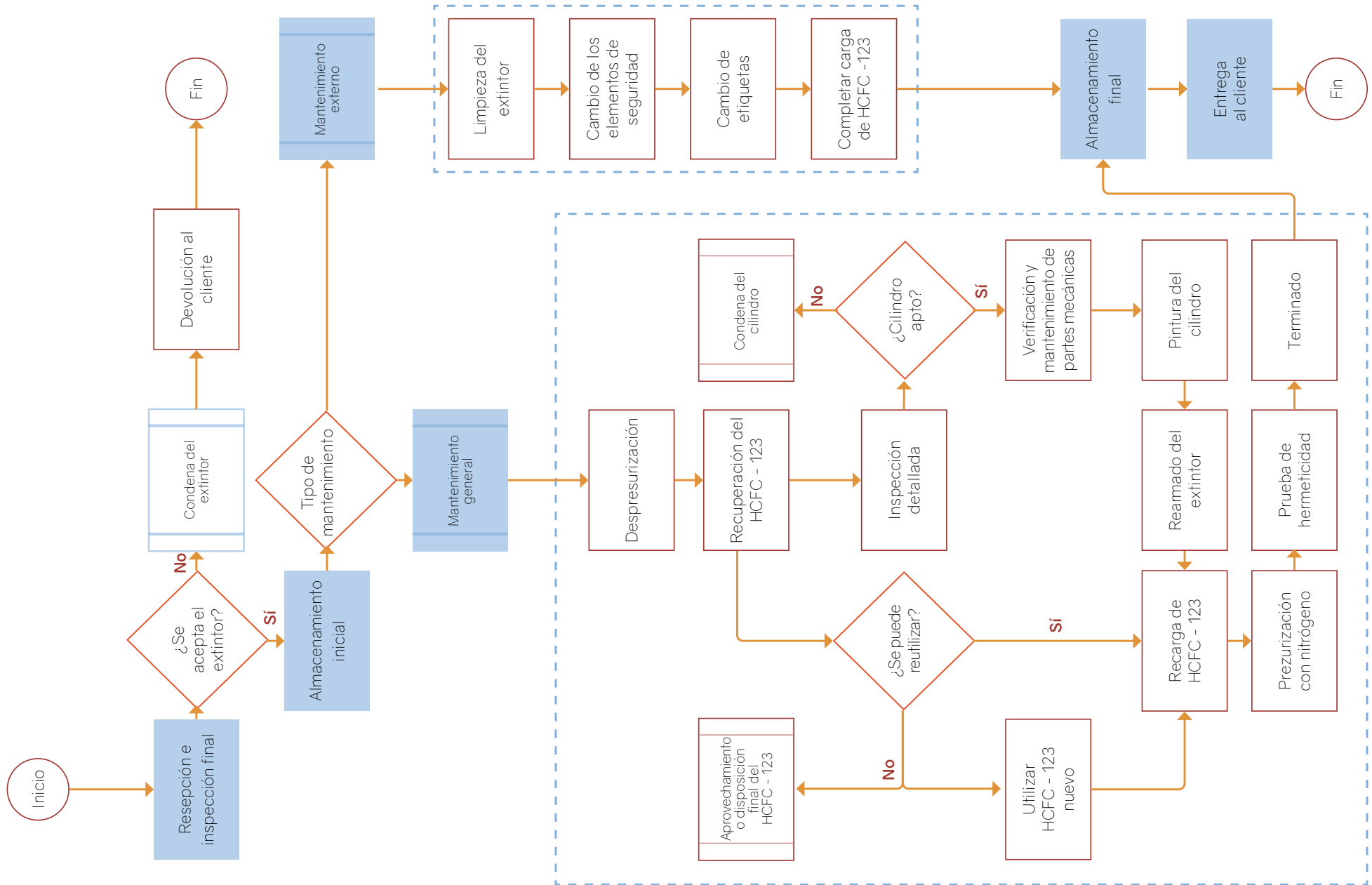


Figura 27. Diagrama de flujo de los procedimientos de inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123

11.2 Recepción e inspección inicial

Cuando se recibe el extintor en el taller es necesario que el cliente indique si su solicitud corresponde a mantenimiento o recarga. Sin embargo, la inspección inicial del cilindro es necesaria para determinar si el extintor recibido requiere únicamente mantenimiento externo o si es necesario realizar un mantenimiento general y recarga de agente extintor.

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Recibir el extintor (del cliente)	<p>Registrar los siguientes datos del extintor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fecha de recepción • Propietario • Agente extintor • Capacidad del extintor • Tipo de servicio solicitado por el cliente: mantenimiento o recarga • Resultados de la inspección inicial 	Se requiere llevar una hoja de vida de cada extintor.
2	Realizar la inspección inicial del extintor, para detectar daños u obstrucciones en partes del extintor y determinar el tipo de mantenimiento o recarga requerido.	Refirar todas las botas, anillos de base removible y aditamentos, para permitir el examen del cilindro. Las botas y anillos de base removibles del extintor son aquellos que no son colocados por el fabricante del extintor con pegante o soldados.	Es necesario observar completamente el cuerpo del cilindro.
		Hacer la inspección física del extintor.	Permite detectar daños físicos, corrosión, boquillas bloqueadas y presencia de signos de soldadura que impidan el mantenimiento y recarga del extintor o que impliquen su rechazo y condena.
		Verificar que las etiquetas de características del extintor y las instrucciones de uso estén presentes, en buen estado y sean legibles.	Si falta la etiqueta con la información del extintor puede ser susceptible de rechazo y posiblemente de condena.
		Comprobar la fecha de fabricación del cilindro y la fecha de la última prueba hidrostática.	Para identificar si requiere prueba hidrostática.

Punto clave 1. Condiciones de condena del extintor

Un extintor deberá ser rechazado en el proceso de mantenimiento y puesto fuera de servicio (condenado) cuando presente una o más de las siguientes condiciones:

- Las roscas del cilindro están desgastadas, corroídas, rotas, agrietadas o melladas.
- Existen reparaciones con soldadura blanda, soldadura autógena, soldadura con bronce o uso de compuestos para parchar, salpicaduras químicas o arreglos que en la estructura del cilindro puedan afectar su resistencia ante la presurización.
- La corrosión ha causado picaduras bajo la placa de identificación o conjunto de la placa.
- Ha estado expuesto a calor excesivo, llamas o fuego.
- Presenta abolladuras cuya profundidad sea mayor de 1/10 de la dimensión mayor de la abolladura si no está en una soldadura o es más de 1/4 de pulgada (6 mm) si la abolladura incluye una soldadura.
- Presenta corrosión local o general, corte, estría o ranura o tintineo que haya removido más de 10 % del espesor mínimo de la pared del cilindro.
- Se ha usado para cualquier fin diferente a la extinción de incendios.

Tenga en cuenta:

- Es necesario llevar registro de los extintores condenados.
- Cuando se requiere condenar un cilindro, la persona que lo inspecciona debe notificar por escrito al propietario que el cilindro está condenado y que no puede usarse de nuevo.
- Los cilindros condenados se deben marcar con la palabra "condenado" encima, sobre la cabeza, hombro o reborde, con una marca de acero. La altura mínima de las letras debe ser 1/8 de pulgada (3 mm). No se deben reparar los cilindros condenados y nadie debe retirar o dañar la marca "condenado".
- Un extintor de incendios condenado puede ser destruido solamente por su propietario o por instrucciones del propietario. El extintor condenado deberá ser devuelto al cliente, para que se encargue de su disposición final.



Figura 28. Condiciones de rechazo del extintor durante la inspección inicial

11.3 Almacenamiento inicial

Después de determinar si el extintor requiere únicamente mantenimiento externo o si es necesario hacer uno general, además de la recarga del agente extintor, es necesario llevar el extintor al lugar de almacenamiento inicial.

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Almacenar los extintores en el almacén de ingreso.	Implementar un sistema de identificación para separar los extintores de acuerdo con el servicio que se va a realizar.	Es necesario separar los extintores que van a mantenimiento general y recarga de aquellos que únicamente requieren mantenimiento externo.
		Garantizar un ambiente libre de humedad en el lugar de almacenamiento.	La humedad afecta los materiales del extintor y los deteriora.
		Utilizar estantería anclada a pared o piso.	La estantería requiere estabilidad para evitar caídas y daños por golpes en los extintores almacenados, pero, sobre todo, accidentes de los trabajadores.

Figura 29. Almacenamiento adecuado de extintores

11.4 Mantenimiento externo

De acuerdo con la NTC 2885:2009^[5], para los extintores de agentes halogenados, como el HCFC 123, la frecuencia recomendada para el mantenimiento interno es cada 6 años y para la prueba hidrostática cada 12 años (ver tabla 18). Por tanto, si el extintor se encuentra en buenas condiciones, puede realizarse anualmente solo el mantenimiento externo del cilindro y otras piezas externas, sin necesidad de despresurizar ni recargar el agente extintor.

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Limpiar el extintor (únicamente el exterior).	Usar un trapo húmedo. no emplear solventes.	Es necesario observar completamente el cuerpo del cilindro.
2	Cambiar los elementos de seguridad.	Cambiar la boquilla y la manguera.	Deben cambiarse si se encuentran obstruidas, cristalizadas o rotas.
		Reposición de algún elemento de seguridad por ruptura o pérdida accidental.	Ocasionalmente, debido a la manipulación de los extintores, se puede caer o romper accidentalmente el pasador de seguridad o cadenilla. Se puede realizar el cambio de estos elementos de seguridad, únicamente cuando el extintor no se haya descargado parcial o totalmente.
3	Cambiar las etiquetas, para mejorar aspectos externos del extintor sin despresurizarlo.	Reponer la etiqueta de identificación y uso del extintor.	La reposición de la etiqueta se puede dar por deterioro o daño accidental.
			No se debe reponer la etiqueta por caducidad.
4	Completar el contenido de HCFC-123 (cuando sea necesario).	Realizar la recarga exclusiva sin remoción de la válvula, para completar contenido, utilizando un sistema cerrado de recuperación y recarga de HCFC-123.	En algunos casos, podría evaporarse una pequeña cantidad del agente (HCFC-123), siendo necesario completar la carga del extintor.
			Es necesario usar un sistema cerrado de recuperación y recarga de HCFC-123, para evitar la emisión de esta sustancia a la atmósfera.



a) Cambio de manguera



b) Reposición del pasador de seguridad



c) Reposición de la etiqueta

Figura 30. Mantenimiento externo del extintor

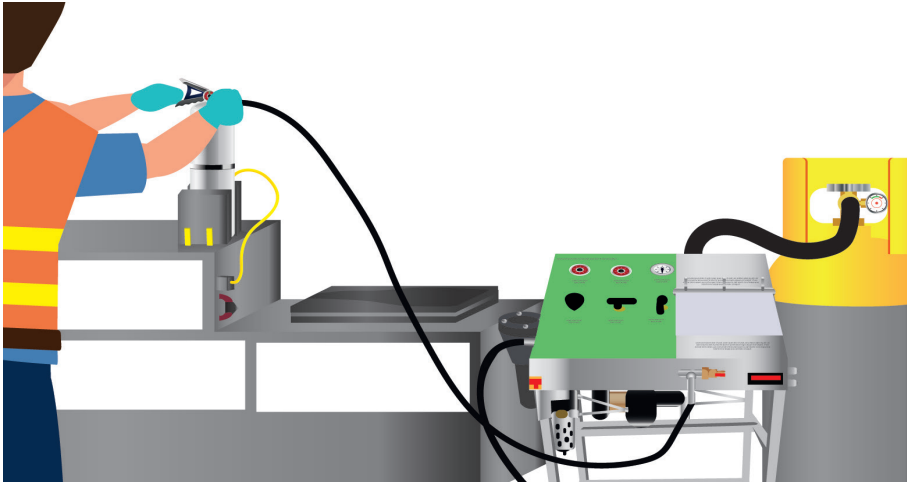


Figura 31. Recarga de HCFC-123 sin remoción de la válvula

11.5 Mantenimiento general

A continuación, se describen las buenas prácticas que se recomienda tener en cuenta cuando se requiere realizar mantenimiento general (con inspección interna) del extintor.

