

El Mantenimiento de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado y la Certificación por Competencias Laborales

• Cartilla Didáctica •



Basada en los conocimientos esenciales requeridos para obtener la certificación en la Norma de Competencia Laboral Colombiana “Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional”, Código 280501022, Versión 2, aprobada por la Mesa Sectorial de Mantenimiento en Diciembre de 2006.



Libertad y Orden

Ministerio de Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial
República de Colombia

Presidente de la República
Alvaro Uribe Velez

Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Juan Lozano Ramírez

Viceministra de Ambiente
Claudia Patricia Mora Pineda

**Representante Residente Programa de las Naciones Unidas para el
Desarrollo –PNUD**
Bruno Moro

Director de Desarrollo Sectorial Sostenible
César Augusto Buitrago Gómez

Coordinador Nacional Unidad Técnica Ozono –UTO
Jorge Enrique Sánchez Segura

Jefe de Monitoreo y Seguimiento –UTO
Antonio Orozco Rojas

Coordinadores Sectoriales –UTO
Carlos Andrés Hernández Arias
Nidia Mercedes Pabón Tello

Coordinadora Certificación –UTO –PNE
Patricia Zúñiga Miño

COORDINADORES REGIONALES –UTO –PNE
Alexis Rodríguez Chacón, Claudia Milena Caicedo
Eduardo Franco Ochoa, Guillermo Alejandro Ramírez
Olga Esperanza Ortega, Omarly Acevedo
Rafael Hernán Rivera, Yesid Mejía Piñeres y Xiomara Ibeth Stavro

GRUPO ADMINISTRATIVO –UTO
Carlos Andrés Méndez, Myriam Cristina Jiménez
Sergio Alexander Salazar

DISEÑO Y DIAGRAMACION
José Roberto Arango, Wilson Garzón

Redacción a cargo de:
Patricia Zúñiga Miño, Ingeniera Ambiental
Consultora nacional en certificación, Unidad Técnica Ozono –UTO, Colombia.

Revisión Técnica a cargo de:

Arley Hernández, Ingeniero Mecánico, Instructor Área de soporte técnico, Mabe de Colombia S.A.; Edgar Baquero, Ingeniero Mecánico, Coordinador Área técnica, Asociación colombiana del acondicionamiento de Aire y de la Refrigeración –ACAIRE; Fernando del Castillo Uribe, Ingeniero Mecánico, Instructor de Sistemas de refrigeración, SENA Regional Distrito Capital; Harold Palacios, Administrador de Empresas, Jefe nacional de servicios, Indusel S.A. y Luz Elena Hoyos, Ingeniera Química, Gerente de operaciones, Calaires S.A.

La Unidad Técnica Ozono –UTO expresa su más sincero agradecimiento a los numerosos particulares y al personal de las entidades públicas cuyo valioso apoyo y asesoramiento han hecho posible la elaboración de esta cartilla.

El presente documento puede reproducirse, en parte o en su totalidad, sin consentimiento expreso, siempre y cuando la porción reproducida se atribuya al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

AVISO: El equipo responsable de esta publicación confía en la veracidad de la información contenida y la presenta de forma general y abreviada. La aplicación de las opciones que aquí se exponen, requiere un estudio más amplio de los distintos parámetros susceptibles de encontrarse en situaciones específicas, muchas de las cuales podrían no figurar en este documento. Los individuos o entidades que apliquen alguna de esas opciones, asumirán toda la responsabilidad tanto de la decisión, como de sus repercusiones. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la Unidad Técnica Ozono, la redactora y los revisores no asumen la responsabilidad de los resultados derivados del empleo o de la confianza depositada en la información, el material y los métodos descritos. Lo presente se aplica asimismo -y no de forma exclusiva- a cualquier reclamación relativa a la sanidad, la seguridad, las repercusiones medioambientales, la eficacia, los resultados o los costes que implique esta fuente de información.

ISBN: 978-958-98263-2-4

ÍNDICE

Introducción	1
1. Normas de Competencia Laboral - Titulación: Mantenimiento de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado	6
1.1. Definiciones	6
1.2. Función	7
1.3. Metodología	7
1.4. Caracterización del sector de Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado en Colombia	8
1.5. El Sistema Nacional de Formación para el Trabajo -SENA	10
2. La Certificación	11
2.1. ¿Para qué la Certificación?	11
2.2. Evaluación de competencias laborales	11
2.3. ¿Cómo se demuestran las competencias laborales?	12
2.4. El técnico y la Certificación	12
2.5. Beneficios previstos	12
3. El Grupo Unidad Técnica Ozono y el Proyecto de Certificación	14
3.1. El Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono	14
3.2. Colombia en el Protocolo de Montreal	14
3.3. El Grupo Unidad Técnica Ozono	15
3.4. Las obligaciones que todos tenemos	15
4. Normatividad Nacional e Internacional	20
4.1. Constitución Nacional	20
4.2. Tratados internacionales	21
4.3. Legislación nacional	23
4.4. Normas técnicas internacionales	24
5. Sustancias Refrigerantes	26
5.1. Denominación	26
5.2. Clasificación de los refrigerantes (ASHRAE 34)	28
5.3. Problemas ambientales asociados al uso de refrigerantes	35
5.4. Unidades de medida ambiental	41
5.5. Procedimientos asociados a la identificación de un refrigerante	43
6. Aceites utilizados en refrigeración	48
6.1. Aceites minerales y sus principales características	49
6.2. Aceites sintéticos y sus principales características	49
6.3. Viscosidad en los aceites y clasificación ISO	51
6.4. Miscibilidad entre los aceites y refrigerantes existentes en el mercado	54
6.5. Materiales afines a los aceites (empaques, tuberías, entre otros)	54
6.6. Factores que causan degradación de los aceites y prueba de acidez	56
7. Recuperación y Reciclaje de los refrigerantes	58
7.1. Recuperar, Reciclar, Regenerar	58
7.2. Contaminantes de los refrigerantes	58
7.3. Recuperación de refrigerantes: métodos y equipos de recuperación asociados a los requerimientos del servicio a ejecutar	61
7.4. Reciclaje de refrigerantes: principios de funcionamiento de los equipos de reciclaje. Métodos asociados.	68
7.5. Procedimiento de regeneración aplicable a refrigerantes	70
7.6. Beneficios de la recuperación y el reciclaje de los refrigerantes	71
7.7. Sustancias refrigerantes residuales	71
8. Prácticas ambientales en los procedimientos de mantenimiento de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado	73
8.1. Barrido	73
8.2. Presurización	75
8.3. Vacío	76
8.4. Criterios de manipulación de recipientes a presión	79
8.5. Carga de refrigerante	80
9. Manuales del fabricante y hojas de seguridad	83
9.1. ¿Qué son y para que sirven los Manuales del Fabricante?	83
9.2. ¿Qué son y para que sirven las Hojas de Seguridad (MSDS)?	84
9.3. Hojas de datos de seguridad para refrigerantes y aceites	86
Anexos	106
Índices de Tablas y Figuras	118

Introducción



Para cumplir con los compromisos asumidos por Colombia frente al Protocolo de Montreal, la Unidad Técnica Ozono –UTO– del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adelanta la ejecución del Plan Nacional de Eliminación –PNE buscando facilitar la eliminación paulatina del consumo de cerca de 800 toneladas de Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono –SAO, que actualmente importa el país.

El mantenimiento de los equipos de refrigeración y aire acondicionado es la actividad responsable de, aproximadamente, el 85 % del consumo actual de SAO en Colombia, del cual una fracción significativa es injustificado, resultado de la aplicación de malas prácticas, fugas y desperdicio en el uso de refrigerantes.

En el marco de implementación del PNE, el Proyecto de Certificación ha vinculado reconocidas certificadoras, entidades públicas y privadas de capacitación, empresas y talleres de mantenimiento y ha logrado la participación masiva de más de 4000 técnicos en todo el país dispuestos voluntariamente a certificar sus competencias laborales, verificando así el cumplimiento de las normas nacionales para realizar mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, especialmente aquellas relacionadas con las prácticas que aseguran la protección de la capa de ozono.

Con diversas experiencias entre países firmantes del Protocolo de Montreal, el proceso de certificación a técnicos en Colombia se ha caracterizado por un trabajo regional, adelantado de la mano de las entidades ambientales, sensibilizando y motivando permanentemente al trabajador que se encarga de todas las actividades propias de un técnico de servicio.

Esta cartilla fue preparada por la UTO como herramienta de apoyo y consulta permanente para difundir las buenas prácticas ambientales entre las empresas, talleres y técnicos dedicados al mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, pretendiendo crear conciencia sobre el agotamiento de la capa de ozono y el cambio climático, problemas ambientales mundiales que exigen el compromiso y aporte de todos los actores involucrados para lograr soluciones conjuntas.

La publicación apoyará el alistamiento y los planes de mejoramiento de los trabajadores que aspiren a certificarse en la Norma de Competencia Laboral colombiana “Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional” y facilitará implementar las estrategias adoptadas por el país para disminuir el consumo de SAO, minimizando el impacto ambiental generado por el sector de mantenimiento.

La UTO confía en que la información presentada sea de utilidad no sólo para los técnicos sino también para las entidades públicas y privadas de capacitación, asociaciones y grandes consumidores que deseen iniciar actividades de concientización sobre el agotamiento de la capa de ozono.

Capítulo 1.

Normas de competencia laboral (NCL)- Titulación: Mantenimiento de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado

1.1. Definiciones

Para entender mejor...
primero conozcamos los términos mas importantes



1.1.1. Competencia

Conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y aptitudes requeridas para lograr un resultado en un contexto determinado.

1.1.2. Competencia Laboral

Capacidad de una persona para desempeñar funciones productivas, en diferentes contextos, con base en los estándares de calidad establecidos por el sector productivo¹.

1.1.3. Norma de Competencia Laboral –NCL

Estándar reconocido por trabajadores y empresarios, que describe los resultados que un trabajador debe lograr en el desempeño de una función laboral, los contextos en que ocurre ese desempeño, los conocimientos que debe aplicar y las evidencias que debe presentar para demostrar su competencia².

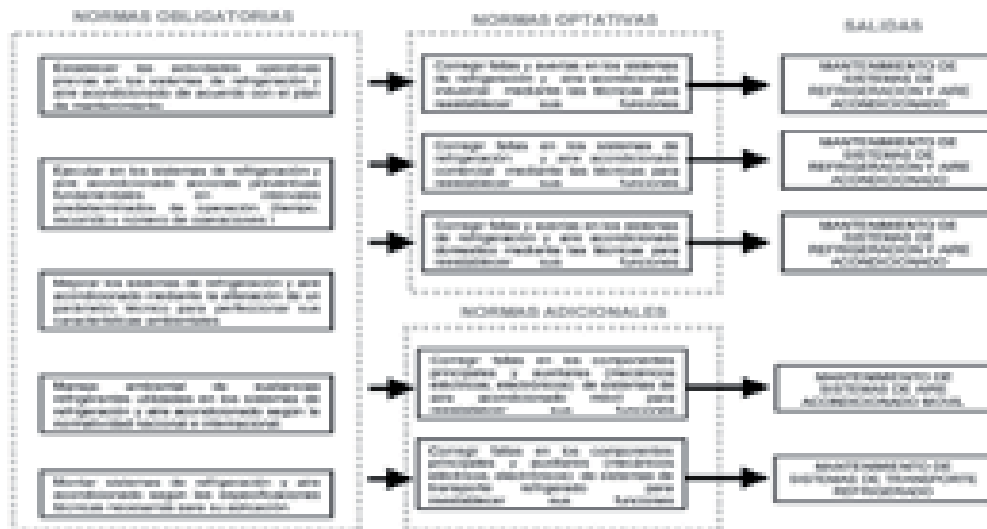
1. Metodología para la elaboración de Normas de Competencia Laboral. SENA 2003.

2. Ibid. Pg 12.

1.1.4. Titulación

Conjunto de NCL que describe los desempeños competentes en un campo ocupacional o en una ocupación. Para el sector de Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado se elaboró y aprobó la titulación “Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado” compuesta por 10 normas de competencia laboral cuya estructura se ilustra en la Figura 1.

**Figura 1. Estructura de la titulación
Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado**



1.2. Función

y...¿para qué sirven las NCL en el mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado?

Las diez (10) NCL, aprobadas en noviembre de 2004, determinan los lineamientos necesarios para estandarizar las prácticas usuales durante la ejecución de un servicio de mantenimiento a sistemas de refrigeración y aire acondicionado y garantizan la aplicación de los principios requeridos para la protección de la capa de ozono. La estructura de las normas y su solidez jurídica están garantizadas por desarrollarse en el marco de trabajo establecido por el Gobierno Nacional para normas de Talento Humano y se convierten en una guía fundamental para el diseño de los planes curriculares dentro de la oferta educativa de las instituciones de capacitación colombianas, especialmente del SENA.



1.3. Metodología

**¿Cómo se logró elaborar y concertar las NCL para el oficio del mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado?
Conformando un "equipo técnico", es decir un grupo de trabajo que opera al interior de la llamada "Mesa Sectorial de Mantenimiento"**

Las NCL para el sector son el resultado del trabajo conjunto entre el SENA y la UTO y fueron elaboradas y concertadas con las principales empresas de refrigeración del país, gremios, entidades educativas, así como con representantes de los técnicos.

1.3.1. Mesa Sectorial

Las Mesas Sectoriales son instancias de concertación nacional lideradas por el SENA donde se proponen políticas de desarrollo de los recursos humanos y de formación y un marco nacional de calificaciones que facilitan el aprendizaje permanente y la empleabilidad mediante procesos de normalización, evaluación y certificación de las competencias laborales. Pueden estar compuestas por representantes de gremios, empresarios, trabajadores, gobierno, entidades educativas, centros de investigación y desarrollo tecnológico, entre otros.

Por medio de las Mesas Sectoriales se establecen los estándares de competencia que deben alcanzar las personas en sus distintos niveles y áreas ocupacionales. Estos estándares permitirán fomentar políticas de gestión de talento humano, iniciar programas nacionales de formación, evaluación y certificación de la calidad de los trabajadores e implementar, de ser necesario, acciones formativas.

1.3.2. Equipo Técnico

Grupo de trabajo conformado por personal experto de las empresas y organizaciones de trabajadores: empresarios, trabajadores, supervisores, profesionales y eventualmente clientes o proveedores. Su función principal es describir las competencias laborales de un área ocupacional priorizada en la Mesa Sectorial, con la asesoría de un experto metodológico.

1.3.3. Integrantes del Equipo técnico para el sector

Se realizó una selección cuidadosa de los participantes del equipo técnico, caracterizando al sector de la refrigeración en Colombia y convocando representantes de servicio técnico y mantenimiento de refrigeración comercial, doméstica, industrial, aire acondicionado vehicular y transporte refrigerado. Así mismo, se convocó a los gremios, asociaciones e instituciones educativas relacionadas con el sector. Las siguientes empresas y entidades hacen parte del equipo de trabajo que elaboró y validó las normas de competencia laboral para el sector:

Ahaire y Cia Ltda., Almacenes Éxito, Alpina S.A., AVR Ltda., Cafam, Calaires S.A., Carvel Ltda., Climatec, Challenger S.A., Electro Refrigeración, Friduart, Inducol, Indufrial, Indusel S.A., Industrias Haceb, Industrias Thermotar, J.P. Cía. Ltda., Mabe de Colombia S.A., Multifrío Ltda., Refritermo, RPH Ingeniería, Secar Ltda., Serdan, Serthek, Servirefriaire S.A., Snowman, Symaa Ingeniería, Sutrak Ltda., Tecnifrío, Tecniterneros Ltda., Whirlpool de Colombia S.A., ANDI Cámara De Electrodomésticos, Asociación Colombiana del Acondicionamiento de Aire y de la Refrigeración - ACAIRE, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente Barranquilla –DAMAB, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA, Unidad Técnica de Ozono - UTO – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad América, Universidad Nacional de Colombia.

1.4. Caracterización del sector de Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado en Colombia



¿Qué es "hacer mantenimiento"?

Es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas

El SENA ha realizado un Estudio de Caracterización Sectorial que describe aspectos de organización, mercado laboral, oferta educativa, desarrollo tecnológico y económico del sector en el país. El estudio sirvió de referencia para indicar las funciones productivas relevantes del área y elaborar los estándares de competencia laboral.

Según este Estudio, el objetivo principal del mantenimiento es la conservación a través de la reparación, mantenimiento y mejoramiento de equipos, máquinas y herramientas requeridas

por los diferentes sistemas de producción. Se precisa mantener confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y longevidad de los equipos para así garantizar su funcionamiento y exactitud, asegurando lo que el cliente externo ha solicitado en las especificaciones de los productos. El mantenimiento significa la protección de la inversión, la garantía de producción, la seguridad de un servicio y obedece a una planificación adecuada donde se involucra al personal de la empresa, los proveedores y los contratistas. Los tipos de mantenimiento se clasifican en:

Mantenimiento predictivo o basado en la condición: consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acciones para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. Incluye tanto las inspecciones objetivas (con los instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial).

Mantenimiento preventivo o basado en el tiempo: consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas: consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional).

Mantenimiento correctivo o a la rotura: consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia.

Mantenimiento mejorativo o rediseños: consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación. No es tarea de mantenimiento propiamente dicho.

En Colombia... ¿en qué condiciones se ejerce el oficio?

El estilo de vida en las grandes ciudades, el consumo de alimentos, la mejora en los activos de los hogares y la actividad industrial implican una demanda de servicios de refrigeración, presionando toda la cadena de producción y generando un mercado secundario de mantenimiento y reparación del parque de neveras y, en general, de todo tipo de sistemas de frío instalados a lo largo y ancho del territorio nacional. El mercado colombiano ofrece los servicios de mantenimiento así:

- Talleres generales: dedicados a la atención de todo tipo de servicios relacionados con refrigeración doméstica, comercial y transporte refrigerado. Este tipo de talleres trabaja por demanda con una población flotante de técnicos empleados según el requerimiento del cliente.
- Talleres especializados para servicio de sistemas industriales: este tipo de talleres son atendidos por firmas de ingenieros dedicadas a mantenimiento industrial.
- Talleres autorizados para transporte refrigerado: se especializan en el montaje de paneles de poliuretano y el ensamblaje del sistema de refrigeración necesario para camiones que transportan carga refrigerada.
- Mantenimiento de aire acondicionado de vehículos: el servicio se proporciona a través de concesionarios, talleres de mecánica general y talleres especializados .
- Existe un gran grupo de técnicos informales. Estos técnicos no están vinculados a talleres o centros de servicio autorizados, trabajan de manera independiente, con una demanda irregular haciendo difícil su localización e identificación y por consiguiente su participación en procesos de formación-evaluación-certificación.. En su mayoría, no cuentan con una formación académica formal, aprendiendo las características propias del oficio de manera empírica. La práctica perfecciona su técnica y obtiene sus conocimientos trabajando como ayudante de un técnico tutor, que en muchos casos es un familiar o su empleador.



1.5. El Sistema Nacional de Formación para el Trabajo –SNFT –SENA

Es un organismo que vincula un conjunto de entidades que ofrecen formación técnica, tecnológica y de formación profesional, para la estructuración de la respuesta de formación, a partir de la identificación y definición de normas nacionales de competencia laboral, en procesos concertados con los actores sociales del país. Actúa en forma sistémica para hacer congruentes las ofertas de formación de las entidades que forman parte del sistema; articular sistemática y eficazmente la oferta, con las necesidades del mundo del trabajo y articularse con el sistema educativo formal, estableciendo mecanismos transparentes de equivalencias y homologaciones.

El SNFT contribuye a superar las limitaciones de calidad
y
pertinencia y hace congruente la oferta de formación
con las necesidades del sector productivo, teniendo
como base y punto de partida la normalización de las
competencias laborales de los trabajadores.



Capítulo 2.

La Certificación

2.1. ¿Para qué la Certificación?

La certificación de competencias laborales es el proceso mediante el cual un organismo certificador, investido de autoridad, testifica por medio de un documento escrito, que una persona ha demostrado la conformidad con una norma de competencia laboral -NCL- colombiana y que es competente para el desempeño laboral. Con la certificación se espera garantizar que los técnicos tienen los conocimientos necesarios y verificar que aplican buenas prácticas en el mantenimiento para prevenir y minimizar los impactos que su labor genera al ambiente.

2.2. Evaluación de competencias laborales

Es el proceso por medio del cual un evaluador reconocido como tal, obtiene y analiza las evidencias del desempeño laboral de una persona con base en una norma de competencia laboral -NCL- colombiana, para emitir el juicio de “competente” o “aún no competente”. La evaluación de competencias laborales se centra en el desempeño real de las personas, soportado por evidencias válidas y confiables frente al referente, que es la NCL. El proceso de evaluación, se desarrolla para ser aplicado a toda persona que solicite la certificación de sus competencias laborales, sin restricción alguna, independiente de cuándo y de qué manera adquirió la competencia.



¿Evaluación?...y... ¿qué pasa si el candidato no la aprueba?

El proceso de certificación no pretende descalificar a nadie, al contrario, incentiva el mejoramiento continuo del personal. Si el resultado de la evaluación infiere que el candidato es “aún no competente”, éste con la orientación de su evaluador, debe buscar alternativas

que le permitan desarrollar las competencias faltantes, ya sea mediante procesos de formación, capacitación, autoformación o bien, con entrenamiento en la empresa. En los tiempos concertados con su evaluador, el candidato vuelve a presentar las evidencias de su competencia faltante.

2.3. ¿Cómo se demuestran las competencias laborales?

- Obtenga las NCL para mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado en las regionales del SENA, con los coordinadores regionales de la Unidad Técnica Ozono o visite la página www.minambiente.gov.co en el link ozono. Lea cuidadosamente el texto y reconozca sus componentes.
- Realice un diagnóstico previo o auto – evaluación de sus conocimientos, con ello identificará sus fortalezas y debilidades y resolverá dudas.
- Si observa que no está suficientemente preparado para la certificación, puede adquirir las competencias que le faltan. Entidades formadoras como el SENA, gremios, universidades e institutos tecnológicos le ofrecerán los cursos y módulos necesarios para complementar sus conocimientos. Si encuentra que está preparado para ser evaluado, puede acudir a las entidades certificadoras e inscribirse, según los procedimientos establecidos por cada una de ellas y así, empezar el proceso.
- Con la asistencia de un evaluador y la aplicación de diferentes pruebas, usted podrá demostrar su capacidad de realizar el mantenimiento de un equipo de refrigeración o aire acondicionado, aplicando buenas prácticas en el manejo de refrigerantes. La evaluación evidenciará su aprendizaje y experiencia previa, reconociendo así sus conocimientos y aptitudes laborales.
- Si aprueba, y cumple con los requisitos de la entidad certificadora, recibirá un certificado que lo avala como un trabajador calificado y una persona comprometida en lograr un mundo mejor para todos.

2.4. El técnico y la Certificación

La certificación está dirigida a cualquier persona que realiza mantenimientos, servicios o reparaciones que pueden representar escapes o fugas a la atmósfera de sustancias refrigerantes



Los problemas ambientales tienen su origen en las actividades más cotidianas de la vida, conservar un alimento para su consumo exige varios equipos de refrigeración en óptimas condiciones, unos en su producción, otros en su transporte y venta, y uno en casa. Si cualquiera de estos equipos falla, se pone en riesgo la disponibilidad de víveres para el hogar, así de vital es su mantenimiento. Es en la prestación de este servicio donde las decisiones del técnico son esenciales no sólo para el arreglo del refrigerador sino para la conservación de la capa de ozono.

2.5. Beneficios previstos

Los beneficios previstos con la certificación son, entre otros:

- Se le reconoce al técnico los conocimientos y habilidades adquiridas en la práctica. Es decir, se le reconoce socialmente su competencia actual.
- Le permite al técnico identificar su situación frente al mercado laboral; orienta y facilita la búsqueda de empleo.
- A través de la certificación, el técnico puede desarrollar competencias claves: trabajar en equipo, colaborar, escuchar, adquirir pensamiento crítico, proponer solución a

problemas, negociar, generar oportunidades para la formación flexible a lo largo de la vida, entre otras.

- De igual forma, le sirve para demostrar ante sus empleadores la calidad con la cual presta el servicio, facilitando la empleabilidad, estabilidad laboral y movilidad hacia otras áreas.
- El manejo ambiental de refrigerantes pasará de ser una actividad deseable, a una obligación, exigencia que no solo la hace el Estado sino los clientes, quienes incorporarán progresivamente la certificación como requisito para la contratación.

Capítulo 3.

El Grupo Unidad Técnica Ozono y el Proyecto de Certificación

3.1. El Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono



Este Convenio fue un hito importante: las naciones llegaron a un acuerdo para hacer frente a un problema ambiental mundial antes que se sintieran sus efectos o se demostrara científicamente su existencia, lo que probablemente constituye el primer ejemplo de aceptación del "principio de precaución" en una importante negociación internacional

El Convenio de Viena es un tratado internacional de carácter general para hacer frente al agotamiento del ozono. Inicialmente fue firmado por 28 países en marzo de 1985 y consagra el compromiso de cooperar en las investigaciones y la vigilancia; de compartir información sobre la producción y las emisiones de Clorofluorocarbonos -CFC- y de adoptar protocolos de control cuando sea necesario. Hoy en día, 190 países hacen parte del Convenio de Viena.

3.2. Colombia en el Protocolo de Montreal -PM-

Nuestro país hace parte del Protocolo de Montreal, un acuerdo ambiental multilateral cuyo objetivo es eliminar el consumo de las llamadas SAO - sustancias agotadoras de la capa de ozono- en todo el mundo

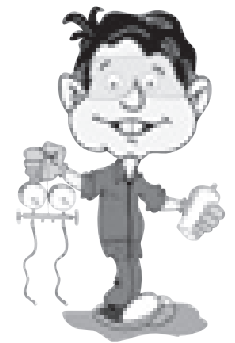
El 16 de septiembre de 1987, 46 países firmaron este acuerdo. La resolución de la problemática del deterioro de la capa de ozono obliga a que los países productores y consumidores asuman responsabilidades específicas para la eliminación de las Sustancias Agotadoras de la capa de ozono -SAO- para lo cual el PM ha establecido cronogramas diferenciados para los países desarrollados y para los países en vía de desarrollo.

Colombia aprueba el PM en 1992 mediante la ley 29 del Congreso Nacional. El gobierno, la industria y la academia se reúnen, preparan y presentan, en 1994, el Programa País, documento oficial que expone un diagnóstico referente al uso de SAO en Colombia: fabricación, distribución del consumo, sectores consumidores, entre otros. En el mismo año se crea la Unidad Técnica Ozono -UTO.

3.3. El Grupo Unidad Técnica Ozono - UTO



Para la implementación de los acuerdos y compromisos establecidos en el Protocolo de Montreal, el Gobierno Nacional con el apoyo de las Naciones Unidas constituyen el Grupo Unidad Técnica Ozono -UTO- del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.



Desde 1994, la UTO, conformada por ingenieros especializados en la gestión de proyectos y personal de apoyo administrativo, ha generado una serie de acciones que pretenden la eliminación paulatina de las SAO utilizadas por los diferentes sectores productivos. Gracias al trabajo adelantado por la UTO, la refrigeración doméstica y las grandes y medianas empresas de refrigeración comercial se han cambiado a tecnologías libres de CFC y la mayoría de las empresas que manejan espumas de poliuretano están trabajando con sistemas basados en Hidroclorofluorocarbonos -HCFC-141b, la alternativa más común al CFC-11. En cifras, el país ha reducido su consumo de más de 2.200 toneladas anuales de CFC a menos de 690 toneladas, proyectadas al cierre del año 2006. Esta reducción ha significado recursos gestionados por más de 15 millones de dólares y 51 proyectos desarrollados.

3.4. Las obligaciones que todo tenemos

Los interesados en el cumplimiento de los compromisos de nuestro país frente al PM somos todos: las entidades del Estado, las empresas que importan, producen y/o utilizan SAO y productos y/o equipos que las contienen, los técnicos que utilizan SAO para labores de mantenimiento, las entidades de capacitación, los consumidores y la comunidad en general.

3.4.1. Legislación.

A partir de la firma del Convenio de Viena, el país ha venido preparando y estudiando el marco jurídico que nos va a permitir asegurar el cumplimiento de todos los compromisos. Se han expedido leyes, decretos, resoluciones y circulares externas mediante las cuales se han aprobado el PM y sus enmiendas y se han establecido las medidas para controlar las importaciones, exportaciones y uso de las diferentes SAO, así como los requisitos para la fabricación de productos y equipos que pueden utilizar dichas sustancias. Existe normatividad específica para cada sector y para cada una de estas sustancias que debe ser conocida y cumplida por todos los actores involucrados.

3.4.2. Tráfico Ilegal.

A medida que las fechas de cumplimiento de los cronogramas de reducción y eliminación de SAO se acercan, van apareciendo más restricciones al comercio de estas sustancias y de los productos y equipos que pueden contenerlas, situación que hace más atractivo el negocio del tráfico ilegal. Es obligación de todos, es especial de los funcionarios del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, de la DIAN, de las entidades ambientales, de las sociedades de intermediación aduanera y de las empresas importadoras y comercializadoras de SAO, estar alertas y denunciar cualquier irregularidad en los procesos de importación y exportación de estas mercancías. La comercialización ilegal de estas sustancias no solamente afecta a las empresas y trabajadores colombianos que cumplen con toda la normatividad sino que pone en riesgo los compromisos de Colombia frente al mundo. La UTO desarrolló un proyecto de capacitación en el control del comercio de SAO y se encuentra implementando una estrategia nacional para prevenir y controlar el tráfico ilícito.

3.4.3. Divulgación.

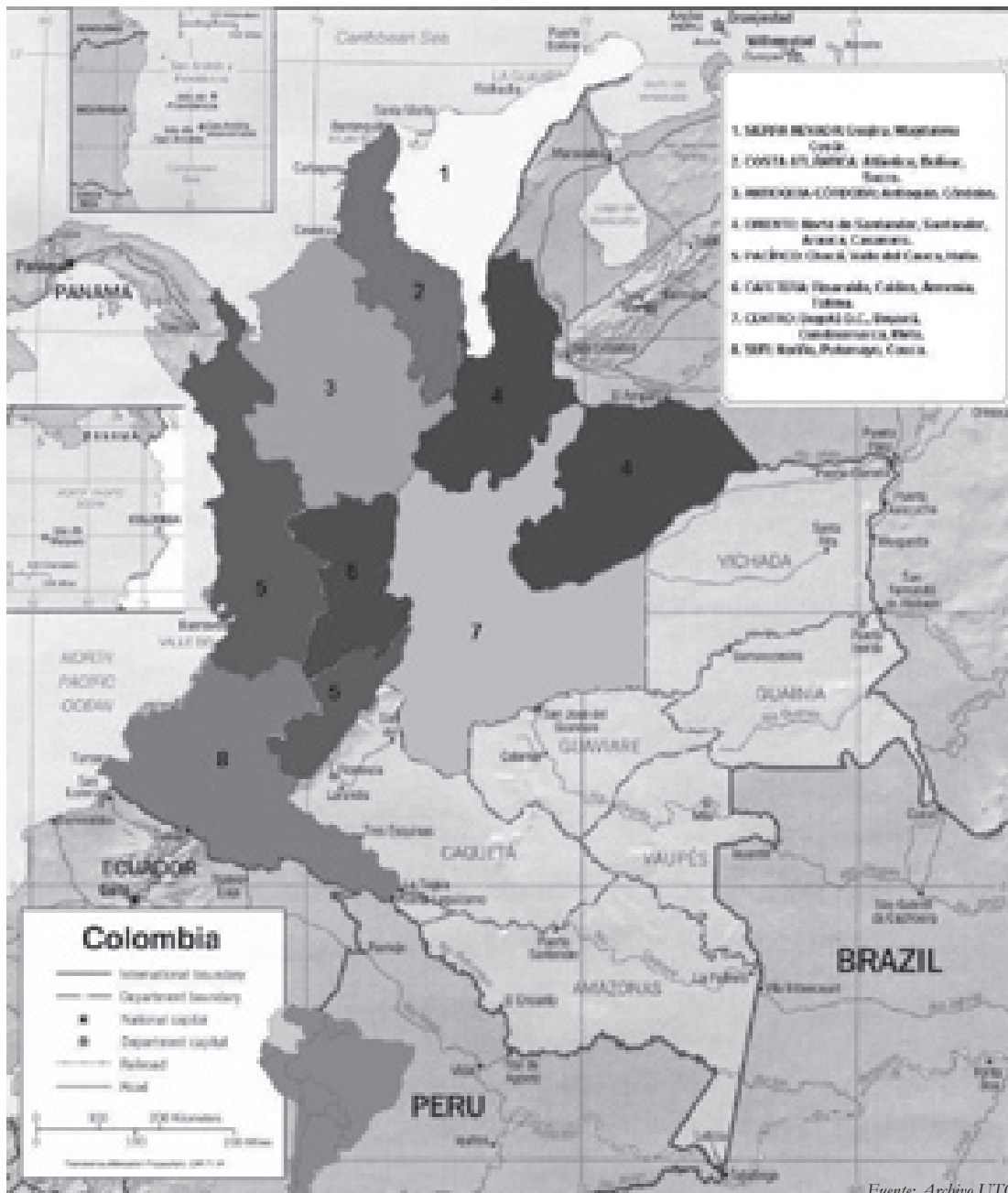
En la medida en que la problemática del agotamiento de la capa de ozono y los esfuerzos realizados por los Gobiernos para atacar este problema sean conocidos por todos, será cada vez más fácil poder avanzar en la eliminación de las SAO. La UTO realiza divulgación del tema ozono dirigida a las empresas, trabajadores y los usuarios de productos y equipos que pueden utilizar SAO, a las entidades del Estado, a las agremiaciones, a las instituciones de capacitación y a la comunidad en general, con el propósito de crear la conciencia que este problema nos afecta a todos y que las acciones realizadas en el presente, serán agradecidas por las generaciones futuras. Las actividades realizadas incluyen la organización, participación y asistencia a seminarios y talleres de capacitación; distribución de material ilustrativo como revistas, volantes, libros, manuales, videos; campañas publicitarias; celebración del día mundial de la protección de la capa de ozono, el día 16 de septiembre de cada año y la página web para ozono en la dirección: <http://.minambiente.gov.co>

<http://minambiente.gov.co>

3.4.4. Regionalización.

La UTO espera apoyar a las principales regiones del país en la implementación de los proyectos. 8 coordinadores están al frente de igual número de unidades regionales, generando cubrimiento en el 80% de los departamentos como lo muestra la Figura 2. Su labor consiste en determinar donde se encuentra focalizado el consumo, que tipo de industria lo esta demandando, cuales son los canales de distribución para poder controlar el mercado ilícito y cuales son las empresas de mantenimiento y técnicos involucrados en este mercado. Las Regionales UTO trabajan conjuntamente con las autoridades ambientales locales y mantienen una estrecha relación con los talleres de servicio en refrigeración, las aduanas y los importadores y comercializadores de sustancias refrigerantes (Ver anexo IV: directorio de coordinadores regionales UTO).