11.5.1 Despresurización del cilindro

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Realizar la despresurización del cilindro, de manera segura y controlada, sin liberar al ambiente el HCFC-123.	Retirar el sello contra manipulación, operando el pasador o dispositivo de seguridad. Asegurar el cilindro en la prensa de sujeción, retirando el agente expelente (nitrógeno), preferiblemente usando un sistema cerrado.	Se retira el sello para despresurizar el cilindro de manera controlada. Es necesario asegurar el cilindro en la prensa de sujeción para evitar que pueda salir proyectado y lastime al operario que está realizando la labor.

Figura 32. Cilindro colocado en la prensa para el proceso de despresurización del extintor

11.5.2 Recuperación del HCFC-123

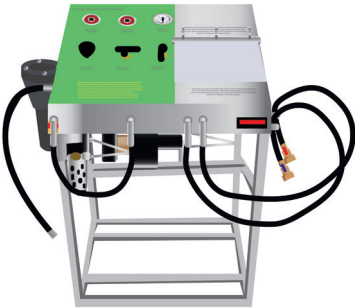
Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
<p>1 Extraer el agente HCFC-123 por medio de un sistema cerrado de recuperación.</p>	<p>La extracción del agente de otros extintores de incendios de agente halogenado, en este caso el HCFC-123, se debe hacer solamente usando sistemas cerrados de recuperación ^[5].</p> <p>El cilindro de recuperación debe ser capaz de mantener el agente en un ambiente sellado hasta que se vuelva a usar, se recicle o regenere, o se disponga de forma adecuada</p> <p>Examinar el extintor internamente para detectar contaminación o corrosión.</p>	<p>Se debe evitar la emisión de HCFC-123 a la atmósfera.</p> <p>El HCFC-123 recuperado se debe reusar únicamente si no se observa evidencia de contaminación interna en el cilindro del extintor ^[5].</p>
		

Figura 33. Sistema cerrado para recuperación del HCFC-123

Punto clave 2. Recuperación y manejo del HCFC-123

El sistema cerrado de recuperación de HCFC-123 se utiliza para transferir agentes halogenados entre extintores de incendio, recipientes de suministro y recipientes de recarga y recuperación, de manera que ningún agente halogenado, en este caso el HCFC-123, escape a la atmósfera. Los sistemas cerrados de recuperación para agentes halogenados con un potencial de agotamiento del ozono (PAO) de 0,2 o mayor, deben estar listados para uso con ese agente ^[5].

Tenga en cuenta:

- El HCFC-123 es una sustancia agotadora de la capa de ozono (PAO=0,02), por lo que se debe evitar su emisión a la atmósfera.
- El HCFC-123 contaminado se considera un residuo peligroso, por lo que se debe evitar su emisión intencionada o accidental al ambiente. Su disposición final debe hacerse según la legislación nacional para residuos peligrosos (véase el capítulo 9 de esta publicación).
- El HCFC-123 extraído de un extintor se debe mantener en un sistema cerrado de recuperación y recarga, hasta que se pueda usar para recargar otro extintor o realizar su disposición final adecuada.

Características del sistema cerrado de recuperación y recarga de HCFC-123:

- Es cerrado, para evitar la emisión del agente extintor al ambiente por evaporación.
- Tiene una ventanilla indicadora de vidrio transparente para monitorear la limpieza del HCFC-123.
- Posee un filtro para retirar impurezas y humedad.
- Dispone de tuberías, válvulas, reguladores y dispositivos de alivio de presión, para permitir la transferencia (recuperación o carga) rápida y segura del HCFC-123.

Se ha encontrado que en Colombia se usa inapropiadamente el HCFC-141b como agente extintor de incendios. Verifique que el agente recuperado corresponda al HCFC-123 puro. Si existe duda razonable de que el contenido no corresponde al HCFC-123 puro o si este se encuentra contaminado de manera tal que no pueda reutilizarse, se deberá informar al cliente la necesidad de proceder con la limpieza interna del cilindro y de recargar el extintor con HCFC-123 puro.

11.5.3 Inspección detallada del extintor

Después de recuperado el HCFC-123, el cilindro debe ser revisado, en su interior y exterior, para determinar posibles correcciones o incluso establecer si es necesario condenar el cilindro por condiciones de daño irreversibles.

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Inspeccionar el exterior del cilindro para detectar golpes, corrosión u otros problemas que impidan el mantenimiento o recarga.	Observar la condición de la pintura.	Si la pintura se encuentra en mala condición, deja expuesto a oxidación el cuerpo del cilindro, que se puede deteriorar y debilitar de la lámina.
		Examinar el cuerpo del cilindro para buscar signos de corrosión.	La corrosión genera debilitamiento de la lámina del cuerpo del cilindro, que puede derivar en fugas del agente extintor.

Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)	
1	Inspeccionar el exterior del cilindro para detectar golpes, corrosión u otros problemas que impidan el mantenimiento o recarga.	Inspeccionar las condiciones de la rosca cuello del extintor.	El daño en los hilos de la rosca del cuello del extintor puede producir fugas del agente y afectar el funcionamiento del extintor
		Revisar la fecha de fabricación del cilindro y la vigencia de la prueba hidrostática.	Para los extintores de agentes halogenados, como el HCFC-123, la frecuencia recomendada para la prueba hidrostática es de 12 años (ver tabla 18).
		Revisar el estado de los soportes para colgar el cilindro o asa manual.	El daño de los soportes o asa manual dificulta el transporte del extintor y su correcta maniobrabilidad.
		Revisar el estado de empaquetaduras y sellos, buscando mellas o corrosión	Cualquier daño en las empaquetaduras y sellos causa la fuga del agente extintor.

Nota: si en la inspección externa el cilindro presenta una o más de las condiciones citadas en el punto clave 1, el extintor deberá ser rechazado y condenado.

2	Inspeccionar el interior del cilindro.	Realizar el lavado y secado del interior del cilindro, como paso previo para poder realizar correctamente la inspección interna.	Para retirar los residuos que puedan encontrarse dentro del cilindro.
		Se recomienda realizar la inspección interna usando una lámpara endoscópica, con un cable de longitud suficiente, que pueda introducirse dentro del cilindro.	Es necesario revisar el interior del cilindro para verificar la integridad de la lámina y si existe corrosión. Se debe revisar el estado interno de la base y descartar la presencia de elementos adheridos en las paredes.

Nota: si en la inspección interna el cilindro presenta una o más de las condiciones citadas en el punto clave 1, el extintor deberá ser rechazado en el proceso de mantenimiento y puesto fuera de servicio (condenado).



Figura 34. Sistema de lavado interior de cilindros



Figura 35. Inspección interna del extintor

11.5.4 Verificación y mantenimiento de partes mecánicas del extintor

En este procedimiento se incluyen todas las actividades de limpieza, adecuación, engrase y cambio de las partes que componen el extintor: válvulas, vástago, manómetro, tubo sifón y manijas; para verificar su estado y funcionamiento.

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Verificar el estado y limpieza de la manguera y de la boquilla	Inspeccionar el interior de la manguera y de la boquilla.	Para garantizar que no se encuentren obstruidas o presenten grietas, deformaciones, averías, rajaduras o desgaste.
		Los conjuntos de mangueras para descarga de agentes halogenados (HCFC-123), que requieren prueba de presión hidrostática se deben probar a 300 psi (2.068 kPa) o a la presión de servicio, lo que sea mayor ^[5] .	Se requiere garantizar el adecuado funcionamiento de la manguera y de la boquilla.
		Verificar los hilos de las roscas de la manguera.	El daño en los hilos de las roscas puede generar fugas del agente extintor.
2	Comprobar el estado y operatividad de la manija de transporte y la de descarga.	Verificar que las manijas no estén rotas ni obstruidas.	Para garantizar el adecuado funcionamiento de la manija cuando se rearme el extintor.
3	Revisar, limpiar y engrasar la válvula y el vástago,	Retirar los residuos que pueden ocasionar oxidación de la válvula y del vástago.	Para garantizar el correcto funcionamiento mecánico de estos elementos al momento de expulsar el agente extintor.
		Engrasar la válvula y el vástago. Se recomienda usar vaselina de uso industrial u otra grasa recomendada por el fabricante.	
		Revisar los hilos de las roscas de la válvula.	El daño en los hilos de las roscas puede ocasionar fugas del agente extintor.
4	Inspeccionar el resorte y el porta tubo sifón.	Verificar que estos componentes no estén oxidados.	El funcionamiento del resorte garantiza el accionamiento de las piezas mecánicas que permiten la expulsión del agente.

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
4	Inspeccionar el resorte y el porta tubo sifón.	Verificar que estos componentes no estén oxidados.	El porta tubo sifón cumple la función de sujetar el sistema de descarga del extintor.
5	Cambiar empaquetaduras de la válvula y del vástago.	Se recomienda usar empaquetaduras (O-ring) de Vitón®, ya que los empaques de caucho normal no ofrecen la misma durabilidad y resistencia en el tiempo al HCFC 123.	Las empaquetaduras se encargan de sellar el sistema de descarga del extintor.
			Las empaquetaduras en mal estado pueden derivar en fallas del extintor por descarga del agente expelente o escape del agente extintor.
6	Revisar el estado del tubo sifón y cambiarlo de ser necesario	El material recomendado para el tubo sifón, por su durabilidad y resistencia, es el aluminio. Los tubos de PVC u otro material plástico se deterioran en contacto permanente con el HCFC-123.	Si el tubo sifón se encuentra en mal estado, se podría impedir la correcta descarga del agente extintor.
7	Verificar el funcionamiento del manómetro indicador de presión.	Examinar: – Existencia y funcionamiento de la aguja. – Estado del vidrio. – Presencia de corrosión. – Abolladuras.	Es necesario asegurarse de que el manómetro indica la presión correcta.
		Si es necesario cambiar el manómetro, se debe usar el repuesto correcto.	Se debe tener en cuenta el rango de presión del extintor, el agente extintor y la compatibilidad con la válvula.