Figura 2. Regionales UTO



3.4.5. Plan Nacional de Eliminación -PNE de sustancias agotadoras de ozono.

El PNE, proyecto aprobado en el año 2004, presenta un conjunto de estrategias diseñadas para el control de uso y la sustitución definitiva de las SAO en los sectores del país donde aún se tiene consumo. Este plan debe facilitar la eliminación paulatina de las cerca de 800 toneladas de SAO que actualmente importa Colombia, conforme a los compromisos frente al PM, los cuales implican una eliminación de las importaciones de estas sustancias, del 50% para el año 2005; del 85% para el 2007 y del 100% para el 2010.



¿Qué estrategias propone el Plan Nacional de Eliminación?

- Lograr la sustitución de los CFC en las empresas aún no reconvertidas y que operan en el sector de fabricación de refrigeradores comerciales.
- Establecer y operar propuestas para la disminución del uso de los CFC en el sector de Mantenimiento en refrigeración y aire acondicionado, incluyendo el Proyecto de Certificación.
 - Eliminar las importaciones de halones (sustancias para el control de incendios).
- Implementar un sistema de monitoreo y de asistencia técnica para los proyectos desarrollados en las regiones.

La certificación de las personas que realizan mantenimiento a sistemas de refrigeración y aire acondicionado es una de las estrategias que el Plan Nacional de Eliminación propone para el sector

3.4.6. El Proyecto de Certificación

3.4.6.1. Objetivo



La UTO, a través de la implementación del Proyecto de Certificación, busca apoyar la gestión de los organismos acreditados para certificar competencias laborales en el país, con el fin de establecer sistemas de certificación que verifiquen el cumplimiento de las normas nacionales para realizar mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, especialmente aquellas relacionadas con las prácticas que aseguran la protección de la capa de ozono.

¿Dónde puede acudir un trabajador para certificar sus competencias laborales?

Dos entidades ofrecen sus servicios: SENA e ICONTEC

3.4.6.2. Certificadoras

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA: con la creación del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo y según el decreto 933 de abril de 2003, el SENA es la institución oficial encargada de regular, diseñar, normalizar y certificar las competencias laborales en Colombia. Su misión incluye también el desarrollo y consolidación de sistemas de educación y formación articulados y coordinados, requeridos por el mercado de trabajo. Tiene presencia nacional, con una dirección general y un conjunto de sedes regionales. A la fecha, 40 centros de Formación, en igual número de ciudades, tienen oferta de certificación para el sector (Ver Anexo IV).



Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC: organismo de carácter privado, sin ánimo de lucro. Está conformado por la vinculación voluntaria de todas aquellas personas jurídicas que tengan interés en fomentar la Normalización, la Certificación, la Metrología y la Gestión de Calidad en Colombia. Ha sido acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio





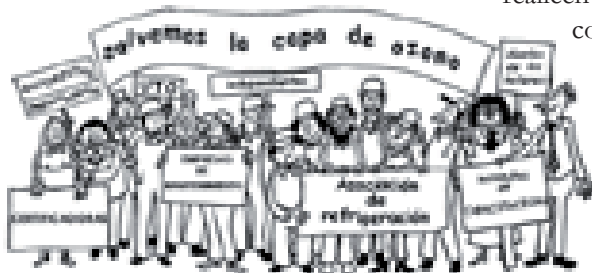
como organismo de certificación de competencias laborales. Así mismo, según decreto 2746 de 1984, ratificado por el decreto 2269 de 1993, es el Organismo Nacional de Normalización.

3.4.6.3. Avances y Resultados

- Dos certificadoras: SENA e ICONTEC con oferta de certificación en las Normas de Competencia laboral -NCL- para el sector.
- 8 talleres regionales de formación de evaluadores en los cuales se logró 255 evaluadores formados y certificados, técnicos expertos pertenecientes a empresas de mantenimiento, centros de formación del SENA, institutos de capacitación o entidades ambientales, con presencia en 40 municipios de Colombia.
- 120 instrumentos de evaluación validados y listos para aplicar en los procesos de evaluación de las normas obligatorias de la titulación “Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado”.
- 40 centros certificadoras SENA, en igual número de ciudades, preparados para atender la demanda de Certificación de las empresas y talleres de mantenimiento participantes del proyecto.
- 2100 técnicos vinculados a 300 empresas y talleres de mantenimiento, inscritos en grupos piloto como candidatos al proceso de evaluación – certificación por competencias en los diferentes centros SENA.
- Un proyecto nacional formulado en alianza con la dirección del SENA para que los centros de Formación participantes atiendan la evaluación y certificación por competencias laborales de trabajadores independientes o desempleados, con una meta de 1500 personas certificadas, en al menos, dos NCL incluida la norma ambiental.
- 47 instructores de refrigeración actualizados en prácticas ambientales para evaluar y/o capacitar en la norma ambiental.
- Más de 1200 trabajadores certificados en la norma “Manejo ambiental de sustancias refrigerantes”, prestando sus servicios en las principales ciudades del país.

¿Cómo lo logramos?

La consolidación del proceso de regionalización ha permitido que los coordinadores de la UTO realicen con efectividad las labores de caracterización,



convocatoria, registro y sensibilización de las empresas y los diferentes grupos de técnicos dispuestos a certificarse, facilitando el acercamiento entre el técnico y las certificadoras. Se han identificado aproximadamente 6000 personas en todo el país dedicadas al oficio y se han sensibilizado y registrado cerca de 4000 de ellos.

Así mismo, se ha logrado generar participación de las diferentes autoridades ambientales en el ámbito nacional y regional para garantizar el cumplimiento de las normas y facilitar la cobertura de la certificación. El proyecto prevé impulsar la certificación de los técnicos en la Norma “Manejo ambiental de sustancias refrigerantes, según la normatividad nacional e internacional vigente” y aportar la gestión necesaria para apoyar la certificación en la totalidad de las normas que la Titulación propone.

Capítulo 4.

Normatividad Nacional e Internacional

4.1. Constitución Nacional

Llamada “norma de normas”. Es un conjunto de normas de carácter superior que determinan la organización básica del Estado, los principios a los que debe obedecer su funcionamiento y las relaciones con los particulares. Su contenido se cifra en la exigibilidad de los principios, valores, fines y derechos de los ciudadanos.

4.1.1. Capítulo 3, Artículo 80

Objetivo: la Constitución Nacional promulga que es obligación del Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. El Estado debe prevenir y controlar todos los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales, exigir la reparación de los daños causados y cooperar con otras naciones en la protección de los ecosistemas.

Alcance: aplica para todos los factores ambientales y ecológicos dentro del territorio nacional. Es nuestro derecho exigir al Estado y a las instituciones que lo conforman las condiciones y garantías para cumplir la Constitución y proteger nuestros recursos naturales, agua, suelo, aire y demás.

4.1.2. Capítulo 5, Artículo 95, Numeral 8

Objetivo: según la Constitución, es deber de cada colombiano proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Alcance: aplica para todos los factores ambientales y ecológicos de los ecosistemas del territorio nacional. Como ciudadanos de este país somos responsables y partícipes de la

conservación del medio ambiente y de contribuir en la reparación de los daños que le causemos. Las personas que realizan mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, en las labores diarias de su oficio, deben velar por la conservación de los recursos y evitar acciones que atenten contra el medio ambiente; de no ser así, el Estado impondrá sanciones.

4.2. Tratados internacionales

4.2.1. Protocolo de Montreal y sus enmiendas

Objetivo: el Protocolo de Montreal es un acuerdo ambiental multilateral con un régimen de cumplimiento estricto que se desarrolló con el objeto de establecer las acciones y mecanismos para reducir y eliminar las sustancias agotadoras de la capa de ozono SAO en el mundo. Entró en vigencia el 1 de enero de 1989. Hoy en día, 189 países hacen parte del Protocolo de Montreal y se han comprometido a eliminar el consumo y la producción de SAO conforme a este tratado.

Alcance: aplica para todas las sustancias químicas que científicamente estén relacionadas con el agotamiento de la capa de ozono. Con los ajustes y enmiendas que ha tenido, controla el uso de 98 SAO, además de los equipos que, para su fabricación y funcionamiento, las requieren. Tiene aplicación para los países que lo han ratificado y han ratificado cada una de sus enmiendas.



El Protocolo de Montreal puede sufrir cambios o modificaciones a través de las llamadas "enmiendas" y "ajustes"

Enmiendas y ajustes: el Protocolo de Montreal está sujeto a cambios que reflejen los avances tecnológicos, descubrimientos científicos y aspectos económicos coyunturales relacionados con la problemática del agotamiento de la capa de ozono.

Los ajustes del Protocolo de Montreal pueden modificar los calendarios de eliminación de las sustancias ya controladas así como los valores de potencial de agotamiento de ozono –PAO. Se aplican automática y obligatoriamente a todos los países que ha ratificado el Protocolo o la enmienda pertinente que introdujo la sustancia controlada.

Las enmiendas al Protocolo de Montreal pueden introducir medidas de control para nuevas SAO. Son obligatorias sólo después de su ratificación.

Tabla 1. Enmiendas del Protocolo de Montreal

Enmienda	Año
De Londres	1990
De Copenhague	1992
De Montreal	1997
De Beijing	1998

Fuente: PNUMA 2001. www.unep.org

El Protocolo de Montreal se basa en el principio preventivo que permite a la comunidad mundial tomar medidas aún antes que todas las preguntas científicas, técnicas y económicas hayan sido resueltas en su totalidad

4.2.1.1. Medidas de control establecidas y Cronograma de eliminación

Las principales obligaciones de los países que son parte del Protocolo de Montreal surgen precisamente de las medidas de control impuestas. Los Estados parte deben cumplir con las fechas establecidas en un cronograma, tanto para la eliminación del consumo y producción de las SAO, como para su importación y exportación con países que no sean parte del Protocolo o de alguna de sus enmiendas. Las obligaciones de congelación y eliminación para los países en desarrollo denominados por el Protocolo “Artículo 5”, toman en cuenta que estos países no suelen tener fácil acceso a tecnologías alternativas, conocimientos técnicos e inversiones de capital y por consiguiente sus calendarios de congelación y eliminación se encuentran atrasados con respecto al de los países desarrollados, llamados “Artículo 2”. Esta diferencia permite proveer apoyo técnico y práctico a los países del artículo 5 para asegurar una transición paulatina hacia tecnologías que no empleen SAO.

Tabla 2. Cronograma de eliminación de SAO

Anexo	Tipo de SAO	Año para primera medida de control para países que operan al amparo del artículo 5	Año de eliminación definitiva para países que operan al amparo del artículo 5
A-I	CFC (5 principales)	1999 –Congelación de producción y/o importación	2010
A-II	Halones	2002 –Congelación de producción y/o importación	2010
B-I	Otros CFC	2003 -Reducción del 20% del consumo	2010
B-II	Tetracloruro de carbono	2005 -Reducción del 85% del consumo	2010
B-III	Metilcloroformo	2003 –Congelación de producción y/o importación	2015
C-I	HCFC	2016 -Congelación de producción y/o importación	2040
C-II	HBFC		1996
C-III	Bromoclorometano		2002
E	Bromuro de metilo		2015

Fuente: PNUMA 2001. www.unep.org

¿Cuáles son las obligaciones de Colombia? Según el Cronograma, nuestro país, Artículo 5 en el Protocolo, debe demostrar en el año 2010 la eliminación total del consumo de CFC, halones y tetracloruro de carbono



Para el metilcloroformo y bromuro de metilo el año de eliminación es el 2015. Para el caso de los HCFC o hidroclorohalogenados se debe congelar el consumo en el año 2016 y se espera lograr su eliminación definitiva en el año 2040.

4.2.1.2. Consecuencias del incumplimiento

Las Partes del Protocolo han adoptado una serie de acciones frente al incumplimiento de un país miembro. Entre otras, las siguientes:

- Prestar asistencia adecuada cuando el país indique las dificultades para lograr cumplir con sus obligaciones

- Formular advertencias
- Establecer barreras comerciales
- Imponer sanciones económicas
- Suspender derechos y/o privilegios concretos en el marco del Protocolo.

4.2.2. Protocolo de Kyoto -PK-

Objetivo: es un tratado internacional cuyo objetivo principal es disminuir el cambio climático causado por la actividad humana y manifiesto a través del llamado “efecto invernadero”. El Protocolo de Kyoto impone compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones de seis gases presentes en la atmósfera, denominados “gases efecto invernadero” que ocasionan calentamiento global. El Protocolo entró en vigor el 16 de febrero del año 2005 y ha sido ratificado por 141 países, entre ellos 30 industrializados.

Alcance: para lograr reducir un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012, este Protocolo obliga a los países industrializados a disminuir el uso de energías fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas y desincentiva el uso de refrigerantes como el CFC-12 y el HFC 134a. Los países del sur tienen obligación de hacer un inventario de sus emisiones y pueden participar a través de los mecanismos propuestos por el Protocolo: Comercio de derechos de emisión, Mecanismos de Implementación Conjunta y Mecanismos de Desarrollo Limpio.



Los gases “efecto invernadero” son el Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Perfluorurocarbono (PFC), Hexafluoruro de azufre (SF₆) y los Hidrofluorocarbonos (HFC) -como por ejemplo el refrigerante R-134a-



4.3. Legislación nacional

4.3.1. Ley 29 de 1992

Objetivo: con esta ley se adoptó en nuestro país el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987 con su enmienda adoptada en Londres -en 1990- y ajuste de Nairobi -en 1991-. Esta ley fue aprobada por el Congreso de la República.

Alcance: la participación de Colombia en el Protocolo de Montreal es ley de la República y como tal, obliga al país y a todos los colombianos a cumplir con los compromisos adquiridos bajo las directrices del Protocolo. Esta ley se constituye en el marco general para implementar las estrategias nacionales para eliminar el consumo de SAO.

4.3.2. Resolución 528 de 1997

Objetivo: esta resolución prohíbe la producción de refrigeradores, congeladores y combinación de refrigerador - congelador, de uso doméstico, que contengan o requieran para su producción u operación clorofluorocarbonos (CFC), y fija requisitos para la importación de los mismos equipos. Aprobada conjuntamente por el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Comercio Exterior.

Alcance: aplica para todos aquellos fabricantes nacionales de equipos de refrigeración y congelación de uso doméstico y para las empresas importadoras de estos equipos.

4.3.3. Resolución 304 de 2001 y Resolución 734 de 2004

Objetivo: la resolución 304 de 2001 emanada del Ministerio de Ambiente y el Ministerio de Comercio Exterior, modificada por la Resolución 734 de 2004, establece cupos anuales para las importaciones de CFC, y el mecanismo de control para asignación de los cupos de importación.

Alcance: aplica para las empresas nacionales importadoras de CFC en cualquier presentación.

4.3.4. Decreto 4741 de 2005

Objeto: busca prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.

Alcance: las disposiciones se aplican en el territorio nacional a las personas que generen, gestionen o manejen residuos o desechos peligrosos. Obliga a todas las personas que manejan sustancias químicas peligrosas para el medio ambiente a conocer y aplicar medidas en cuanto a la generación y manejo de las sustancias residuales. En el caso del sector, aplica para las sustancias refrigerantes residuales producto del uso de los diferentes refrigerantes utilizados en los servicios de mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado-, que, al final, se convierten en un peligro eminente para el medio ambiente y en especial para el deterioro de la capa de ozono.

4.4. Normas técnicas internacionales

4.4.1. ANSI/ASHRAE 34

Objetivo: el American Standard ANSI / ASHRAE 34 publicado en el año 2001 y titulado “Designation and Safety Classification of Refrigerants” es una clasificación que permite asignar de forma clara y con reconocimiento internacional los nombres y grupos de seguridad de todos los refrigerantes usados, según su composición química.

Alcance: aplica para todos los refrigerantes usados según su composición química. La clasificación está más ampliamente detallada en el numeral 5.2 de esta cartilla.

4.4.2. ISO: 7,10, 22, 32, 68, 220

Objetivo: la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) estableció desde 1975 el sistema para especificar la viscosidad de los aceites industriales mediante un número estándar que se agrega al final del nombre de todos los aceites industriales, incluidos los usados en refrigeración.

Alcance: aplica a todos los aceites industriales, incluidos los usados en refrigeración. Si desea profundizar más en el tema de aceites remítase al numeral 6 de esta cartilla.

4.4.3. ARI 740 , ISO 11650

Objetivo: el Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado (ARI) de los Estados Unidos formuló este estándar para establecer métodos de prueba con el fin de definir y evaluar el funcionamiento de equipos de recuperación y/o reciclaje frente a niveles de pureza o contaminación, capacidad, velocidad y pérdidas por purga para minimizar la emisión a la atmósfera de refrigerantes de referencia.

Alcance: aplica para equipos de recuperación y/o reciclaje de refrigerantes puros, mezclas azeotrópicas y zeotrópicas y sus contaminantes normales presentes en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Este estándar define el equipo de prueba, procedimientos de muestreo y técnicas analíticas que serán usados para determinar el funcionamiento del equipo de recuperación y/o reciclaje de refrigerantes hidrocarburos halogenados y mezclas que contienen hidrocarburos halogenados. La última versión publicada es de 1998.

La ISO 11650 de 1999 es, en esencia, igual a la ARI 740

4.4.4. Guía Q – ARI

Objetivo: esta guía de referencia, expedida por el Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado –ARI- de los Estados Unidos, sobre recuperación de contenido y reciclaje apropiado de cilindros de refrigerante ofrece un procedimiento para recuperar el contenido y posterior reciclaje de cilindros.

Alcance: se puede aplicar para los cilindros de refrigerante halogenado rellenables y no rellenables –desechables-, que cumplen especificaciones del Departamento de Transporte Americano –DOT, con capacidad mayor a 8 libras de agua y usados para transportar refrigerante vendido en los Estados Unidos.

Esta guía NO aplica para cilindros de almacenamiento y/o transporte de refrigerantes halogenados recuperados. En este caso se puede consultar la Guía K - ARI



4.4.5. Guía K – ARI

Objetivo: esta guía de referencia, expedida por el Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado –ARI- de los Estados Unidos, trata sobre recipientes o contenedores para refrigerantes halogenados no flamables recuperados y describe buenas prácticas, útiles para quienes suministran, usan, almacenan y transportan este tipo de recipientes.

Alcance: aplica para recipientes con presiones de servicio no mayor a 400 psig en almacenamiento y transporte de refrigerantes halogenados no flamables recuperados. No aplica para recipientes a presión fabricados con las especificaciones de la American Society of Mechanical Engineers –ASME- que no hayan sido aprobados por el Departamento de Transporte Americano –DOT.

4.4.6. Guía N - ARI

Objetivo: esta guía de referencia, expedida por el Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado (ARI) de los Estados Unidos, asigna colores para los recipientes de refrigerantes. Así mismo, establece definiciones y consideraciones básicas para el desarrollo de la guía de colores y sus criterios de asignación.

Alcance: aplica para identificar por colores los envases y/o cilindros de refrigerantes usados corrientemente y producidos en cantidades significativas.

Esta guía NO asigna colores para los cilindros destinados a contener refrigerante recuperado y/o reciclado. En este caso, consulte la Guía K-ARI



Capítulo 5.

Sustancias Refrigerantes

Refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia



Los refrigerantes, por su interacción con su objetivo primario, se pueden agrupar en:

Refrigerantes primarios: aquellos que absorben calor al evaporarse a ciertos niveles de temperatura y presión para transferirlo a temperatura y presión más elevadas.

Refrigerantes secundarios: cualquier fluido enfriado mediante un refrigerante primario y que circula como fluido de transferencia de calor para retirar la carga térmica del sistema.

5.1. Denominación

Los refrigerantes se conocen por su fórmula, nombre químico o por su denominación simbólica numérica adoptada internacionalmente

El American Standard ANSI / ASHRAE 34, como denominación simbólica numérica, asignó un código que identifica a cada refrigerante el cual consiste de una letra seguido por un número. Este código se establece a partir de su fórmula química así:

- La letra R mayúscula significa refrigerante.
- La primera cifra de la derecha en los compuestos que carezcan de Bromo indicará el número de átomos de Flúor de su molécula.
- El segundo dígito indica el número de átomos de Hidrógeno de su molécula más uno.

- El tercer dígito indica el número de átomos de Carbono en su molécula menos uno. Cuando este último dígito es cero no se escribe en su denominación.
- El número de átomos de Cloro se calcula con la siguiente fórmula:

$$Cl = C - F - H$$

Donde: Cl = No. átomos de Cloro

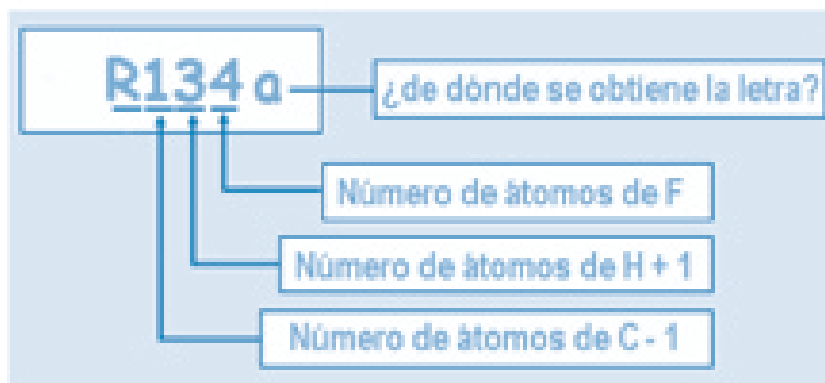
C = No. total de átomos que pueden estar unidos a los átomos de carbono; si la molécula tiene 1 átomo de Carbono entonces C=4; si la molécula tiene 2 átomos de Carbono entonces C=6

F = No. átomos de Fluor

H = No. átomos de Hidrógeno

Para entender mejor...veamos un ejemplo con un refrigerante muy conocido, el Tetrafluoroetano: su fórmula química es CF_3CH_2F entonces, su denominación simbólica numérica se obtiene según muestra la Figura 3:

Figura 3. Denominación para refrigerantes



Del ejemplo anterior, se tienen 4 átomos de Flúor, 2 átomos de Hidrógeno y 2 átomos de Carbono. Y, según la fórmula, el número de átomos de Cloro presentes en una molécula de refrigerante R134a será:

$$Cl = C - F - H$$

$$Cl = 6 - 4 - 2$$

$$Cl = 0$$

Así, se concluye que la molécula de R134a no tiene átomos de Cloro, por lo tanto, no afecta la capa de ozono.

La letra se obtiene de.....

Existen refrigerantes que han tomado como base otro refrigerante y por voluntad del fabricante se ha modificado su estructura interna de modo diferente para alterar ciertas propiedades. A estos nuevos refrigerantes, por tener la misma composición química de sus predecesores, se les aplica el ejercicio anterior y se denominan de igual forma sin embargo, para evitar una denominación

repetida se agregan letras en minúscula al final de su denominación original, ejemplo: R134 y R134a.

Denominación de mezclas zeotrópicas y azeotrópicas: Las mezclas están denominadas por su número de refrigerante y proporciones de masa respectivas. Su denominación obedece al aumento de los puntos de evaporación normal de los componentes.

Las mezclas zeotrópicas: tienen asignados números de la serie 400, éste número establece cuáles componentes están en la mezcla pero no la cantidad de cada uno de ellos. Para diferenciar zeótropos que tienen los mismos componentes pero con diferentes cantidades en masa, se agrega al final de la denominación una letra en mayúscula. Esta letra obedece a un orden cronológico, según su aprobación ASHRAE.

Ejemplo: R407A	(R32/R125/R134a (20/40/40))
R407B	(R32/R125/R134a (10/70/20))
R407C	(R32/R125/R134a (23/25/52))
R407D	(R32/R125/R134a (15/15/70))
R407E	(R32/R125/R134a (25/15/60))

Las mezclas azeotrópicas: tienen asignados números de la serie 500.

Ejemplo: R507 (R125/R143a (50/50))

Denominación de compuestos orgánicos e inorgánicos: Los compuestos orgánicos misceláneos tienen asignados la serie 600, ejemplo R600a para el isobutano; mientras que los compuestos inorgánicos tienen asignados la serie 700 y su número de identificación se completa agregando la masa molecular,

Ejemplo: R717 asignado para el amoníaco porque 17 es su masa molecular.

5.2. Clasificación de los refrigerantes (ASHRAE 34)



El American Standard ANSI / ASHRAE 34 también clasifica los refrigerantes por su grupo de seguridad, esta clasificación consta de UNA LETRA que indica su toxicidad y UN NÚMERO que indica su flamabilidad.

Según su toxicidad, los refrigerantes están divididos en dos grupos:

- Clase A, toxicidad no identificada para concentraciones inferiores o iguales a 400 ppm.
- Clase B, se tiene evidencia de toxicidad a concentraciones inferiores a 400 ppm.

Según su flamabilidad, los refrigerantes están divididos en tres grupos:

- Clase 1, no muestra propagación de llama cuando se prueba en aire a 21°C y 101 kPa.
- Clase 2, límite inferior de flamabilidad superior a 0.10 kg/m³ a 21°C y 101 kPa y un calor de combustión inferior a 19 kJ/kg.
- Clase 3, altamente flamable definido por un límite inferior de flamabilidad inferior o igual a 0.10 kg/m³ a 21°C y 101 kPa o un calor de combustión superior o igual a 19 kJ/kg.

La Tabla 3 resume los grupos que la norma ASHRAE 34 propone para los refrigerantes y la Tabla 4 presenta la clasificación de los refrigerantes mas utilizados según esta norma.

Tabla 3. Clasificación de los refrigerantes según ANSI / ASHRAE 34

	Baja toxicidad (A)	Alta toxicidad (B)
Alta inflamabilidad (3)	A3	B3
Baja inflamabilidad (2)	A2	B2
No propaga llama (1)	A1	B1

Fuente: www.emc.uji.es

Tabla 4. Clasificación de los algunos refrigerantes

Clasificación	Denominación	Composición o fórmula química	Clasificación de Seguridad
COMPUESTO INORGÁNICO			
R717	Amoníaco	NH ₃	B2
R718	Agua	H ₂ O	A1
R744	Dióxido de carbono	CO ₂	A1
COMPUESTO ORGÁNICO			
Hidrocarburos			
R170	Etano	C ₂ H ₆	A3
R290	Propano	C ₃ H ₈	A3
R600a	Isobutano	C ₄ H ₁₀	A3
Halocarbonados			
Clorohalogenados (CFC)			
R11	Triclorofluorometano	CCl ₃ F	A1
R12	Diclorodifluorometano	CCl ₂ F ₂	A1
Hidroclorohalogenados (HCFC)			
R22	Clorodifluorometano	CHClF ₂	A1
R141b	1,1-dicloro-1-fluoroetano	CH ₃ CCl ₂ F	A2
R142b	1-cloro-1,1-difluoroetano	CH ₃ CClF ₂	A2
Hidrohalogenados (HFC)			
R32	Difluorometano	CH ₂ F ₂	A2
R125	Pentafluoroetano	CHF ₂ CF ₃	A1
R134a	1,1,1,2-tetrafluoroetano	CH ₂ FCF ₃	A1
R143a	1,1,1-trifluoroetano	CH ₃ CF ₃	A2
R152a	1,1-difluoroetano	CH ₃ CHF ₂	A2
Mezclas azeotrópicas			
R502		R22/R115 (48.8/51.2)	A1
R507		R125/R143a (50/50)	A1
Mezclas zeotrópicas			
R404A		R125/R143a/R134a (44/52/4)	A1
R407C		R32/R125/R134a (23/25/52)	A1
R410A		R32/R125 (50/50)	A1

5.2.1. Refrigerantes Inorgánicos

Son compuestos químicos o combinaciones de los elementos de la tabla periódica que no contienen carbono, excepto el CO_2 ; los refrigerantes inorgánicos más comunes son el agua, amoníaco y dióxido de carbono.

5.2.1.1. Agua

El agua, R718, es un líquido incoloro, inodoro e insípido que está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Sus propiedades físicas se utilizan como patrones para definir, por ejemplo, escalas de temperatura.

Como refrigerante primario, el agua es utilizada en los procesos de refrigeración por absorción acompañado del bromuro de litio o amoníaco en máquinas de aire acondicionado y como absorbedor acompañado del amoníaco en máquinas de refrigeración; se utiliza también como refrigerante en máquinas de refrigeración por eyección.



El agua es una opción refrigerante atractiva porque no es tóxica ni inflamable. Sin embargo, es un refrigerante que funciona a muy baja presión

Debido a las bajas presiones y las tasas muy elevadas de flujo volumétrico que requieren los sistemas de compresión de vapor de agua, es necesario recurrir a diseños de compresores que son poco habituales en el sector del aire acondicionado.

Como refrigerante secundario, el agua se utiliza en sistemas tipo “chillers” empleados para acondicionar aire, congelar y mantener pistas de patinaje sobre hielo y facilitar procesos industriales donde se requiera control de temperatura.

5.2.1.2. Amoníaco

El amoníaco, R717, es un gas incoloro, corrosivo, irritante, tóxico y de olor sofocante. Su fórmula química es NH_3 . Se emplea en la industria textil, como refrigerante, en la producción de fertilizantes y en productos de limpieza, entre otros. Aunque no afecta metales ferrosos como el aluminio y el bronce fosfórico, en la presencia de humedad destruye los metales no ferrosos como el zinc, cobre, y sus aleaciones.

Por sus cualidades termodinámicas, el amoníaco es uno de los mejores refrigerantes: según la productividad de enfriamiento, supera considerablemente a los R12, R11, R22 y R502, y tiene más alto coeficiente de transferencia de calor, lo que permite usar tuberías de menor diámetro en los aparatos de transferencia de calor de similar capacidad. En conjunto con hidrógeno y agua, se utiliza en refrigeradores domésticos y comerciales, eliminando el uso de compresor gracias al principio de absorción. Respecto al R22, el amoníaco tiene un valor alto de “calor de vaporización” y como consecuencia presenta un comparativamente pequeño consumo de masa del refrigerante circulante. Esta es una cualidad ventajosa para grandes capacidades de refrigeración pero hace difícil la regulación de la entrega del amoníaco al evaporador con bajas potencias.

Recuerde:

- Los aceites de refrigeración usados en combinación con amoníaco deben presentar requerimientos estrictos de estabilidad térmica
- Por su alta conductividad, no se aconseja usar el R717 para compresores herméticos ni semiherméticos
- La proporción en masa de humedad en el amoníaco no debe exceder 0,2%, de lo contrario se forman lodos, con un fuerte olor característico, que tienen que evacuarse periódicamente del sistema.

- Para capacidades industriales con potencia de más de 20 Kw., el amoníaco es la mejor alternativa.

5.2.1.3. Dioxido de Carbono - CO₂

El dióxido de carbono es un gas incoloro e incombustible cuya fórmula química es CO₂. El R744 se conoce también como bióxido de carbono, óxido de carbono (IV) y anhídrido carbónico.

El CO₂ está presente en la atmósfera, en un ciclo natural: animales, plantas y microorganismos lo liberan como resultado de la respiración y las fermentaciones y a su vez, las plantas verdes lo utilizan como fuente de carbono. Sus principales fuentes naturales son los océanos, volcanes, incendios, así como la respiración de los seres vivos o la descomposición de materia orgánica. Desafortunadamente, el hombre produce grandes cantidades de CO₂ con los diferentes procesos industriales, la deforestación y, especialmente, cuando utiliza combustibles fósiles -petróleo y carbón-, para el transporte y la producción de energía. Entonces, se convierte en un contaminante atmosférico, un gas “efecto invernadero”, con una permanencia en la atmósfera estimada en más de 100 años.

El CO₂ tiene varias propiedades convenientes como refrigerante: disponibilidad, bajo PCG³, baja toxicidad y costo reducido. Aunque se le atribuye una baja eficiencia energética, su uso como refrigerante alternativo se ha difundido, especialmente en grandes compañías con amplios programas ambientales



Es probable también que los sistemas fabricados con CO₂ sean de menor tamaño que los que usan refrigerantes comunes. Sin embargo, estas ventajas se ven compensadas por el hecho que el uso del CO₂ en las aplicaciones de aire acondicionado exige altas presiones de funcionamiento, lo que reduce la eficiencia operativa y por ende contribuye a producir un mayor nivel de emisiones indirectas de CO₂ a causa del mayor consumo de energía. El CO₂ está comenzando a encontrar aplicación en sistemas industriales como refrigerante de baja temperatura y en sistemas configurados en cascada, con amoníaco en la fase superior y CO₂ en la fase inferior. La eficiencia energética de los sistemas que funcionan con CO₂ puede ser similar a la de los que usan HCFC-22, amoníaco y R410A, con un rango de evaporación de entre -40°C y -50°C. El CO₂ también se usa como fluido termoportador en los sistemas indirectos. Existen perspectivas de usar el dióxido de carbono en sistemas de aire acondicionado en automóviles y trenes. También se espera encontrarlo como refrigerante en refrigeradores domésticos y bombas de calor.

5.2.2. Refrigerantes Orgánicos

Son compuestos químicos o combinaciones de los elementos de la tabla periódica que contienen carbono, excepto el CO₂; los refrigerantes orgánicos más comunes son los hidrocarburos, los halocarbonados y combinaciones entre ellos.

5.2.2.1. Hidrocarburos

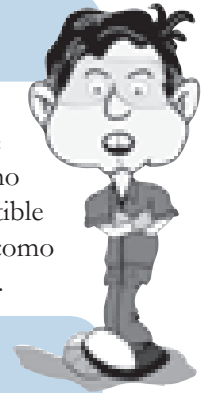
Se conoce con este nombre a los compuestos bioquímicos formados únicamente por carbono e hidrógeno. Químicamente, consisten en una estructura de carbono a la que se unen átomos de hidrógeno. Los refrigerantes pertenecientes a este grupo son: el etano (R170), el propano (R290) y el isobutano (R600a).

Etano R170: gas inflamable, incoloro e inodoro. El etano es más pesado que el aire; puede alcanzar largas distancias, localizar una fuente de ignición y regresar en llamas. Puede formar mezclas explosivas con el aire. Conocido también como Bimetil, dimetil, metilmetano o etil hidruro.

3. Ver “Unidades de medida ambiental”.

**Los escapes de este gas: un peligro para la salud...
ocasionan asfixia por desplazamiento de oxígeno**

Propano R290: gas inflamable, incoloro, con un ligero olor a altas concentraciones. Se utiliza como materia prima para diversos procesos químicos como reformación de vapor, clorinación y nitruración. En la fabricación de negro humo y otros productos como tetracloruro de carbono, acrílico-nitrilo, percloroetileno y tetracloroetano, como combustible mezclado con propileno y butano, como solvente para retirar asfaltos en el crudo y como refrigerante y propelente. Conocido también como Dimetil metano o hidruro de propilo.



**Atención: los hidrocarburos o sus mezclas utilizadas para refrigeración requieren niveles de pureza y prácticas de mezcla que sólo puede garantizar el fabricante.
No "ensaye" con hidrocarburos destinados para otros fines**

Isobutano R600a: es un gas licuado comprimido incoloro, de olor característico, es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo con posible ignición en punto distante. Conocido también como 2-Metilpropano; 1,1-Dimetiletano o Trimetilmetano. Este refrigerante es uno de los principales sustitutos de los CFC especialmente en el sector doméstico. Sin embargo, los procesos, diseños de fabricación y mantenimiento deben tener en cuenta su carácter inflamable. Ello exige la adopción de medidas tales como la adecuada ventilación, el uso del equipo eléctrico apropiado, la prevención de fugas de refrigerante y del acceso a los componentes eléctricos, el uso de materiales eléctricos sellados o con dispositivos antichispas cuando se tiene acceso a fugas de refrigerante y el uso de técnicas apropiadas de soldadura, preferentemente evitando las operaciones de soldadura en sistemas ya cargados.

Algunas mezclas de hidrocarburos han permitido la sustitución del refrigerante en equipos domésticos sin necesidad de intervenir el sistema para cambiar componente alguno, en un procedimiento conocido como "drop in"

Los hidrocarburos y sus mezclas, que han tenido un uso limitado, presentan propiedades termodinámicas adecuadas y permiten lograr un alto nivel de eficiencia energética. La sustitución de refrigerantes por hidrocarburos, se realiza con productos que contienen propano, en mayor proporción, y mezclas con isobutano y etano. Para la sustitución de refrigerantes tipo SAO por hidrocarburos, actualmente, en el mercado mundial se consiguen productos con los contenidos presentados en la Tabla 5:

Tabla 5. Sustitución con hidrocarburos

Aplicación	Refrigerante tipo SAO	Refrigerante tipo Hidrocarburo
Doméstico y aire acondicionado vehicular	R12	- Isobutano (R600a) - Mezcla isobutano-propano (R600a/R290)
Cuartos fríos de congelación	R502	- Mezcla propano-etano (R290/R170)
Aire acondicionado	R22	- Propano (R290)

5.2.2.2. Halocarbonados

Son compuestos químicos o combinaciones de átomos que consisten de una estructura de carbono a la que se unen átomos del grupo VII A de la tabla periódica conocidos como Halógenos (Flúor, Cloro y/o Bromo). Los refrigerantes pertenecientes a este grupo se dividen en tres grupos básicos así: CFC, HCFC, HFC y mezclas entre ellos.

CFC: un clorofluorocarburo o clorofluorocarbono es cada uno de los derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de cloro y flúor. El no contener hidrógeno en su molécula los hace compuestos muy estables. La amplia utilización de los CFC como gases refrigerantes se debió a que no son tóxicos, son inertes, inflamables y pueden operar en un amplio rango de presiones, características que permiten flexibilidad en los materiales del sistema. Debido a que estos CFC son dañinos para la capa de ozono, su producción y uso está controlado por el Protocolo de Montreal, con estrictas medidas asumidas por los países firmantes. En Colombia, desde 1997 el uso de CFC para la fabricación de equipos de refrigeración doméstica está prohibido y se estima que para el año 2007 el uso de los CFC como refrigerantes en fabricación de equipos y como agente espumante en poliuretanos y poliestirenos estará prohibido. En el sector de mantenimiento se ha desincentivado su consumo a la vez que su escasez en el mercado se hace evidente debido a la reducción gradual de las importaciones con cierre definitivo para el año 2010.

HCFC: un hidroclofluorocarburo o hidroclofluorocarbono es cada uno de los derivados de los hidrocarburos que contienen átomos de hidrógeno, cloro y flúor. Además, contienen un átomo de hidrogeno en su molécula lo cual les permite oxidarse con mayor rapidez en la parte baja de la atmósfera y afectar menos la capa de ozono. Son sustitutos a medio plazo de los CFC, por unos 30 años más, aunque este periodo se podría acortar debido a las presiones internacionales, movimientos ecológicos internacionales, o intereses comerciales. Los refrigerantes de esta familia más utilizados son el R22 en aplicaciones de aire acondicionado, bombas de calor y refrigeración comercial y el R123 en chillers centrífugos de aire acondicionado.

Los HCFC, como refrigerantes de transición, siguen siendo una buena alternativa en sistemas comerciales de refrigeración y aire acondicionado con una corta vida útil pues su fabricación y uso ya está siendo controlado



HFC: un hidrofluorocarburo o hidrofluorocarbono es cada uno de los derivados de los hidrocarburos que contienen átomos de Hidrógeno y Flúor y no contienen cloro en su molécula oxidándose con gran rapidez en capas bajas de la atmósfera. Su uso aparece como una alternativa para sustituir los CFC puesto que no afectan la capa de ozono, sin embargo, los refrigerantes de esta familia son “gases efecto invernadero”, que ocasionan problemas de calentamiento global. El R134a, en equipos de aire acondicionado y en refrigeración doméstica y comercial, es el refrigerante más conocido de esta familia.

El uso de R134a, conocido erróneamente en el comercio como “refrigerante ecológico”, ocasiona serios problemas ambientales debido a su elevado valor de PCG⁴

Se han examinado varias tecnologías no tradicionales para evaluar su capacidad de reducir el consumo y la emisión de HFC. Existen tecnologías de refrigeración alternativas como el ciclo de

4. Ver “Unidades de medida ambiental, capítulo 5.4.”.

Stirling, el ciclo de absorción y los sistemas termoeléctricos, termoiónicos y termoacústicos, que se siguen utilizando en aplicaciones o situaciones especiales en que los sistemas de funcionamiento básicos son diferentes a los de los refrigeradores domésticos convencionales. En nuestro país ya se encuentran refrigeradores con capacidad volumétrica hasta 45 litros que funcionan por procesos termoeléctricos.

Mezclas: unión de dos o más sustancias refrigerantes distribuidas uniformemente en proporciones variables. Las mezclas se emplean para alcanzar propiedades que cumplen con muchos propósitos útiles en refrigeración y surgen como alternativas transitorias adicionales para ayudar a acelerar el abandono de las sustancias destructoras de ozono. Por ejemplo, una mezcla de componentes inflamables y no inflamables puede resultar en un producto no inflamable. Las mezclas pueden dividirse en dos categorías: zeotrópicas y azeotrópicas

Bajo ninguna circunstancia se deben mezclar refrigerantes artesanalmente para ser cargados en un sistema, pues se causarán daños irreparables en el equipo y se perjudicará al cliente. Solamente un fabricante reconocido de mezclas refrigerantes informa los rangos de operación técnica de sus productos y los respalda con la garantía de compra



- **Mezclas Zeotrópicas:** se llama así a las mezclas formadas por dos o más componentes (refrigerantes puros) de diferente volatilidad. Cuando estas mezclas se evaporan o se condensan en un sistema de refrigeración, su composición y su temperatura de saturación cambian. Al hervir esta mezcla en un evaporador, la composición del líquido remanente cambia. Esto es, al empezar a hervir el líquido, se evapora un porcentaje más elevado del componente más volátil. Por lo tanto, conforme continúa hirviendo la mezcla, el líquido remanente tiene menor concentración del componente más volátil, y mayor concentración del menos volátil.

El cambio de composición del líquido da como resultado un cambio en el punto de ebullición. La temperatura a la cual empieza a hervir el líquido (líquido saturado), se conoce como “punto de burbuja” (bubble point). La temperatura a la cual se evapora la última gota de líquido (vapor saturado) se llama “punto de rocío” (dew point). A una misma presión, la temperatura del punto de burbuja es más baja que la del punto de rocío para cualquier mezcla zeotrópica. A este fenómeno se le conoce como “deslizamiento de temperatura” (glide). Este deslizamiento de temperatura también ocurre en el condensador, pero aquí, la temperatura de condensación disminuye en lugar de aumentar. El deslizamiento de temperatura puede variar, dependiendo de la mezcla, desde 1° o 2 °C hasta varias decenas de grados centígrados.

A las mezclas zeotrópicas comerciales, se les debe asignar un número de identificación en la serie 400. Este número indica qué componentes se encuentran en la mezcla, pero no el porcentaje de cada uno de ellos. La mezcla zeotrópica mas utilizada en refrigeración comercial es el R404A mientras que en aire acondicionado se utiliza el R407C y el R410A.

- **Mezclas Azeotrópicas:** se llama así a las mezclas de dos o más componentes de diferente volatilidad, las cuales, al ser utilizadas en un sistema de refrigeración, NO cambian su composición ni su temperatura de saturación al hervir en el evaporador, o se condensan a una presión constante.

La composición del líquido es la misma que la del vapor. Las mezclas azeotrópicas pueden inclusive ser destiladas, sin que cambie su composición. Al combinar los componentes, la mezcla resultante se comporta en muchas maneras, como si fuera un solo refrigerante puro, con una sola temperatura de saturación correspondiente a una presión dada. Generalmente el punto de

ebullición resultante de una mezcla azeotrópica, es menor o igual que el del componente con el más bajo punto de ebullición.

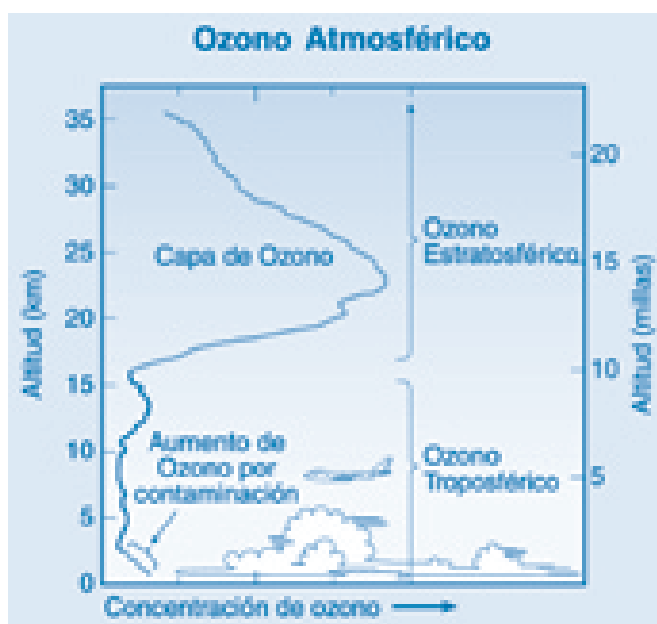
A las mezclas azeotrópicas que se comercialicen, deberá asignárseles un número de identificación progresiva de la serie 500. La mezcla azeotrópica mas utilizada en refrigeración comercial es el R507.

5.3. Problemas ambientales asociados al uso de refrigerantes

5.3.1. La destrucción de la capa de ozono y sus consecuencias

La capa de ozono y su función: El ozono es un gas incoloro, inestable, de olor característico, que está presente en la atmósfera terrestre de manera natural. Las moléculas de ozono son químicamente idénticas, cada una con tres átomos de oxígeno pero su concentración varía con la altura: el ozono de la estratósfera nos protege de la radiación ultravioleta del sol, mientras que el ozono presente en la tropósfera tiene efectos tóxicos sobre los seres vivos. En la Figura 4 se puede observar la variación con la altura de la concentración de ozono y la localización de la llamada “capa de ozono”.

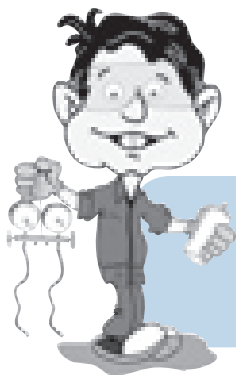
Figura 4. Distribución del ozono atmosférico



Fuente: *Veinte Preguntas y Respuestas sobre la Capa de Ozono. Evaluación Científica del Agotamiento de Ozono: 2002*

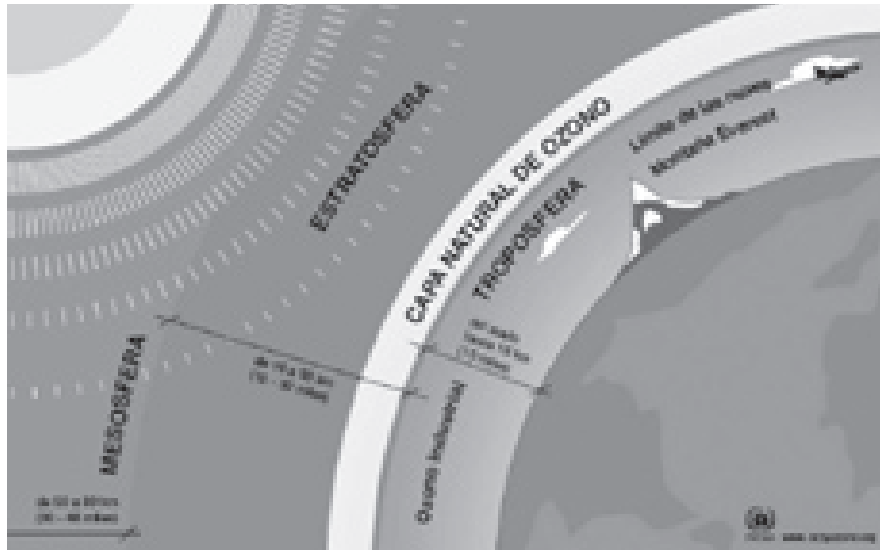
La mayoría de las moléculas de ozono, cerca del 90%, se encuentran en la atmósfera superior -la estratosfera-, entre 10 y 50 kilómetros por encima de la superficie terrestre.

Se le llama “capa de ozono” a la concentración máxima de ozono presente en la atmósfera terrestre de manera natural. Como muestra la Figura 5, esta maravillosa capa esta ubicada en la estratosfera, por encima de los 15 Km. de altura, tiene un espesor



de unos 40 Km. y rodea a la Tierra como un tenue manto, esencial para la vida en la superficie del planeta, porque actúa como un escudo protector ante los peligrosos rayos ultravioleta del sol

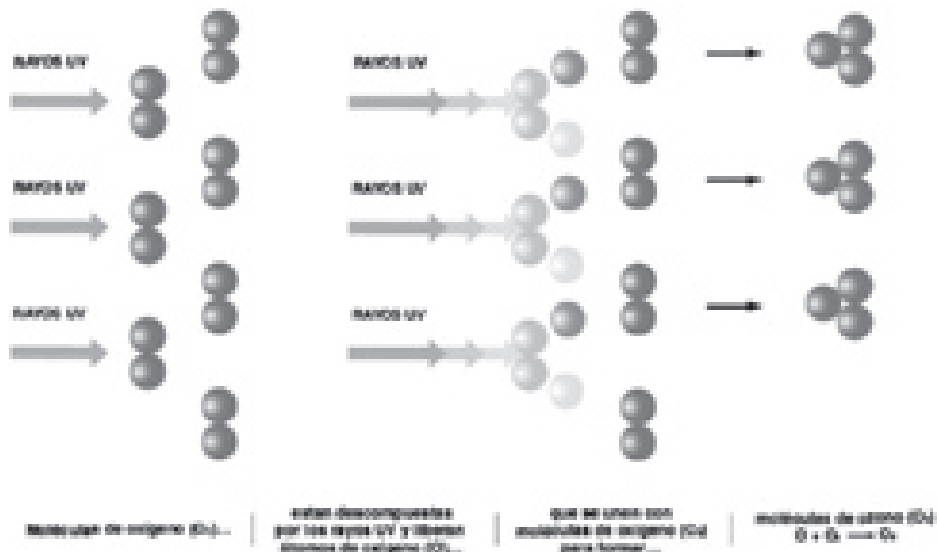
Figura 5. La capa de ozono



Fuente: www.ozgyozone.org

La formación de la capa de ozono constituye uno de los procesos más trascendentes en la historia de nuestro Planeta. Las investigaciones científicas indican que su origen se remonta a unos 2000 millones de años atrás. La importancia de la capa de ozono radica en su capacidad para filtrar la radiación Ultravioleta B (UV-B), proveniente del sol. De no existir este filtro atmosférico, no se habría desarrollado la vida como la conocemos hoy en día, pues la luz ultravioleta tiene un nivel de energía suficiente para penetrar la pared celular y producir daños letales a la mayoría de los organismos terrestres y acuáticos. En la Figura 6 se observa la dinámica de formación del ozono natural.

Figura 6. Formación del ozono natural



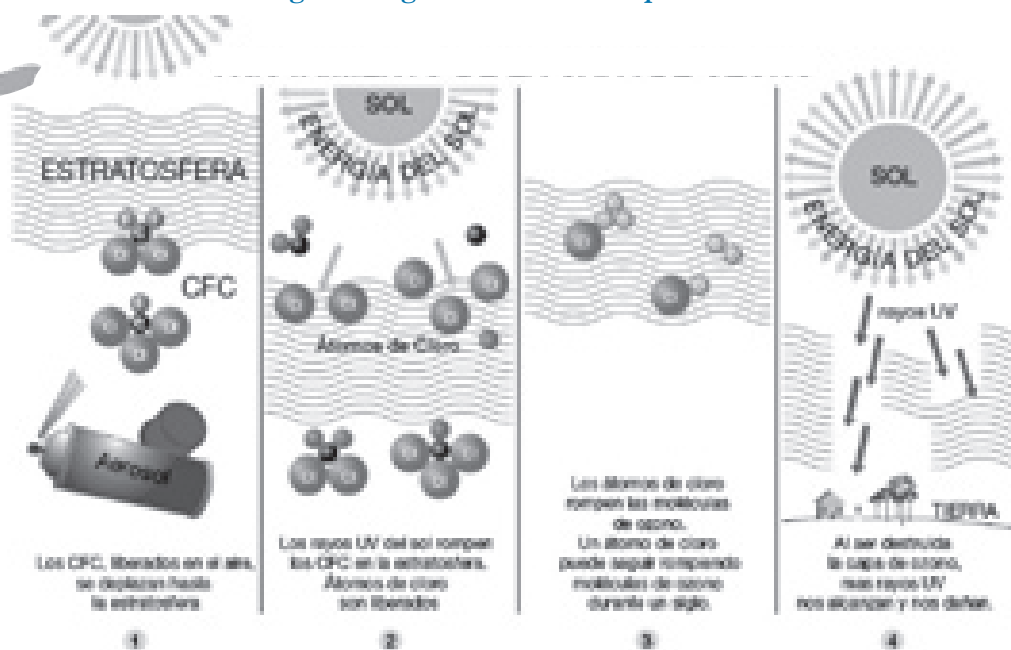
Fuente: www.ozgyozone.org

Las SAO y la destrucción de capa de ozono: Hacia 1980 la comunidad científica mundial demostró el daño que ciertos productos químicos denominados halocarbonos, compuestos que contienen cloro, flúor, bromo, carbono e hidrógeno le hacen a la capa de ozono, debido a su alta persistencia en la atmósfera y a la comprobada acción del cloro libre sobre las moléculas de ozono. Se estima que cada átomo de cloro puede destruir unas 100.000 moléculas de ozono antes de desaparecer de la estratosfera. La Figura 7 resume en cuatro etapas el proceso de destrucción de la capa de ozono.



Hoy en día, no hay duda de la destrucción de la capa de ozono por efecto de las llamadas Sustancias Agotadoras de Ozono -SAO-, generadas por la actividad humana

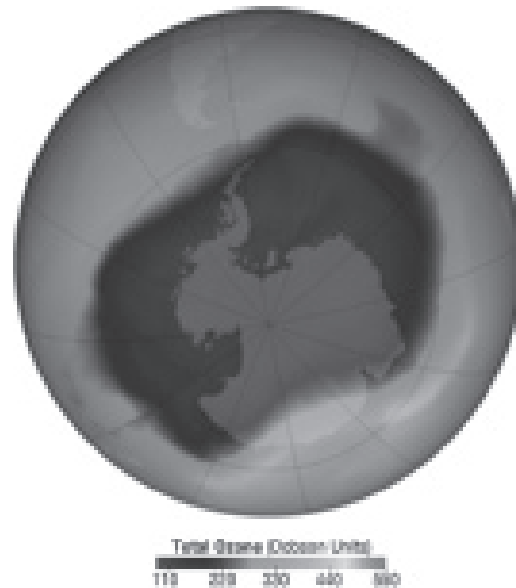
Figura 7. Agotamiento de la capa de ozono



Fuente: www.ozgyozone.org

La noticia generó una gran alarma mundial, se crearon mecanismos de vigilancia satelital del ozono en diferentes partes del mundo, comprobándose que, sobre la Antártida -en el Polo Sur- cada año durante la primavera austral, de septiembre a octubre, se destruyen millones de moléculas de ozono hasta formar un “gran agujero”. Las condiciones climáticas del Polo Sur incrementan la destrucción del ozono: los movimientos del aire atmosférico y las llamadas “nubes estratosféricas polares” en presencia de la luz solar hacen que las SAO se conviertan en formas más reactivas de cloro, con gran poder de destrucción. El resultado: una zona de la atmósfera terrestre en donde la presencia total de ozono estratosférico es mínima, un “agujero de ozono”, nombre que proviene de las imágenes satelitales como la que se observa en la Figura 8. Actualmente, el agotamiento de ozono sobre la Antártida se estudia y se documenta cada año mediante observaciones hechas desde satélites, bases terrestres y con instrumentos a bordo en globos.

Figura 8. Imagen satelital del “Agujero de ozono”, septiembre 23 de 2006



Fuente: www.ozonewatch.gsfc.nasa.gov

Usos de las SAO: Las aplicaciones de las SAO son diversas. En la Tabla 6 se enuncian los usos mas comunes y las SAO asociadas.

¿Cómo se ha producido este problema ambiental global? Pues el problema se generó por el uso de diferentes SAO, fabricadas artificialmente, en especial para la refrigeración, aunque han tenido muchas otras aplicaciones. Las mas conocidas y usadas de ellas son los Clorofluorocarbonos (CFC), Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y Bromofluorocarbonos (Halones)

Tabla 6. Usos más comunes de las SAO

Aplicación	SAO
Espumas sintéticas rígidas y flexibles para colchones, asientos y mobiliario.	CFC/ 11, 12 y 113. HCFC 141b y 142b.
Aerosoles, esterilizantes, solventes y limpiadores.	CFC/ 11, 12, 113. HCFC/ 141 b y 142 b. TCC, TCA y BMA.
Refrigeración doméstica, comercial e industrial.	CFC 11, 12, 113, 114, 115. HCFC 22, 123, 142b.
Aire acondicionado doméstico, comercial, chillers, y para medios de transporte.	CFC/11, 12, 114, 115. HCFC 22, 123 y 124.
Agentes para extinción de fuego en extintores portátiles e instalaciones fijas en edificios y medios de transporte.	Halón 1211, 1301 y 2402. HCFC 22, 123 y 124.

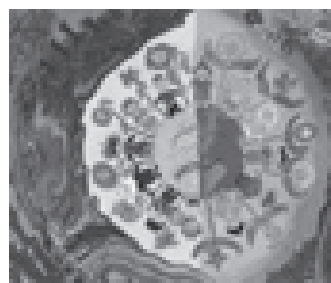


¿Es muy grave la destrucción de la capa de ozono?

La capa de ozono se ha venido agotando gradualmente y ahora es un promedio de 3% menor alrededor del planeta. El "agujero de la capa de ozono" alcanza un tamaño casi tan grande como el continente africano: 29,5 millones de kilómetros cuadrados para la primavera del año 2006

Consecuencias del agotamiento de la capa de ozono: La exposición moderada a la radiación solar no presenta peligro; de hecho, en los seres humanos constituye una parte esencial del proceso de formación de la vitamina D en la piel. Sin embargo, el aumento de los niveles de exposición puede producir efectos perjudiciales para la salud humana, los animales, las plantas, los microorganismos, los materiales y la calidad del aire.

- **En el ser humano:** los seres humanos expuestos a la radiación UV-B disminuyen sensiblemente su capacidad inmunológica, con lo cual se pueden activar enfermedades producidas por virus y bacterias. El principal efecto en el hombre es el aumento de incidencia en los cánceres de piel, especialmente entre la población blanca. Es igualmente significativa la acción sobre los ojos, provocando la formación de cataratas, deformación del cristalino y presbicia. Aumenta el riesgo de dermatitis alérgica y tóxica, complica las quemaduras de sol y produce una vejez prematura sobre la piel.
- **En animales y plantas:** el agotamiento de la capa de ozono produce efectos adversos serios sobre la agricultura, reduciendo directamente el crecimiento de las plantas y sobre los bosques, disminuyendo su productividad. La radiación ultravioleta produce cambios en la composición química de varias especies de plantas, disminuyendo la cantidad y calidad de las cosechas. El aumento de la radiación UV-B también tiene efectos similares para los animales: en el ganado, los caballos, los gatos, las ovejas, las cabras y los perros se ha reportado la presencia de carcinoma de células escamosas asociadas a la exposición solar ambiental. También produce daño a los organismos acuáticos, en particular a los más pequeños: plancton, plantas acuáticas, larvas de peces, camarones y cangrejos.
- **En los materiales:** los materiales empleados en la construcción, pinturas, gomas, madera, plásticos y envases son degradados por la radiación UV-B. El daño ocasionado varía desde la pérdida de color hasta la pérdida de calidad y fuerza mecánica. El aumento de la radiación UV-B puede limitar la duración de los materiales y obligar a utilizar procesos de producción más costosos, generando pérdidas de miles de millones de pesos anuales.
- **En los ecosistemas:** en estudios realizados se sigue demostrando que las radiaciones solares en exceso tienen efectos adversos en el crecimiento, la fotosíntesis y la reproducción del fitoplancton, alterando la cadena alimenticia en los ecosistemas marinos y consecuentemente, reduciendo la producción pesquera mundial. Se han confirmado los efectos del aumento de la radiación UV-B en las emisiones de dióxido de carbono y de monóxido de carbono así como en los nutrientes minerales que circulan en la biosfera terrestre⁵. La disminución del ozono estratosférico y el consiguiente aumento de radiación UV-B tienen importantes efectos en la troposfera, la región más baja de la atmósfera: en las zonas que ya son objeto de contaminación como la producida por los



5. UNEP. Action on Ozone 2000 Edition. Ozone Secretariat. Nairobi, Kenya. Published 2000. página 13.

gases de escape de los vehículos, tienden a aumentar las concentraciones de ozono que, a este nivel es un contaminante, causando irritación en los ojos y en los pulmones⁶.

5.3.2. El calentamiento global



La temperatura de la Tierra se mantiene gracias a un equilibrio, entre el calor de la radiación solar que fluye desde el espacio y el enfriamiento de la radiación infrarroja emitida por la superficie caliente de la Tierra, que se escapa volviendo al espacio. El “efecto invernadero”, ilustrado en la Figura 9, es un proceso natural que consiste en la retención de una parte de la radiación solar que la Tierra recibe durante el día por acción de ciertos gases presentes en la atmósfera. Este fenómeno ha dado lugar a unas condiciones climáticas propicias para el desarrollo de vida en el planeta. Sin embargo, como resultado de las actividades humanas se ha alterado la concentración de dichos gases ocasionando que la atmósfera retenga más calor de lo debido siendo esto la causa de lo que hoy se conoce como el calentamiento o cambio climático global.

El calentamiento global es el aumento de la temperatura media del planeta, generado por el aumento en la atmósfera de los llamados “gases efecto invernadero” que ocasionan un desequilibrio en el balance térmico natural

Todos los gases que contribuyen al calentamiento global son considerados “gases efecto invernadero”. Algunos se producen de forma natural como el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y el ozono. Sin embargo, ciertas actividades humanas aumentan los niveles de la mayoría de estos gases: el dióxido de carbono se libera a la atmósfera cuando se queman residuos sólidos, combustibles fósiles (aceite, gas natural y carbón), madera y sus derivados; el metano es emitido durante la producción y el transporte de carbón, gas natural y aceite y resulta también de la descomposición de desechos orgánicos en vertederos municipales de residuos sólidos y de la crianza de ganado; el óxido nitroso se libera durante las actividades agrícolas e industriales, así como durante la combustión de residuos sólidos y combustibles fósiles. Entre los gases efecto invernadero potentes que no se producen de forma natural están los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆), los cuales son generados en una variedad de procesos industriales.

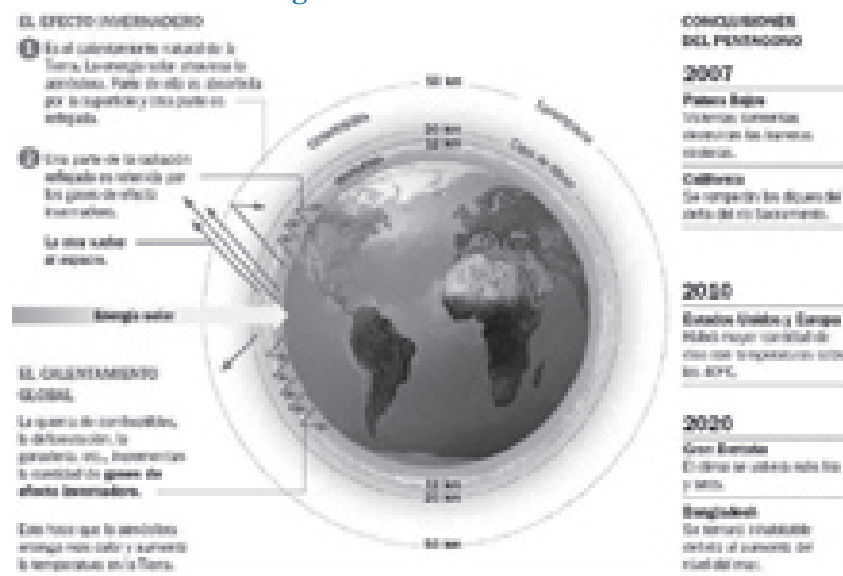
Consecuencias del calentamiento global

- **Alteración en el ciclo hídrico y en el clima:** se espera una afectación de los ciclos hídricos, las lluvias y a la disponibilidad del agua, así como cambios abruptos de temperatura y presión en la atmósfera con lo cual los tornados, huracanes y tormentas tropicales sucederían con mayor frecuencia y con una violencia inusitada hasta entonces; la corriente del Niño es uno de los ejemplos más claros de los problemas que trae el calentamiento global: desequilibra el estado climático del planeta haciendo que en algunos lugares llueva demasiado hasta inundarlos y en otros la sequía se extienda por largos períodos.
- **Efectos en los ecosistemas:** se espera que el aumento en las temperaturas globales trastorne los diferentes ecosistemas y produzca la pérdida de diversidad de especies, a medida que mueran las especies que no puedan adaptarse. Algunos ecosistemas, como los bosques tropicales y manglares, probablemente desaparezcan debido a los nuevos climas locales más cálidos o la elevación del nivel del mar en la costa. Una atmósfera más calurosa acelerará el derretimiento de los glaciares y casquetes polares: la cantidad de agua resultante elevaría el nivel del mar y, con unos pocos centímetros de más, podría inundar las tierras fértiles de las cuales dependen cientos de miles de personas para obtener alimentos. Por el avance del nivel del mar también se

6. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Scientific assessment of Ozone depletion: 1994. Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 37. Geneva, Switzerland: Febrero de 1995. UTO-0025 No.37. página 189.

pueden contaminar las fuentes de agua dulce, alcanzar pérdidas importantes de zonas costeras e inundación de llanuras con la consiguiente pérdida de cultivos.

Figura 9. Efecto invernadero



Fuente: *Natural Geographic*

- **Efectos en la Salud:** un aumento en la temperatura de la superficie de la Tierra traerá como consecuencia un aumento en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, las enfermedades infecciosas causadas por mosquitos y plagas tropicales, y en la postración y deshidratación debida al calor. Los sistemas cardiovascular y respiratorio se afectan debido a que, bajo condiciones de calor, la persona debe ejercer un esfuerzo mayor para realizar cualquier actividad, poniendo mayor presión sobre dichos sistemas. Por otra parte, como las zonas tropicales se extenderán hacia latitudes más altas, los mosquitos y otras plagas responsables del dengue, la malaria, el cólera y la fiebre amarilla en los trópicos afectarán a una porción mayor de la población del mundo, aumentando el número de muertes a causa de estas enfermedades.

5.4. Unidades de medida ambiental

La previsión de cambios en la dinámica ambiental del planeta, en los próximos años, se basa íntegramente en modelos de simulación. Comprensiblemente la gran mayoría de los modelos se han concentrado sobre los efectos de la contaminación de la atmósfera por gases invernadero y agentes agotadores de la capa de ozono. Una preocupación presente es determinar cuánto daño causan estas emisiones, gases o sustancias, para lo cual se determinaron las siguientes unidades:

5.4.1. Potencial de agotamiento de la capa de ozono -PAO-

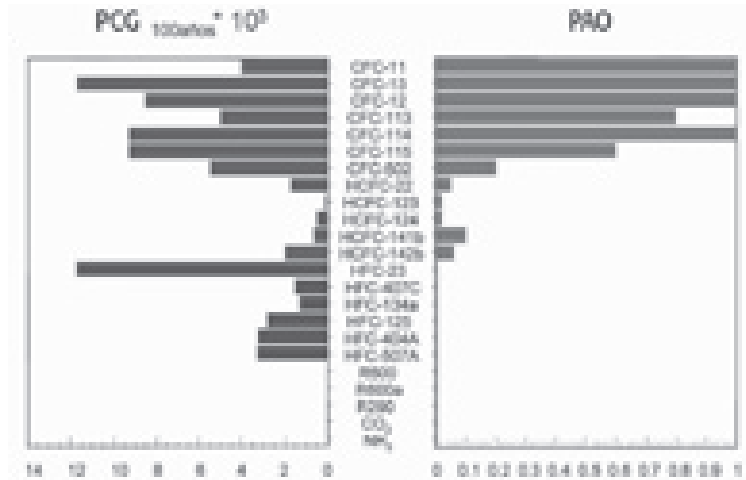
PAO: (Potencial de Agotamiento de la capa de Ozono - en inglés Ozone Depletion Potential - ODP). Es la habilidad que tienen las sustancias para agotar la capa de ozono. A cada sustancia se le asigna un PAO respecto a una sustancia de referencia: el CFC-11 cuyo PAO por definición tiene el valor de 1.

5.4.2. Potencial de calentamiento global -PCG-

PCG: (Potencial de Calentamiento Global - en inglés Global Warming Potential – GWP) Es la habilidad de un gas de absorber radiación infrarroja. Esta unidad se estima teniendo como referencia el calentamiento atmosférico que genera el Dióxido de Carbono (CO₂).

La Figura 10 resume los valores de PAO y PCG para los principales refrigerantes.