Figura 36. Verificación del estado y operatividad de la manija de transporte y descarga



Figura 37. Verificación de los hilos de las roscas de la válvula



Figura 38. Empaquetaduras de la válvula y vástago

11.5.5 Pintura del cilindro

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Verificar si el extintor requiere ser pintado.	Durante la inspección detallada, el operario debe decidir si es necesario pintar el cilindro del extintor. Es importante solicitar al propietario su autorización para realizar este procedimiento.	La pintura en buen estado ayuda a proteger el cilindro de la corrosión. El color del cilindro permite identificar su ubicación y contenido rápidamente.
2	Preparar el cilindro para la pintura.	Lavar y secar la parte externa del cilindro. Lijar superficialmente la pintura actual de todo el cilindro. Lavar y secar nuevamente el exterior del cilindro.	Para quitar cualquier tipo de residuo que no permita que la pintura se adhiera correctamente. Para eliminar asperezas superficiales y tener un buen acabado de pintura.
3	Pintar el cuerpo del cilindro.	El procedimiento de pintura se inicia aplicando una capa de base, para luego aplicar la capa de pintura.	Para que la pintura se adhiera correctamente.
4	Verificar la pintura del cilindro.	Realizar la inspección visual.	Para verificar el correcto trabajo y corregir cualquier defecto.



Figura 39. Proceso de pintado del extintor

Punto clave 3. Consideraciones para el proceso de pintura de los cilindros

- El sitio donde se pinta debe estar alejado del área de almacenamiento de productos químicos, y de las áreas de recarga y limpieza de extintores.
- Es necesario contar con un área ventilada y con extractores para evitar la acumulación de pintura en el ambiente, y la generación de atmósferas explosivas.
- En ningún caso se pintará un extintor con rajaduras, soldaduras u otros defectos que impliquen el rechazo (condena) del cilindro.

11.5.6 Rearmado del extintor

Para el procedimiento de rearmado del extintor, todas las partes deben estar dispuestas de manera lógica y ordenada; verificando su ajuste y ubicación adecuadas. Se recomienda usar la lista de chequeo de partes mecánicas (anexo 1).

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Alistar las partes para el rearmado del extintor.	Verificar que estén todas las partes necesarias para el rearmado del extintor, y que se encuentran limpias y libres de contaminantes.	Para garantizar todas las partes mecánicas están completas y que se pueda armar fácilmente el extintor.
2	Armar la válvula, con sus respectivas partes.	Ensamblar las partes de la válvula: manómetro, manijas, tubo sifón y empaques.	La válvula debe estar armada de manera correcta y ajustada, verificando su accionamiento antes de instalarla, para asegurar el funcionamiento de extintor.
3	Alistar el cilindro del extintor para la puesta del collar de verificación de servicio y puesta de la válvula.	El alistamiento del cilindro del extintor incluye la verificación de su limpieza, y que esté libre de contaminantes y de humedad interna.	La humedad dentro de un extintor crea un riesgo grave de corrosión para el cilindro y la válvula.
4	Armar el extintor.	Para armar el extintor se recomienda seguir la secuencia mostrada en la figura 40.	El correcto armado del extintor garantizará su funcionamiento.

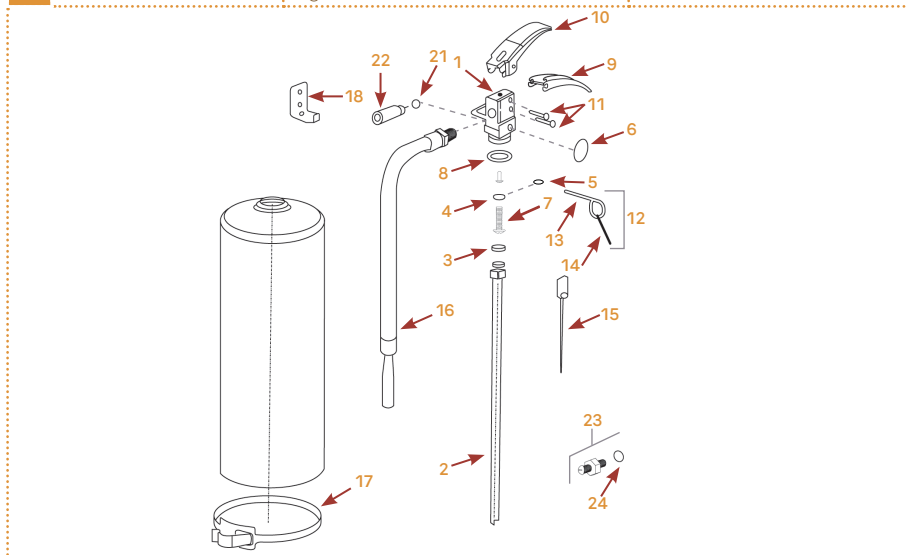


Figura 40. Secuencia para armado de extintor
Fuente: NTC 3808:2004.^[7]



Figura 41. Armado de extintor

Punto clave 4. Collar de verificación de servicio [5]

- Cada extintor que haya recibido mantenimiento que incluya examen interno o que haya sido recargado debe tener un collar de verificación de servicio que se coloca alrededor del cuello del recipiente.
- El collar debe ser una pieza ininterrumpida ubicada alrededor del cuello del extintor, de tal manera que solo se puede remover si la válvula se ha retirado completamente.
- El collar no debe interferir con la operación del extintor de incendios y debe incluir el mes y el año en que se hizo el servicio de mantenimiento y recarga, indicada por una perforación manual.
- Los extintores de HCFC-123 que han sido recargados sin remoción de la válvula no requerirán la instalación de collar de verificación de servicio después de la recarga [5].

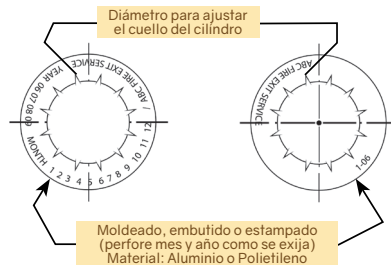


Figura 42. Collar de verificación de servicio

Fuente: NTC 2885. Anexo A. [5]

- El color del anillo de verificación de servicio varía cada año, por lo que se debe tener listado el color y la disponibilidad del respectivo anillo en el taller.

AÑO	COLOR	FORMA
2015	Verde	
2016	Grigio	
2017	Amarillo	
2018	Azul	
2019	Rojo	
2020	Verde	
2021	Grigio	
2022	Amarillo	
2023	Azul	
2024	Verde	
2025	Rojo	
2026	Verde	

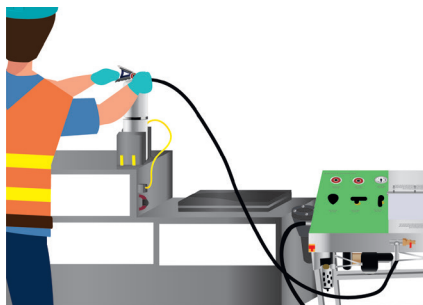
Figura 43. Características del collar de verificación

Fuente: NTC3808:2004 [7]

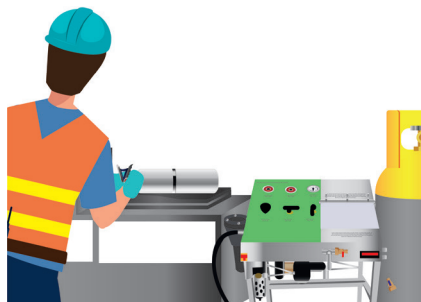
11.5.7 Recarga del extintor con HCFC-123

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Eliminar la humedad interna del extintor.	<p>Purgar el extintor con nitrógeno o realizar vacío en el cilindro.</p> <p>La humedad puede introducirse en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Después de una prueba hidrostática. – Cuando se está realizando la recarga. – Cuando se ha retirado la válvula del cilindro. 	En extintores de agentes halogenados, como el HCFC-123, el exceso de humedad produce la formación de ácidos corrosivos.
2	Determinar la cantidad de HCFC-123 que se debe cargar, según la capacidad del extintor (2.500, 3.700, 7.000 o 9.000 gramos).	Calcular el peso bruto del extintor recargado: pesar el cilindro vacío y sumar el peso del agente limpio que se va a recargar.	El sobrellenado podría hacer el extintor peligroso o inoperante.
3	Cargar el HCFC-123 en el cilindro.	<p>Cargar el HCFC-123 en el extintor, usando un sistema cerrado de recuperación y recarga.</p> <p>En todo proceso de recarga de extintores de HCFC-123 se deben utilizar bombas apropiadas para el trasegado del agente extintor, a fin de garantizar una recarga completa y segura.</p> <p>Verificar el peso con una de báscula calibrada.</p>	<p>El sistema cerrado de recuperación y recarga evita la emisión de HCFC-123 a la atmósfera.</p> <p>La báscula debe estar calibrada para evitar el sobrellenado del extintor.</p>
4	Verificar la información sobre el peso bruto del extintor.	<p>El peso bruto debe estar marcado en la placa o etiqueta de identificación del extintor.</p> <p>En caso de que el extintor no tenga el peso bruto marcado en la etiqueta de identificación o válvula, se debe fijar sobre el cilindro un rótulo permanente que suministre esta información.</p> <p>El rótulo adicional con el peso bruto debe ser de material durable, sensible a la presión y autodestructivo ⁷[5].</p>	El peso bruto del extintor recargado debe ser igual al peso bruto impreso en la etiqueta.

7. El rótulo deberá romperse al ser retirado del extintor.



a) Realizar vacío al extintor



b) Calcular el peso bruto del extintor recargado

Ver ejemplo del proceso de recarga de HCFC-123 con un sistema cerrado en www.getzequipment.com/videos/



c) Cargar HCFC-123 en el extintor

Figura 44. Proceso de recarga de extintores de HCFC-123 usando un sistema cerrado

Punto clave 5. Recarga del extintor con HCFC-123

- Los extintores portátiles de incendios de HCFC 123 se deben cargar y recargar solamente con el tipo y peso adecuado de este agente, tal como se especifica en la placa de identificación (NTC2885: 2009, numeral 7.4.3.7) [5].
- El HCFC 123 retenido en el cilindro del sistema de recuperación se debe reusar solamente si no se observa evidencia de contaminación y si se tiene certeza de que corresponde a este agente exclusivamente. Si existen dudas sobre la pureza del HCFC-123, entonces debe remplazarse por HCFC-123 puro y el agente rechazado debe ser almacenado como residuo peligroso, para su posterior tratamiento y disposición final, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

11.5.8 Presurización del extintor con nitrógeno

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Ubicar el extintor dentro de la jaula o guarda de seguridad.	La jaula o guarda de seguridad debe estar diseñada de modo que se pueda ubicar el cilindro del extintor al interior y realizar allí las conexiones desde el cilindro de nitrógeno.	Para evitar lesiones por fallas y ruptura violenta del cilindro o proyección de su contenido.
		Liberar la energía residual de la línea antes de retirar el extintor de la jaula o guarda.	
		El diseño de la jaula debe permitir observar el cilindro, para controlar el proceso de presurización.	
2	Conectar el cilindro de nitrógeno al extintor, usando un regulador de presión.	Durante todo el proceso se debe usar un regulador de la presión de salida y 2 manómetros que permitan medir la presión suministrada al extintor y la presión existente en el cilindro de nitrógeno.	Nunca debe usarse un cilindro de nitrógeno sin regulador de presión, porque el extintor de incendios podría sobre presurizarse y romperse.
		Usar el regulador de presión recomendado por el fabricante para evitar daño a la válvula y sus componentes.	
3	Presurizar el extintor.	La presión de nitrógeno se debe ajustar máximo a 25 psi (172 kPa) por encima de la presión de operación del extintor (150 psi para extintores con agente HCFC 123).	Los extintores de incendio recargables de tipo presurizado se deben presurizar solamente a la presión de carga especificada en la placa de identificación del extintor.
			Para evitar daño en el conjunto de la válvula.