Figura 10. Características ambientales de algunos refrigerantes



Fuente: www.emc.uji.es



Desde el sector de la refrigeración, la contribución directa de "gases efecto invernadero" ya se está disminuyendo gracias a la limitación de las emisiones tanto por la aplicación de buenas prácticas, el uso de métodos más estrictos para evitar fugas en los sistemas de refrigeración, por las prácticas de recuperación y reciclaje así como por el uso de sustancias alternativas como refrigerantes

La Tabla 7 presenta los valores de Vida media, PAO y PCG de algunas sustancias utilizadas en el sector de refrigeración.

Tabla 7. Vida media, PAO y PCG

Refrigerante (químico)	Vida media (años)	PAO	PCG
FLUOROCARBONOS			
Agente	-	0	0
Amoníaco	10	0	0
Óxido de carbono	100	0	1
FLUOROHIDRÓGENOS			
Etileno	10	0	0
Propano	10	0	0
Metano	10	0	0
FLUOROCARBONOS ALTERNATIVOS			
HFC-125	10	0	10000
HFC-134a	10	0	10000
HFC-152a	10	0	10000
HFC-160	10	0	10000
HFC-170	10	0	10000
HFC-227ea	10	0	10000
FLUOROCARBONOS ALTERNATIVOS ESTEREOISOMÉRICOS			
HFC-125 (Z)	10	0	10000
HFC-125 (E)	10	0	10000
HFC-134a (Z)	10	0	10000
HFC-134a (E)	10	0	10000
FLUOROCARBONOS ALTERNATIVOS ORGANOSILOSES			
HFC-125	10	0	10000
HFC-134a	10	0	10000
HFC-152a	10	0	10000



¿En qué consiste la vida media de una sustancia 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 las 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. Por ejemplo, si un CFC en particular tiene una vida media de 100 años significa que la emisión de una pequeña cantidad de este refrigerante tomará cerca de 700 años hasta que sus efectos ambientales sean despreciables. Por lo tanto, para la sustitución de refrigerantes, es importante elegir sustancias con una vida media corta, que aseguran un menor impacto ambiental.

5.5. Procedimientos asociados a la identificación de un refrigerante

En este numeral se describirán los métodos, herramientas y procedimientos recomendados para identificar un gas refrigerante ya sea que este se encuentre contenido en un recipiente o al interior de un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado.

5.5.1. Para el refrigerante contenido en un cilindro

Las dos características que pueden indicarle el tipo de refrigerante que se encuentra al interior de un cilindro son: el color y la marcación o etiqueta del mismo.

5.5.1.1. Verificación del etiquetado y/o rotulado de envases

La manera más sencilla y segura de determinar el tipo de refrigerante contenido en un cilindro es ver la etiqueta con la cual el fabricante marca su producto. En la etiqueta de un cilindro que contiene un refrigerante se podrán encontrar diferentes nombres o designaciones para la misma sustancia, por ejemplo el refrigerante 12 lo podrá encontrar marcado como R12, CFC12, Diclorodifluorometano, CF₂Cl₂, etcétera. A continuación encontrará las diferentes denominaciones o formas de nombrar una sustancia refrigerante:

Nombre comercial: es el nombre que el fabricante le da a su producto. Por ejemplo: Freón-12, Genetron-11, Algotrefre-11.

Nombre químico: se puede utilizar el nombre químico completo de la sustancia o su fórmula química. Para el refrigerante 12 por ejemplo: Diclorodifluorometano o CF₂Cl₂.

Número CAS: número asignado por el Chemical Abstracts Service de Estados Unidos para identificar una sustancia química. Para el refrigerante 12 por ejemplo el número CAS es: 75-71-8.

Número NU: corresponde al número de identificación que las Naciones Unidas dan a las sustancias químicas. Para el refrigerante 12 es NU 1028. El sistema de numeración de las Naciones Unidas provee un número de identificación único para cada sustancia química.

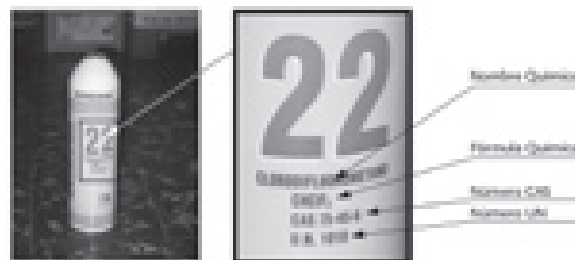
Número ASHRAE: número asignado por la American Society of Heating, refrigeration and Air Conditioning Engineers. (Ver numeral 4.4.1).

En la Tabla 8 se encuentran los diferentes nombres que se le dan a los refrigerantes comerciales más utilizados mientras que la Figura 11 presenta una etiqueta típica para un refrigerante en particular, ofrecido en el mercado nacional.

Tabla 8. Algunos refrigerantes y sus diferentes denominaciones

Gas refrigerante (Código ASHRAE)	Nombre comercial	Nombre químico	Número CAS	Número IUPAC	Fórmula química
R12	Freon 12 (Genetron 12)	Diclorodifluorometano	75-71-8	102B	CF ₂ Cl ₂
R11	Genetron 11	Triclorofluorometano	75-69-8	101F	CFCl ₃
R22	Genetron 22	Clorodifluorometano	75-45-8	109B	CHF ₂ Cl
R134a	Genetron 134a	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	811-97-2	315B	CF ₃ CHF ₂

Figura 11. Etiqueta típica para un refrigerante



Fuente: Archivo UTO

5.5.1.2. Código de colores

Como una guía para identificar rápidamente el tipo de refrigerante que se encuentra contenido en un cilindro existe un código de colores que siguen la mayoría de fabricantes en el mundo, la asignación de colores para cada refrigerante la propone la Guía N de la ARI (ver numeral 4.4.6) y se puede consultar en la Herramienta rápida para detectar SAO (Ver numeral 5.5.4.). La Figura 12 en la página siguiente muestra el código de colores para algunas sustancias refrigerantes.

El color de un cilindro no asegura que su contenido corresponda al refrigerante o sustancia asignada por el estándar internacional, éste sólo es una referencia visual rápida del tipo de refrigerante almacenado. Se recomienda siempre inspeccionar la etiqueta del cilindro para asegurarse de su contenido y cuando sea posible, analizar el contenido mediante el uso de equipos de identificación.



¡Cuidado!...tenga en cuenta que esta ayuda visual aplica únicamente para productos refrigerantes nuevos

5.5.2. Para el refrigerante contenido en un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado

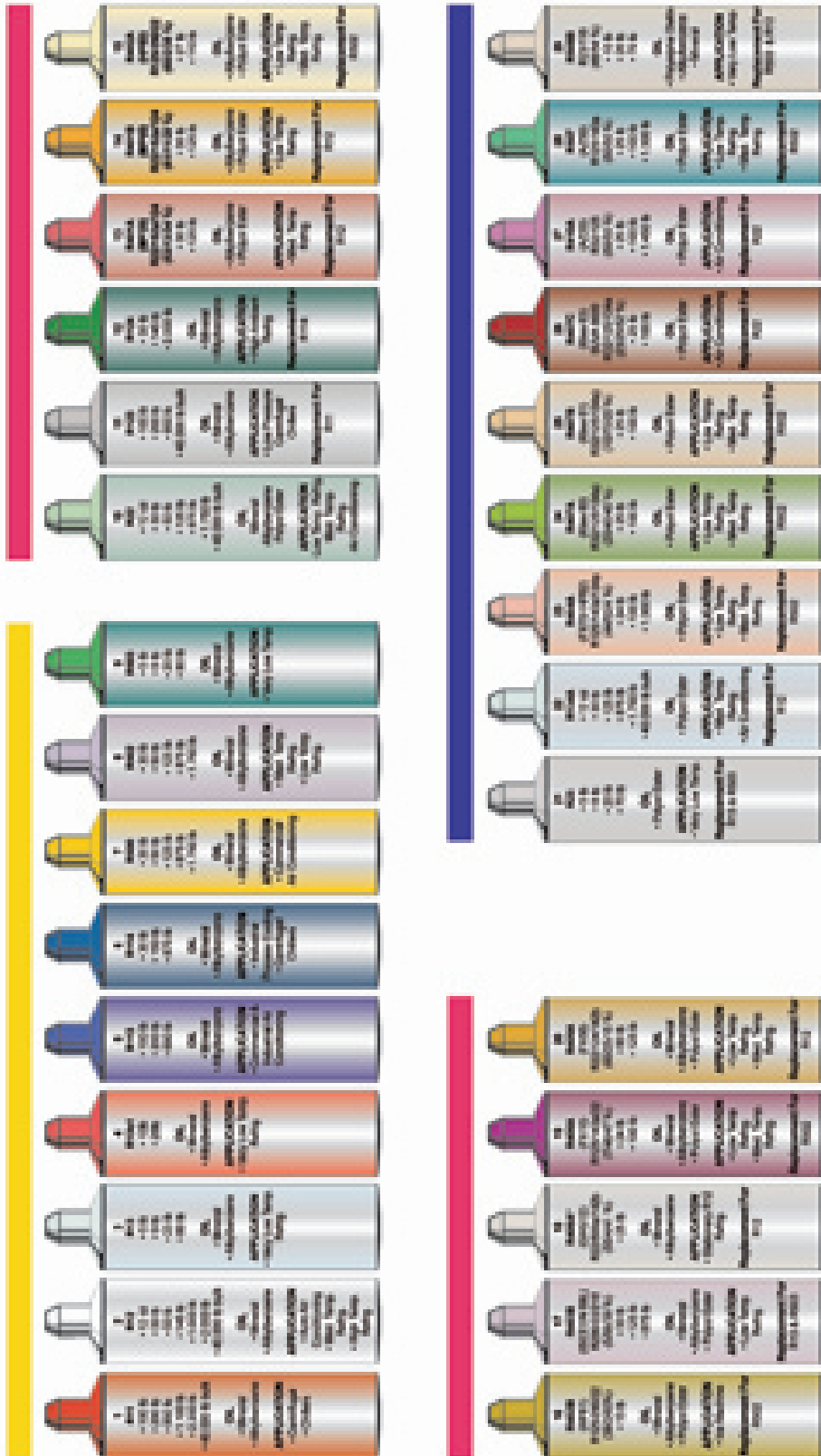
No existe un método específico que garantice al 100% establecer el refrigerante contenido en un sistema de refrigeración. Sin embargo, a continuación se presentan una serie de procedimientos que pueden ayudar a determinar el refrigerante que se encuentra operando en un sistema.

Pregunte: indague con los usuarios y encargados del equipo, ellos pueden tener la información que necesita, pregunte también por las hojas de mantenimiento, manuales, catálogos y/o documentación técnica de los componentes del sistema.

Inspeccione físicamente el sistema: generalmente, en los sistemas existen placas de marcación en donde se encuentra información técnica, entre la cual puede estar el tipo de refrigerante empleado. Este tipo de información también se encuentra en las unidades manejadoras de algunos sistemas de refrigeración.

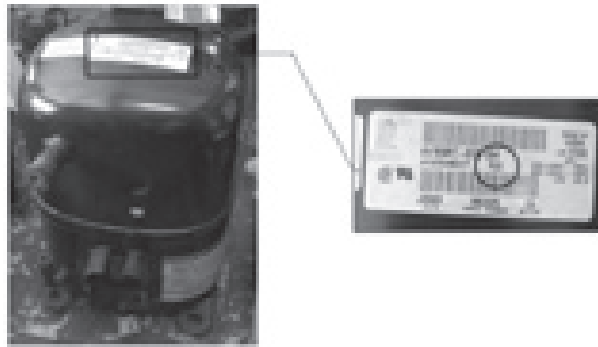
Inspeccione el compresor: es frecuente que la unidad de compresión de los sistemas de refrigeración tengan una marquilla en donde se especifica el tipo de refrigerante con el cual está operando, tal como se observa en la Figura 13.

Figura 12. Código de colores ARI para sustancias refrigerantes



Fuente: www.ari.org

Figura 13. Etiqueta típica en un compresor



Fuente: Archivo UTO

Inspeccione la válvula de expansión: como se observa en la Figura 14, al igual que el compresor, la válvula de expansión tiene información sobre el tipo de refrigerante con el cual trabaja.

Figura 14. Una etiqueta en una válvula de expansión



Fuente: Archivo UTO

Pregunte por la aplicación o uso que se le da al sistema: conocer la aplicación o función que presta el equipo es de mucha utilidad porque esto puede ayudarle conocer los rangos de temperatura en los que se encuentra trabajando y por ende le servirá para limitar los tipos de refrigerantes que puedan estar contenidos en él.

Utilice la relación presión – temperatura: las presiones de vapor de los refrigerantes puros, medidas a una cierta temperatura, son suficientemente distintas para la mayoría de los refrigerantes, únicamente los pares CFC-12/HFC-134 y CFC-11/HCFC-123 tienen presiones de vapor muy similares que impiden la utilización de este método para identificarlos con seguridad. Si usted cuenta con los equipos necesarios (termómetros y medidores de presión) puede establecer la relación presión – temperatura del gas contenido, tenga en cuenta que estas mediciones deben hacerse al mismo tiempo y en los mismos puntos, comparando esta relación con las contenidas en las tablas para cada refrigerante puede llegar a determinar el tipo de refrigerante utilizado.

Este método puede también utilizarse en el caso de gases contenidos en cilindros, en especial cuando considere que la información de la etiqueta y el color del cilindro no son confiables



5.5.3. Pruebas de laboratorio y equipos especiales

Existen equipos especiales que permiten conocer con exactitud el tipo de refrigerante que está contenido en un cilindro o en un sistema de refrigeración. También existen equipos que, si bien no informan cual es el refrigerante contenido, ayudan a detectar las fugas. A continuación se presenta la descripción y funcionamiento de estos equipos.

5.5.3.1. Detector de fugas.

Los detectores de fugas no sirven para identificar el tipo de gas que se encuentra en un sistema o recipiente, estos únicamente permiten descubrir o identificar las fugas de gas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Existen diferentes tipos de equipos y procedimientos para descubrir o detectar las fugas en un sistema:

Método del agua – jabón: es un procedimiento económico y eficaz a la hora de detectar fugas y es el método más empleado por los técnicos en Colombia. Consiste simplemente en preparar una mezcla de agua y jabón y aplicarla en los componentes o uniones de los sistemas donde se presume pueden estar las fugas; en el lugar donde se encuentre la fuga se forman burbujas que se pueden detectar a simple vista.

Detectores por contraste de luz UV: existen en el mercado productos para la detección de fugas de gases refrigerantes que utilizan aditamentos con tintes UV o fluorescentes. Estos aditamentos se incorporan en el sistema para que circulen junto con el gas refrigerante, y a través de una lámpara de luz ultravioleta o a simple vista, se inspecciona la tubería y componentes del equipo detectando las fugas gracias al brillo fluorescente que emite el aditamento. En la actualidad algunos fabricantes ofrecen refrigerantes que ya tienen incluido el aditamento para permitir a simple vista o con la ayuda de lámparas la identificación de las fugas.

Detectores de llama: este procedimiento funciona utilizando un dispositivo que desprende una llama constante de color azul (producida por la quema de gas propano o butano). El dispositivo se pasa a lo largo de la tubería del sistema de refrigeración y cuando se encuentra una fuga de gas, la llama se torna de color verde indicando la ubicación del punto de fuga.

Detectores electrónicos: en el mercado se encuentra gran diversidad de modelos y fabricantes de estos equipos, con capacidad para detectar cualquier tipo de gas refrigerante CFC, HCFC, HFC y mezclas como el 404A. Por lo general, cuentan con una sonda flexible que permite su manipulación en ubicaciones difíciles y un sensor electrónico para la detección. Según el modelo y el fabricante, pueden variar desde equipos muy sencillos hasta detectores de diez escalas de sensibilidad y diferentes alarmas visuales y auditivas para identificar las fugas más pequeñas.

Usted puede elegir cualquiera de los anteriores equipos o procedimientos, o combinar varios de ellos...lo importante es asegurarse de detectar y reparar todas las fugas presentes en el sistema antes de realizar una nueva carga de refrigerante

5.5.3.2. Identificador de refrigerante.

Los identificadores de refrigerantes son unidades portátiles que permiten la identificación confiable del tipo de gas refrigerante contenido en un cilindro o sistema. Actualmente estos equipos permiten la identificación de gases CFC, HCFC, HFC, e hidrocarburos, su pureza, la composición de las mezclas y los contenidos de agua. Vienen acondicionados para conectarse directamente a los cilindros de refrigerante, con procedimientos relativamente sencillos.

5.5.4. Herramienta rápida para detectar SAO

Existen diferentes mecanismos para identificar las SAO que facilitan las operaciones de reconocimiento por parte de los diferentes actores involucrados en el manejo de estas sustancias. Estos mecanismos son: nombres, números, tipos de envase, etiquetas, colores, códigos arancelarios y métodos de análisis. En general, se aconsejan las pruebas o tomas de muestra para verificar el contenido, tanto de recipientes grandes como pequeños, de todo tipo de gases y sustancias químicas, así como de equipos que utilizan o contienen SAO y de productos que contienen SAO.

La Unidad Técnica Ozono ha preparado un afiche llamado "Herramienta rápida para detectar SAO" en el cual se consigna la información más importante de las SAO y algunas sustancias sustitutas, como nombres comerciales, nombres químicos, números NU, ASHRAE y CAS; códigos arancelarios y principales países productores

Para utilizarla, simplemente se debe comparar la información de la etiqueta y las características de los recipientes que contienen las diferentes SAO con la variedad de nombres y números que muestra el afiche (Ver anexo III. Herramienta rápida para detectar SAO).

Capítulo 6.

Aceites utilizados en refrigeración

Por su origen, los aceites se clasifican en tres principales grupos: animales, vegetales y minerales. Los aceites de origen animal y vegetal no pueden ser refinados por destilación, como los aceites minerales, debido a que se descomponen, son inestables, tienden a formar ácidos y gomas, y además, se congelan fácilmente; por lo tanto, no son adecuados para refrigeración.

Los aceites lubricantes para refrigeración, se obtienen a partir de los aceites de origen mineral o son fabricados sintéticamente según las propiedades requeridas

El compresor, en un sistema de refrigeración mecánico, debe ser lubricado para reducir la fricción y evitar el desgaste. El tipo especial de lubricante utilizado en los sistemas de refrigeración se llama aceite para refrigeración. Este aceite debe cumplir ciertos requerimientos especiales, que le permitan realizar su función lubricante, sin importar los efectos del refrigerante y las amplias variaciones de temperatura y presión, así:

- **Buena estabilidad térmica:** con el fin de eliminar el exceso de residuos de carbón en los puntos calientes del compresor (ej., las válvulas o puntos de descarga).
- **Buena estabilidad química:** debe resistir o evitar la posible reacción química con el refrigerante o con los materiales que habitualmente se usan en los sistemas.
- **Bajo punto de fluidez:** capacidad del aceite de mantenerse fluido a la más baja temperatura del sistema.
- **Viscosidad apropiada:** capacidad de mantener buenas propiedades de lubricación a temperaturas elevadas y buena fluidez a bajas temperaturas para proporcionar una buena película lubricante todo el tiempo.

- **Bajo contenido parafínico:** la separación de la parafina de la mezcla del aceite lubricante puede tapar los orificios de control.

Además de lubricar las partes móviles del compresor, el aceite realiza las siguientes funciones: reduce el rozamiento, el desgaste y las pérdidas de energía; forma un sello entre el rotor y las paredes internas de la cámara de compresión para retener el vapor de refrigerante mientras está siendo comprimido; permite alcanzar la vida útil prevista para cada punto de fricción; amortigua el ruido generado por las partes móviles dentro del compresor; protege contra la corrosión y reduce los gastos de mantenimiento

6.1. Aceites minerales

Los aceites minerales son mezclas de hidrocarburos obtenidos por el proceso de destilación del petróleo crudo. En refrigeración, los aceites minerales utilizados se obtienen de la combinación de las siguientes bases:

- **Parafínica:** presentan altos contenidos de cera y problemas de solubilidad. Presentan alto índice de viscosidad. Los aceites de base parafínica producen más carbón que los de base nafténica.
- **Nafténica:** presentan bajos contenidos de cera, bajo punto de ebullición y tienen bajo índice de viscosidad. El carbón procedente de bases nafténicas es flojo y esponjoso y se arrastra fácilmente con los gases de escape, mientras que el que tiene su origen en bases parafínicas es más duro. Los aceites nafténicos son más volátiles que los parafínicos para la misma viscosidad y arden espontáneamente a temperaturas más altas.
- **Aromática:** para una misma viscosidad, un aceite parafínico tiene menor densidad que un nafténico y este a su vez la tiene más baja que uno de carácter aromático. La mayoría de aceites sintéticos son derivados de bases aromáticas.

Características generales: Los aceites minerales se mezclan fácilmente con los refrigerantes CFC y HCFC. Son un poco menos higroscópicos que los aceites sintéticos. No son miscibles con los refrigerantes tipo HFC y sus mezclas. Por ser poco estables ante las variaciones de temperatura, presentan un bajo índice de viscosidad.

En la Tabla 9 se incluyen los nombres comerciales de los aceites minerales más comunes en el mercado.

Tabla 9. Aceites minerales y su clasificación ISO

Nombre comercial	Clasificación ISO
Witco Suniso 30S	32
Suniso 40S	68
Texaco Capella WF32	32
Capella Oil WF68	68
Calumet RO15	15
Witco (2.3) LP-200	200
Penreco (2.3) Sorex 200-LT Shellon	200
Esso Zarica R68	68

6.2. Aceites sintéticos

Con el desarrollo de refrigerantes alternativos, como los HFC, la industria se ha visto en la necesidad de obtener aceites que cumplan características técnicas específicas ya que los aceites minerales pueden ocasionar daños en los sistemas dada su incompatibilidad con los nuevos refrigerantes. Los aceites sintéticos son fluidos fabricados especialmente para la lubricación por medio de reacciones químicas.

Los aceites sintéticos se preparan “a la medida” para que tengan una estructura molecular controlada, con propiedades predecibles. Existen varios tipos de aceites sintéticos, pero los que mejor resultado dan en refrigeración son del tipo POLIOLESTER (POE), POLIALQUILGLICOL (PAG), los del tipo FOSFATO ESTERES y los tipo ALQUILBENCENO.

Características generales: La característica principal de estos aceites es la miscibilidad con los HFC y sus mezclas. Como se obtienen a partir de reacciones químicas específicas, su calidad no depende de la calidad del petróleo crudo. Las ventajas de los aceites sintéticos en el campo técnico de la lubricación son su alta estabilidad térmica y resistencia a la oxidación, la favorable relación viscosidad – temperatura, el alto punto de inflamación y el buen comportamiento en frío. Sin embargo, son mas higroscópicos que los aceites minerales.

En la Tabla 10 se incluyen los Nombres comerciales de los aceites sintéticos más comunes en el mercado.

Tabla 10. Aceites sintéticos y su clasificación ISO

Nombre comercial	Clasificación ISO
Totaline® P903-1001, 1701	---
Castrol E68	68
Castrol Iceomatic SW32	32
ICI Emkarate RL68H	68
ICI Emkarate RL 32CF	32
CPI CP-2916S	---
CPI Solex 68	68
Copeland Ultra 220C	22
Mobil EAL Arctic 220C	22
Mobil EAL Arctic 32	32
BP Marine Energyn MP-68	68
Thermal Zone 220C	22



Existen en el mercado aceites sintéticos del tipo alquilbenceno aptos para trabajar con refrigerantes CFC, HCFC y amoníaco. Estos aceites, fabricados para mejorar las características de los aceites minerales en condiciones de bajas temperaturas de evaporación, se obtienen del petróleo a partir de una reacción conocida como alquilación. Los aceites alquilbencenos pueden usarse por si solos o en combinación con aceite mineral para mejorar su miscibilidad y retorno al compresor, consultando previamente las recomendaciones del fabricante

En la Tabla 11 se incluyen los nombres comerciales de los aceites tipo alquilbenceno mas comunes en el mercado.

Tabla 11. Aceites tipo alquilbenceno y su clasificación ISO

Nombre comercial	Clasificación ISO
Shellveo Zerol 200 TD	200
Shellveo AB200A	200
Thermal Zone 200	200
Totalina F600-2001	150
Shellveo Chemical Zerol 150	150
Zerol 300	68
IGI Petroleum Ind (CFCs)-150	150
Copeland Ultra 200	200
Isomatic 2284	68
Esso Zerice 948	68
Esso Zerice 968	68

6.3. Viscosidad en los aceites y Clasificación ISO

La viscosidad se define como la resistencia de una sustancia a fluir y es una propiedad que depende de la presión y la temperatura. En los aceites, si la viscosidad es demasiado baja, la película lubricante no soporta las cargas entre las piezas y desaparece sin cumplir el objetivo de evitar el contacto metal-metal; si la viscosidad es demasiado alta el aceite no es capaz de llegar a todos los lugares donde es requerido, exigiendo mayor fuerza y generando mayor desgaste en el sistema de lubricación, además de no llegar a lubricar rápidamente en el arranque en frío.

Según el método que se utilice, existen varias unidades para expresar la viscosidad de los aceites:

Viscosidad dinámica o absoluta: se define como la resistencia de un aceite a fluir, matemáticamente se expresa como la relación entre el esfuerzo aplicado para mover una capa de aceite (tensión de corte) y el grado de desplazamiento conseguido. Su unidad de medida es el Poise (Po) en honor de Poiseville, quien en 1844 desarrolló la ecuación de viscosidad de los gases.

Viscosidad cinemática o comercial: se define como la resistencia a fluir de un aceite bajo la acción de la gravedad. También se entiende como el tiempo requerido por un volumen dado de aceite para fluir a través de un tubo capilar por acción de la gravedad. Su unidad de medida es el Stoke (St) y submúltiplos como el centiStoche (cSt) equivalente a $1 \text{ mm}^2/\text{s}$.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) estableció desde 1975 el sistema ISO para especificar la viscosidad de los aceites industriales, pero solo hasta 1979 fue puesta en práctica por la mayoría de los fabricantes. Sus principales aspectos son:

- Únicamente clasifica los aceites industriales con base en la viscosidad cinemática expresada en centiStokes (cSt) a una temperatura de referencia de 40°C .
- Orienta acerca de la viscosidad del aceite y no informa acerca de su calidad.
- El grado ISO aparece al final del nombre del aceite industrial, cualquiera que sea su marca.

Este sistema reduce las posibilidades de equivocación en la selección del aceite a utilizar o la mezcla de aceites de diferentes viscosidades.

No olvide consultar, en el catálogo del fabricante del equipo, las recomendaciones del aceite a utilizar como consideración prioritaria y obligatoria



La viscosidad de un aceite viene especificada en la ficha técnica o en su etiqueta, utilizando diferentes unidades de medida, según el país de origen. En la Tabla 12 se especifican los diferentes grados de viscosidad en el sistema ISO y su valor equivalente tanto en cSt (centiStokes) a 40°C como en una unidad de viscosidad que ha entrado en desuso, llamada SSU (Segundos Saybolt Universal) a 100°F.

Tabla 12. Clasificación ISO de aceites y sus rangos de viscosidad equivalentes

Grado ISO	cSt@40°C		SSU@100°F	
	Mín	Máx	Mín	Máx
2	1,98	2,42	32,8	34,4
3	2,88	3,52	38,0	39,2
5	4,14	5,06	42,4	43,5
7	5,12	7,48	47,2	52,8
10	9,00	11,00	57,8	65,3
15	13,50	16,50	75,8	89,1
22	19,80	24,20	108,0	128,0
32	28,80	35,20	149,0	162,0
46	41,40	50,60	214,0	232,0
68	61,20	74,80	317,0	368,0
100	90,00	110,00	489,0	575,0
150	135,00	165,00	706,0	871,0
220	198,00	242,00	1047,0	1285,0
320	288,00	352,00	1523,0	1881,0
460	414,00	506,00	2214,0	2719,0
680	612,00	748,00	3298,0	4048,0
1000	900,00	1100,00	4894,0	5975,0
1500	1350,00	1650,00	7065,0	8779,0

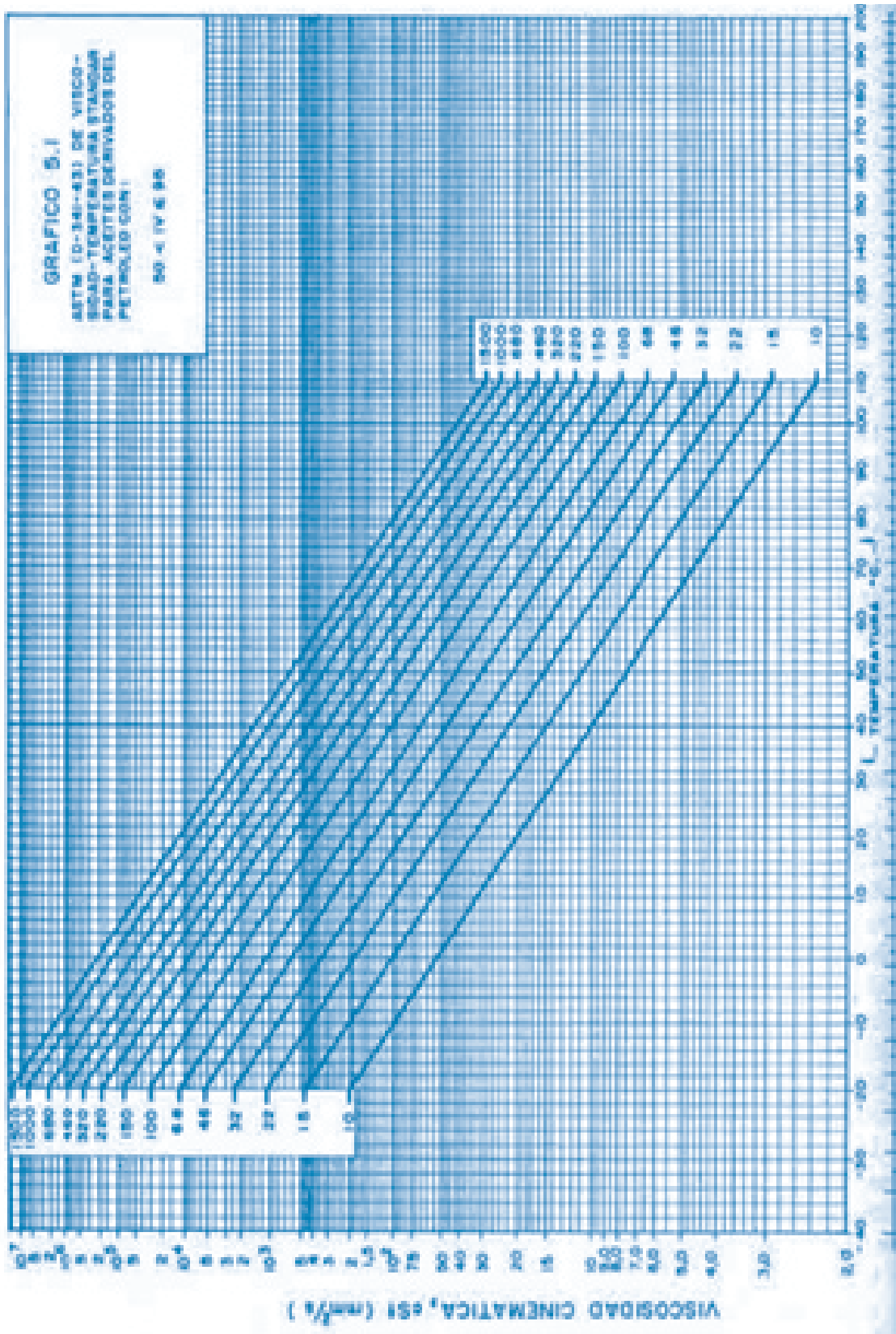


Recuerde verificar si el fabricante expresa la viscosidad del aceite según la clasificación ISO, de lo contrario, ubique en la tabla su valor equivalente

La gráfica que muestra la Figura 15 (ver pág. siguiente), permite obtener la curva característica **Viscosidad-Temperatura** para aceites sintéticos, entre un grado ISO 10 y 1500. En la escala vertical de la izquierda se da la viscosidad del aceite en cSt y en la escala horizontal inferior, la temperatura en °C y en °F respectivamente. Para hallar el grado ISO correspondiente al aceite se ubica su viscosidad en la escala vertical de la izquierda y se traza una horizontal hasta que corte la vertical correspondiente a la temperatura dada; el punto de intersección de las líneas trazadas puede coincidir con alguna de las curvas que aparecen en la gráfica, en cuyo caso, el número que la identifica sería el grado ISO del aceite correspondiente; en caso contrario, se selecciona la curva más cercana al punto. Si el punto de intersección queda ubicado en la mitad de dos curvas se selecciona la curva del mayor grado ISO.

Existe un parámetro para medir las variaciones de la viscosidad de un aceite respecto a la temperatura llamado **Índice de Viscosidad (IV)**. Para establecer una escala para esta característica, aleatoriamente se tomaron diferentes tipos de aceite y se midió su viscosidad a 40°C y 100°C, al

Figura 15. Viscosidad Vs. Temperatura en Aceites



aceite que sufrió menos cambios se le asignó un valor cien (100) de IV y al que varió en mayor proporción se le asignó un valor cero (0) de IV.



En la práctica, para identificar si un aceite es sintético o mineral se puede utilizar el IV: aceites poco estables ante las variaciones de temperatura, como los minerales, tendrán valores de IV por debajo de 35 y aceites muy estables ante las variaciones de temperatura, como los sintéticos, tendrán valores de IV por encima de 50

6.4. Miscibilidad entre los aceites y refrigerantes existentes en el mercado

La miscibilidad es la capacidad que tienen dos sustancias de mezclarse, en este caso se trata de los aceites y las diferentes sustancias refrigerantes que utilizan los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. La Figura 16 orienta acerca de la miscibilidad entre las diferentes familias de refrigerantes y los diferentes tipos de aceites para refrigeración ofrecidos en el mercado.

Figura 16. Miscibilidad entre refrigerantes y aceites

	MO	AB	M/A	POE	PAG
(H)CFC	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones	No compatible
HFC	No compatible	Compatible con limitaciones	No compatible	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones
HC	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones
NH ₃	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones	Compatible con limitaciones	No compatible	Compatible con limitaciones

Adecuado (compatible)	No compatible
Compatible con limitaciones	Pruebas

MO	ACEITE MINERAL
AB	ALQUILBENCENICOS
M/A	MINERALES-ALQUILBENCENICOS
POE	POLIOLESTER
PAG	POLIALQUILGLICOLICOS

Fuente: www.emc.uji.es

Desde la aparición de los HFC, que no agotan la capa de ozono y que no son miscibles con los aceites minerales, los fabricantes han trabajado para crear nuevos lubricantes. El uso de un lubricante que no sea miscible con un refrigerante HFC afecta negativamente la eficiencia del sistema de refrigeración; entonces, el aceite no miscible se separa en masas congeladas impidiendo el flujo de refrigerante en los dispositivos de expansión y elementos de transferencia de calor. El aceite no miscible se deposita en el fondo de los tubos del evaporador, provocando la falta de retorno de aceite al compresor, acelerando el desgaste de los componentes, hasta ocasionar la quema del compresor.