Figura 45. Proceso de presurización con nitrógeno

Punto clave 6. Presurización con nitrógeno

- Para presurizar extintores de incendio de agentes halogenados, como el HCFC-123, se debe usar nitrógeno de grado industrial estándar con punto de rocío de $-60\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($-51\text{ }^{\circ}\text{C}$) o menor (especificación G10.1, grados D hasta P de nitrógeno CGA)^[5].
- Los cilindros de nitrógeno deben probarse hidrostáticamente cada 5 años.
- Las pruebas hidrostáticas de cilindros de alta presión para nitrógeno, CO_2 , aire, argón y similares, deben ser realizadas en entidades debidamente acreditadas por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia - ONAC para este propósito^[7].
- El manómetro usado para regular la presión del nitrógeno se debe calibrar anualmente.
- Nunca se debe dejar un extintor conectado al regulador de nitrógeno por un tiempo prolongado. Un regulador defectuoso podría hacer que se rompa el recipiente debido al exceso de presión.

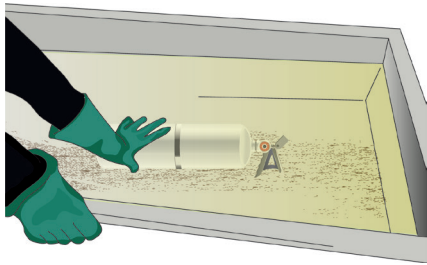
11.5.9 Prueba de hermeticidad

El extintor debe ser hermético tanto en su cuerpo metálico como en los empaques y válvulas.

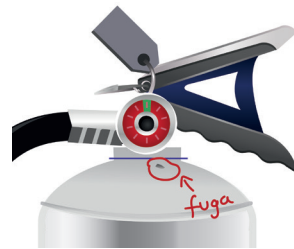
	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Realizar la prueba de hermeticidad por inmersión (prueba de burbuja).	Se debe contar con una poceta o recipiente de tamaño suficiente para sumergir completamente los extintores de HCFC-123 portátiles.	Para que la prueba sea correcta, el extintor debe sumergirse en posición horizontal y sumergirlo completamente en agua.
		El agua para la prueba debe permanecer lo más limpia posible, para poder observar adecuadamente el recipiente durante la prueba.	Si el agua está turbia es probable que no se detecten fugas pequeñas.
		El operario debe sumergir el extintor completamente en el agua y rotar el cilindro pausadamente.	Para verificar posibles fugas en el cilindro o la válvula.
		Observar detenidamente todo el cuerpo del cilindro, para verificar posibles fugas, manifestadas por la presencia de burbujas en la válvula, unión de esta con el cilindro o incluso en su cuerpo.	

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
2	Corrección de fugas	Si en la prueba de inmersión se encuentra una fuga en el cuerpo del cilindro, este debe ser despresurizado inmediatamente y dado de baja (condenado).	Un cilindro con fugas no es apto para ser usado como extintor.
		Si la fuga se detecta en la válvula, roscas o empaques, se corregirá inmediatamente y se realizará nuevamente la prueba, verificando que el nivel de presión sea el adecuado según el tamaño del extintor.	Las fugas en la válvula, roscas o empaques pueden ser detectadas y corregidas.

Nota: La prueba de hermeticidad debería ser suficientemente sensible para asegurar que el extintor permanezca operable por al menos un año.



a) Inmersión del extintor



b) Identificación de fuga

Figura 46. Prueba de hermeticidad

11.5.10 Terminado

La fase final del mantenimiento incluye la colocación de la etiqueta y los precintos de seguridad del extintor.

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Etiquetar el extintor	El operario debe colocar una etiqueta inamovible en cada extintor.	La información de la etiqueta permite realizar trazabilidad de cuándo y por quién fue realizado el mantenimiento. También da garantía del uso de HCFC 123 puro.
2	Instalar los precintos de seguridad	Poner el pasador de seguridad y la cadenilla plástica que evitará el retiro accidental del pasador.	Para evitar la activación accidental del extintor.



Figura 47. Etiquetado del extintor



Figura 48. Extintor terminado

Punto clave 7. Etiqueta del extintor de HCFC-123 [5]

- No se deben colocar etiquetas o rótulos en la parte delantera de los extintores para registrar inspecciones, mantenimiento o recargas.
- Se permite colocar en la parte delantera de los extintores etiquetas indicando uso o clasificación o ambos.
- La etiqueta de mantenimiento debe contener como mínimo la siguiente información:
 - Mes y año en que se hizo el mantenimiento. Perforados.
 - Mes y año del próximo mantenimiento.
 - Número consecutivo de la etiqueta.
 - Nombre de la persona que hizo el trabajo.
 - Nombre del taller de recarga y mantenimiento, ciudad, dirección y teléfono
 - Agente extintor (HCFC-123).
- Los extintores que pasan los requisitos de seis años deben tener información de mantenimiento y prueba hidrostática registrada en una placa metálica adecuada o de metal igualmente durable cuyo tamaño mínimo sea de 2 pulgadas x 3 1/2 pulgadas (51 mm x 89 mm).
- La nueva etiqueta se debe fijar al casco por proceso sin calor, y se deben retirar todas las de mantenimientos anteriores.
- Las etiquetas deben ser de tipo autodestructible cuando se intente retirarlas del extintor.
- Las etiquetas de los extintores de agente halogenado, como el HCFC-123, deben contener información sobre el volumen mínimo del recinto que puede proteger de forma adecuada y segura.

Punto clave 7. Etiqueta del extintor de HCFC-123 [5]

- Además de la etiqueta o rótulo requerido se debería llevar un archivo de registro permanente para cada extintor [5]. Este archivo debe incluir la siguiente información:
 - Fecha de mantenimiento y nombre de la persona y taller que lo hicieron.
 - Fecha de la última recarga y nombre de la persona y taller responsables.
 - Fecha de prueba hidrostática y nombre de la persona y empresa que estuvieron a cargo.
 - Descripción de abolladuras que quedan después de pasar una prueba hidrostática.
 - Fecha de mantenimiento de los seis años (mantenimiento interno) para los extintores de HCFC-123.

11.6 Almacenamiento final

El extintor completamente terminado y rotulado se lleva a un sitio adecuado y seguro de almacenamiento de producto terminado.

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Almacenar el extintor completamente terminado y etiquetado.	Los extintores deben ser almacenados sobre su base en posición vertical, sobre estanterías, en un ambiente libre de humedad.	Los extintores no deben ser golpeados ente sí para evitar deterioro. Asimismo, se debe prevenir la exposición a la humedad del ambiente.
		Verificar que la estantería usada para el almacenamiento de los extintores terminados tiene la capacidad correcta y se encuentra debidamente anclada.	Para garantizar la estabilidad de la estantería y evitar accidentes por caída de los extintores.

11.7 Entrega al cliente

	Paso principal (¿qué?)	Punto importante (¿cómo?)	Razón (¿por qué?)
1	Entregar el extintor completamente terminado y etiquetado al cliente.	Explicar al cliente las actividades de mantenimiento y recarga realizadas.	El cliente debe llevar una hoja de vida de cada uno de sus extintores.
		Entregar al cliente las fichas de datos de seguridad y el certificado de análisis del lote de HCFC 123 utilizado específicamente para la recarga del extintor.	Se requiere garantizar la calidad y pureza del HCFC-123 usado para la recarga.

Sección V.

Información y recomendaciones para el usuario final

AM 01051

CODIGO G-ALHCFC-123-3.7

AGENTE LIMPIO
HCFC-123

A



SOLIDOS

C



ELECTRICOS

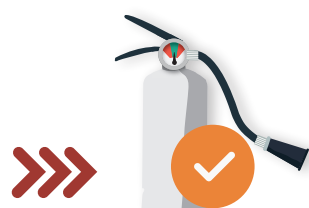


En esta sección, dirigida a los usuarios finales de los extintores portátiles, se presentan algunas recomendaciones para la selección, instalación, inspección, mantenimiento y uso de los extintores portátiles.

Asimismo, se busca promover en los usuarios finales la correcta selección de los extintores de incendio portátiles, reduciendo el uso del HCFC-123 únicamente para los casos en los que se requiera un agente limpio, y brindar información para evitar el uso de extintores portátiles cargados con HCFC-141b (sustancia que no ha sido aprobada como agente extintor de incendios).

La información presentada constituye una guía general y no tiene el propósito de sustituir la normatividad nacional relacionada con la selección, instalación, inspección, mantenimiento y uso de los extintores portátiles.

12 Selección del extintor portátil



De acuerdo con el *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10*, título J – *Requisitos de protección contra incendios en edificaciones*, toda edificación debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la NTC 2885.

12.1 Consideraciones generales

La selección de los extintores portátiles adecuados para cada situación específica debería ser realizada por personal profesional capacitado.

o exceder todos los requisitos de las normas de pruebas estándar de incendio y de las normas de desempeño citadas en la norma.

De acuerdo con la NTC 2885:2009^[5], los extintores portátiles de incendio deben estar listados, rotulados y cumplir

Para la selección de extintores portátiles de incendio se recomienda considerar los factores presentados en la tabla 15.

Tabla 15. Factores para considerar en la selección de un extintor portátil

Factor	Descripción
Clase de fuego	Naturaleza de los combustibles o elementos inflamables que podrían incendiarse.
Gravedad potencial	Tamaño, intensidad y velocidad de desplazamiento del incendio que pueda ocurrir.
Efectividad del agente extintor	Grado de desempeño de un extintor para determinada clase de fuego. Se indica mediante un número y la letra correspondiente a la clase de fuego (ANSI/UL 711) ^[36] .
Reactividad del agente extintor	Posibilidad de reacción química adversa entre el agente extintor y los materiales incendiados.
Presencia de equipos eléctricos energizados	Presencia de equipos eléctricos energizados en la vecindad del incendio.
Condiciones ambientales	Temperatura, viento, corrientes de aire, presencia de humos, entre otras.
Atmósferas corrosivas	Cuando el extintor se expone a una atmósfera corrosiva, se recomienda proveer protección adecuada o seleccionar extintores de materiales que sean adecuados para estas condiciones.
Tamaño del extintor	El tamaño del extintor se determina teniendo en cuenta la carga combustible presente en el lugar. Cuando el riesgo excede la capacidad del extintor manual portátil deberían considerarse los extintores sobre ruedas o sistemas fijos de extinción de incendios.
Movilidad	Cuando se usan extintores sobre ruedas se debe tener en cuenta la movilidad del extintor. Para localizaciones exteriores se recomienda considerar el tipo de ruedas de acuerdo con el terreno. Para localizaciones interiores conviene advertir que el tamaño del extintor debe permitir su movilidad por puertas y pasajes.
Personal disponible	Número de operarios disponibles para manejar los extintores, grado de entrenamiento provisto y capacidad física de las personas.
Consideraciones de salud y seguridad de las personas	Ver numeral 12.3.
Otros factores	Riesgos conexos en el área donde es más probable que ocurra el incendio. Requisitos de conservación y mantenimiento del extintor.

12.2 Selección del agente extintor

La selección del agente extintor se hace principalmente en función del mecanismo de extinción que sea más eficaz o seguro, de acuerdo con el tipo de combustible (clase de fuego) y con los riesgos asociados, como presencia de equipos eléctricos energizados o metales combustibles.

Cada aplicación tiene características distintas que deben valorarse al seleccionar la mejor alternativa de protección contra incendios. Algunas de las más importantes son ^[28]:

- Temperatura, presión y altitud sobre el nivel del mar del objeto o espacio protegido.
- Temperatura de la ubicación de los tanques de almacenamiento del agente.
- Tipo de ocupación (residencial, comercial, salas de máquinas, etc.) del espacio en el momento en que puede ocurrir un incendio;
- Si la extinción de incendios se logrará apuntando el agente directamente sobre un objeto o superficie protegida (aplicación local).
- Si la extinción de incendios se logrará mediante la creación de una atmósfera de extinción de incendios para un volumen definido (inundación total).

La figura 49 ilustra el grado de idoneidad de algunos agentes extintores con respecto a las clases de fuego y su mecanismo de extinción.

Clases de fuego		Agentes extintores									
		Agua	AFFF	CO ₂	Polvo ABC	Polvo BC	HCFC-123	Agua pulverizada desionizada	Polvo D	Acetato de potasio	
A	Materiales que producen brasas (madera, papel, cartón y otros)	Si Acción de entriamiento	Si Entra y sofoca	No No es específico para este uso	Si Se funde sobre los elementos	No No es específico para este uso	Si Absorbe el calor	Si Absorbe el calor	No No es específico para este uso	Si Absorbe el calor	
B	Líquidos inflamables (nafta, alcoholes y otros)	No Espaerice el combustible	Si Sofoca por medio de película de espumogeno	Si Sofoca por desplazamiento del oxigeno	Si Rompe la cadena de combustion	Si Rompe la cadena de combustion	Si Rompe la cadena de combustion	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	
C	Equipos energizados electricamente	No Conduce la electricidad	No Conduce la electricidad	Si No es conductor de electricidad	Si No es conductor de electricidad	Si No es conductor de electricidad	Si No es conductor de electricidad	Si No es conductor de electricidad	No No es específico para este uso	No Conduce la electricidad	
D	Metalles combustibles (aluminio, magnesio y otros)	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	Si Es necesario utilizar el polvo adecuado para cada riesgo	No No es específico para este uso	
K	Elementos que involucran aceites y grasas de origen animal y vegetal	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	No No es específico para este uso	Si Actua por saponificación	

Convenciones:

Si ■ No es recomendable ■

■ **No-Peligro** ■

Figura 49. Selección de agentes extintores de acuerdo con la clase de fuego.⁸

⁸ Las clases de fuego y los mecanismos de extinción se discuten en la sección I de esta publicación.

Existen distintos tipos de materiales inflamables contra los que son ineficaces los agentes halogenados ^[37]:

- Combustibles que contienen su propio agente oxidante, como pólvora, nitrocelulosa, etc.
- Materiales reactivos como sodio, potasio, magnesio, titanio y zirconio.
- Hidruros metálicos, como hidruro de litio.
- Productos químicos capaces de producir una descomposición autotérmica, como los peróxidos orgánicos.

La selección y el uso de extintores de incendio de agente halogenado, como el HCFC-123, se debe limitar a las aplicaciones en las que se necesita realmente un agente limpio para extinguir el fuego eficientemente sin daño para el equipo o área protegido, o cuando el uso de otros agentes alternativos puede significar un riesgo para el personal en el área ^[5].

Si se adquiere un extintor cargado con HCFC-123 es necesario asegurar que su contenido corresponda a HCFC-123 puro y que no se encuentra mezclado con otra sustancia química como el HCFC-141b. Se sugiere solicitar al proveedor la ficha de datos de seguridad de la sustancia y el certificado de análisis correspondiente al lote del producto envasado en el extintor.

12.3 Consideraciones de salud y seguridad que afectan la selección del agente extintor

Al seleccionar un agente extintor se deben tener en cuenta los potenciales riesgos para la salud y la seguridad involucrados en su uso. En la tabla 16 se presentan algunas consideraciones de salud y seguridad para los principales agentes usados en los extintores portátiles.

Tabla 16. Consideraciones de salud y seguridad que afectan la selección del agente extintor

Agente extintor	Consideraciones de salud y seguridad	Recomendaciones
Agentes halogenados (HCFC, HFC, PFC, FIC).	Los vapores de los agentes halogenados tienen una toxicidad baja en la mayoría de los casos. Sin embargo, sus productos de descomposición a altas temperaturas, como ácido clorhídrico (HCl) y el ácido fluorhídrico (HF) pueden ser peligrosos.	Cuando se usan estos extintores en lugares sin ventilación como cuartos pequeños, armarios, vehículos motorizados u otros espacios encerrados, los operadores y otras personas deben evitar inhalar los gases producidos por la descomposición térmica del agente.
Dióxido de carbono (CO₂)	El uso de este tipo de extintor en un espacio sin ventilación puede diluir el suministro de oxígeno.	Los extintores de CO ₂ deberían usarse en áreas ventiladas.

Tabla 16. Consideraciones de salud y seguridad que afectan la selección del agente extintor (continuación)

Agente extintor	Consideraciones de salud y seguridad	Recomendaciones
Dióxido de carbono (CO₂)	La ocupación prolongada de estos espacios puede producir la pérdida de conocimiento por deficiencia de oxígeno.	Se recomienda evacuar a todas las personas antes de descargar un extintor de CO ₂ , cuando su uso pueda causar asfixia.
Polvo químico seco (PQS)	Cuando se usan extintores de PQS en un área pequeña sin ventilación, se puede reducir la visibilidad durante varios minutos. Asimismo, puede obstruir los filtros de sistemas de purificación de aire.	
	La reacción entre el PQS que contiene sales de amonio y oxidantes clorados puede producir un compuesto explosivo como el NCl ₃ .	No se recomienda usar un extintor de PQS que contenga compuestos de amoniaco en oxidantes que contengan cloro.
Agentes extintores no clasificados para riesgos de clase C, como agua, anticongelante, espuma formadora de película acuosa - AFFF y espuma formadora de película fluoroproteínica - FFFP.	Los agentes extintores no clasificados para riesgos de clase C representan peligro de choque eléctrico si se usan en incendios que involucran equipos eléctricos energizados.	Siempre que existan equipos eléctricos energizados se recomienda usar agentes extintores clasificados para fuegos clase C.

Nota: para espacios cerrados se recomienda tener en cuenta las siguientes medidas: etiquetas de advertencia sobre el extintor, avisos de precaución en los puntos de entrada, boquillas de extintores de alcance extralargo, ventilación especial, provisión de aparatos de respiración autónoma y otros equipos de protección personal, y entrenamiento adecuado del personal.

13

Instalación de extintores portátiles



Para la correcta instalación de los extintores portátiles es necesario tener en cuenta el número de extintores, y su operatividad y ubicación. En la tabla 17 se presentan algunas consideraciones para la instalación de los extintores portátiles tomadas del capítulo 6 de la NTC 2885: 2009^[5].

Tabla 17. Consideraciones para la instalación de los extintores portátiles

Consideraciones de instalación	Descripción
1 Número de extintores	El número mínimo de extintores de incendios necesarios para proteger una propiedad se determina tal como lo indica el capítulo 6 de la NTC 2885:2009 ^[5] .
2 Operatividad de los extintores	Los extintores portátiles deben mantenerse totalmente cargados, en condición operable y permanecer en los lugares asignados, cuando no se están usando.
3 Ubicación de los extintores	<ul style="list-style-type: none"> – Los extintores de incendios deben ser visibles y fácilmente accesibles (sin obstrucciones) en caso de incendio. – Los extintores portátiles deben estar instalados de manera que puedan tomarse o desplazarse fácilmente. – Los extintores de incendios deben estar colocados a lo largo de las vías normales de desplazamiento, incluyendo las salidas. – En recintos grandes y en ciertos lugares donde no se pueden evitar completamente las obstrucciones, se debe indicar la localización de los extintores. – Los extintores de incendios instalados en condiciones donde estén sujetos a daño físico, como impacto, vibración, atmósferas corrosivas, se deben proteger adecuadamente. – Los extintores no deben ubicarse dentro de una zona de alto riesgo, como el interior de una zona de caldera.



a) Ubicación incorrecta



b) Ubicación correcta

Figura 50. Ubicación de extintores portátiles

Consideraciones de instalación	Descripción
<p>4 Soporte y altura para la ubicación de los extintores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – El tipo de soporte o gabinete requerido para la ubicación del extintor dependerá del peso y del tamaño. – Los extintores de incendio con un peso bruto no mayor de 40 lb (18,14 kg) deben instalarse de manera que la parte superior del extintor no esté a más de 1,53 m del suelo. – Los extintores de incendios con un peso bruto mayor de 40 lb (18,14 kg), excepto aquellos sobre ruedas, se deben instalar de manera que la parte superior del extintor no esté a más de 1,07 m del suelo. – El espacio libre entre el fondo del extintor y el piso debe ser mayor a 102 mm.
<p>5 Señalización del extintor</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Las instrucciones de operación de los extintores deben estar situadas sobre el frente del extintor y deben ser claramente visibles. <ul style="list-style-type: none"> • El extintor debe tener adherida una etiqueta, que proporcione la siguiente información: • Nombre del producto. • Información de productos químicos y materiales peligrosos. • Nombre y datos del fabricante. – La señalización es vital para la persona que va a utilizar el extintor, ya que al momento de atender la emergencia se deben verificar las instrucciones del extintor, para evitar errores que puedan empeorar la situación.



Figura 51. Extintor anclado con soporte en pared



Figura 52. Extintor con señalización

14

Inspección y mantenimiento periódico del extintor



Una vez adquirido, la responsabilidad de la inspección periódica, mantenimiento y recarga del extintor portátil recae sobre el propietario.

Los extintores son aparatos mecánicos, por tanto, requieren de inspección y mantenimiento a intervalos periódicos, con el fin de garantizar su disponibilidad inmediata, para operar adecuadamente y en forma segura.

Es necesario tener en cuenta:

- Las partes del extintor se pueden deteriorar con el tiempo y necesitar reemplazo.
- Los extintores son recipientes a presión, en la mayoría de los casos, y por tanto es necesario que el cilindro se encuentre en buen estado, y que cumpla con las pruebas hidrostática y de estanqueidad.
- Los agentes extintores contenidos en el extintor podrían sufrir contaminación si el cilindro se encuentra deteriorado.