6.5. Materiales afines a los aceites (empaques, tuberías, entre otros)

En diferentes partes de un sistema de refrigeración se utilizan empaques y orings fabricados con elastómeros permanentemente expuestos tanto al aceite como al refrigerante. La mezcla de

refrigerante-aceite puede causar que estos elastómeros se encojan o se hinchen, debilitándolos; no permitiendo que sellen y aún hasta ocasionándoles una modificación de su posición original.

Elastómero significa simplemente "caucho". Lo particular de los elastómeros es que pueden ser estirados muchas veces su propia longitud, para luego recuperar su forma original sin una deformación permanente

Los elastómeros, aunque se comercializan bajo ciertos nombres específicos, tales como VITON - A, BUNA - N, etcétera, pueden variar significativamente de un fabricante a otro; por lo que se deben correr pruebas comparativas en muestras del mismo lote. La prueba consiste en pesar o medir una muestra del elastómero y después sumergirla en una mezcla de aceite-refrigerante por un cierto tiempo, a una cierta temperatura, para luego registrar el porcentaje que cambia en peso o en dimensiones. La Tabla 13 muestra los resultados obtenidos por los fabricantes en las pruebas para los elastómeros mas comerciales.

Tabla 13. Efecto de aceites de viscosidad 32 cSt sobre algunos materiales utilizados en sistemas de refrigeración

Material	% Incremento en peso en 4 meses a 66°C	
	Aceite mineral	Aceite sintético
Nesopreno W	13	10
Nylon 6-6	-1	-1
"Mylar"	0	0
Buna N	2	0
"Viton" A	0	0
Polipropileno	12	10

Para seleccionar el material de los empaques y orings a utilizar, verifique que el porcentaje de incremento en peso del elastómero sea mínimo o nulo, así verifica la afinidad de la pieza y asegura su función en el sistema de refrigeración



Las tuberías utilizadas en sistemas de refrigeración con refrigerantes orgánicos se fabrican principalmente en cobre. La afinidad de los aceites utilizados en refrigeración con este material esta determinada por la calidad del aceite. Un aceite nuevo, bien refinado , sin aditivos ni mezclas de lubricantes, no suele ser agresivo con las tuberías, pero en presencia de ciertos aditivos, de contaminantes que se originan en la degradación del aceite, de humedad y de temperaturas altas se pueden formar ácidos, causando corrosión en las tuberías, lodos y serios problemas mecánicos.

Cuando requiera aceites para el mantenimiento, asegúrese de seguir las recomendaciones del fabricante y utilizar aceites debidamente etiquetados, no reutilizados y envasados adecuadamente

6.6. Factores que causan degradación de los aceites y Prueba de acidez.

Cuando existen contaminantes en el sistema de refrigeración tales como aire y humedad, en una cantidad apreciable, se desarrollan todo tipo de reacciones químicas, entonces el aceite lubricante pueden entrar en descomposición, perdiendo sus propiedades lubricantes y formando ácidos corrosivos y sedimentos en las superficies de cobre y/o corrosión ligera en superficies metálicas. Las temperaturas altas en la descarga del compresor, por lo general aceleran estos procesos. Los siguientes son los principales factores que degradan los aceites utilizados en refrigeración:

Calor excesivo. Todos los aceites para refrigeración pueden ser descompuestos por el calor, cuando esto sucede, queda un residuo de carbón. Un buen aceite para refrigeración, no debe carbonizarse al entrar en contacto con superficies calientes en el sistema, durante su funcionamiento normal. Así mismo, dentro de un sistema de refrigeración, las reacciones entre el aceite y el refrigerante a altas temperaturas, pueden causar problemas tales como: formación de lodos, ácidos, gomas, lacas, barnices y cobrizado. Estos depósitos afectan las válvulas de descarga, aceleran el desgaste, tapan los conductos del aceite y en los compresores herméticos, interfieren con la operación del motor.

Humedad. El agua es uno de los contaminantes que más incide en la reducción de la vida de los lubricantes, y por lo tanto, de los elementos lubricados. La presencia de agua en el aceite es crítica en cualquiera de sus formas: libre, diluida o emulsionada, ya que afecta el espesor de la película lubricante, disminuyéndola. Esto causa que las superficies de los elementos mecánicos que se encuentran en movimiento relativo pierdan la protección y refrigeración que ofrecen los lubricantes. Además de dificultar y/o impedir la lubricación, acelera el proceso de degradación del aceite, mediante la oxidación del mismo.

Un aceite debe ser tan seco, como sea posible, es decir, la cantidad de humedad que contiene un aceite, expresada en partes por millón (ppm), no debe afectar al sistema de refrigeración. Cuando un aceite para refrigeración sale de la fábrica, normalmente, tiene como máximo 30 ppm de agua. Esta cantidad puede incrementarse durante el envasado, traslado y almacenamiento, por lo que se deben tomar todo tipo de precauciones para no dejar el aceite expuesto al medio ambiente ya que los aceites son higroscópicos, esto significa, que tienen la habilidad de absorber la humedad del aire. Un almacenamiento deficiente permitirá que el agua penetre por las tapas de los envases de aceite, o incluso por condensación dentro del propio envase, cuando este está medio vacío y sufre variaciones de temperatura.



Los aceites sintéticos a base de polioléster (POE), son aproximadamente 10 veces más higroscópicos que los aceites minerales o de alquilbenceno (AB). Si el lubricante POE se expone a la humedad se producen alcohol y ácido. Por esta razón, los lubricantes sintéticos de POE se envasan en recipientes metálicos, en latas, bajo un sofisticado método que utiliza vacío y nitrógeno. Si se utilizan envases de plástico, con el paso del tiempo, la humedad atraviesa el plástico y se combina con el lubricante

Oxidación acelerada. La estabilidad a la oxidación es la capacidad de un aceite para refrigeración a permanecer estable en presencia de oxígeno. La combinación de aire, humedad y aceite, con las altas temperaturas del compresor, producirá ácidos y lodos. Si el aceite tiene un número alto de oxidación acelerada, es casi seguro que formará lentamente estos contaminantes y perderá progresivamente sus propiedades lubricantes. La oxidación es un fenómeno que reduce la vida el aceite porque provoca aumento de la viscosidad, pudiendo llegar a ser doble incluso triple

que le del aceite nuevo; oscurecimiento del aceite, pasando del tono traslucido original a ser totalmente opaco; formación de depósitos carbonosos, aunque esto ocurre en fases avanzadas de la oxidación; aumento de la acidez del aceite, debido a los productos ácidos que se forman. Dada la naturaleza química de los productos de la oxidación, la mayor parte de estos no pueden ser eliminados mediante el filtrado simple del aceite. Sólo con métodos avanzados pueden eliminarse estas sustancias: los ácidos y otras sustancias polares insolubles (como el barniz) pueden eliminarse mediante separadores electrostáticos, resinas de intercambio de iones y alúmina activada; los absorbentes de alta densidad, tales como la celulosa comprimida, son efectivos para eliminar lodos y otras sustancias insolubles. Al ser algunas de estas sustancias catalizadores, su eliminación contribuye a prologar la vida del aceite.

Prueba de acidez

La prueba de acidez es un procedimiento que se puede realizar tanto en la instalación como en el taller de servicio para determinar si el contenido de ácido del aceite se encuentra dentro de los límites de operación segura para un sistema de refrigeración en particular. La prueba se basa en la reacción química de soluciones con una muestra de aceite tomada del sistema de refrigeración.

En el mercado existen diferentes presentaciones de esta prueba, con rangos y aplicaciones específicas que responden a las recomendaciones de su respectivo fabricante. En general, si se sospecha de la presencia de acidez y, antes que ocurra un daño extensivo y/o una quema de motor, se debe probar el sistema de refrigeración para determinar si el contenido de ácido del aceite está dentro de los límites aceptables que propone el fabricante del equipo.

La Tabla 14 expone, como referencia, los puntos de cambio de color de un kit comercial para Prueba de acidez con aceite mineral, alquilbenceno y POE.

Tabla 14. Nivel de acidez según el tipo de aceite

Tipo de aceite	Nivel de Acidez Satisfactorio		Nivel de Acidez Marginal		Insatisfactorio	
	Color de solución	Número de ácido	Color de solución	Número de ácido	Color de solución	Número de ácido
Mineral o alquilbenceno	Verde o Puro	Menor que 0.05	-	-	Naranja o Amarillo	0.05 a Mayor
POE	Verde o Puro	Menor que 0.07	Naranja	0.17 a 0.23	Amarillo	0.23 a Mayor

Fuente: www.acalmy.com

En la tabla se observa que, a medida que aumenta el nivel de acidez en el aceite, la solución indicadora cambia de color. El color varía dependiendo del tipo de aceite y del fabricante de la prueba de acidez.

El fabricante de un kit para Pruebas de Acidez debe indicar el código de colores para leer los resultados de la prueba, así como las especificaciones y rangos que aplican según el tipo de aceite a analizar



Capítulo 7.

Recuperación y Reciclaje de los Refrigerantes

Los procedimientos de recuperación y reciclaje de refrigerantes permiten reincorporar al ciclo productivo aquellos refrigerantes que, por razones de mantenimiento, deben ser retirados de un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado, garantizando sus propiedades y características técnicas de operación. La recuperación y el reciclaje de refrigerantes, como una de las Buenas Prácticas por excelencia, hacen parte de la estrategia mundial para disminuir el consumo de refrigerantes que agotan la capa de ozono y evitar su liberación a la atmósfera.

7.1. Recuperar, Reciclar, Regenerar

Recuperar. Proceso por el cual se retira el refrigerante en cualquier condición de un sistema y se deposita en un recipiente externo. (Definición ISO 11650).

Reciclar. Proceso empleado para reducir los contaminantes que se encuentran en el refrigerante usado mediante la separación del aceite, la remoción de las sustancias no condensables y la utilización de filtros para reducir la humedad, la acidez y material particulado. (Definición ISO 11650).

Regenerar. Proceso que se aplica al refrigerante usado para que cumpla con las especificaciones de producto nuevo. Se debe verificar, por medio de un análisis químico, que el refrigerante regenerado si responde a las especificaciones propias de un refrigerante nuevo. (Definición ISO 11650).

7.2. Contaminantes de los refrigerantes

Los contaminantes son sustancias indeseadas presentes en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado que, en determinadas cantidades, afectan su funcionamiento adecuado. Pueden estar en forma líquida, sólida y/o gaseosa, así:

- **Sólidos:** polvo, mugre, fundente, arena, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, entre otros.
- **Líquidos:** agua, resina, cera, solventes y ácidos.
- **Gaseosos:** aire, ácidos, gases no condensables y vapor de agua.

7.2.1. Humedad

Está siempre presente en los sistemas de refrigeración. Sus límites aceptables varían de un sistema a otro y de un refrigerante a otro. Este contaminante no es deseable en ninguno de sus estados porque, en combinación con otros factores, ocasiona la formación de otros contaminantes: ácidos orgánicos e inorgánicos, cloruro de cobre, entre otros. La humedad puede entrar fácilmente en el sistema, siendo la causa de la mayoría de los problemas en los sistemas de refrigeración. Entre ellos, se destacan los siguientes:

- Formación de hielo en el elemento de expansión (válvula de expansión termostática – VET-, tubo capilar, accurater, etc) obstruyendo el paso de refrigerante al evaporador con una consecuente disminución de los valores en la presión de evaporación, incluso hasta niveles de vacío.
- Oxidación y corrosión de partes metálicas.
- Descomposición química del refrigerante y del aceite.
- Cobrizado de partes metálicas.
- Daño químico al aislamiento del motor u otros materiales.
- Hidrólisis del refrigerante formando ácidos y más agua.
- Polimerización del aceite, descomponiéndolo en otros contaminantes.



¿Cómo se puede evitar el exceso de humedad en el sistema?

Fácil, realizando buenas prácticas en los mantenimientos y montajes de sistemas de refrigeración y aire acondicionado. En el capítulo 8 de esta cartilla se describen las prácticas que influyen directamente en el servicio a ejecutar. En tal sentido, se debe realizar un excelente barrido, presurización, vacío y carga de refrigerante con los equipos y herramientas adecuadas a los requerimientos del sistema.

Así mismo, se debe cuidar la manipulación de los aceites (principalmente sintéticos por ser más higroscópicos) y las tuberías del sistema (no soltar en el piso y mucho menos sin tapar sus dos extremos), no hacer autovacío y en general alejar cualquier otra fuente de humedad posible según la ubicación del servicio.

¿Qué grado de humedad es permisible dentro del sistema?

Nadie lo sabe con certeza, existen sistemas que la toleran más que otros. La humedad deberá mantenerse por debajo del nivel máximo permisible establecido por el fabricante, para que el sistema opere satisfactoriamente.

7.2.2. Partículas

Las partículas sólidas pueden ser originadas por el sistema o entrar en él desde fuera y presentarse en forma de limaduras, rebabas, gotas de soldadura, fundente, fragmentos de desgaste de piezas metálicas, fragmentos de sellos, virutas de hierro, arena de lija, productos de la degradación del aceite o productos de la degradación del equipo, entre otros, que frecuentemente terminan en el compresor. A temperaturas elevadas, las partículas reaccionan químicamente y facilitan la

descomposición de la mezcla aceite-refrigerante. Aunque las partículas son eliminadas mediante filtrado, la presencia de ciertos tipos de estas, tales como fragmentos de sellos o productos sólidos de la corrosión, son indicativos de otro tipo de problemas en el sistema que requieren ser tratados. Las partículas en un sistema de refrigeración causan problemas como:

- Abollamiento o erosión de las superficies; ralladura de las paredes de los cilindros y los cojinetes.
- Obstrucción o taponamiento del elemento de expansión.
- Alojarse en el devanado del motocompresor, actuando como conductores y creando corto circuito, o actuando como abrasivos en el aislante del alambre.
- Depositarse en los asientos de las válvulas de succión o descarga, reduciendo significativamente la eficiencia del compresor.
- Taponamiento de los orificios de circulación de aceite en las partes móviles del compresor (cigüeñal, biela, pistón, scroll, tornillos, etc.), provocando fallas por falta de lubricación.
- Servir como catalizadores, acelerando la descomposición química del refrigerante y aceite.

7.2.3. Ácidos

A pesar de la estabilidad de los refrigerantes, los ácidos se pueden originar cuando el refrigerante reacciona con el aceite o con el agua, a temperaturas elevadas. Todas estas reacciones resultan en la formación de compuestos corrosivos que deterioran las partes metálicas del sistema de refrigeración. El ritmo de corrosión de cada material está determinado por sus características, por ejemplo, el acero se corroerá a niveles de humedad inferiores a los del cobre o bronce. Una fuente de acidez en los sistemas es el ácido orgánico formado por la descomposición del aceite. Por otra parte, los ácidos inorgánicos como el clorhídrico, son más corrosivos y atacan principalmente las partes metálicas de acero, aunque también tienen un efecto corrosivo sobre el barniz, aislante del alambre del embobinado del motocompresor, disolviéndolo y creando la posibilidad de un corto circuito.

7.2.4. Gases no condensables

Se llaman así a todo tipo de sustancias diferentes al refrigerante que, estando en el interior del sistema, nunca alcanzan una fase líquida. Se identifica su presencia si la presión de condensación es mayor a la presión de saturación a la temperatura determinada por las condiciones ambientales locales. Este contaminante disminuye la capacidad de enfriamiento o eficiencia térmica del sistema de refrigeración y, en casos severos, puede disminuir la vida útil del compresor. Su afectación depende del diseño del sistema, del tipo de refrigerante, del tipo particular y cantidad de gas no condensable presente. Los químicamente reactivos, tales como el ácido clorhídrico, atacarán otros componentes en el sistema y en casos extremos producirán fallas. Los que son químicamente inertes como el aire, el hidrógeno, el oxígeno, el bióxido de carbono, el nitrógeno contribuyen a incrementar la presión de condensación y, por lo tanto, la temperatura de descarga del compresor, acelerando las indeseables reacciones químicas con las consecuencias ya descritas. Los gases no condensables provienen de diferentes fuentes, internas o externas al sistema, entre las cuales están: fugas en el lado de baja; evacuación incompleta del sistema; algunos materiales los liberan cuando se descomponen a alta temperatura o se desgastan durante la operación; reacciones químicas durante la operación del sistema. En un equipo bien diseñado y con adecuado mantenimiento, sólo se encuentran trazas –cantidades mínimas– de estos gases.

7.2.5. Otros

En esta categoría cabe destacar los lodos y barnices, consecuencia directa de la presencia de humedad en el sistema. Los ácidos formados y el agua se emulsionan con el aceite formando lodos, una mezcla de glóbulos muy finos que reducen enormemente su capacidad de lubricación. El lodo o los sedimentos pueden tomar la forma de líquidos fangosos, polvos finos, sólidos granulosos o pegajosos capaces de tapar los filtros y el elemento de expansión y corroer superficies metálicas

a las que se adhieren, acelerando su deterioro. El barniz es un subproducto de la descomposición del aceite tipo alquilbenceno, su presencia puede obstruir orificios pequeños y acumularse en las válvulas de compresores causando eventuales fallas.



¿Cómo se alcanzan altas temperaturas de condensación indeseadas?
 Por condensadores sucios, presencia de gases no condensables en el condensador, alta relación de compresión, excesivo sobrecalentamiento (superheat) del gas de succión del compresor, falla del ventilador en condensadores de convección forzada, entre otros

Las temperaturas de descarga pueden variar en diferentes modelos de compresores y en diferentes condiciones de operación, según el tipo de refrigerante. Si, por ejemplo, para un refrigerante se encuentran temperaturas cercanas a los 130°C en la válvula de descarga durante la operación normal del sistema, en condiciones de operación anormales se pueden alcanzar temperaturas alrededor de 150°C.

7.3. Recuperación de refrigerantes: métodos y equipos de recuperación asociados a los requerimientos del servicio a ejecutar

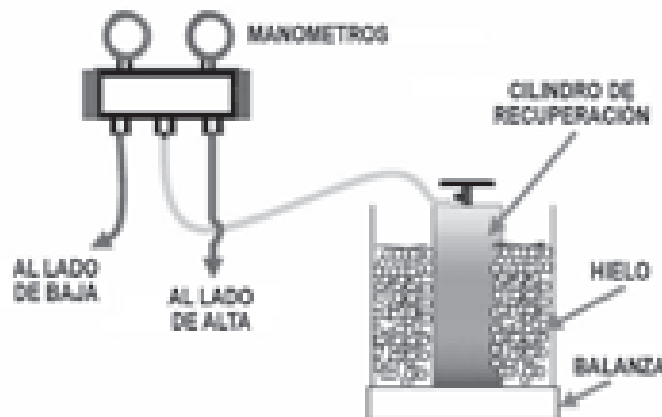
En la recuperación de refrigerantes se debe aclarar que, independientemente del método empleado, lo que se desea es generar una diferencia de presión entre el sistema y el cilindro de recuperación para que el refrigerante fluya en la dirección deseada



7.3.1. Métodos de recuperación sin equipos

Como su nombre lo indica, estos métodos no utilizan un equipo de recuperación. Para generar la diferencia de presión necesaria se emplean técnicas recursivas que buscan disminuir la presión en el cilindro de recuperación y/o elevar la presión de condensación del sistema. Se enunciarán dos métodos de recuperación sin equipos, entendiendo que, en la práctica, pueden tener múltiples variaciones. En el primer método, conocido como migración de carga, se suele enfriar el cilindro de recuperación, rodeándolo con hielo dentro de un tanque, según se observa en la Figura 17:

Figura 17. Recuperación por migración de carga



te: www.unep.fr/ozonacion

¿Por qué cuando se disminuye la temperatura del cilindro también se disminuye su presión interna?

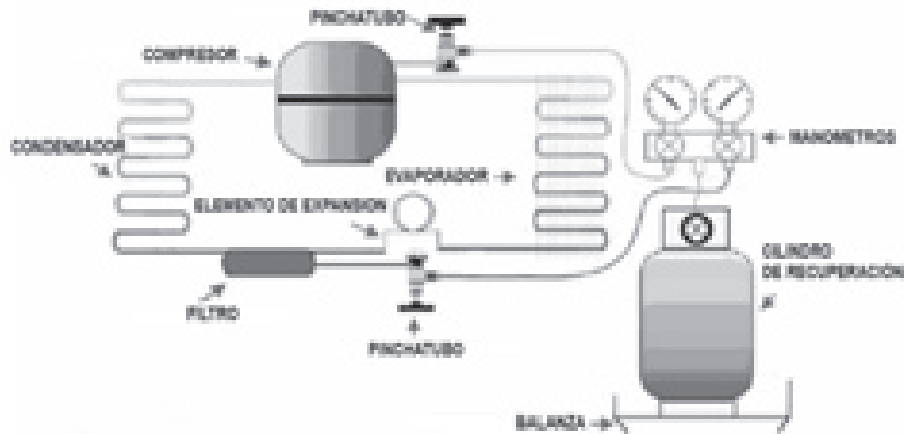
Porque en condiciones saturadas del refrigerante, cualquier disminución de temperatura implica una consecuente disminución inmediata de presión. Un refrigerante está saturado si se advierte la presencia de líquido dentro del cilindro que lo contiene.

En el segundo método, conocido como recuperación pasiva acelerada, es condición necesaria que el compresor del sistema esté funcionando. En la Figura 18 se observa la conexión sugerida para un sistema de compresor hermético, sin válvula de servicio. El mismo compresor del sistema genera la diferencia de presión requerida para que el refrigerante se desplace hacia el cilindro de recuperación, verificando constantemente que la presión de succión del compresor no se encuentre por debajo de 0 psig.

Para aumentar la presión en el condensador, NUNCA utilice una fuente de calor externa como la generada por sopletes. El aumento descontrolado de la temperatura aumenta la presión del refrigerante a niveles que la tubería del condensador no soporta, provocando una peligrosa explosión



Figura 18. Recuperación pasiva acelerada



Fuente: unep.fr/ozonation

¿Dónde se conecta la manguera que conducirá el refrigerante al cilindro de recuperación?

Para que la recuperación sea más rápida, la manguera se debe conectar en la línea de líquido. La Figura 19 ilustra un cilindro de recuperación típico.

Figura 19. Cilindro de recuperación



Fuente: Archivo UTO

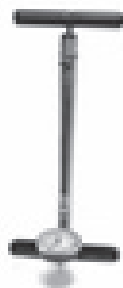
Los métodos de recuperación sin equipos no permiten hacer vacío ni alcanzar una presión manométrica igual a cero, por tanto, no recuperan el 100% del refrigerante del sistema. Al igualar la presión del sistema con la del cilindro de recuperación, la cantidad de refrigerante recuperada dependerá de las condiciones ambientales, de la carga de refrigerante, de la eficiencia de la técnica empleada, entre otras.

7.3.2. Métodos de recuperación con equipos

Para retirar el refrigerante de un sistema, estos métodos requieren de un equipo o máquina capaz de generar la diferencia de presión requerida entre el sistema y el cilindro de recuperación. Aunque su objetivo final es el mismo, los equipos de recuperación que ofrece el mercado, con disponibilidad creciente, varían en capacidad y propósito, según el tipo de refrigerante, las características técnicas del sistema que lo contiene y las necesidades de mantenimiento identificadas. La recuperación de refrigerantes es una práctica que requiere ser ejecutada por personal certificado, con capacidad para asumir los procedimientos y recomendaciones que cada fabricante describe para sus equipos.

Entre la variedad de equipos para recuperación de refrigerantes, se encuentran máquinas de accionamiento manual y máquinas de accionamiento eléctrico. Las de accionamiento manual, como la mostrada en la Figura 20, se utilizan para el servicio en sistemas de refrigeración domésticos, donde la carga de refrigerante no supera los 300 gramos.

Figura 20. Equipo de recuperación manual



Fuente: Archivo presentaciones Unidad Técnica Ozono. 2006

Las unidades pequeñas, como la mostrada en la Figura 21, funcionan con un compresor rotativo que permite realizar autopurga, después de cada proceso de recuperación y antes de ejecutar el siguiente y no requiere aceite, haciendo posible su uso con diferentes refrigerantes sin peligro de contaminación o mezcla de aceites.

Figura 21. Equipo de recuperación de accionamiento eléctrico



Fuente: Archivo presentaciones Unidad Técnica Ozono. 2006

Los equipos de recuperación pueden retirar el refrigerante en estado vapor o líquido en un tiempo muy corto según las exigencias del sistema, pero emplean menos tiempo si la recuperación se

realiza por líquido; así mismo, funcionan de modo más eficiente si la longitud de las mangueras de conexión es la más corta posible y su diámetro el más ancho posible.

Los equipos de recuperación pueden extraer el refrigerante de un sistema utilizando cualquiera de los siguientes métodos o una combinación entre ellos, evitando siempre que el refrigerante llegue en estado líquido hasta el compresor de la recuperadora.

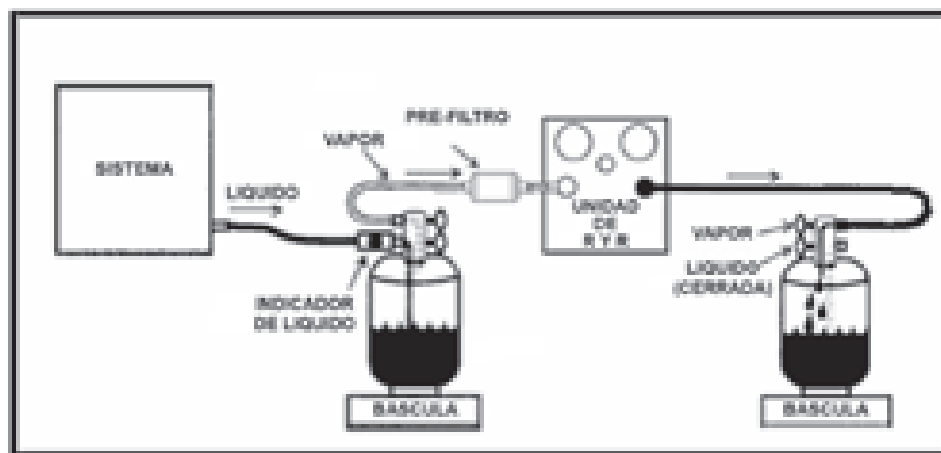
Recuperación por transferencia de líquido. Este método consiste en permitir el flujo de refrigerante en estado líquido del sistema a dos o más cilindros de recuperación. La recuperación por transferencia de líquido no permite extraer todo el refrigerante contenido en el sistema, haciendo necesario un proceso posterior de recuperación utilizando el método de Transferencia de vapor (Ver su descripción en este mismo capítulo).

Los accesorios y equipos mínimos necesarios para realizar una recuperación por transferencia de líquido son los siguientes:

1. El sistema cargado con el refrigerante a recuperar
2. Manómetros con sus mangueras
3. Máquina recuperadora
4. Dos cilindros de recuperación, como mínimo
5. Indicador de líquido o mirilla

La manguera del sistema se conecta en la línea de líquido, es decir, a la salida del condensador –en aires acondicionados y neveras domésticas- o en la botella de líquido, en sistemas que la tienen, como cuartos fríos. La función principal de la máquina recuperadora es disminuir la presión al interior del primer cilindro, para lo cual se requieren dos cilindros: el primero recibe el refrigerante líquido que sale directamente del sistema; el segundo recibe el refrigerante que la máquina recuperadora extrae en estado de vapor del primer cilindro, facilitando el flujo del refrigerante desde el sistema de refrigeración. A través de la mirilla se debe verificar que existe flujo constante de refrigerante líquido. La Figura 22 ilustra las conexiones típicas de este método.

Figura 22. Recuperación de refrigerante de un sistema utilizando el método de transferencia de líquido

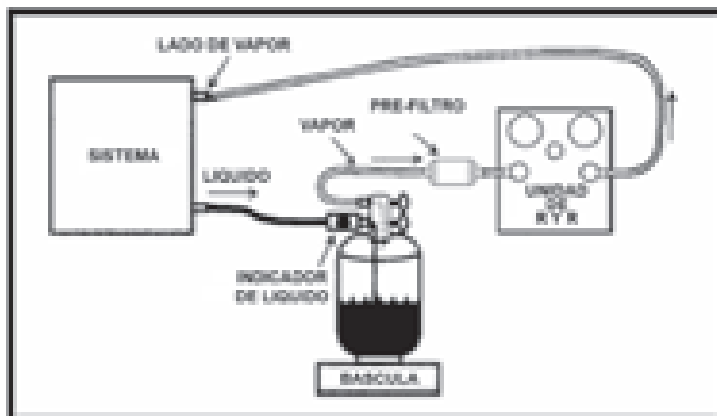


Fuente: Adaptación del Manual técnico VALYCONTROL, 1996.

Recuperación por compresión y aspiración (Push/Pull). Este método consiste en forzar el flujo de refrigerante en estado líquido del sistema a un cilindro de recuperación, utilizando la máquina recuperadora para aumentar la presión en el sistema. El proceso de recuperación inicia cuando la unidad de recuperación disminuye la presión del cilindro, generando un efecto de succión

(movimiento “pull”) que inducirá la salida del refrigerante líquido del sistema. Las condiciones ambientales causan que parte del refrigerante recuperado en el cilindro se evapore. Para mantener la diferencia de presión entre el sistema y el cilindro, la unidad recuperadora succiona el refrigerante evaporado y lo inyecta nuevamente al sistema (movimiento “push”). Para lograr una recuperación exitosa con este método, se conecta la válvula de gas del cilindro a la unidad de recuperación y la válvula de líquido del cilindro a la línea de líquido del sistema, como se ilustra en la figura 23.

Figura 23. Recuperación de refrigerante de un sistema utilizando el método “push/pull”



Fuente: Adaptación del Manual técnico VALYCONTROL, 1996.

¿Cuáles son las diferencias entre recuperar con el método de transferencia de líquido y el método “Push/Pull”?

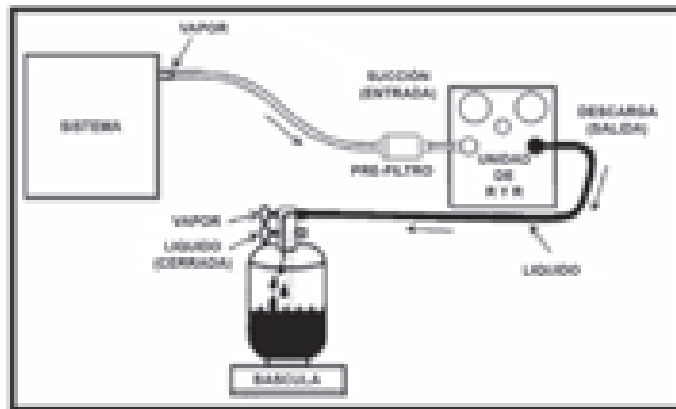
Aunque los dos métodos recuperan el refrigerante por líquido, con el método “Push/Pull” se necesita un sólo cilindro de recuperación. Ahora bien, si se tienen dos sistemas de la misma gama y capacidad, al aplicar este método se logra “empujar” con mayor rapidez el refrigerante que aún no ha salido del sistema, cuando se reinyecta el vapor saturado que se forma en el cilindro por las condiciones ambientales. Es claro que la masa de refrigerante que se está recuperando por líquido en el cilindro es mayor que la masa de vapor que se está reinyectando al sistema.

En conclusión, recuperar con el método “Push/Pull” es más rápido pero, al igual que con el método de transferencia de líquido, se requiere un proceso posterior de recuperación utilizando el método de transferencia de vapor



Recuperación por transferencia de vapor. Como se explicó, este método complementa la recuperación, asegurando que todo el refrigerante sea retirado del sistema. Este método consiste en permitir el flujo de refrigerante en estado de vapor desde el sistema hacia un cilindro de recuperación. La manguera del sistema se conecta en la línea de succión, es decir, entre el evaporador y el compresor. La función principal de la máquina recuperadora es disminuir la presión del sistema, una vez inicie el flujo del refrigerante en estado de vapor, la máquina lo condensa y lo deposita en el cilindro de recuperación en estado líquido. Ahora bien, si se hace uso de este método para recuperar todo el refrigerante, esto exigirá más tiempo que cuando se transfiere en estado líquido, y por lo tanto esta consideración debe ser tenida en cuenta cuando se seleccione el método de recuperación para un sistema en particular. La Figura 24 ilustra las conexiones necesarias.

Figura 24. Recuperación de refrigerante de un sistema utilizando el método de transferencia de vapor



Fuente: Adaptación del Manual técnico VALYCONTROL, 1996.

7.3.1. Recomendaciones de uso, almacenamiento y transporte de recipientes para refrigerante recuperado

En el capítulo de normatividad internacional se mencionó la Guía K expedida por la ARI, que orienta acerca de las buenas prácticas para quienes suministran, usan, almacenan y transportan contenedores para refrigerantes halocarbonados no inflamables recuperados. En esta sección se desarrollan los contenidos principales de la citada Guía.

Para estos refrigerantes en particular, se requiere atender las siguientes consideraciones de seguridad:

- Los cilindros donde van a ser almacenados deben cumplir las normas y especificaciones de las entidades que regulan el transporte de envases a presión en cada país. En el caso de los cilindros fabricados en Estados Unidos esta función está a cargo del DOT (Department of Transportation). En Colombia, según Decreto 1609 de julio 31 de 2002, el Ministerio de Transporte es la entidad oficial encargada de dictar las disposiciones para el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
- El recipiente donde se envasa el refrigerante virgen no debe emplearse bajo ninguna circunstancia como cilindro para recuperar por el peligro que representa para el operario y personas alrededor.
- Los cilindros e isotanques utilizados para recuperar deben ser sometidos a prueba hidrostática al menos una vez cada cinco años.
- La máxima cantidad en masa de refrigerante permisible a almacenar en cada cilindro está determinada como el 80% de la masa total que pudiera ser envasada en todo el recipiente.

La Guía K sugiere el color de los recipientes para almacenar refrigerante recuperado: color amarillo en el cuello y la parte superior del cilindro y color gris en el cuerpo del cilindro. Por último, considerando que cada refrigerante tiene su densidad específica, el cilindro debe estar etiquetado con la capacidad para la cual fue fabricado.

La Figura 25 ilustra las consideraciones para diligenciar o verificar la rotulación o etiquetado de un cilindro apto para almacenar refrigerante recuperado.