14.1 Inspección de los extintores portátiles

La NTC 4114:1997 ^[38] define las inspecciones planeadas como un recorrido sistemático por un área, identificando condiciones inseguras de sitios o partes críticas que puedan ocasionar pérdidas, si se deterioran, fallan o se usan en forma inadecuada. Los equipos para atención de emergencias, como los extintores, se encuentran dentro de los elementos que se deben inspeccionar. Para el efecto es necesario definir una periodicidad, responsables y una lista de chequeo con los parámetros que se van a inspeccionar.

Se recomienda una inspección rápida de los extintores portátiles al menos una vez al mes, para constatar que no han sufrido descarga de presión y que no tienen daños o cualquier tipo de anomalía. De esta forma se asegura que el extintor está disponible y podrá funcionar en caso de emergencia.

El personal encargado de la inspección debe estar entrenado y conservar los registros de los extintores revisados y en especial de aquellos que requieren alguna acción correctiva, para proceder al respectivo seguimiento.

Al realizar la inspección periódica de los extintores portátiles se recomienda verificar, entre otros, los siguientes aspectos del extintor:

- Que está en el lugar indicado
- Que no existen obstrucciones para su visibilidad y acceso

- Que se encuentra ubicado a la altura correcta
- Que el tipo de agente extintor corresponda al riesgo asociado
- Que tiene la señalización adecuada
- Que tiene la iluminación de emergencia o luz de localización, si la hay
- Que su peso guarda relación directa con el tipo de usuarios
- Que las instrucciones de funcionamiento son legibles y visibles para el usuario
- Si requiere una limpieza, hacerlo

En el anexo 2 de esta guía se presenta un formato sugerido para realizar la inspección periódica a los extintores.



Figura 53. Brigadistas inspeccionando los extintores portátiles

El potencial e historial de pérdidas es un factor importante para determinar la frecuencia con la que se debe realizar una inspección. Cuanto mayor sea el potencial de pérdidas mayor debe ser la periodicidad de la inspección.

La inspección deberá hacerse con más regularidad si existe, por lo menos, una de las siguientes condiciones:

- Alta frecuencia de incendios en el pasado.
- Altos riesgos.
- Susceptibilidad a sabotaje, vandalismo o daño malicioso.
- Posibilidad o experiencia de robo de los extintores.
- Localización que haga a los extintores susceptibles a daño físico.
- Posibilidad de obstrucción visual o física.
- Exposición a temperaturas extremas o atmósferas corrosivas.
- Alta frecuencia de fugas en el pasado.

14.2 Mantenimiento de los extintores portátiles

Se recomienda enviar el extintor a mantenimiento o recarga cuando los resultados de la inspección incluyan alguno de los siguientes hallazgos:

- Sellos de seguridad rotos o faltantes.
- Mal estado de la manguera o de la boquilla.
- Precintos o pasadores de seguridad rotos o faltantes (siempre que el precinto esté intacto, existe una razonable garantía de que el extintor no ha sido utilizado).

- Lectura de la presión fuera de la franja verde del indicador de presión. Los extintores presurizados pueden tener fugas y perder su presión, aunque permanezca intacto su precinto.
- Daño físico obvio: ralladuras profundas, problemas serios de pintura, corrosión, golpes, base del cilindro deteriorada, fisuras, soldaduras, abolladuras, abombamiento del cilindro, entre otros.
- Señales de que el extintor ha sido expuesto a condiciones ambientales que pudieran interferir en su funcionamiento.
- Señales de que el extintor ha sido descargado o está parcial o totalmente vacío.
- Se requiere mantenimiento interno o prueba hidrostática. En la tabla 18 se relacionan los intervalos de mantenimiento interno y de prueba hidrostática según el tipo de extintor.

Nota: cualquier extintor de incendios que ya no pueda ser sometido a mantenimiento, de acuerdo con el manual del fabricante, se considera obsoleto y debe retirarse.

Tabla 18. Frecuencia de mantenimiento interno y de la prueba hidrostática de extintores

Tipo de extintor	Intervalo de mantenimiento interno (años)	Intervalo de prueba hidrostática (años)
Polvo químico*	6	12
Agua, AFFF, FFFP		
Anticongelante	5	5
Agente halogenado+	6	12
Dióxido de carbono	5	5

* Los extintores de polvo químico seco no recargables no requieren inspección interna a los 6 años, pero se deben retirar de servicio 12 años después de la fecha de fabricación.

+ Los extintores de agente halogenado no recargables no requieren inspección interna, pero deben retirarse de servicio 12 años después de la fecha de fabricación y devolverse al fabricante o a su agente designado para recuperar el agente halogenado.

Fuente: NTC2885:2019. Tabla F.6.3.2^[5].

15

Operación y uso de los extintores portátiles

Un extintor portátil solo es eficaz cuando se utiliza en la fase inicial de un incendio y su uso debe seguir unas pautas de actuación que garanticen un adecuado nivel de seguridad. Asimismo, los extintores portátiles de incendios están diseñados para que los usen los ocupantes del área en peligro de incendio, que deben estar familiarizados con su localización y operación.

El éxito de su operación depende del cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Que el extintor de incendios sea visible, fácilmente accesible, se encuentre cargado y en buenas condiciones de funcionamiento.
- Que el extintor sea del tipo correcto para el incendio que podría ocurrir.
- Que el incendio se descubra cuando todavía es suficientemente pequeño para que el extintor sea efectivo (tenga en cuenta que los extintores portátiles tienen una cantidad limitada de agente extintor).

15.1 Pautas generales de utilización de un extintor portátil

Las siguientes son algunas recomendaciones para atender de manera efectiva una emergencia derivada de un incendio incipiente o en fase inicial:

- Dar la alarma y avisar al personal de la edificación y a la brigada de emergencias.
- Avisar al cuerpo de bomberos.
- Averiguar el tipo de combustible que está ardiendo.
- Controlar riesgos asociados y servicios públicos de ser necesario, como gas y electricidad.
- Coordinar la evacuación del lugar en caso de ser necesario.
- En un recinto cerrado, ubicar la ruta de evacuación.
- En espacios abiertos, situarse de espaldas al viento.

Al momento de usar los extintores portátiles para la atención de un incendio incipiente, se sugiere seguir estos pasos:

- Elegir el tipo de extintor adecuado.
- Revisar que el manómetro se encuentre en la zona verde (presión adecuada).
- Quitar el precinto de seguridad.
- Realizar un disparo de prueba antes de acercarse al fuego.
- Atacar al incendio por la base.

- Siempre que sea posible actuar por parejas, sin colocarse uno enfrente del otro.
- Nunca darle la espalda al foco del incendio, así se crea que se ha controlado y extinguido.
- Verificar el control y la extinción del fuego.
- Ventilar y revisar el área afectada.



Figura 54. Pasos básicos para la operación de extintores portátiles

15.2 Medidas de seguridad para el uso de extintores portátiles

Adicionalmente, se recomienda tener en cuenta algunas medidas de seguridad generales para el uso de extintores portátiles:

- Capacitarse en el uso correcto de extintores y control de incendios.
- Leer las inscripciones del extintor antes de utilizarlo.
- Tomar el extintor por el lugar adecuado, especialmente en el caso de extintores de CO₂.
- No proyectar el agente extintor sobre los ojos de otras personas.
- Nunca descargar el agente extintor sobre alguien que pueda estar en llamas.
- Los extintores son recipientes a presión y por tanto debe evitarse que los cilindros sufran impactos o golpes.
- Los extintores de incendios no se deben usar para ningún otro fin que no sea apagar las llamas.

Recuerde:

- Si su ruta de escape se ve amenazada...
- Si se le acaba el agente extintor...
- Si el uso del extintor no parece dar resultados...
- Si no puede seguir combatiendo el fuego en forma segura...
- Si el fuego crece y no es controlable....

¡Abandone el área inmediatamente! Y llame a los bomberos...

Anexos

Anexo 1. Lista de chequeo para inspección y mantenimiento de extintores portátiles

Este anexo es tomado del anexo I de la NTC 2885:2009^[5]. La lista de chequeo está organizada en dos partes: la primera incluye los puntos que se van a verificar en las partes mecánicas (cilindros y componentes). La segunda abarca los puntos por comprobar en los agentes extintores y expelentes. Por lo demás, solo se incluyeron los problemas relacionados con los agentes halogenados.

Tabla A1. Lista de verificación para partes mecánicas

Cilindro		Acción correctiva	
1	Fecha de la prueba hidrostática o fecha de fabricación	1	Repita pruebas si se necesita
2	Corrosión+	2	Prueba hidráulica y limpieza o descartar
3	Daño mecánico (abolladura o desgaste)+	3	Prueba hidráulica y limpieza o descartar
4	Condición de pintura	4	Pulir y pintar
5	Presencia de reparaciones (soldadura, parches, latonería, etc.)	5	Desechar o consultar al fabricante
6	Roscas dañadas (corroídas, entrecruzadas o gastadas)	6	Desechar o consultar al fabricante
7	Soportes para colgarlo o asa manual rotos	7	Desechar o consultar al fabricante
8	Superficie de sello dañado (mellas o corrosión)	8	Limpiar, reparar y aplicar prueba de escape o desechar
Placa		Acción correctiva	
1	Aviso ilegible	1	Limpiar o reemplazar.
2	Corrosión o placa floja	2	Inspeccionar el cilindro bajo la placa (ver los puntos de confrontación del cilindro) y reajustar la placa
Boquilla o corneta		Acción correctiva	
1	Deformada, dañada o quebrada	1	Sustitución
2	Aberturas bloqueadas	2	Limpiar
3	Roscas dañadas, corroídas, entrecruzadas o gastadas	3	Sustituir
4	Cristalizada (quebradiza)	4	Sustituir
Conjunto de manguera		Acción correctiva	
1	Dañada (cortada, quebrada, rota)	1	Sustituir
2	Conexiones o uniones giratorias deterioradas (quebradas o corroídas)	2	Sustituir
3	Roscas dañadas (corroídas, entrecruzadas o gastadas).	3	Sustituir
4	Tubo interno cortado en las uniones	4	Reparar o sustituir
5	Con continuidad eléctrica entre las conexiones (solo manguera) de CO ₂	5	Sustituir
6	Obstrucción de la manguera	6	Quitar la obstrucción o reemplazar.

Tabla A1. Lista de verificación para partes mecánicas (continuación)

Válvula: mecanismo de seguro		Acción correctiva	
1	Dañado (doblado, corroído o atorado)	1	Reparar y lubricar; o sustituir
2	Perdido	2	Sustituir
Manómetro o mecanismo indicador de presión		Acción correctiva	
1	Señalador inmóvil, atascado o perdido. (Prueba de presión) +	1	Despresurizar y sustituir el manómetro
2	Cristal perdido, deformado o roto+	2	Despresurizar y sustituir el manómetro
3	Dial o carátula ilegible o desvanecida+	3	Despresurizar y sustituir el manómetro
4	Corrosión+	4	Despresurizar y revisar la calibración, limpiar y pulir; o sustituir el manómetro
5	Cubierta o cristal con abolladuras.	5	Despresurizar y revisar el manómetro; o sustituir el manómetro
6	Vástago indicador de la presión inmóvil o corroído (tipo de extintor sin manómetro) +	6	Sustituir la parte superior, despresurizar y sustituir el cilindro o el extintor completo
Válvula del cilindro		Acción correctiva	
1	Palanca, mango, resorte, vástago, broche a presión dañados, corroídos u obstruidos+	1	Despresurizar, revisar la libertad de movimiento y reparar; o sustituir
2	Roscas en la boquilla de descarga dañadas (corroídas, entrecruzadas o gastadas)+	2	Despresurizar y sustituir
Boquillas de control en la descarga		Acción correctiva	
1	Palanca, resorte, vástago, broche de presión dañados, corroídos, obstruidos o atascados	1	Reparar y lubricar; o sustituir
2	Extremos de la boquilla o paso de descarga, tapados, deformados o corroídos	2	Limpiar o sustituir
Mecanismo de perforación		Acción correctiva	
1	Palanca de perforación o percudir, vástago, broche de presión dañados, obstruidos o atascados	1	Sustituir
2	Percutor sin punta o dañados	2	Sustituir
3	Roscas dañadas (corroídas, entrecruzadas o gastadas)	3	Sustituir
Cilindros de gas		Acción correctiva	
1	Fecha de la prueba hidrostática o de fabricación	1	Repita prueba si se requiere
2	Corrosión	2	Prueba hidrostática y pulimento o desechar
3	Condiciones de pintura	3	Pulir y pintar
4	Presencia de reparaciones (soldadura, latonería, etc.)	4	Desechar o consultar con el fabricante
5	Roscas dañadas (corroídas, entrecruzadas o gastadas)	5	Desechar o consultar con el fabricante
Tapa de llenado		Acción correctiva	
1	Corroída, quebrada o rota	1	Sustituir.
2	Partes dañadas (corroídas, descascaradas o gastadas).	2	Sustituir.
3	Daño en la superficie de sellamiento (oxidado, huellas, deformado o corroído).	3	Limpiar, reparar y aplicar prueba de escape; o sustituir.

Tabla A1. Lista de verificación para partes mecánicas (continuación)

Tapa de llenado		Acción correctiva	
4	Agujero de ventilación obstruido o roto.	4	Limpiar
Carretilla y ruedas		Acción correctiva	
1	Carretilla corroída, doblada o rota	1	Reparar o sustituir
2	Rueda dañada, radio abollado o roto, aro o eje arqueado, neumático suelto, baja presión, soporte trabado	2	Limpiar, reparar y lubricar o sustituir
Manija de acarreo		Acción correctiva	
1	Manija de acarreo rota	1	Descargar cilindro o la válvula; o consultar al fabricante
2	Manija rota	2	Sustituir
3	Broche de sujeción corroído, trabado o gastado	3	Limpiar o sustituir
Indicador de sello o estanquidad		Acción correctiva	
1	Roto o perdido	1	Revisar el agente abajo y los medios expelentes para tomar una acción específica (véase tabla A2)
Bomba de mano		Acción correctiva	
1	Bomba corroída, trabada o dañada	1	Reparar y lubricar; o sustituir
2	Ajuste impropio del empaque	2	Ajustar
Válvula de presurización		Acción correctiva	
1	Sellos con escape	1	Despresurizar y sustituir la válvula o el corazón
Empaquetadura en "O" y sellos		Acción correctiva	
1	Dañados (cortados, agrietados o gastados)+	1	Sustituir y lubricar
2	Perdidos +	2	Sustituir y lubricar
3	Envejecidos o expuestos a la intemperie+	3	Sustituir y lubricar
Soportes		Acción correctiva	
1	Corroídos, gastados o arqueados	1	Reparar y retocar o sustituir
2	Ajuste suelto	2	Ajustar o sustituir
3	Tornillo o tuerca gastados, sueltos, corroídos o perdidos	3	Apretar o sustituir
4	Ojaletes, broches deteriorados	4	Sustituir
Tubo de gas, sifón o tubo aspirador		Acción correctiva	
1	Corroído, con abolladuras, agrietado o roto	1	Sustituir
2	Tubo o aberturas del tubo obstruidas	2	Limpiar o sustituir
Sistema de alivio de seguridad		Acción correctiva	
1	Corroído o dañado	1	Despresurizar y sustituir o consultar con el fabricante
2	Roto, gastado o tapado+	2	Despresurizar y sustituir o reparar
Reguladores de presión		Acción correctiva	
1	Condiciones externas:	1	
	(a) Daño.		(a) Sustituir el regulador
	(b) Corrosión		(b) Limpiar el regulador o sustituirlo
2	Alivio de presión (corroído tapado, con abolladuras, con escape roto o perdido)	2	Desconectar el regulador de la fuente de presión; sustituir

Tabla A1. Lista de verificación para partes mecánicas (continuación)

Reguladores de presión		Acción correctiva	
3	Orificio auxiliar de la cubierta protectora (tapa perdida o alambres del sellado rotos o perdidos)	3	Revisar el regulador de acuerdo con los procedimientos de prueba del fabricante del regulador
4	Tornillo ajustado (clavija de cierre perdida)	4	Revisar el regulador de acuerdo con los procedimientos de prueba del fabricante del regulador
5	Manómetros	5	
	(a) Indicador inmóvil, trabado o perdido		(a) Desconectar el regulador de la fuente de presión; sustituir el manómetro
	(b) Cristal perdido o roto		(b) Sustituir el cristal
	(c) Dial ilegible o desvanecido		(c) Sustituir el manómetro
	(d) Corrosión		(d) Revisar la calibración, limpiar y pulir o sustituir el manómetro
6	Manguera reguladora	6	
	(a) Exterior cortado, agrietado, desgastado o deformado		(a) Prueba hidrostática o sustituir la manguera
	(b) Conexiones corroídas o agrietadas		(b) Sustituir la manguera
	(c) Roscas de conexión, corroídas, entrecruzadas o gastadas		(c) Sustituir la manguera
<p>NOTA: para extintores desechables, los ítems indicados con + no pueden inspeccionarse o dárseles servicio. Si la acción correctiva requiere despresurización del extintor, no se deben despresurizar los extintores desechables de agente halogenado sino devolverse al fabricante o agencia de servicio para su disposición adecuada y recuperación del agente extintor.</p>			

Fuente: NTC2885:2009. Tabla I.1(a) ^[5].

Tabla A2. Lista de verificación de mantenimiento de agentes extintores y agentes expelentes

Extintores presurizados			
Tipo agente halogenado (HCFC-123)		Acción correctiva	
1	Agente extintor inadecuado	1	Realizar la gestión integral del agente extintor (véase el capítulo 9)
2	Indicador de verificación de servicio roto o faltante	2	Pesar, aplicar prueba de estanqueidad y sustituir el indicador
3	Inadecuada presión en el manómetro	3	Pesar, aplicar prueba de estanqueidad y sustituir el indicador
4	Peso incorrecto	4	Hacer la prueba de estanqueidad y rellenar con el peso correcto

Fuente: adaptado de la NTC2885:2019. Tabla I.1(b) ^[5].

Anexo 2. Registro e inspección de extintores portátiles (para usuarios finales)

Registro e inspección de extintores portátiles							
Fecha de compra		Código asignado		Ubicación		Descripción	
Mantenimiento		Inspección		Recarga		Proveedor	

Fecha de inspección	Fecha de última recarga	Fecha de próxima recarga	Parámetros por inspeccionar												Estado general	Observaciones	Responsable (nombre/cargo)
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L			

Convenciones		
Letra	Descripción	Calificación
A	¿El extintor se encuentra ubicado en el lugar asignado?	SÍ (S) o NO (N)
B	¿El extintor cuenta con señalización adecuada e instalada?	SÍ (S) o NO (N)
C	¿El acceso al extintor se encuentra libre y sin obstáculos?	SÍ (S) o NO (N)
D	¿El precinto del extintor se encuentra instalado y en buen estado?	SÍ (S) o NO (N)
E	¿El pasador de seguridad del extintor se encuentra en buen estado?	SÍ (S) o NO (N)
F	¿De acuerdo con la lectura del manómetro la presión del extintor es adecuada?	SÍ (S) o NO (N)
G	¿El manómetro del extintor se encuentra en buen estado?	SÍ (S) o NO (N)
H	¿El extintor cuenta con instrucciones para su operación?	SÍ (S) o NO (N)
I	¿El extintor porta su tarjeta de inspecciones y está actualizada?	SÍ (S) o NO (N)
J	¿La válvula de operación del extintor se encuentra en posición adecuada?	SÍ (S) o NO (N)
K	Estado general del cilindro	Bueno (B), regular (R), malo (M)
L	Estado de la manguera y la boquilla	Bueno (B), regular (R), malo (M)

NOTA: los parámetros adicionales evidenciados deben ser anotados en la columna de observaciones.

Siglas y abreviaturas

CAS: Chemical Abstracts Service (Servicio de resúmenes químicos).

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

COTH: Comité de Opciones Técnicas de Halones del Protocolo de Montreal.

ECDBC: Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono.

EN: european standards (estándares europeos).

EPA: Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).

Ideam: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change. (Panel Intergubernamental del Cambio Climático).

IPS: institución prestadora de salud.

ISO: International Standardization Organization. (Organización Internacional de Normalización).

Minambiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

NFPA: National Fire Protection Association. (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de Estados Unidos).

NTC: norma técnica colombiana.

ONAC: Organismo Nacional de Acreditación.

PNACC: plan nacional de adaptación al cambio climático.

REDD: reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques.

RETIE: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

RUT: Registro Único Tributario.

SGSST: Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

SNAP: Significant New Alternatives Policy. (Política de nuevas alternativas significativas, de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).

UTO: Unidad Técnica Ozono del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

TEAP: Technology and Economic Assessment Panel of the Montreal Protocol. (Panel de Evaluación Tecnológica y Económica del Protocolo de Montreal).



Nomenclatura

AFFF: espumas formadoras de película acuosa.

Afolu: agriculture, forestry and other land use (agricultura, silvicultura y otros usos del suelo).

CFC: clorofluorocarbonos.

CO: monóxido de carbono.

CO₂: dióxido de carbono.

COCl₂: fosgeno.

FC: fluoracetona.

FDS: ficha de datos de seguridad.

FFFP: espuma formadora de película fluoro proteínica.

FIC: fluoroiodocarbonos.

GEI: gases de efecto invernadero.

HCl: ácido clorhídrico.

HCN: ácido cianhídrico.

HCFC: hidroclofluorocarbonos.

HF: fluoruro de hidrógeno.

HFC: hidrofluorocarbonos.

IPPU: industrial processes and product use (procesos industriales y usos de productos).

LII: límite inferior de inflamabilidad.

LSI: límite superior de inflamabilidad.

LOAEL: lowest observed adverse effect level (nivel de mínimo efecto tóxico observable).

N₂: nitrógeno.

N₂O: óxido nitroso.

NOAEL: no observed adverse effect level (nivel sin efecto adverso observable).

NDC: nationally determined contribution (contribuciones determinadas a nivel nacional).