Figura 25. Rotulado de cilindros de recuperación

NOMENCLATURA PARA SEGUIMIENTO DE LAS FECHAS DE PRUEBA:
Esta nomenclatura indica la fecha de la última prueba hidrostática realizada al cilindro por una entidad acreditada y su código o registro particular asignado durante la prueba. La información puede aparecer literal o en forma de código. Veamos un ejemplo:

	Esta nomenclatura indica que el cilindro fue probado por última vez en Diciembre de 2001. El código asignado al cilindro es el A332. Por lo tanto, este cilindro deberá ser probado nuevamente antes de Diciembre de 2006.
--	--

NOMENCLATURA PARA IDENTIFICACION DE RIESGOS EN CASO DE INCENDIO O EMERGENCIA:
El código NFPA 704 establece un sistema de identificación de riesgos para que, en un eventual incendio o emergencia, las personas afectadas puedan reconocer los riesgos de los materiales respecto del fuego, aunque estos no resulten evidentes. El código consiste de una etiqueta con el nombre del material y cuatro secciones con un color asignado en cada caso. Veamos un ejemplo:

	En cada una de las secciones se coloca el grado de peligrosidad: 0, 1, 2, 3, 4, siendo cero el menos peligroso, aumentando la peligrosidad hasta llegar a 4, nivel más alto. En rojo: riesgo por inflamabilidad En amarillo: riesgo por reactividad En azul: riesgos para la salud En blanco: riesgos especiales, si no presenta aparece vacío.
--	---

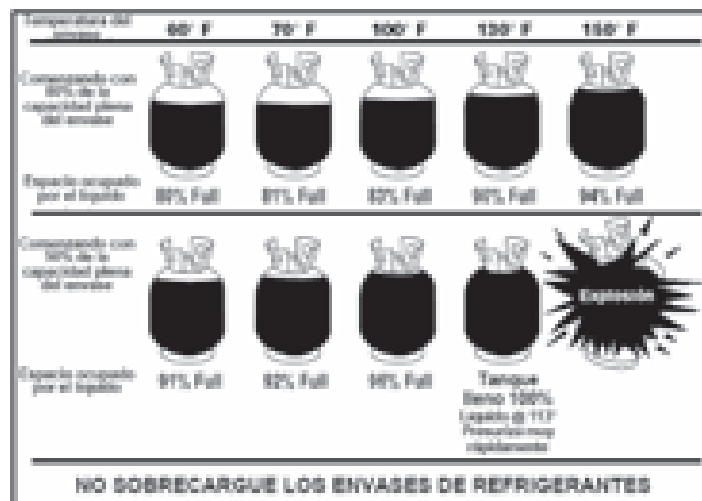
NOMENCLATURA PARA GASES NO INFLAMABLES:
Se utiliza para gases que son transportados a una presión no menor de 200 kPa a 20 °C como líquido refrigerado y que son asfixiantes u oxidantes.

	El número 2 indica la clase asignada por las Naciones Unidas para los gases no inflamables, no tóxicos. El cilindro y el número pueden estar en color negro o blanco.
--	---

Fuente: Archivo UTO

La Figura 26 ilustra, en una secuencia gráfica, la relación entre la temperatura y los peligros que acarrea el sobrellenado de un cilindro de recuperación mientras que la Figura 27 muestra casos reales de accidentes por el sobrellenado de cilindros de recuperación.

Figura 26. Consecuencias del sobrellenado de los cilindros de recuperación



Fuente: www.macsm.org

Figura 27. Imágenes de cilindros con falla por sobrellenado



Fuente: Archivo presentaciones Unidad Técnica Ozono, 2006

Las siguientes son las recomendaciones generales para atender cualquier proceso de recuperación y realizar una manipulación segura del refrigerante recuperado:

- Utilice adecuadamente los elementos de protección personal (EPP): guantes, anteojos de seguridad, calzado protector, casco, pantalones y camisa de manga larga. Recuerde que un refrigerante líquido puede producir quemaduras por frío y puede contener contaminantes capaces de generar serias lesiones en las partes de contacto. Los gases del refrigerante pueden ser nocivos si se inhalan, evite la absorción directa y disponga siempre de ventilación.
- Consulte el manual del fabricante del equipo de recuperación. Aplique todas las instrucciones de seguridad y operación. Familiarícese con el equipo.
- Cerciórese del tipo de refrigerante a recuperar y consulte su Hoja de Seguridad, conocida como MSDS (Material Safety Data Sheet) –Ver capítulo 9 de esta Cartilla.
- Verifique cada cilindro antes de usarlo: revise que tenga válvulas separadas para líquido y gas y que esté dotado de un dispositivo de alivio de la presión. Utilice únicamente cilindros limpios, exentos de contaminación de aceite, ácidos, humedad, etc. Nunca utilice los cilindros donde estaba envasado inicialmente el refrigerante virgen, use únicamente cilindros diseñados para recuperar refrigerantes según especificaciones DOT o su equivalente.
- No mezcle refrigerantes de diferente composición ni disponga refrigerante de un tipo en un cilindro cuya etiqueta está marcada para otro.
- No exceda la presión de trabajo del cilindro ni su máxima capacidad en peso establecida en el 80% de su capacidad nominal.

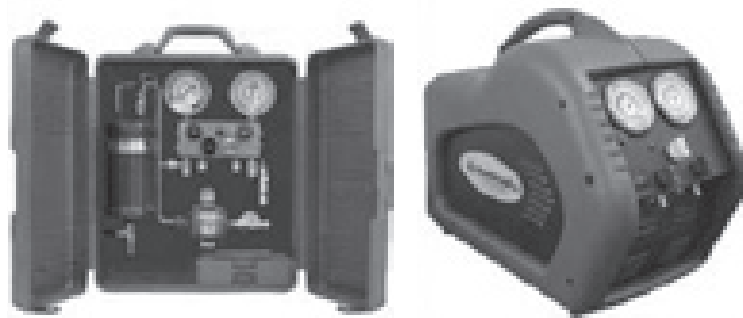
7.4. Reciclaje de refrigerantes: principios de funcionamiento de los equipos de reciclaje. Métodos asociados.

Principio de funcionamiento. Acorde con la definición dada por el estándar ISO 11650, el reciclaje es el proceso empleado para reducir los contaminantes que se encuentran en el refrigerante usado mediante válvulas y elementos de limpieza para lograr la remoción de los gases no condensables, la separación del aceite y la reducción de humedad, acidez y material particulado. Los equipos de reciclaje realizan la descontaminación del refrigerante usado recirculándolo una o varias veces a través de los elementos de limpieza (filtros y separadores de aceite) y es éste el principio en el cual se basan los métodos empleados para reciclar un refrigerante.

Métodos de reciclaje.

Paso simple: la máquina recicladora de un solo paso o de paso simple, como su nombre lo indica, procesa el refrigerante en una sola oportunidad a través de un circuito interno que incluye una trampa de aceite y uno o más filtros; luego transfiere el refrigerante al cilindro de almacenamiento. Este método es empleado por los equipos portátiles y muy útil cuando la mezcla refrigerante-aceite no presenta alto grado de contaminación. En el mercado existen máquinas recuperadoras a las cuales se les puede adaptar un kit de reciclaje portátil, de paso simple, como el que presenta la Figura 28:

Figura 28. Máquina recuperadora y Kit de reciclaje adaptable



Fuente: Archivo presentaciones Unidad Técnica Ozono. 2006

Paso múltiple: una máquina recicladora de paso múltiple, como la que ilustra la Figura 29, recircula mas de una vez el refrigerante a través de la trampa de aceite y de filtros por un período de tiempo determinado, o un cierto número de ciclos, para luego transferirlo hacia el cilindro de almacenamiento. Este método es empleado por las recicladoras estacionarias propicias para altos volúmenes de refrigerante y para mezcla aceite-refrigerante que, mediante prueba de acidez, evidencia un alto grado de contaminación.

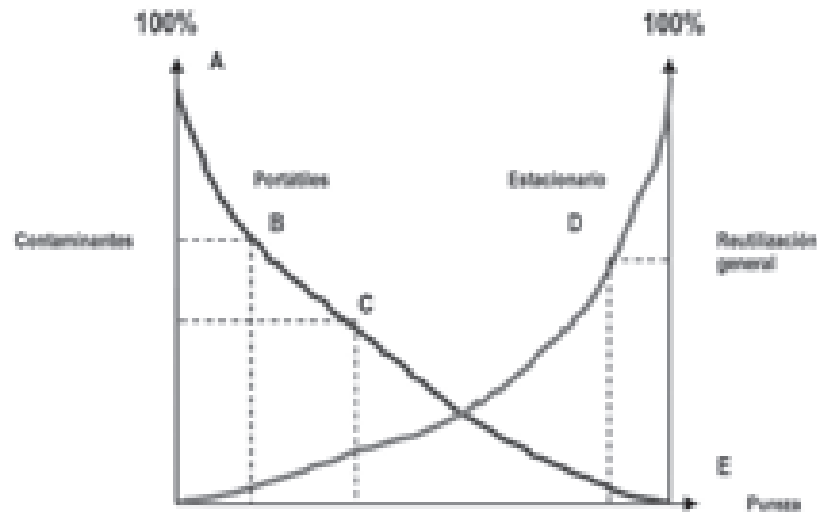
Figura 29. Máquina recicladora estacionaria, de paso múltiple



Fuente: Archivo UTO

En la Figura 30 se observa la efectividad de los métodos de limpieza aplicados a un refrigerante contaminado.

Figura 30. Reutilización de refrigerantes según su nivel de limpieza



Tipo de equipo	Recuperadora (Punto A)	Recicladora (Punto B)	Recicladora (Punto C)	Recicladora certificada SAE J 1991 (Punto D)	Regeneradora probada en laboratorio ARI 700 (Punto E)
Costo	US\$ 600	US\$ 800	US\$ 1000	US\$ 3000	US\$ 5000
Nivel de pureza		Humedad: 100 ppm Aceite: 40000 ppm Aire: 770 ppm		Humedad: 15 ppm Aceite: 4000 ppm Aire: 330 ppm	

- **En el punto A:** se observa un proceso de recuperación que se realiza con una bomba de recuperación manual o de accionamiento eléctrico. Debido a la ausencia de filtros no se obtiene disminución en su nivel de contaminación.
- **En los puntos B y C:** con la utilización de un equipo de recuperación y reciclaje portátil (con la posibilidad de tener un filtro deshumidificador u otros tipos de filtros adaptados) la contaminación continúa estando más cercana al 100% manteniéndose aún bajos los niveles de pureza del refrigerante. Igualmente, el precio de los equipos se sitúa por debajo de los US \$ 1000 para equipos portátiles.
- **En el punto D:** donde se utiliza un equipo de reciclaje estacionario, el nivel de reutilización general del refrigerante es alto, debido al buen proceso de limpieza al que ha sido sometido, donde su nivel de pureza se incrementa reduciendo los niveles de humedad (< 15 ppm), aceite (< 40000 ppm) y aire (< 300 ppm), también se observa el incremento en el costo del equipo.
- **El punto E:** muestra un refrigerante regenerado con un nivel de reutilización del 100% y un grado de pureza óptimo, este refrigerante es analizado según la norma ARI 700 para la verificación de sus condiciones de pureza.

7.5. Procedimiento de regeneración aplicable a refrigerantes

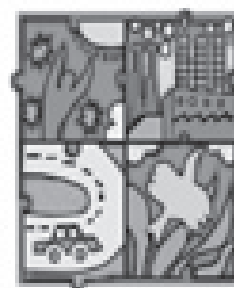
En reciclaje, a mayor nivel de descontaminación es mayor el nivel de reutilización del refrigerante, y es precisamente este principio el utilizado por los centros de regeneración.

La regeneración consiste en un procedimiento de reciclaje bastante riguroso donde el refrigerante queda prácticamente nuevo, certificándose su pureza bajo la norma ARI 700, así se asegura que el refrigerante procesado cumple con todas las condiciones de limpieza, probadas a través de diferentes análisis de pureza. Una unidad de regeneración normalmente es utilizada en países de gran demanda y alto consumo de refrigerantes, donde se cuenta con una red de distribución, de manera que se garantice la disponibilidad de refrigerante para ser procesado. Tradicionalmente, son los comercializadores de estas sustancias quienes operan un centro de regeneración. Son los grandes volúmenes de refrigerantes manejados, la condición para que los centros de regeneración sean rentables, situación que no se presenta en Colombia.

7.6. Beneficios de la recuperación y el reciclaje de los refrigerantes

Entre otros, los beneficios propios de la implementación de estas prácticas son:

- Incluir esta práctica como cultura de responsabilidad con el ambiente.
- Reducir y evitar la liberación de refrigerantes a la atmósfera.
- Disminuir los gastos en el mantenimiento de los equipos.
- Reducir el consumo de refrigerantes vírgenes.
- Disponer de refrigerante para los casos de baja oferta en el mercado y el buen funcionamiento de los equipos que lo requieran.
- Mejorar la calidad en la prestación de servicios en el sector.



7.7. Sustancias refrigerantes residuales

Residuo. Según el decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005 “Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”, un residuo o desecho, es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

Residuo peligroso. El mismo decreto define residuo o desecho peligroso como aquel residuo que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los remanentes, envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. La legislación internacional es especialmente importante cuando se trata del transporte transfronterizo de residuos peligrosos. El **Convenio de Basilea** sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su eliminación aprobado por Colombia mediante la ley 253 de 1995, es una clara demostración de la intención de los países por controlar el manejo de residuos peligrosos para proteger el medio ambiente.

Sustancia refrigerante residual. Cuando un refrigerante es mezclado con otro de diferente composición o naturaleza durante el mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, no existe método ni equipo que garantice procesar dicha mezcla o reciclarla hasta obtener una sustancia útil en refrigeración. En este caso se considera que la sustancia resultante es un refrigerante residual.



En nuestro país, toda aquella sustancia refrigerante considerada como SAO y que no pueda ser reincorporada al ciclo productivo, en aplicaciones propias de la refrigeración, es un residuo peligroso y como tal se debe garantizar su adecuada manipulación

Manejo integral. Es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de sustancias refrigerantes residuales, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de estos residuos peligrosos.

El generador es responsable de los residuos o desechos peligrosos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos, por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente. Las principales obligaciones del generador son:

- Garantizar que el envasado o empacado, embalado y etiquetado de sus refrigerantes residuales se realice conforme a la normatividad vigente.
- Mantener y suministrar a quien transporta los refrigerantes residuales las respectivas Hojas de Seguridad.
- Divulgar el riesgo que estos residuos representan para la salud y el ambiente, además, brindar el equipo para el manejo de estos y la protección personal necesaria para ello.

La normatividad colombiana prohíbe:

- Quemar refrigerantes residuales a cielo abierto.
- Ingresar refrigerantes residuales en rellenos sanitarios ya que no existen celdas de seguridad dentro de éste, autorizadas para la disposición final de este tipo de residuos.
- La disposición o enterramiento de refrigerantes residuales en sitios no autorizados para esta finalidad por la autoridad ambiental competente.
- El abandono de refrigerantes residuales en vías, suelos, humedales, parques, cuerpos de agua o en cualquier otro sitio.

La experiencia ha demostrado que es muy complicado lograr un manejo adecuado de este tipo de residuos peligrosos, inclusive en los países industrializados. Frente a las dificultades económicas y tecnológicas que experimentan los países en la destrucción y/o eliminación de estas sustancias, la mejor manera de contribuir es evitando su formación a través de la puesta en práctica de las NCL y, en general, de las buenas prácticas en el mantenimiento.

Recuerde: las propiedades inherentes a los refrigerantes permiten practicar diferentes métodos de reciclaje o descontaminación

Es decir, una mezcla de aceite-refrigerante no es sustancia residual por el hecho de haber sido expuesta a la contaminación propia de la quema del motor eléctrico del compresor hermético o semihermético. Entonces, si se quema el compresor, su aceite y refrigerante se pueden reciclar para volver a utilizarse sin hacer vertimientos ni emisiones al ambiente.

Capítulo 8.

Prácticas ambientales en los procedimientos de mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado

8.1. Barrido

Definición. Procedimiento empleado para retirar elementos extraños del interior de tuberías de refrigeración. El barrido se emplea en refrigeración para eliminar partículas sólidas. Como beneficio adicional retira altos contenidos de humedad presentes en las tuberías por inadecuada disposición de éstas antes de conectarse al sistema.

¿Cómo se realiza? Recuerde utilizar adecuadamente los elementos de protección personal (EPP). El procedimiento básico de barrido consiste en hacer fluir nitrógeno por un extremo de las tuberías del sistema y permitir la eliminación de contaminantes dejando el otro extremo de la tubería sin conectar, para mejorar este barrido se acostumbra obturar con la mano intermitentemente el extremo libre para acelerar la salida de estos residuos. Como referencia, en sistemas domésticos se ajusta la presión de salida en el regulador de nitrógeno máximo a 120 psig.

**No utilice el CFC-11 para eliminar contaminantes de las tuberías.
Recuerde: las buenas prácticas son garantía para clientes satisfechos y un ambiente protegido**



Cuándo se recomienda su práctica?

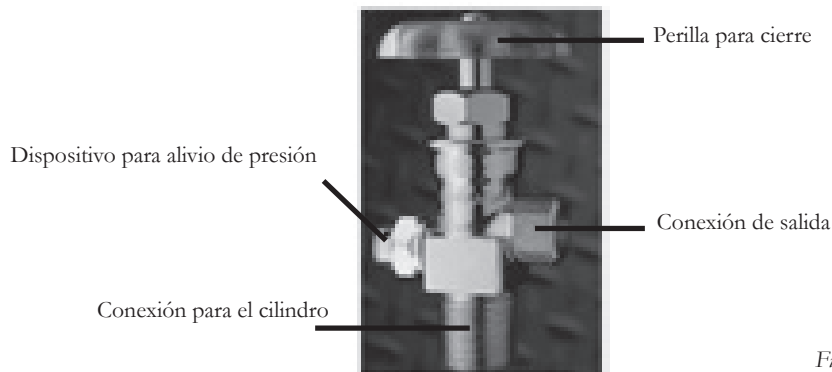
- Se realiza barrido siempre que se instalan sistemas nuevos de tuberías, porque no se garantiza que el proceso de soldadura se ejecuta con atmósfera de gas inerte, lo cual genera hollín, residuos sueltos de soldadura y óxidos; además se eliminan otros elementos provenientes de un inadecuado almacenamiento y manipulación de las tuberías.

- Se realiza barrido siempre que se ejecuta cambio de compresor por quemadura del mismo, y en general cuando se sospecha o se evidencia la entrada de material particulado dentro del sistema. Caso típico de ésta última circunstancia es el evaporador perforado que ha estado en contacto directo con el producto del congelador de una nevera.

Herramientas y equipos requeridos. Para un óptimo desarrollo del procedimiento se debe contar con herramientas, equipos y elementos de protección personal para evitar y prevenir accidentes que puedan afectar la salud del técnico y personas alrededor, estos equipos son:

- **Cilindro para nitrógeno:** son cilindros destinados para contener gases comprimidos (pueden variar entre 1800 y 4000 psig, el valor más común para la presión de carga es 2000 psig). Están contruidos de acero, sin costura y tratados térmicamente; su espesor de pared varía entre 3 y 5 mm, salvo en la base y el hombro donde el espesor es mayor para hacer seguro el manejo y permitir el estampado.
- **Válvula del cilindro:** cada cilindro tiene una única válvula especial y distinta dependiendo del gas que contenga, determinada por la entidad que desarrolla y promueve estándares y prácticas de seguridad en aplicaciones industriales de gases, conocida como CGA (Compressed Gas Association). Esta válvula permite llenar, transportar y vaciar el contenido del cilindro en forma segura. En la Figura 31 se muestra una válvula típica para un cilindro de gas comprimido. Para mayor información, consultar las normas NTC 3423 y NTC 1672.

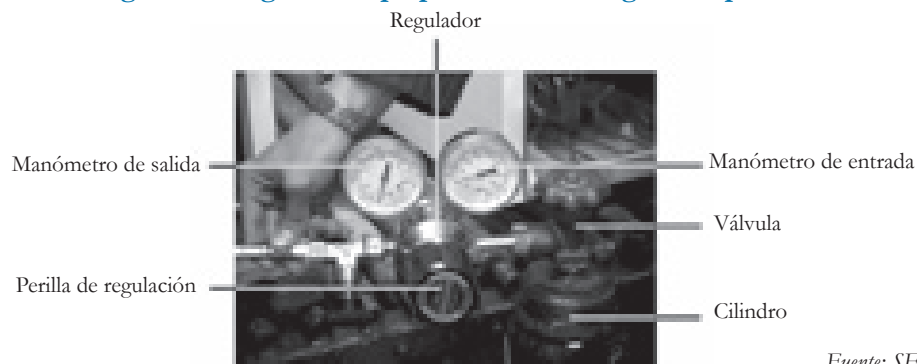
Figura 31. Válvula tipo para un cilindro de gas comprimido



Fuente: www.infrasal.com

- **Regulador para nitrógeno:** dispositivos como el mostrado en la Figura 32, mantienen la presión de salida o de servicio constante, independiente de la presión y del flujo de entrada proveniente del cilindro.

Figura 32. Regulador tipo para cilindro de gas comprimido



Fuente: SENA CEE

- **Elementos de protección personal:** una inadecuada manipulación o transporte del cilindro puede provocar daños a la válvula o la ruptura del cilindro y puede exponer al usuario a todos los riesgos asociados, por estas razones, todas las personas que manejen estos cilindros deben utilizar un equipo de protección básico que consiste en: guantes para proteger las manos de rasguños o heridas; gafas para proteger los ojos de los daños asociados con la liberación de presiones y botas de seguridad con punteras en caso de caída del cilindro. La Figura 33 ilustra el uso de los elementos de protección personal para retirar la tapa de la válvula.

Figura 33. Elementos de protección personal



Fuente: www.infrasal.com

8.2. Presurización

Definición. Procedimiento empleado para verificar que no existan fugas en el sistema, también llamada prueba de estanqueidad. El sistema se carga con un gas inerte, que permita alcanzar un valor de presión estipulado por norma, por el fabricante o diseñador. Después de un lapso de tiempo determinado, se verifica que la lectura en el manómetro de salida del regulador de nitrógeno no hubiera disminuido, de lo contrario, existe una fuga en la tubería que debe ser reparada. Tomar en consideración que por cada diferencial de 1°C en temperatura ambiente se producirá un cambio de presión de 0.01 MPa (0.1 kg/cm²), lo cual genera un cambio en la lectura del manómetro de salida del regulador y no significa que exista fuga.

¿Cómo se realiza? Recuerde utilizar adecuadamente los elementos de protección personal (EPP). El procedimiento básico consiste en hacer fluir nitrógeno por las tuberías del sistema hasta que se alcance el valor de presión estipulado. Esta presión deberá ser tal que evite deformaciones permanentes del sistema. Como referencia, se describe el procedimiento típico de presurización para una nevera:

- Conecte la manguera de color amarillo del árbol de manómetros al regulador del cilindro con nitrógeno, acople la manguera de color rojo al tubo apéndice o de servicio en el compresor, luego verifique un buen ajuste en las conexiones para evitar fugas.
- Abra la válvula del regulador hasta una presión máxima de 120 psig, de esta manera ya está presurizado el sistema.
- Con un poco de agua mezclada con abundante jabón haga espuma y colóquela sobre todas las conexiones realizadas, para verificar que estén en perfecto estado. Si en alguna de las conexiones la espuma empieza a formar burbujas quiere decir que existe una fuga, por lo tanto se debe abrir la conexión afectada, corregir el problema y conectar nuevamente.

Algunos fabricantes de equipos de aire acondicionado recomiendan presurizar el sistema en dos etapas, la primera se debe mantener durante pocos minutos para hallar las fugas más importantes y una segunda a mayor presión, que se debe mantener durante 24 horas para hallar las fugas más pequeñas.

¿Cuándo se recomienda su práctica? Siempre que el sistema haya perdido su hermeticidad por requerimientos de mantenimiento o se necesite conectar tubería nueva. La norma que estipula los lineamientos para conducir la prueba de estanqueidad en sistemas de tubería es la ANSI / ASME B31.5 denominada “*Refrigeration Piping and Heat Transfer Components*”. Según esta norma, en un sistema de refrigeración y aire acondicionado, los compresores, condensadores, evaporadores, elementos de seguridad, manómetros, mecanismos de control y sistemas probados en fábrica no se prueban en campo, a no ser que presenten evidencias de fuga.

¿Cuáles son los valores de presión de prueba? Según ANSI / ASME B31.5, el mínimo valor de presión de prueba de los lados de alta y de baja de cada sistema será el correspondiente a la presión de diseño. En sistemas que posean válvula de alivio el mínimo valor de presión de prueba será el valor de ajuste de esta válvula.

Herramientas y equipos requeridos. Para un óptimo desarrollo del procedimiento se debe contar con las mismas herramientas, equipos y elementos de protección personal utilizados en la práctica de barrido ya descritos anteriormente.

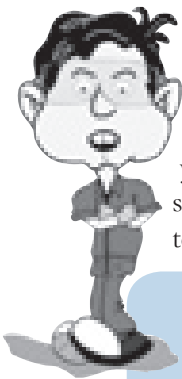
8.3. Vacío

Definición. El vacío es una operación que se realiza para extraer los gases no condensables y la humedad adsorbida por el sistema al momento de estar abierto. La idea fundamental es lograr el buen funcionamiento de todos los componentes y la eficiencia del filtro secador. Esta operación consiste en bajar la presión del sistema a tal punto que la temperatura de ebullición del agua sea muy inferior a la del ambiente, utilizando un equipo fabricado para este fin. De esta manera el agua se evapora y es extraída del sistema.

No se conoce ningún otro procedimiento mecánico por el cual se pueda eliminar la misma cantidad de humedad de un sistema como el vacío

¿Cómo se realiza? Recuerde utilizar adecuadamente los elementos de protección personal (EPP).

- Es requisito indispensable realizar barrido y presurización al sistema antes de iniciar la práctica de vacío.
- Se requiere saber el valor de vacío a obtener, teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante del equipo a tratar. Con este valor se debe seleccionar la bomba de vacío adecuada.
- Realice las conexiones necesarias entre la bomba de vacío, las mangueras y el sistema. En sistemas con alto volumen por evacuar se deben conectar bombas de vacío en las líneas de alta y de baja simultáneamente para ejecutar esta labor de manera eficiente.
- Ponga en funcionamiento la bomba de vacío. La presión indicada en el manómetro de baja empezará a disminuir.
- El tiempo de vacío es función del caudal de la bomba, del volumen interior de las tuberías y demás componentes del sistema, del tipo de sistema y del contenido de humedad. Una vez se alcance el valor de vacío deseado, permita que la bomba siga trabajando por lo menos una tercera parte del tiempo transcurrido hasta ese momento.



No se debe exagerar el tiempo del vacío: se pueden evaporar los solventes del aceite refrigerante cambiando su composición y eficiencia de lubricación.

Use instrumentos de medición con suficiente apreciación para la medida

- Antes de detener la bomba es necesario interrumpir la operación de ésta, cerrando la válvula que la vincula con el circuito. Esta operación es necesaria para evitar que el vacío logrado se pierda y que el aceite presente en la bomba se devuelva al sistema.
- Una vez terminada la operación, es el momento de verificar el valor de vacío alcanzado en el interior del sistema mediante el vacuómetro:
 - Si el vacuómetro muestra un aumento en la presión y se detiene en un nivel de vacío no deseado, es posible que aún persista humedad en el sistema: pequeñas gotas que, al evaporarse, aumentan la presión interna del sistema. En este caso continúe con la operación de vacío por más tiempo y vuelva a realizar la medición.
 - Si el vacuómetro muestra un acelerado y constante aumento de la presión es señal que existen fugas en el sistema. Tenga en cuenta que el problema puede existir en las conexiones realizadas para el vacío.
 - Si la medición en el vacuómetro no sufre modificaciones con el tiempo, el sistema estará listo para ser cargado con refrigerante.

NUNCA conecte la bomba de vacío al sistema, si este último tiene una presión mayor a la atmosférica, cualquier presión del sistema puede causar la remoción de aceite de la bomba

¿Cuáles son las unidades empleadas para medir vacío? La unidad internacionalmente aceptada es el *torr*, en honor al profesor italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) quien descubrió la presión atmosférica e inventó el instrumento para medirla (barómetro).

Un torr es equivalente a 1 mmHg (milímetro de mercurio), entonces
1 atm (atmósfera estándar) = 760 mmHg = 760 torr = 29,92" Hg
1 bar = 750.06 mm de Hg

Con las equivalencias se puede calcular el valor en múltiplos o submúltiplos, por ejemplo: 0.05 mbar equivalen a 37.5 μ m de Hg.

¿Cuándo se recomienda su práctica? Siempre que el sistema quede expuesto o abierto al medio ambiente. Al abrir el sistema ya sea por reparación, por cambio de algún componente o por la razón que sea, el aire del exterior puede ingresar al interior del sistema y con él una buena cantidad de contaminantes incluyendo humedad.

Herramientas y equipos requeridos. Para garantizar un buen vacío se necesita: bomba de vacío, vacuómetro y mangueras o componentes de conexión.

- **Vacuómetro:** instrumento para medir presiones inferiores a la presión atmosférica. Este es el instrumento óptimo a la hora de verificar el vacío alcanzado en la práctica, sin embargo, se puede utilizar el manómetro de baja presión como vacuómetro, en la pequeña escala de 0 a 30" Hg que se encuentra a la izquierda de la carátula. Cuando se mide el vacío con el manómetro, no se tiene un valor exacto de presión por lo cual se requiere un manejo por tiempo, de acuerdo al sistema. Como referencia, un equipo doméstico requiere de 20 minutos aproximadamente para alcanzar y sostener un buen nivel de vacío: 22" Hg para Bogotá y 29" Hg para ciudades al nivel del mar.
- **Mangueras y conexiones:** influyen directamente en el tiempo requerido para hacer vacío. Tanto las mangueras como las conexiones serán del mayor diámetro y de la menor longitud posible, verificando que no presenten fugas.
- **Bomba de vacío:** es una bomba rotatoria de paletas, compuesta por una caja (estator) en la cual gira un rotor con ranuras que está fijo excéntricamente. Las paletas se deslizan a lo largo de las

paredes del estator y de esa manera empujan el aire que ha aspirado en la entrada, para finalmente expulsarlo a través del aceite por la válvula de salida. El contenido de aceite en la bomba sirve de lubricante y de junta estanca, llena los huecos vacíos y ayuda a refrigerar la bomba.

Selección de la bomba de vacío: se deben tener en cuenta dos características importantes a la hora de seleccionar una bomba de vacío:

- La velocidad de bombeo o caudal de trabajo, generalmente expresado en pies cúbicos por minuto (cfm). Elija el caudal de la bomba según el tamaño del sistema a evacuar. $1 \text{ cfm} = 28,56 \text{ l/min} = 1.69 \text{ m}^3/\text{h}$. La capacidad de la bomba es proporcional a su tamaño y potencia. Si la bomba elegida es demasiado grande puede alcanzar el nivel de vacío en poco tiempo pero produce formación de hielo en las paredes internas de la tubería. Después de cierto tiempo, el hielo empezará a descongelar y evaporar. Como resultado, aumenta la presión y se encontrará otra vez humedad en el circuito. En caso contrario, con una bomba demasiado pequeña, el tiempo de evacuación será demasiado largo.
- El máximo vacío que se puede alcanzar con la bomba: existen bombas con doble rotor conocidas como “Bombas de doble efecto”, que alcanzan niveles de alto vacío y “Bombas de simple efecto”, las cuales alcanzan valores convencionales de vacío, de uso frecuente conforme a la Tabla 15:

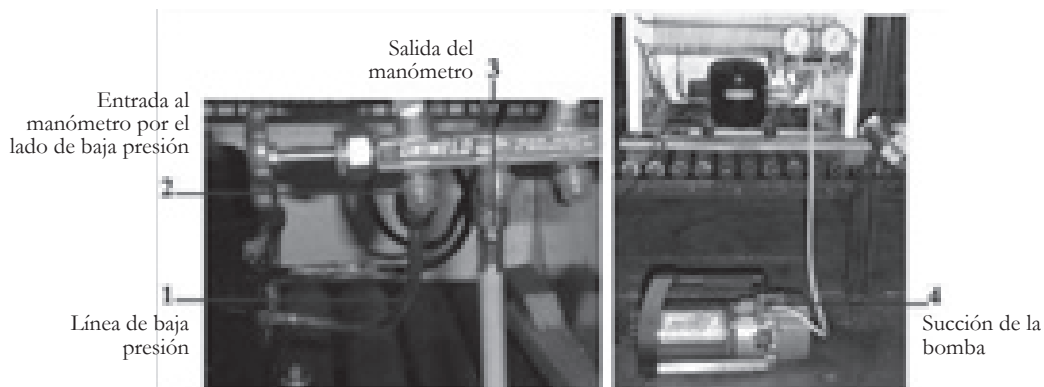
Tabla 15. Nivel de vacío en bombas comerciales

Tipo de vacío	Rango de presiones	
	Sistema Internacional (milibar: mbar)	Sistema Inglés (micras de mercurio: $\mu\text{m de Hg}$)
Alto vacío	0.05 – 0.1	37.5 – 75
Uso frecuente	0.5 – 2	375 – 1500

Recuerde cambiar el aceite de la bomba con regularidad ya que la humedad del circuito de refrigeración vuelve a aparecer en la bomba y provoca su oxidación

La Figura 34 ilustra las conexiones típicas de una bomba de vacío en una nevera doméstica.

Figura 34. Conexión de la bomba de vacío



Fuente: SENA CEE

¿Se puede usar un compresor de refrigeración o (A/A) para realizar vacío? NO, el compresor daría una presión de vacío que sólo alcanzaría a llevar la temperatura de ebullición del agua a +56 °C lo cual está muy por encima de la temperatura ambiente. En cambio la bomba para vacío puede colocar la temperatura de ebullición del agua por debajo de 0 °C.

Válvula de lastre de gas: conocido también como “gas ballast”, es un dispositivo que tienen algunas bombas de vacío cuyo propósito es impedir que la humedad se condense dentro de la bomba durante la acción de descarga y ocasione daños en la máquina. Es recomendable elegir una bomba de vacío con este dispositivo pues parte de la humedad retirada del sistema puede depositarse en la bomba y traer como consecuencia la oxidación y corrosión de sus partes metálicas y el deterioro acelerado de las características lubricantes del aceite.

8.4. Criterios de manipulación de recipientes a presión

Los recipientes a presión son susceptibles de fallas en los materiales, de corrosión y de ser golpeados por otros objetos. Un manejo inadecuado de cualquier recipiente a presión puede ocasionar que la pared del envase se rompa, causando una explosión. Las personas sufren lesiones durante una explosión debido al efecto de la presión, los objetos que salen volando y el calor. Las partes del cuerpo más sensibles a la presión son los tímpanos de los oídos, los pulmones, el estómago y los intestinos.