NH₃: amoníaco.

NOx: óxidos de nitrógeno.

O₃: ozono.

PAO: potencial de agotamiento de ozono.

PCA: potencial de calentamiento atmosférico.

PFC: perfluorocarbonos.

PQS: polvo químico seco.

SAO: sustancia agotadora de la capa de ozono.

SCPM: sustancias controladas por el Protocolo de Montreal.

SF₆: hexafluoruro de azufre.

SO₂: dióxido de azufre.

TCC: tetracloruro de carbono.

UD: unidad Dobson.

UV: ultravioleta.

Glosario

Agente expelente: fluido aeriforme que no reacciona químicamente con el agente extintor y se encarga de producir su descarga ^[5].

Agente extintor: material con ciertas propiedades fisicoquímicas que se encuentra dentro del recipiente del extintor que se descarga sobre el fuego con el objetivo de extinguirlo ^[7].

Agentes halogenados: los agentes halogenados según la NTC 2885, son de los siguientes tipos ^[5]:

- **Halocarbonos:** los agentes halocarbonos incluyen los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y fluoroiodocarbonos (FIC).
- **Halones:** incluyen el bromoclorodifluorometano (Halón 1211), bromotrifluorometano (Halón 1301) y mezclas de halones 1211 y 1301.

Agente limpio: agente extintor de incendio, volátil, gaseoso, no conductor de la electricidad y que no deja residuos luego de la evaporación ^[8].

Carga combustible: la cantidad de combustibles algunas veces se menciona como la carga combustible de un edificio, calculada como el promedio de libras de combustibles por pie cuadrado de área. A mayor cantidad de combustibles, mayor la carga y así mismo el riesgo potencial de incendio que el extintor debería combatir ^[6].

Cilindro de alta presión: cilindros (y cápsulas) que contienen nitrógeno, aire comprimido, dióxido de carbono u otros gases a presión mayor de 500 psi (3447 KPa) a 70 °F (21 °C) ^[5].

Cilindro de baja presión: cilindros que contienen agentes extintores de incendios (medios), nitrógeno, aire comprimido u otros gases comprimidos a una presión de servicio de 500 psi (3447 KPa) o menor, a 70 °F (21 °C) ^[5].

Cilindro condensado: un cilindro o extintor de incendios rechazado en el proceso de mantenimiento y puesto fuera de servicio (dado de baja).

Extintor de incendios portátil: dispositivo portátil, portado o sobre ruedas y operado manualmente, que contiene un agente extintor que se puede expeler a presión para suprimir o extinguir un fuego o incendio ^[7].

Extintor listado: extintor incluido en una lista publicada por una organización encargada de evaluar productos o servicios, cuyos listados indiquen que cumple las normas correspondientes o ha sido probado y encontrado apropiado para el uso deseado ^[5].

Extintor rotulado: extintor al que se le ha adherido un rótulo, símbolo u otra marca de identificación de una organización responsable de la evaluación del producto, y por cuyo rótulo el fabricante indica cumplimiento con las normas apropiadas o desempeño ^[5].

Ficha de datos de seguridad (FDS): documento que indica las particularidades y propiedades de una sustancia química para su uso más adecuado.

Fuego incipiente o conato: fuego en su etapa inicial que puede ser controlado o extinguido, mediante extintores portátiles, sistemas fijos contra incendio u otros medios de supresión convencionales, sin la necesidad de utilizar ropa y equipo de protección básico de bombero, como chaquetón, botas, cascos o equipos de respiración.

Gas de efecto invernadero (GEI): componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropogénico, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes.

Incendio: combustión que se propaga incontroladamente en el tiempo y en el espacio [4].

Inspección de extintores: verificación rápida de que el extintor está en su lugar designado, que no ha sido activado o forzado y que no hay daño físico obvio o condición que impida su operación [5].

LOAEL (Lowest observed adverse effect level): índice de toxicidad que se determina en el proceso de evaluación toxicológica. Se refiere a la menor concentración de una sustancia que provoca un efecto tóxico o adverso. Se expresa en mg/kg/día.

Mantenimiento de extintores: examen minucioso del extintor para detectar daños físicos o condiciones que impidan su operación y cualquier reparación o reemplazo necesarios [5].

NOAEL (no observed adverse effect level): índice de toxicidad que se determina en el proceso de evaluación toxicológica. Se refiere a la mayor concentración de una sustancia que no provoca un efecto tóxico o adverso. Se expresa en mg/kg/día.

Potencial de agotamiento del Ozono (PAO): es un número que representa la razón entre el impacto sobre el ozono causado por una sustancia determinada y el impacto causado por una masa similar de CFC-11 (el potencial de agotamiento del CFC-11 está definido como 1).

Potencial de calentamiento atmosférico (PCA): medida relativa de cuánto calor puede ser atrapado por un determinado gas de efecto invernadero, en comparación con el dióxido de carbono que tiene un PCA de 1. Puede ser calculado para periodos de 20, 100 o 500 años (100 años el valor más frecuente).

Presión de prueba de fábrica: la presión que aparece en la placa a la cual se probó el extintor cuando fue fabricado.

Presión de servicio del extintor: la presión de operación normal indicada en la placa de identificación o el cilindro del extintor.

Prueba hidrostática: prueba de presión del extintor para verificar su resistencia a una rotura indeseable.

Unidades Dobson: medida del espesor de la capa de ozono. Una unidad Dobson (UD) equivale a 0,01 mm de espesor de capa de ozono, en condiciones normales de presión y de temperatura (1 atm y 0 °C, respectivamente). Expresado en número de moléculas, una UD representa la existencia de $2,69 \times 10^{16}$ moléculas/cm².

Referencias bibliográficas

- [1] Secretaría del Ozono, "Ratificación de la Enmienda de Kigali". Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2017.
- [2] M. C. Hoyos Calvete, Guía de clasificación de peligros basada en los criterios del Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos – SGA. Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017.
- [3] NFPA, "NFPA 30. Código de Líquidos Inflamables y Combustibles". [En línea]. Disponible en: <https://www.nfpajla.org/servicios/preguntas-frecuentes/521-nfpa-30-codigo-de-liquidos-inflamables-y-combustibles>. [Consultado: 03-abr-2019].
- [4] "UNE EN ISO 13943. Seguridad contra incendios. Vocabulario.", 2017.
- [5] Icontec, "NTC 2885. Extintores portátiles contra incendios". Bogotá D.C., 2009.
- [6] NFPA, "NFPA 10. Extintores Portátiles Contra Incendios". 2006.
- [7] Icontec, "NTC 3808. Talleres para recarga y mantenimiento de extintores. Requisitos." Bogotá D.C., 2004.
- [8] NFPA, "NFPA 2001., Sistemas de extinción de incendios mediante agentes limpios". 2015.
- [9] EPA, "SNAP. Substitutes in Streaming Agents". [En línea]. Disponible en: <https://www.epa.gov/snap/substitutes-streaming-agents>. [Consultado: 30-sep-2019].
- [10] Ideam, "Relación entre las SAO y el sistema climático". [En línea]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima//relacion-entre-las-sao-y-el-sistema-climatico>. [Consultado: 20-oct-2019].
- [11] Pnuma, "Capa de ozono. Proyecto ciudadanía ambiental global", Mexico, 2005.
- [12] G. E. León Aristizabal y H. O. Benavides Ballesteros, "El ozono", Bogotá D.C., 2004.
- [13] NASA, "Ozonewatch". [En línea]. Disponible en: <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>.
- [14] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Convención de Viena y Protocolo de Montreal". [En línea]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/unidad-tecnica-ozono-y-protocolo-de-montreal/convencion-de-viena-y-protocolo-de-montreal>. [Consultado: 02-jun-2019].

- [15] Secretaría del Ozono, Manual del Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Decimotercera edición. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2019.
- [16] HTOC, "Report of the Halons Technical Options Committee. 2018 Assessment Report", United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, 2018.
- [17] NASA GISS, "Science Briefs. Greenhouse Gases: Refining the role of Carbon Dioxide". [En línea]. Disponible en: https://www.giss.nasa.gov/research/briefs/ma_01/. [Consultado: 20-sep-2019].
- [18] UICN Comité Español, "Infografía CC". [En línea]. Disponible en: <http://www.uicn.es/infografia-cc>. [Consultado: 10-sep-2019].
- [19] NOAA ESRL, "Trends in atmospheric carbon dioxide". [En línea]. Disponible en: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>. [Consultado: 31-oct-2019].
- [20] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Historia CMNUCC". [En línea]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/historia-cmnucc>. [Consultado: 30-sep-2019].
- [21] UNFCCC, "Kioto Protocol. Status of ratification.", 2009. [En línea]. Disponible en: https://unfccc.int/files/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification.pdf. [Consultado: 06-jul-2019].
- [22] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Protocolo de Kioto". [En línea]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/protocolo-de-kioto>. [Consultado: 30-sep-2019].
- [23] UNFCCC, "What is the Paris Agreement?" [En línea]. Disponible en: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/what-is-the-paris-agreement>. [Consultado: 30-oct-2019].
- [24] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático". [En línea]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/comunicaciones-nacionales-de-cambio-climatico>. [Consultado: 30-sep-2019].
- [25] Ideam, "Cambio Climático". [En línea]. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>. [Consultado: 31-oct-2019].
- [26] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Política Nacional de Cambio Climático". [En línea]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/politica-nacional-de-cambio-climatico>. [Consultado: 30-sep-2019].
- [27] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Política nacional de cambio climático: documento para tomadores de decisiones. Bogotá D.C., 2017.
- [28] HTOC, "Report of the Halons Technical Options Committee. Technical note #1 – Revision 5. Fire protection alternatives to Halons, HCFCs and HFCs", United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, 2018.

- [29] Y. Flechas, M. V. Urrea Duque, S. Zambrano Moncayo, y W. F. Montaña Chaparro, "Alternativas para la sustitución del HCFC-123 en extintores portátiles, considerando los diferentes sectores usuarios y las condiciones técnicas y/o restricciones para su uso", 2017.
- [30] Y. Flechas, M. V. Urrea Duque, S. Zambrano Moncayo, y W. F. Montaña Chaparro, "Consideraciones de seguridad y ambientales del uso del HCFC-141b en extintores portátiles", 2017.
- [31] UNEP. Ozone Secretariat, "Technology and Economic Assessment Panel". 2019.
- [32] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2020.
- [33] HTOC, "Report of the Halons Technical Options Committee. Technical note #4 – Revision 2. Recommended practices for recycling halons and other halogenated gaseous fire extinguishing agents", United Nations Environment Programme, Nairobi, 2018.
- [34] Ministerio de Minas y Energía, "Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE".
- [35] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Guías ambientales de almacenamiento y transporte de sustancias químicas. 2003.
- [36] Programa Sistema Suratep, "Extintores portátiles". p. 12, 2007.
- [37] N. A. Botta, Los agentes extintores. Los halones y agentes limpios. Rosario, Argentina: Editorial Red Proteger, 2010.
- [38] Icontec, "NTC 4114. Seguridad industrial. Realización de inspecciones planeadas". Bogotá D.C., 1997.



El ambiente
es de todos

Minambiente