A continuación se listan algunas recomendaciones generales para poner en práctica a la hora de manipular recipientes a presión:

- Cada regulador está diseñado para un rango de presiones determinado y para un tipo de gas específico. Siempre utilice el regulador de presión apropiado para cada cilindro. Si un regulador no se ajusta a la válvula de un cilindro, reemplace el cilindro, no el regulador. No trate de adaptar o modificar un regulador para que se ajuste a un cilindro. Los reguladores están diseñados para entallar válvulas específicas de cilindros, para evitar el uso inapropiado. Las válvulas son fabricadas normalmente en forma de ángulo recto lo que permite colocarle un tapón de seguridad. Estos protegen la válvula y el cilindro contra un aumento inesperado de presión permitiendo escapes del gas.
- Inspeccione los reguladores, los aparatos para aliviar la presión, las válvulas, las conexiones del cilindro y las mangueras con frecuencia, verificando que no haya señales de daño. Cuando reciba el cilindro verifique que la válvula esté en buen estado y que no presente abolladuras ni rastros de exposición al fuego. Retire la tapa manualmente sin utilizar ningún tipo de herramienta.
- Mantenga siempre calibrados los manómetros, esta calibración debe ser realizada por personal calificado o una entidad habilitada. Cerciórese del rango de presiones para el cual está diseñado el regulador antes de utilizarlo.
- Nunca utilice un cilindro que no se puede identificar positivamente. La codificación de color no debe ser el único sistema utilizado para identificar un cilindro porque los colores pueden variar entre los diferentes proveedores.
- Todos los elementos del cilindro siempre deben estar libres de grasa, aceites y demás residuos que puedan afectar su desempeño y además la seguridad del operario. No utilice aceite o grasa en los componentes del cilindro de un gas oxidante porque puede causar un incendio o una explosión.
- Nunca transfiera gases de un cilindro a otro. El gas puede ser incompatible con los residuos del gas que quedaron en el cilindro, o con el material del cilindro.

- Coloque todos los cilindros de tal manera que la válvula principal siempre esté accesible. Cierre la válvula principal del cilindro cuando no esté en uso.
- Quite los reguladores de los cilindros que no se usan y siempre coloque una tapa de seguridad para proteger la válvula.
- Siempre asegure los cilindros, no importa si estén vacíos o llenos para evitar que se caigan y dañen la válvula. Esto se puede hacer amarrándolos con una cadena a la pared, al mesón, u otro soporte fijo.
- El oxígeno debe estar almacenado en un área que esté alejada de cualquier material inflamable o combustible, o separado de ellos por una barrera no-combustible.
- Para transportar un cilindro, coloque la tapa de seguridad y asegure el cilindro a un cargador en una posición vertical. Nunca ruede un cilindro.
- Siempre marque los cilindros vacíos y almacénelos separados.
- Tenga cuidado al manipular los cilindros de gas comprimido y nunca deje caer o golpear el cilindro.
- Utilice sólo las herramientas provistas por el proveedor de cilindros para abrir una válvula. Para el cuidado del equipo y protección del usuario debe abrir despacio las válvulas de los cilindros para que las altas presiones no dañen los manómetros del regulador; cuando las abra ubíquese a un lado del regulador para evitar ser golpeado si los manómetros estallan.
- Los gases inflamables deben ser almacenados en áreas apropiadamente señaladas y lejos de las fuentes de ignición y separados de los gases oxidantes.
- Nunca exponga el cilindro a una fuente de calor para acelerar la descarga de su contenido. No almacene los cilindros de gas comprimido en áreas donde la temperatura puede exceder 50 °C.
- Siga todas las instrucciones indicadas por el proveedor antes de utilizar el cilindro, si no sabe o tiene dudas de cómo manipular este equipo consulte una persona especializada o diríjase directamente al proveedor.

8.5. Carga de refrigerante

Definición. Procedimiento por el cual se introduce la cantidad correcta de refrigerante en un sistema de refrigeración. La carga de refrigerante hace parte de la etapa final del mantenimiento, asegurando que las prácticas de barrido, presurización y vacío se han ejecutado adecuadamente.

¿Cómo se realiza? Recuerde utilizar adecuadamente los elementos de protección personal (EPP). Se requiere determinar la cantidad de refrigerante a cargar. La carga de refrigerante la suministra el fabricante del sistema de refrigeración, sin embargo en ausencia de ésta información, existen procedimientos que permiten hacer un buen ajuste práctico de dicha carga.

Se deben tener a la mano siempre las tablas de presión y temperatura del refrigerante a usar. El refrigerante se debe cargar por la línea de líquido. También se puede cargar por la línea de succión, siempre y cuando se asegure que el refrigerante está en estado gaseoso. No todos los refrigerantes se pueden cargar por baja: todas las mezclas zeotrópicas de la serie R400 sólo se cargan por la línea de líquido, ya que se desconoce el comportamiento de sus componentes en estado gaseoso y se podría cargar más porcentaje de un componente que otro de la mezcla. Lo más importante es cargar el refrigerante en estado líquido por alta o en estado gaseoso por baja.

Si el filtro del sistema posee una válvula, no se debe utilizar para la carga de refrigerante. La carga inicial se debe realizar con el sistema apagado, aprovechando la diferencia de presión entre el vacío del sistema y la presión positiva del cilindro que contiene refrigerante.

- **Carga y ajuste por peso:** se requiere que el sistema no tenga una carga inicial de refrigerante. Esta es la forma más fácil, siempre que el equipo haya sido desarrollado por un fabricante y facilite la carga de refrigerante en peso óptimo para su equipo. Si el equipo es compacto, con tuberías instaladas en fábrica, se utiliza una balanza con la cual se mide el peso del cilindro que contiene una cantidad inicial de refrigerante. Se realizan las conexiones necesarias y se procede a cargar el sistema. La cantidad exacta de refrigerante estará dada por la lectura de la balanza hasta que la diferencia en peso sea igual a la cantidad óptima suministrada por el fabricante. En el caso de sistemas que requieran instalación de tubería (split), se calcula una carga adicional de refrigerante teniendo en cuenta la longitud y diámetro de la tubería y el valor adicional en peso que recomienda el fabricante para un refrigerante en particular.
- **Ajuste de carga por el valor de recalentamiento del refrigerante:** cuando se requiera ajustar la carga de refrigerante, verifique que la presión del sistema y la del cilindro de carga sean iguales y luego proceda a encender el sistema. Con el manómetro se mide la presión de succión del refrigerante y con las tablas P-T de refrigerante saturado se obtiene la temperatura de saturación. Con un termómetro (de contacto, infrarrojo, termocupla, etc) se mide la temperatura del refrigerante en la línea de succión del compresor. La diferencia entre el valor de temperatura medida y el valor de temperatura leída en la tabla debe estar entre 3 y 5°C .
 - Si el valor es superior a 5°C quiere decir que la última gota de líquido se ha evaporado antes de salir del evaporador, por lo que el refrigerante llegará más recalentado al compresor y se corre el riesgo de tener una temperatura muy alta en la descarga del compresor. Se tiene una carga insuficiente de refrigerante. Para corregir, se agrega lentamente más refrigerante hasta obtener un valor de temperatura en el rango de referencia.
 - Si el valor es inferior a 3°C, en refrigerantes puros, o negativo, en mezclas zeotrópicas, quiere decir que existen gotas de refrigerante líquido en la línea de succión, en este caso se puede ocasionar un deterioro mecánico del compresor, no preparado para comprimir líquido. Se tiene un exceso de refrigerante en el sistema. Para corregir, ajuste la válvula de expansión, restringiendo el flujo de refrigerante. Este procedimiento sólo es válido para ajustes muy pequeños. Si el elemento de expansión del sistema es fijo, se debe recuperar el exceso de refrigerante.



No cargue refrigerante líquido por la línea de succión, puede dañar el compresor.

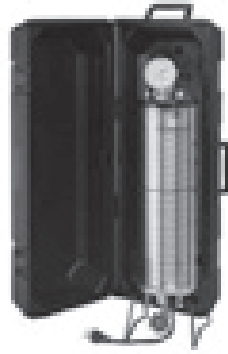
Si el sistema cuenta con mirilla en la línea de líquido, verifique que no se generen burbujas. En caso contrario, revise que el amperaje medido por fase no supere el amperaje nominal del compresor y proceda a añadir más refrigerante

Herramientas y equipos requeridos. Además del manómetro, mangueras y conexiones, se debe contar con los siguientes equipos

- **Balanza automática de carga:** este instrumento permite una carga rápida y eficiente del refrigerante en cualquier sistema de refrigeración obteniendo una mayor precisión, utilizan un sistema automático de cierre del flujo de refrigerante y varían en su resolución, capacidad de carga y en las dimensiones de su plataforma.
- **Cilindro de carga portátil:** este instrumento consta de un tubo o cilindro de vidrio con un indicador de nivel de líquido; permite transferir refrigerante a un sistema y medir la cantidad requerida en la escala impresa. El cierre del flujo de refrigerante es manual. El cilindro tiene

un manómetro y una válvula manual en la parte inferior para llenar el cilindro de carga o para cargar refrigerante líquido en el sistema de refrigeración. También posee una válvula en la parte superior del cilindro usada para cargar refrigerante en estado de vapor. En la Figura 35 se observa un cilindro de carga portátil típico.

Figura 35. Estación de vacío y carga portátil



Fuente: www.tequipment.net

Existe un método para realizar vacío y carga de refrigerante llamado “Método de la triple evacuación”. El sistema se evacua hasta alcanzar 665 mPa (500 micrones), medidos con un vacuómetro electrónico; este valor se mantiene durante 4 horas y luego se rompe el vacío con nitrógeno seco. El procedimiento se repite dos veces más de tal forma que la última ruptura de vacío se realiza con el propio refrigerante del sistema haciendo de esta manera la carga de refrigerante.



Para ejecutar las prácticas ambientales, recuerde siempre remitirse a las especificaciones del fabricante o diseñador del sistema

Capítulo 9.

Manuales del fabricante y hojas de seguridad

9.1. ¿Qué son y para qué sirven los Manuales del Fabricante?

Los manuales del fabricante son documentos que contienen la información necesaria y relevante que el personal de mantenimiento debe conocer acerca de un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado en particular o de alguno de sus componentes. El objetivo de estos manuales es proveer información lo suficientemente técnica y lo más didáctica posible: son una fuente primaria de datos y se constituyen en la guía principal de procedimientos detallados para prolongar la vida útil del equipo y conservar sus características de operación.

Los manuales del fabricante pueden contener uno o varios de los siguientes documentos: manual técnico de servicio, manual de mantenimiento, manual de operaciones, manual de seguridad e higiene, planos eléctricos, diagramas de alambrado, planos del fabricante, entre otros. Las normas de competencia laboral del sector se refieren a cualquiera de ellos indistintamente, dejando a criterio del trabajador la selección pertinente según el tipo de mantenimiento a realizar.

Manuales de mantenimiento: tienen por objetivo desarrollar tareas de mantenimiento en forma segura y eficiente contemplando dentro de su estructura los principios de funcionamiento de la máquina o equipos, su ubicación en el proceso, las tareas o procedimientos asociados al mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, incluyendo el análisis de riesgos e impacto ambiental, así como la investigación de averías, lista de partes y repuestos.



Consultar el manual del fabricante de un sistema de refrigeración le permitirá seleccionar las refacciones adecuadas en el mantenimiento, garantizando así su buen funcionamiento

El uso de refrigerantes alternativos y sus tecnologías asociadas, así como los componentes electrónicos permiten ofrecer en el mercado sistemas de refrigeración cada vez más sofisticados todo lo cual requiere técnicas e instrucciones de mantenimiento que no son comúnmente conocidas o usadas en los equipos más viejos. Esta complejidad, hace que sea más y más importante que el técnico y los operarios tengan en cuenta la información del fabricante y las recomendaciones concernientes al servicio, reparación y mantenimiento de dichos sistemas.

Para un fabricante, el manual resulta un instrumento fundamental, ya que es el documento que le permite hacer tangible y transmisible todo su conocimiento acerca del producto que ha desarrollado. Algunos manuales pueden contener un completo y detallado programa de mantenimiento continuo recomendado, que el propietario, técnico u operador puede decidir adoptar. En general, los manuales pueden estar estructurados de la siguiente forma:

- Un formulario de indicaciones paso por paso que deberá estipular la continuidad de los planes de trabajo recomendados.
- Información secuenciada en forma lógica para que sea fácil de encontrar y usar.
- Dibujo de vistas expandidas, gráficos o fotografías apoyadas por textos que sean fáciles de seguir.
- Los temas a ser posiblemente expuestos en el manual son:
 - La descripción detallada del equipo, sus dispositivos de seguridad y aplicaciones para las cuales el equipo fue fabricado, incluyendo prohibiciones y usos incorrectos.
 - Descripción de sistemas tales como controles manuales, comandos eléctricos hidráulicos, de combustible, etc.
 - Instrucciones de lubricación, registrando la frecuencia recomendada por los fabricantes y los lubricantes y líquidos que deben ser usados en los diversos componentes.
 - Presiones y cargas eléctricas aplicables a los diversos componentes.
 - Tolerancias y ajustes que el fabricante considera necesarios para el funcionamiento correcto del sistema o componente. Frecuencia y alcance de las inspecciones que el fabricante considera necesarias para el mantenimiento correcto del sistema en general.
 - Lista de herramientas especiales
 - Las limitaciones en el uso por: capacidad de carga, temperaturas en el medio ambiente, entre otras.
 - Las instrucciones para la identificación de fallas, cómo remediarlas y cómo poner en marcha el equipo después del mantenimiento, utilizando un formato que contenga 3 columnas relativas a: fallas, causas y posibles soluciones; los tipos de mantenimiento y su periodicidad.

9.2. ¿Qué son y para qué sirven las Hojas de Seguridad?

Las hojas de datos de seguridad -HDS, conocidas por sus siglas en inglés como MSDS: Material Safety Data Sheets, son documentos que dan información detallada sobre la identidad o naturaleza de cualquier sustancia química o producto. Como una práctica necesaria dentro de la Seguridad y Salud ocupacional, una HDS se consulta para detallar los peligros físicos y los peligros a la

salud que representa el uso de la sustancia. También provee información sobre cómo trabajar con una sustancia química de una manera segura y qué hacer si se presenta un escape o derrame accidental.

Es obligación de los fabricantes e importadores obtener o desarrollar :

- Hojas de datos de seguridad para cada material peligroso que ellos produzcan o importen y
- Hojas de datos de seguridad para cada compuesto que ellos usen.

A continuación, se presentan las consideraciones más importantes respecto a la información y uso de las HDS:

- Cualquier taller de servicio, empresa o centro de trabajo debe tener las HDS de cada una de las sustancias químicas que se manipulan, especialmente si son sustancias peligrosas. Estas deben estar disponibles permanentemente para los trabajadores involucrados en su uso, para que puedan contar con información inmediata para implementar medidas preventivas o correctivas en el sitio de trabajo.
- Deben ser en idioma español. La información debe ser confiable, para que su uso normal conlleve a una atención adecuada para el cuidado de la vida y la salud humana o para controlar una emergencia. No se deben dejar espacios en blanco. Si la información requerida no es aplicable o no está disponible, se anotarán las siglas NA o ND respectivamente, según sea el caso, y se deberá anotar al final de la HDS, la fuente o fuentes de referencia que se utilizaron en su diligenciamiento.
- Deben ser actualizadas en caso de existir nuevos datos referidos a la sustancia química que caracteriza.

Contenido de las HDS. El formato es libre y debe contener, en orden, como mínimo la siguiente información:

Título: Hoja de datos de seguridad, HDS y la Identificación química o Nombre del producto. En todas las páginas debe aparecer, en la parte superior derecha, el nombre de la sustancia.

Contenido: La Hoja de Seguridad está compuesta por varias secciones, en las que se desarrollan los siguientes temas a saber:

- **Información sobre el productor:** nombre, dirección número de teléfono y teléfono de emergencia del fabricante.
- **Ingredientes Peligrosos/Información de Identificación:** lista de sustancias químicas peligrosas. Dependiendo del país, la lista puede contener todos los componentes químicos, incluso aquellos que no son peligrosos. Teniendo en cuenta que los productos químicos son usualmente conocidos por nombres diferentes, todos los nombres comunes usados en el mercado deben ser registrados. Así mismo, el límite legal de exposición permitido (Permissible Exposure Limit – PEL) para cada ingrediente de la sustancia peligrosa debe ser reportado.
- **Características físicas/químicas:** punto de combustión, presión y densidad de vapor, punto de ebullición, tasa de evaporación, etc.
- **Información sobre riesgos de fuego y explosión:** punto de combustión, límites de combustión, métodos de extinción, procedimientos especiales contra el fuego, peligros especiales de explosión o fuego.
- **Información sobre reactividad:** cómo reaccionan ciertos materiales cuando se mezclan o se almacenan junto con otros.
- **Información sobre riesgos para la salud:** efectos que las sustancias químicas pueden causar (agudos = inmediatos; crónicos = a largo plazo), vías por las que la sustancia química puede entrar al cuerpo (pulmones, piel o boca), síntomas, procedimientos de emergencia y primeros auxilios.

- **Precauciones para un manejo y uso seguro:** medidas a implementar en caso que el material químico se derrame o escape, cómo deshacerse de los desperdicios del material químico de una manera segura, cómo manipular, transportar y almacenar materiales de manera segura.
- **Medidas de control:** ventilación (local, general, etc.), tipo de respirador/filtro que debe usarse, guantes protectores, ropa y equipo adecuados, etc.
- **Información sobre ecología:** daños al ambiente y precauciones especiales.

9.3. Hojas de datos de seguridad para refrigerantes y aceites

Como herramienta de consulta permanente para el manejo ambiental de las sustancias utilizadas en refrigeración se han preparado las Hojas de Datos de Seguridad de los refrigerantes y aceites más utilizados en el mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado en Colombia. La información presentada en las Tablas 16 – 34 se ofrece de buena fe y se basa en datos que se suponen precisos a la fecha de elaboración de la presente publicación. El usuario no debe suponer que se han indicado todas las medidas de seguridad o que otras medidas no son necesarias. La mayoría de las HDS que se presentan a continuación omiten la información respecto al productor teniendo en cuenta que para su elaboración, se consultó la información técnica suministrada por las grandes casas fabricantes.



Para ampliar esta información, no dude en consultar al fabricante o distribuidor que le vendió los materiales; además, Internet también ofrece recursos e información sobre las Hojas de Datos de Seguridad de la mayoría de sustancias refrigerantes y aceites utilizados en refrigeración

Tabla 16. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 717

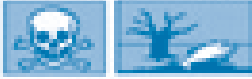
AMONESTACIÓN (AÑADIDA)		AMONESTACIÓN (EXISTENTE)	
<p>MPCAS 1994-41-T Nº MI 5005 Nº FIC 0414 Nº FIC 00067000 Nº CE 007-02-0015</p>		<p>Tecnología de refrigerante (R717) Masa molecular: 17.03</p>	
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Extremadamente inflamable. Combustible en condiciones específicas. El calentamiento interno puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Evitar llama abierta.	Cortar el suministro, si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos se apaga con polvo, debido de serlo.
EXPLOSIÓN	Mixtos de arroyos y aire orgánicos explosivos si se encienden en condiciones inflamables.	Sistema cerrado, ventilación, equipo seguro y de alumbrado a prueba de explosiones.	En caso de incendio, mantener fría la botella por pulverización con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
IRITACIÓN	Sensación de quemar, tos, dificultad respiratoria. Síntomas de efectos no inmediatos: vértigo (Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Air limpio, reposo, posición de semi-incorporado y atención médica. Respiración artificial si evolución meliora.
FRÍO	EN CONTACTO CON LA BOTA: CONGELACIÓN.	Quitar sistemas del frío, traje de protección.	EN CASO DE CONGELACIÓN: Aplicar con agua abundante durante varios minutos (quitar las férulas de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
QUEM	Quemaduras profundas graves.	Protección facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las férulas de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
INGESTIÓN			
ENCHUFES Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
<p>Evitar la zona de peligro; consultar a un experto; ventilación; si las botellas tienen fugas NO volver NUNCA a llenar de agua sobre el líquido. Transferir la botella a un lugar seguro e cielo abierto, cuando la fuga no puede ser detenida. Si está en forma líquida dejar que se evapore. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).</p>		<p>A prueba de incendios. Separado de oxidantes, ácidos, hidruros. Mantener en lugar frío. Ventilación a ras del suelo y techo.</p>	<p>Etiquetas con accesos especiales, símbolos F, N, O, A P, 10-20-34-60 G, 10-20-10-20-20/20/10-40-41 Clasificación de Peligros GHS 02, 03 CE: </p>
D A T O S - I M P 	<p>ESTADO FÍSICO, ASPECTO Gas líquido comprimido incoloro, de olor aceo.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS El gas es más ligero que el aire. Difícil de encender. El líquido derramado forma muy baja temperatura y se evapora rápidamente.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS Se forman compuestos inestables frente al choque con sales de mercurio, plata y oro. La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y su corrosión (p.ej. Aluminio y zinc). Reacciona violentamente con oxidantes fuertes, hidruros e interhalógenos. Ataca el cobre, aluminio, zinc y sus aleaciones. Al disolverse en agua desprendo calor.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV (como TWA): 25 ppm; ST (región/ADOSH 1980-1991); TLV (como STEL): 35 ppm; SA (región/ADOSH 1980-1991).</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>EFECTO DE INHALACIÓN Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN Corrosión. Lactógeno. La sustancia es corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones puede originar edema pulmonar (véanse Notas). La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</p>	
	<p>Punto de ebullición: -33°C Punto de fusión: -78°C</p> <p>Densidad relativa (agua = 1): 0.88 a -33°C Solubilidad en agua: Buena (24 g/100 ml a 20°C) Presión de vapor, kPa a 20°C: 1013</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.36 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1) Punto de inflamación: (véanse Notas)/°C Temperatura de autoignición: 651°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 15-28</p>	
PROPIEDADES FÍSICAS			
DATOS AMBIENTALES			
NOTAS			
<p>La sustancia es combustible pero no se encuentra en la bibliografía del punto de inflamación. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto a menudo hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un spray adecuado por un médico o persona por él autorizada. Cuidar de no dañar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Manténle Comarcas Añadidas. Tarjeta de emergencia de transporte Código NFPA: H 2, F 2, R 0. (Transport Emergency Card: TCC (E) 7)</p>			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FIC 01-03 (AÑADIDA) (EXISTENTE)			

Tabla 17. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 744

NOMBRE DE LA BATERÍA		NOMBRE DEL CARBONO	
N° CAS: 124-38-9 N° EU: 1013 N° RID: 6021 N° REECH: FFR400000		Anhídrido carbónico (dióxido de carbono) CO ₂ Masa molecular: 44.0	
TIPUS DE PELIGRO/EXPOSICIÓN	PELIGROS/SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ACCIONES CONTRA DAÑOS
INCENDIO	No comburente.		En caso de incendio en el sistema: cortar suministro todos los agentes inflamables.
EXPLOSIÓN	Las botellas de dióxido de carbono pueden estallar debido al calor producido en un incendio.		En caso de incendio: mantener fría la botella incandescente con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICIÓN			
INSALACIÓN	Vértigo, dolor de cabeza, fatiga, aumento de la presión sanguínea.	Ventilación.	Aire fresco, reposo, respiración artificial si se requiere indicada y proporcionar asistencia médica.
PIEL	EN CONTACTO CON EL LIQUIDO: CONGELACIÓN.	Quedarse alejados del frío y lugar de protección.	EN CASO DE CONGELACIÓN: retirar con agua abundante, NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
OCOS	EN CONTACTO CON EL LIQUIDO: CONGELACIÓN.	Usar dispositivos de seguridad o pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN			
DESEMPEÑO Y USOS		ALMACENAMIENTO	EMPAQUE Y ETIQUETADO
Ventilar. NO ventilar NUNCA chorros de agua sobre el líquido. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).		A prueba de incendio si está en local cerrado. Mantener en lugar fresco.	Clasificación de Peligros: N2 (2.2)
D A T O S F ÍS I C O S	ESTADO FÍSICO; ASPECTO Gas líquido comprimido, incoloro e inodoro.		VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.
	PELIGROS FÍSICOS El gas es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Cuando los niveles de flujo son rápidos pueden generarse cargas electrostáticas las cuales pueden provocar una explosión en caso de presencia de una mezcla inflamable. El dióxido de carbono en estado líquido se condensa rápidamente para formar hielo seco al cual se extremadamente frío.		RIESGO DE INSALACIÓN Al producirse pérdidas en zonas confinadas este líquido se evapora muy rápidamente originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia.
	PELIGROS QUÍMICOS La sustancia se descompone al calentarse intensamente por encima de 2000°C, produciendo humos tóxicos de monóxido de carbono. Reacciona violentamente con bases fuertes y metales alcalinos. Algunos polvos metálicos tales como magnesio, aluminio, titanio, aluminio, cromo y manganeso pueden ignited y explotar cuando se calientan en presencia de dióxido de carbono.		ESECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La inhalación de altas concentraciones de este gas puede originar hiperventilación y pérdida del conocimiento. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.
LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV(COMO TWA): 5000 ppm, 8000 mg/m ³ (ACGIH 1997-1998). TLV(COMO STEL): 16000 ppm, 24,000 mg/m ³ (ACGIH 1997-1998).		ESECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar al metabolismo.	
PROPIEDADES FÍSICAS Punto de ebullición: -78.5°C Punto de fusión: -56.6 a 5.2 atm Solubilidad en agua: 10100 ml a 20°C 88		Presión de vapor: 0Pa a 20°C: 8720 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.5	
DATOS AMBIENTALES			
RECOMENDACIONES			
El dióxido de carbono se descompone en muchos procesos de fermentación (leche, cerveza). Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. A concentraciones elevadas no hay alerta por el olor. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Otros números N2 clasificación UN 1845 dióxido de carbono, hielo seco; UN 1850 dióxido de carbono líquido refrigerado.			
PFRG: Sopa (dióxido de carbono)		INFORMACIÓN ADICIONAL: Punto de emergencia de transporte	

Tabla 18. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 170


ETANO (GAS LICUADO)		ETANO (GAS LICUADO) líquido C08E Masa molecular: 30.1	
N° CAS: 74-84-4 N° IN: 1035 N° SCOD: 0088 N° RTEOS: R02800000 N° CE: 601-001-00-R			
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar.	Pulver, sólido de carbono. Cortar el suministro, si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo.
EXPLOSIÓN	Las mezclas gaseosas son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra) si aparecen en estado líquido.	En caso de incendio: mantener fría la botella por pulverización con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Aficiente simple.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estatus indicado y someter a atención médica.
PIEL	EN CONTACTO CON EL LÍQUIDO: CONGELACIÓN.	Gaantes aislantes del frío, traje de protección.	EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa y solicitar atención médica.
OJOS	EN CONTACTO CON EL LÍQUIDO: CONGELACIÓN.	Parpadeo facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
INGESTIÓN			
DESEMPEÑO Y PULGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evaluar la zona de peligro, consultar a un experto. Ventilación, NO usar NUNCA chorros de agua sobre el líquido. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).		A prueba de incendio. Mantener en lugar frío.	símbolo F+ H: 12 Si: (P-20-15-33) Clasificación de Peligros HJ: 2 CE: 
N A F O S - I M P O S T A N T E S	ESTADO FÍSICO; ASPECTO Gas líquido comprimido incoloro, inodoro, cuando es puro. PELIGROS FÍSICOS El gas se mezcla bien con el aire, se forman fácilmente mezclas explosivas. PELIGROS QUÍMICOS Por combustión, formación de gases tóxicos. LÍMITES DE EXPOSICIÓN Aficiente simple (ACGIH 1980-1991).	VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación. RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse pérdidas en zonas confinadas este líquido se evapora muy rápidamente originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia. EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN El líquido puede producir congelación. EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA	
	PROPIEDADES FÍSICAS Punto de ebullición: -89°C Punto de fusión: -183°C Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20°C: 4.7 Presión de vapor, kPa a 20°C: 3650 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.05 Punto de inflamación: gas inflamable Temperatura de autoignición: 477°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 3.0-12.0		
DATOS AMBIENTALES			
NOTAS			
Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento y muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEG (P-200-18) Código NFPA: H: 1, F: 4, B: 0.			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FICD: 2-089 ETANO (GAS LICUADO)			

Tabla 19. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 290


PROPANO			
<p>PROPANO n-Propano C3H8 / C3H7.9999999999 Masa molecular: 44.1 (líquido) (vapor)</p> <p>Nº CAS: 74-80-0 Nº ECHA: 1075 Nº ECHA: 1075 Nº ECHA: 1075 Nº ECHA: 1075 Nº CAS: 74-80-0</p>			
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGRO / SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PROCESOS AUTOMATIZADOS (CONTRA INCENDIOS)
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar las flamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro, si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo, en otros casos apagar con polvo, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Los mezclas gaseosas son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equip. eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión, Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra) si aplicable en estado líquido. Utilizarse herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fría la botella evitando con agua. Combate el incendio desde un lugar protegido.
ASFIXACIÓN			
IRRITACIÓN	Irritación. Pérdida del conocimiento.	Sistema cerrado y ventilación.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviere indicada. Proporcionar asistencia médica.
PIEL	En CONTACTO CON LÍQUIDO: CORROSIÓN.	Evitar el contacto del frío. Traje de protección.	En CASO DE CORROSIÓN: retirar con agua abundante, NO quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.
OJOS	En CONTACTO CON LÍQUIDO: CORROSIÓN.	Protección facial.	Enjuagar con agua abundante. Durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
INVESTIGACIÓN			
DESEMPEÑO Y PELIGRO		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
<p>Evitar la zona de peligro. Consultar a un experto. Eliminar toda fuente de ignición (vaporar, no ventar). Múltiples chorros de agua sobre el líquido. (Protección: personal adecuado, equip. autónomo de respiración).</p>		<p>A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco.</p>	<p>NO (excepto) con protección en caliente. Clasificación de Peligros: H2 2.1, C2.</p> <p>simbolo P: H: 12 E: 2.1-12</p> 
<p>H A T C S - I M P C H T A N E S</p>	<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO Gas licuado comprimido incoloro, inodoro.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS El gas es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo, posible ignición en punto caliente. Puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Como resultado del fuego, explosión, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV: 2500 ppm como TWA (ACGIH 2005). MAK: 1000 ppm, 1800 mg/m³. Categoría de toxicidad de peso: H22. E1: No clasificado en cuanto a riesgo para el ambiente (GHS 2005).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>RIESGO DE IRRITACIÓN Al producirse pérdidas en zonas confinadas, este líquido se evapora muy rápidamente originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACION La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. El sustancia puede afectar al sistema nervioso central.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</p>	
	<p>Punto de ebullición: -42°C Punto de fusión: -188.7°C Densidad relativa (agua = 1): 0.5 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0.007 Presión de vapor, MPa a 20°C: 0.96 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.5</p>	<p>Punto de inflamación: -104°C Temperatura de autoignición: 450°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.1-9.5 Coeficiente de reparto octanogénes como log Pow: 2.36 Energía mínima de ignición: 25 mJ (no en la ficha) Temperatura crítica: 29°C (no en la ficha)</p>	
<p>PROPIEDADES FÍSICAS</p>			
<p>DATOS AMBIENTALES</p>			
NOTAS			
<p>Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte.</p> <p>Transporte (Transport Emergency Card): TFC (E)-2011978</p> <p style="text-align: right;">Fecha de emergencia de Código NFPA: H 1 F 0</p>			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
<p>Ficha: 2-184</p>			

Tabla 20. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 600a


ISOBUTANO			
<p>ISOBUTANO 2-Metilpropano 1,1-Dimetilpropano Trimetilmetano (Gasolina) CAS#10 / 104810-10-0 Masa molecular: 58,1</p> <p>NF CAS 75-28-5 NF MU 1000 NF GHS 0603 NF PICTO GHS02 NF GHS 071 NF GHS 091000-2</p>			
TIPUS DE PELIGRO/EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ALERGENIA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar las flamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro, si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con agua pulverizada.
EXPLOSIÓN	Las mezclas gaseosas son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra) si aparece en estado líquido.	En caso de incendio, mantener fría la botella rociando con agua. Combate el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Jalos. Sofocación.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Air limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
PIEL	EN CONTACTO CON LIQUIDO/ CONGELACIÓN.	Guaantes aislantes del frío. Traje de protección.	EN CASO DE CONGELACIÓN: aislar con agua abundante, NO quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.
OJOS		Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos; quitar las lentes de contacto al punto favorable con facilidad; después proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	
SEÑALES Y PÁRAB		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
<p>Evitar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Eliminar todas las fuentes de ignición. NO usar HELIXA durante el agua sobre el líquido (Precaución personal adicional: respirador de filtro para vapores orgánicos de sustancias de bajo punto de ebullición).</p>		<p>A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco.</p>	<p>NO inflamable. Clasificación de Peligros NF 2.1+H22 GHS simbolo G R: 12 S: 2-2-10 Nota: C</p> 
<p>D A T C S - I N F O R M A C I O N</p>	<p>ESTADO FÍSICO/ ASPECTO Gas líquido comprimido incoloro, de olor característico.</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.</p>	
	<p>PELIGROS FÍSICOS El gas es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante (como resultado del flujo, agitación, etc.), se pueden generar cargas electrostáticas.</p>	<p>RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.</p>	
<p>PELIGROS QUÍMICOS Precaución con calientes fuentes, acrílicos, fatigantes y gases de nitrógeno, originando peligro de incendio y explosión.</p>	<p>ESECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La exposición rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede causar efectos en el sistema cardiovascular, dando lugar a distorsiones y fatiga respiratorias. La exposición a altas niveles puede producir la muerte.</p>		
<p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV: 500 ppm (como TWA) (ACGIH 2002) MAK: 1000 ppm (2400 mg/m³, 8h) (no clasificado en cuanto a riesgo para el embarazo) (DIFD 2002)</p>	<p>ESECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</p>		
<p>PROPIEDADES FÍSICAS</p> <p>Punto de ebullición: -12°C Punto de fusión: -160°C Densidad relativa (agua = 1): 0,8 (al ser líquido) Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: ninguna Presión de vapor, hPa a 20°C: 20h</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2 Punto de inflamación: gas inflamable Temperatura de autoignición: 460°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1,8-8,4 Coeficiente de reparto octanol/agua como log (Pow): 2,8</p>		
EFECTOS AMBIENTALES			
NOTAS			
<p>Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Las medidas mencionadas en la Sección PREVENCIÓN son aplicables a la producción, llenado de botellas y almacenamiento del gas. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card) TSC (E)-507</p>			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FISQ 6-119			

Tabla 21. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 11


TRICLOROFLUOROMETANO			
<p>TRICLOROFLUOROMETANO (TANQ) Fraseo 11 Fluoroclorometano R 11 CFCP Masa molecular: 137,4</p> <p>Nº CAS 75-85-4 Nº RTECS P0012000 Nº ICSC 0947 Nº EU 1217</p>			
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden fluoros (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión (véanse Peligros Químicos).		En caso de incendio: mantener fijas las botellas y demás instalaciones evitando con agua.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Confusión mental, somnolencia, letargo, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Air limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
PIEL	EN CONTACTO CON LÍQUIDO/ CONGELACIÓN.	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACIÓN: calentar con agua abundante. NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
OCOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN			
DESEÑOS Y FLUJAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilar. Si está en forma líquida, dejar que se evapore. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido.		Separado de metales (véanse Peligros Químicos). Mantener en lugar fresco. Ventilación a ras del suelo.	Etiqueta especial única (transporte) Clasificación de Peligros EU 2.2
D A T O S F I S I C O L O G I C O S	ESTADO FÍSICO/ ASPECTO Gas incoloro e líquido altamente visible, de olor característico.	VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.	
	PELIGROS FÍSICOS El gas es más denso que el aire. El vapor es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno.	RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse pérdidas en zonas confinadas este líquido se evapora muy rápidamente, originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia.	
	PELIGROS QUÍMICOS En contacto con superficies calientes o con flamas esta sustancia se descompone formando fluoros muy tóxicos y corrosivos (óxidos de hidrógeno, flúoruro, cloro, fluoruro de hidrógeno). (Reacciones violentamente con metales y varios polvos metálicos tales como aluminio, bario, calcio, magnesio y sodio).	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN El líquido puede producir congelación. La exposición podría causar eritema ventrílica y asfixia.	
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV (como valor techo): 1000 ppm, 500 mg/m ³ (ACGIH 1980-1994).	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.	
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición 24°C Punto de fusión: -111°C Densidad relativa (agua = 1): 1,49 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0,1	Presión de vapor, kPa a 20°C: 93,0 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 4,7 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 4,4 Coeficiente de reparto octanol/agua como log (Pow): 2,53	
DATOS AMBIENTALES	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente, debería prestarse atención especial al agua y al aire.		
NOTAS			
Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. La alerta por el olor es insuficiente. NO utilizar cerca de un fuego, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella manteniendo arriba el punto de escape. Fraseo 11, Fraseo 11, Fraseo 11 son nombres comerciales. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card) TEG (E)-20008.			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FISQ 3-162 TRICLOROFLUOROMETANO			

Tabla 22. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 12


DICLOROFLUOROMETANO			
DICLOROFLUOROMETANO Freon 12 Difluorodichlorometano CFC 12 R 12 CCOF2 Masa molecular: 120.9			
N° CAS 75-71-8 N° INCI 1028 N° EINEK 6048 N° RTECS DA020000			
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combuésible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión (véanse Peligros Químicos).		En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Confusión mental, somnolencia, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial, si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
PIEL	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACIÓN: extender con agua abundante, NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN			
DESEMPEÑO Y FISAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilar. NO ventilar NUNCA chorros de agua sobre el líquido.		Separado de metales (véanse Peligros Químicos). Mantener en lugar fresco. Ventilación a su del suelo.	Botella especial atada. Clasificación de Peligros H314, H332
G A S E - - N P O N T A N T E S	ESTADO FÍSICO; ASPECTO Gas líquido comprimido, incoloro, de olor característico.		VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.
	PELIGROS FÍSICOS El gas es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas, produciendo una deficiencia de oxígeno.		RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse pérdidas en zonas confinadas este gas puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno del aire.
	PELIGROS QUÍMICOS En contacto con superficies calientes o con flamas esta sustancia se descompone formando humos muy tóxicos y corrosivos de cloruro de hidrógeno, fluorano, cloro, y fluoruro de hidrógeno. Reacciona violentamente con metales tales como calcio, magnesio, potasio, sodio, zinc y polvo de aluminio. Ataca al magnesio y sus aleaciones.		EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN El líquido puede producir congelación. La exposición podría causar anemia cardíaca y asfixia.
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV (como TWA): 1000 ppm, 4000 mg/m ³ (ACGIH 1989-1994)		EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -30°C Punto de fusión: -159°C Densidad relativa (agua = 1): 1.5 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0.00		Presión de vapor, kPa a 30°C: 568 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 4.2 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2.16
EFECTOS AMBIENTALES	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al agua y al aire.		
NOTAS			
Los agentes adensantes están controlados. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida del conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. La alerta por el olor es insuficiente. NO utilizar cerca de un fuego, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella manteniendo arriba el punto de escape. Nombres comerciales: Freon 12, Frigen 12, Halon 12. Fecha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): 180 (95-2000)			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FIC 1028 DICLOROFLUOROMETANO			

Tabla 23. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 115


CLOROPENTAFLUOROCETANO		CLOROPENTAFLUOROCETANO	
Fórmula: C ₅ F ₁₀ Br OPC 115 R 115 CCOF5 Masa molecular: 154.47			
Nº CAS 75-72-3 Nº ONU 1838 Nº RIDC 6848 Nº RTECS KH777500			
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. Desprende humos tóxicos en caso de incendio. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.		Pólvora, pulverización con agua, espuma, abtecto de carbono.
EXPLOSIÓN			En caso de incendio mantener lejos los cilindros y demás instalaciones por pulverización con agua.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Vértigo, pérdida de conocimiento.	Ventilación.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estatus indicado y someter a atención médica.
PIEL	(para mayor información véase Inhalación). EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN.	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante. NO quitar la ropa y solicitar atención médica.
OJOS	Quemaduras profundas graves.	Protector facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
INGESTIÓN			
DESEMPEÑO Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Ventilación (protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio si está en un edificio. Separado de oxidantes fuertes. Almacenar herméticamente cerrado. Mantener en una habitación bien ventilada.	Clasificación de Peligros H314	
D A T C B - I M P C R T A N T E S	ESTADO FÍSICO; ASPECTO Gas incoloro, inodoro. PELIGROS FÍSICOS El vapor es más denso que el aire y puede acumularse en los lugares excavados produciendo una deficiencia de oxígeno. PELIGROS QUÍMICOS La sustancia se descompone al calentarse intensamente produciendo cloruro de hidrógeno y fluoruro de hidrógeno. Reacciona con oxidantes fuertes. LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV (como TWA): 1000 ppm; 6320 mg/m ³ (ACGIH 1980-1991) MSH no establecido.	Vías de Exposición La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel. Riesgo de Inhalación Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire. Efectos de Exposición de Corta Duración La exposición rápida del líquido puede producir congelación. La exposición puede producir pérdida de conocimiento. Efectos de Exposición Prolongada o Repetida	
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -39°C Punto de ebullición a 101.3 kPa: -36.10°C Punto de fusión: -108.00°C	Solubilidad en agua: Ninguna Densidad relativa de vapor (aire = 1): 5.5400	
DAFOS AMBIENTALES	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al agua y al aire.		
NOTAS			
Los datos disponibles sobre los efectos de esta sustancia en la salud humana son insuficientes, por consiguiente debe procederse con sumo cuidado. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card) TEC (R)-2008			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FIC: 1-097 CLOROPENTAFLUOROCETANO			

Tabla 24. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 22

CLORODIFLUOROMETANO			
CLORODIFLUOROMETANO F-22 HFCO 22 R 22 Difluoroclorometano (botella) CFCDF2 Masa molecular: 86,5			
N° CAS 75-45-6 N° NI 1018 N° ICSC 0088 N° RTECS R4630000			
TIPUS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. (En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		(En caso de incendio en el entorno están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión (véanse Peligros Químicos)		(En caso de incendio, mantener fría la botella rotando con agua.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Confusión mental, somnolencia, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
PIEL	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN.	Quitarse instantes del frío.	EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante. NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
OJOS	Empujamiento, dolor.	Calles ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN			
DESEMPEÑO Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Ventilar. NO ventilar NUNCA, chorro de agua sobre el líquido.	Separado de pulvos inflamables, tales como aluminio y zinc. Mantener en lugar fresco. Ventilación a ras del suelo.	Botella especial aislada. Clasificación de Peligros NI: 2.2	
D A T O S - I M P O R T A N T E S	ESTADO FÍSICO; ASPECTO Gas incoloro, inodoro.	VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.	
	PELIGROS FÍSICOS El vapor es más denso que el aire y puede acumularse en los lugares inferiores produciendo una deficiencia de oxígeno.	RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.	
	PELIGROS QUÍMICOS La sustancia se descompone al calentarse intensamente produciendo cloruro de hidrógeno y fluoruro de hidrógeno. Reacciona con oxidantes fuertes.	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La exposición puede producir pérdida de conocimiento.	
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV (como TWA): 1000 ppm; 4320 mg/m ³ (ACGIH 1990-1991) MAK no establecido.	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA	
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -39°C Punto de ebullición a 101,3 kPa: -36,1°C Punto de fusión: -126,0°C	Solubilidad en agua: Ninguna Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0,9400	
DATOS AMBIENTALES	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al agua y al aire.		
			
NOTAS			
Los datos disponibles sobre los efectos de esta sustancia en la salud humana son insuficientes, por consiguiente debe procederse con suma cautela. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card) TEC (EY-2008)			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FICSA 1387 CLORODIFLUOROMETANO (BOTELLA)			

Tabla 25. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 123

D,1,1-DICLORO-1,1,1-TRIFLUOROETANO			
DICLOROTRIFLUOROETANO R123 (R-123) <chem>CClClC(F)(F)F</chem> Masa molecular: 152.9			
NF CAS 308-63-2 NF ISO 3049 NF RTECS: K0110800			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ACCIÓN CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No comburentes.	Evitar las flamas.	En caso de incendio en el entorno, están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN			En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rodeando con agua.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Confusión mental, vértigo, somnolencia, Pérdida del conocimiento.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
PIEL		Guantes protectores.	Acionar la piel con agua abundante o ducharse.
OCOS	Enrojecimiento, Dolor.	Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN	(Para mayor información, véase Ingestión).		
DE FUGAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes apropiados. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Traje de protección química incluyendo equipo autónomo de respiración.	Mantener en lugar bien ventilado.	(U) (transporte): No clasificado. (C): No clasificado.	
D A T O S - I M P O R T A N T E S	ESTADO FÍSICO/ ASPECTO Gas incoloro, inodoro.	VIAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.	
	PELIGROS FÍSICOS El vapor es más denso que el aire y puede acumularse en los lugares excavados produciendo una deficiencia de oxígeno.	RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.	
	PELIGROS QUÍMICOS La sustancia se descompone al calentarse intensamente produciendo cloruro de hidrógeno y fluoruro de hidrógeno. Reacciona con oxidantes fuertes.	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La exposición puede producir pérdida de conocimiento.	
	LIMITES DE EXPOSICIÓN TLV (como TWA): 1000 ppm, 6320 mg/m ³ (AOSH 1990-1991) MAK no establecido.	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA	
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -39°C Punto de ebullición a 101.3 kPa: -38.10°C Punto de fusión: +106.00°C	Solubilidad en agua: Ninguna Densidad relativa de vapor (aire = 1): 5.5400	
DATOS AMBIENTALES	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al agua y al aire.		
NOTAS			
Los datos disponibles sobre los efectos de esta sustancia en la salud humana son insuficientes, por consiguiente debe procederse con sumo cuidado. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R) 30028			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FIC# 1001 DICLOROTRIFLUOROETANO			

Tabla 26. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 141b


1,1-Dicloro-1-Fluoroetano			
NF CAS 117-66-6 NF INCI 024		DICLOROFLUOROETANO R 141b ClCOCOCF Masa molecular: 118.9	
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (y gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION	Riesgo de incendio y explosión (véanse Peligros Químicos).		En caso de incendio: mantener frías las tuberías y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN			
INHALACION	Confusión mental, somnolencia, jadeo, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
PEL	EN CONTACTO CON LIQUIDO/ CONGELACION.	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACION: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
QUE	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
INGESTION			
DESEMPEÑO Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilar. Si está en forma líquida, dejar que se evapore. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido.		Separado de metales (véanse Peligros Químicos). Mantener en lugar fresco. Ventilación a ras del suelo.	Etiqueta especial aneja. Clasificación de Peligros N2B
DATOS AMBIENTALES	ESTADO FÍSICO/ ASPECTO Líquido transparente, incoloro y vapor con tenue olor a éter.	VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.	
	PELIGROS FÍSICOS El gas es más denso que el aire. El vapor es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno.	RIESGO DE INHALACION Al producirse pérdidas en zonas confinadas este líquido se evapora muy rápidamente, originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia.	
	PELIGROS QUÍMICOS En contacto con superficies calientes o con llamas esta sustancia se descompone formando humos muy tóxicos y corrosivos (óxidos de hidrógeno, fluoruro, cloro, fluoruro de hidrógeno). Reacciona violentamente con metales y varios polvos metálicos tales como aluminio, bario, calcio, magnesio y sodio.	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN El líquido puede producir congelación. La exposición podría causar arritmia cardíaca y asfixia.	
LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV (como valor techo): 500 ppm	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.		
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: 32°C Temperatura de Autoignición: 550°C	Presión de vapor, mm Hg a 30°C: 10.02 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 4.7	
DATOS AMBIENTALES	Es una sustancia que daña la salud pública y el medio ambiente por destrucción de la capa superior de ozono, hecho que incrementa la exposición a los rayos ultravioletas provenientes de la luz del sol, aumentando así los padecimientos de cáncer en la piel y cataratas en los ojos.		
			
NOTAS			
INFORMACIÓN ADICIONAL			

Tabla 27. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 134a


1,1,1,2-TETRAFLUOROETANO			
Nº CAS 671-67-2 Nº MI 3158 Nº ISO 1381 Nº RTECS 88842502		TETRAFLOROETANO HFC 134a R 134a (botella) C2H2F4 Masa molecular: 102.03	
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las flamas. NO poner en contacto con superficies calientes.	En caso de incendio en el entorno están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN			En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Vértigo, Somnolencia, Embolamiento	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
PIEL	EN CONTACTO CON LÍQUIDO/ CONGELACIÓN	Gautes aislantes del Ho.	EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa.
OJOS		Gautes ajustados de seguridad.	
INGESTIÓN			
DESEMPEÑO Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Traje protección química incluyendo equipo autónomo de respiración.		A prueba de incendio. Mantener en lugar bien ventilado.	NU (transporte) Clasificación de Peligros NU: 2.2 CE: No clasificado
D A T O S F I S I C O S	ESTADO FÍSICO; ASPECTO Gas licuado comprimido, de olor característico.		VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.
	PELIGROS FÍSICOS		RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.
	PELIGROS QUÍMICOS En contacto con superficies calientes o con flamas esta sustancia se descompone formando humos tóxicos y corrosivos.		EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede causar efectos en sistema nervioso central y sistema cardiovascular, dando lugar a alteraciones cardíacas.
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV no establecido. MAK: 1000 (ppm; 4200 mg/m ³ ; 8h) Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2000)		EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -26°C Punto de fusión: -101°C Solubilidad en agua: ninguna		Presión de vapor, kPa a 26°C: 600 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.5 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 1.00
DATOS AMBIENTALES	Evitar su liberación al medio ambiente, salvo cuando su uso lo requiera.		
			
NOTAS			
NO utilizar cerca de un fuego, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.			
emergencia de transporte (Transport Emergency Card) TERC (R)-30038			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
FDS: 6-174			

Tabla 28. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 502

REFRIGERANTE R 502		REFRIGERANTE R 502	
Mezcla de hidrocarburos refrigerantes R-220E-13 (45-55 F1 Z)			
Nº CAS: 1332			
TIPO DE PELIGRO O EXPOSICIÓN	PELIGROS/EFECTOS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/PRIMA OCIÓN INMEDIATA
INFLAMABLE	El compuesto es no inflamable.	Este material puede llegar a ser inflamable cuando se mezcla con aire bajo presión y/o se expone a fuentes fuertes de ignición.	Se puede utilizar cualquier agente extintor, se recomienda agua si está apropiado de acuerdo a los materiales que se encuentran cerca del área y evitar inflamaciones. Evitar con agua los recipientes que se encuentran expuestos al fuego para evitar posibles explosiones y para mantener cualquier sistema expuesto de fuego o de vapor, y sistemas, para evitar los riesgos.
IRITACIÓN	El contacto con ciertos metales reactivos puede provocar reacciones explosivas o exotérmicas, bajo condiciones específicas (mayor altas temperaturas y/o presiones).	Cualquier fuente de ignición, tal como recipientes encendidos, llamas y soldadura, ya que pueden originar productos tóxicos o compuestos de descomposición. Evitar cualquier otro producto con aire u oxígeno y presiones superiores de la atmosférica.	Evitar cualquier posible fuente de ignición y evitar los fugas del caso de que no exista riesgo alguno y de escape de fuente confinada.
ASFIXIACIÓN	Se pueden presentar síntomas de asfixia, pérdida de coordinación, incremento en la velocidad del pulso y depresión respiratoria. Sin oxígeno por encima de los niveles máximos, puede presentarse asfixia cardíaca.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Mantener a salvo a la víctima a un lugar donde haya aire fresco y puro. Si la víctima ha dejado de respirar, aplique respiración artificial de boca a boca. Asumir una postura segura para mantenerla, siempre y cuando se encuentre presente alguien que maneje el equipo adecuadamente.
PIEL	El contacto extensivo puede causar irritación (debido a su acción desengrasante) y posiblemente congelación (debido al efecto de refrigeración de la evaporación).	Usar guantes de protección impermeables (preferentemente con una cubierta exterior de PVC o de caucho sintético) si hay contacto repetido o prolongado con el líquido.	Evitar inmediatamente la piel con el producto. Si se elimina todo el producto químico. Si existe evidencia de congelación, lavar con agua fría (no caliente), sin necesidad de agua dulce si no está con sal. Secar la piel y limpiar. Buscar atención médica.
OCULOS	El contacto con el líquido causa irritación. Sin embargo, los vapores pueden ser ligeramente irritantes.	Usar lentes de protección contra proyección química en estado de congelación (de contacto con el líquido). Usar gafas (lentes) de contacto. Evitar una caída facial al estado de peligro de que el producto salga mientras se lo maneja.	En caso de congelamiento, el agua debe estar fría, no caliente. Después conducir a un médico.
INOCUIDAD			En caso de presentarse ingestión accidental, no provocar el vómito, a menos que así lo indique el médico.
LEJASMAN Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evitar a todo el personal que no está protegido, en especial protegido con equipo de respiración autónoma, estar siempre cualquier posible fuente de ignición o evitar los fugas de caso de que no exista riesgo alguno y de escape de fuente confinada. El personal no protegido debe respirar el área sólo cuando se haya determinado que no hay riesgo alguno, incluyendo las áreas bajas.		Las áreas de almacenamiento deben estar limpias, bien ventiladas y libres del calor o de los vapores de escape. Almacenar siempre en un recipiente seguro de fuego. Proteja los recipientes contra daños físicos y manipulaciones erróneas. No debe haber espacios abiertos a las ventilaciones en áreas de trabajo bajo o confinamiento por períodos donde se maneja y utilizar solo material para evitar posibles fugas de gases.	Clasificación de peligro: H2. 2.2
EXPOSICIÓN	ESTADO FÍSICO, ASPECTO Gas incoloro inodoro con un tenue olor parecido al éter.		VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.
	PELIGROS FÍSICOS		RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva en el aire.
	PELIGROS QUÍMICOS Este material puede llegar a ser inflamable cuando se mezcla con aire bajo presión y/o se expone a fuentes fuertes de ignición. El contacto con ciertos metales reactivos puede provocar reacciones explosivas o exotérmicas, bajo condiciones específicas (mayor altas temperaturas y/o presiones).		EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La exposición rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede causar efectos en sistema nervioso central y sistema cardiovascular, dando lugar a alteraciones cardíacas.
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN		EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -48.4°C Presión de vapor, mmHg a 20°C: 105.4		Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.03 pH: Neutro.
EAFITOS AMBIENTALES	Este mezcla sencilla contiene H22 y H23, gases que contribuyen con el llamado "efecto invernadero", el cual puede influir en el calentamiento global de la tierra, con efectos secundarios que afectan la salud pública y el medio ambiente por distribución de la capa superior de ozono, hecho que incrementa la exposición a los rayos ultravioletas provenientes de la luz del sol, aumentando así los padecimientos de cáncer en la piel y cataratas en los ojos.		
NOTAS			
INFORMACIÓN ADICIONAL:			

Tabla 29. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 507

REFRIGERANTE R 507			
REFRIGERANTE R 507 Refrigerante A2 – G1 HFC 507 Refrigerante (R507) A2G1 Mezcla de Fluorocarbono Halogenado R 507(R) (R507)			
TIPO DE PELIGRO O EXPOSICIÓN	PELIGRO(S) IDENTIFICADO(S) AGUDOS	PREVENCIÓN	PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA CONTRA ACCIDENTES
INFLAMABLE	El compuesto es no inflamable.	Este material puede llegar a ser inflamable cuando se mezcla con otros gases presentes en los equipos o fuentes fijas de ignición.	Se puede utilizar cualquier agente extintor, se recomienda el uso de agua apropiada de acuerdo a los materiales que se encuentran cerca del área y estar informado. No se debe seguir las instrucciones para los procedimientos especiales de fuego para materiales fríos y para materiales inflamables durante el escape de gases o del calor, y detenerse para evitar los riesgos.
EXPLOSIVO	El contacto con ciertos metales reactivos puede provocar reacciones explosivas o desintegración, bajo condiciones de alta presión y altas temperaturas por presencia, generación o producción de hidruros metálicos para los gases como refrigerantes, gases refrigerantes y componentes refrigerantes de carbono, tales como flúor.	Evitar fuentes de ignición, tal como cigarrillos encendidos, flamas y soldadura.	
IRITACIÓN	Sistemas de cañales, válvulas de refrigeración, dispositivos que se encuentran del punto o de escape.	Ventilación, extintores fijos o móviles o protección respiratoria.	Respirar o estar a la distancia de un lugar donde haya gas frío y/o gas. Si la sistema no dispone de escape, aplicar protección adicional de forma de fondo. Advertencia: algunos gases como nitrógeno, oxígeno y otros se encuentran presentes algunos son asfixiantes al respirar.
FRÍO	El contacto directo puede causar lesiones debido a su acción desmenuzadora y penetrante congelando debido al efecto del refrigerante de la evaporación.	Algunas lesiones del frío, traquea de protección.	Evitar inmediatamente la piel con el contacto de agua fría que se aplica todo el producto químico. Si se necesita protección de congelación, tener cuidado de no estar demasiado tiempo con agua fría (no caliente) en contacto con la piel. No usar guantes con la piel o con un tejido grueso y grueso. Usar protección adecuada.
CLASO	El contacto de líquido sobre los ojos puede irritarlos. Los gases que los vapores pueden ser ligeramente irritantes.	Protección facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Evitar inmediatamente sus ojos con agua abundante por lo menos durante 15 minutos, sin cerrar los ojos. Si el agua debe estar fría, no caliente, evitar los gases inmediatamente para facilitar el lavado. Después proporcionar asistencia médica.
INFLAMABLE	La ignición es poco probable que ocurra y que no sea peligrosa. Sin embargo el material es inflamable al estar en contacto con metales.		En caso de procedimientos de ignición, extintor, se recomienda el uso de agua que sea lo indicado al material.
DESHARRAMEO Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	SEPARACIÓN Y ETIQUETADO	
Evitar a todo el personal que no esté protegido. El personal protegido con equipo de respiración autónoma, debe evitar cualquier posible fuente de ignición y evitar los fugas al calor de que no estén bien sellados y el escape del fluido refrigerante. El personal no protegido debe respirar al aire libre hasta que se haya determinado que no hay riesgo alguno, incluyendo las áreas de fuga.	Las áreas de almacenamiento deben estar limpias, bien ventiladas y libres del calor o la luz solar directa. Además deben de ser capaces de evitar el fuego. Evitar los recipientes con otros gases y refrigerantes oxidantes. Se debe del espacio cercano a la combinación en áreas de trabajo de refrigeración apropiada donde se maneja y almacenar cuidadosamente para evitar cualquier posibilidad de escape de gases.	Clasificación de Peligro G1F2 Número de identificación: H314-H332	
GHS H314 H332 P201 P202 P273 P501	ESTADO FÍSICO, ASPECTO Gas incoloro inodoro con un tenue olor parecido al éter.	VER EN EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.	
	PELIGROS FÍSICOS	RIESGO DE INHALACIÓN Al respirar una cantidad de gas de alta presión muy rápidamente una intoxicación puede ser el caso.	
	PELIGROS QUÍMICOS Este material puede llegar a ser inflamable cuando se mezcla con otros gases presentes en los equipos o fuentes fijas de ignición. El contacto con ciertos metales reactivos puede provocar reacciones explosivas o desintegración, bajo condiciones de alta presión y altas temperaturas por presencia.	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La exposición rápida de líquido puede producir congelación. La sustancia puede causar efectos en sistemas nerviosos central y sistema cardiovascular, dando lugar a alteraciones cardíacas.	
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN	ESPECIFICACIONES DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA	
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -46.7°F) Densidad de vapor (aire = 1): 3.45 g/L (líquido)	Punto de vapor: 104°F a 30°F) 155.9 Porcentaje de volatibilidad: 100%	
OTROS ADVERTENCIA	Este material desintegrado contiene HFC y HFC, gases que contribuyen con el llamado "efecto invernadero", al cual puede influir en el calentamiento global de la tierra.		
NOTAS			
INFORMACIÓN ADICIONAL			

Tabla 31. Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 407C

REFRIGERANTE (R407C)			
REFRIGERANTE R 407C Mezcla de hidrocarburos halogenados Fluorocloro (R407C)			
TIPO DE PELIGRO O EXPOSICIÓN	PELIGRO O SÍNTOMAS ASOCIADOS	Prevalencias	PREVENCIÓN AJUSTA, OBLIGATORIA, COMPLETA, RECOMENDADA
INCENDIO	El compuesto es no inflamable.	Este material puede llegar a ser inflamable cuando se mezcla con otros bajo presión y/o se expone a fuentes fuertes de ignición.	Se puede utilizar cualquier agente extintor. Se recomienda elegir el más apropiado de acuerdo a los materiales que se encuentran cerca del área y estar informados. No se debe usar agua. Para mantener seguro los recipientes que se encuentran expuestos al fuego para mantenimiento preventivo o para mantener cualquier sistema abierto de fuego o de calor, y siempre, para limpiar los vapores.
EXPLOSION	El contacto con ciertos metales, especialmente aluminio, produce reacciones exotérmicas e explosivas. Bajo condiciones específicas (mayor otras temperaturas y/o presiones), generando productos de combustión nocivos para la salud como halógenos, ácidos halogenados y productos halogenados de carbón, tales como HCN y HF.	Cualquier fuente de ignición, tal como: equipos eléctricos, flamas y soldadura.	
EXPOSICIÓN			
INSTALACIÓN	Se pueden presentar síntomas de irritación, náusea de coordinación, incremento en la velocidad del pulso y respiración respiratoria. Sin niveles por encima de los mencionados, puede presentarse irritación cutánea.	Nauseas, náuseas localizadas o problemas respiratorios.	Evitar o evitar a lo posible a un lugar donde haya una flama y calor. Si la víctima ha dejado de respirar, apropiada respiración artificial de boca a boca. Administrar oxígeno según sea necesario, siempre y cuando los síntomas presenten signos que maneje al equipo médico.
PIEL	El contacto prolongado puede causar irritación dérmica o su decoloración desregulada y problemas dermatológicos debidos al efecto de refrigeración de la evaporación.	Quemaduras dérmicas del frío, luego de protección.	Enjuague inmediatamente la piel con abundante agua fresca que se extienda hasta el producto químico. Si existe evidencia de congelación, lavar cuidadoso de no frotar inmediatamente su piel con agua tibia (no caliente). Un suministro de agua dulce no está con un lavado suave y limpio. Luego aplicar cuidados médicos.
OCOS	El contacto de líquido sobre los ojos causa irritación. Sin niveles que los niveles pueden ser ligeramente irritantes.	Puntadas faciales o problemas oculares asociados con la protección respiratoria.	Enjuague inmediatamente sus ojos con agua abundante por lo menos durante 15 minutos. Si existe un congelamiento, el agua debe estar tibia, no caliente, evitando los problemas mencionados para evitar el lavado. Después proporcionar atención médica.
INGESTIÓN	La ingestión es poco probable que ocurra y que no sea peligrosa. Sin nivel de ingestión se debe al bajo punto de ebullición del líquido.		En caso de presentarse ingestión accidental, no provocar el vómito, a menos que sea lo indique el médico.
DE ALARME Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evitar a todo el personal que no está protegido. El personal protegido con equipo de respiración autónoma, debe eliminar cualquier posible fuente de ignición y evitar las fugas en caso de que no exista riesgo alguno y la distancia de la fuente de escape. El personal no protegido debe respirar el área solo hasta que el flujo determinado que no hay riesgo alguno, incluyendo las áreas bajas.		Las áreas de almacenamiento deben estar limpias, bien ventiladas y libres del calor o la luz solar directa. Nunca deben ser una fuente riesgo de fuego. Evitar las reacciones con otros gases y materiales corrosivos. No debe ser expuesto a presión o la ventilación en áreas de tráfico bajo o compartimentos separados desde su manejo y utilizar este material para evitar posibles riesgos de salud.	Clasificación de peligro: H2.2 Número de identificación: 34.0101
EFECTOS DE EXPOSICIÓN	EFECTOS DE EXPOSICIÓN	EFECTOS DE EXPOSICIÓN	EFECTOS DE EXPOSICIÓN
G A T C L I M P Q R S T U V W X Y Z	EFECTOS DE EXPOSICIÓN Una fuente invisible con un nivel alto presente al área. PELIGROS FISICOS PELIGROS QUIMICOS Este material puede llegar a ser inflamable cuando se mezcla con otros bajo presión y/o se expone a fuentes fuertes de ignición. El contacto con ciertos metales reactivos puede producir reacciones exotérmicas e explosivas, bajo condiciones específicas (mayor otras temperaturas y/o presiones). LÍMITES DE EXPOSICIÓN	EFECTOS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación. EFECTOS DE INHALACIÓN Al producir una gran cantidad de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva en el aire. EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede causar efectos en sistemas respiratorios y sistema cardiovascular, siendo lugar a alteraciones cardíacas. EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA	EFECTOS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación. EFECTOS DE INHALACIÓN Al producir una gran cantidad de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva en el aire. EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede causar efectos en sistemas respiratorios y sistema cardiovascular, siendo lugar a alteraciones cardíacas. EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -43°C Presión de vapor: mmHg a 20°C: 106.2 psi (bar)		Densidad de vapor (aire = 1): 3.06 Porcentaje de volatilib: 100%
DAÑOS AMBIENTALES	Este líquido puede causar cambios gases que contribuyen con el llamado "efecto invernadero", el cual puede influir en el calentamiento global de la tierra.		
NOTAS			
INFORMACIÓN ADICIONAL			

Tabla 32 Hoja de datos de seguridad para el aceite Capella WF 68



DISTRIBUIDOR: DISTRIBUCIÓN. Evolución periódica pasada (indicada con el símbolo)				
TENDIDO CAPPELLA WF 68				
Destinado, sulfonado, pesados lubricados				
Destinado, parafínico pasado refinado con solvente				
Nombre del Producto: CAPPELLA WF 68				
Una Hoja de Datos de Seguridad para el producto				
TIPO DE PELIGRO/EXPOSICIÓN	PELIGROS/SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/CONSEJOS CONTRA ACCIDENTES	
INCENDIO	Combustible.	Evitar las flamas.	Una fuente de agua, espuma, materiales químicos secos o dióxido de carbono (CO ₂) para extinguir las flamas.	
EXPLOSIÓN	Material no explosivo según los criterios establecidos por la legislación al respecto.		Ninguno identificado.	
EXPOSICIÓN				
IRRADIACIÓN	No anticipa daños al ser inhala. Contiene un aceite mineral con base de petróleo. Puede causar irritación respiratoria u otros efectos pulmonares después de una prolongada o repetida inhalación de neblina de aceite u neblina aerosolizada que están por encima del límite de exposición recomendado para el límite de neblina de aceite mineral.	Exposición localizada.	No hacen falta medidas específicas de primeros auxilios. Si ha sido expuesto a niveles excesivos de la sustancia en el aire, transfiera a la persona al aire fresco. Procure atención médica si sobreviene tos o molestia al respirar.	
PIEL	El contacto con la piel no se anticipa que cause irritación aguda o prolongada. No se espera que el contacto con la piel cause una respuesta alérgica. No se anticipa que sea dañino a los órganos internos si se absorbe a través de la piel.	Quitar protectores de guita de látex, látex, látex, látex, látex.	No hacen falta medidas específicas de primeros auxilios. A modo de precaución, quítase la ropa y los zapatos si resulta contaminado, para quitarse la sustancia de la piel utilice agua y jabón.	
OJOS	No se anticipa que cause irritación prolongada o significativa a los ojos.	Daños de protección de seguridad con resguardos laterales.	No hacen falta medidas específicas de primeros auxilios. A modo de precaución, quítase los lentes de contacto, si los trae puestos y lávese los ojos con agua.	
INGESTIÓN	No se anticipa que sea dañino al ser traga.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	No hacen falta medidas específicas de primeros auxilios. No induzca al vómito. A modo de precaución procure estar convenientemente hidratado.	
DESHARRÉS Y FUGAS		ALMACENAMIENTO		
Elimine todas las fuentes de ignición cerca de la sustancia derramada. Desconecte la fuente de la energía si lo puede hacer sin causar riesgo. Continga la erosión para evitar la contaminación adicional de las superficies, aguas superficiales y aguas subterráneas. Cuando sea factible y apropiado, quite y retire la tierra contaminada. Coloque los materiales contaminados en recipientes designados y deséchelos observando los reglamentos correspondientes.		La carga electrostática puede acumularse y dar lugar a una situación peligrosa al manipular esta sustancia. Para minimizar este riesgo puede ser necesario establecer interconexión así como conexión a tierra. Revise todas las operaciones que tienen el potencial de generar una acumulación de carga electrostática y/o atmosférica inflamable.		
		ENVASADO Y ETIQUETADO El recipiente ha sido diseñado para contener presión. No sea presurizado para evitar el resquebraje porque este se puede romper o romper con fuerza explosiva.		
				
G A T C H - I M P E S T A N S	ESTADO FÍSICO/ ASPECTO		VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión de vapores.	
	Líquido brillante de color ámbar, olor a petróleo.			
	PELIGROS FÍSICOS			RIESGO DE IRRADIACIÓN La evaporación a 20°C de despreciable, sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración crítica de partículas en el aire, al respirar.
	PELIGROS QUÍMICOS Puede reaccionar con los ácidos fuertes o los agentes oxidantes potentes, tales como cloro, nitrato, peróxido, etc.			EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACION La sustancia irita levemente la piel. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonía química.
LÍMITES DE EXPOSICIÓN Límite de aceite mineral: PEL-TWA de la OSHA 5 mg/m ³ , TLV-TWA de la ACGIH 5 mg/m ³ .		EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA Debido a sus propiedades desengrasantes, el contacto prolongado y repetido con la piel puede agravar una dermatitis (afcción cutánea crónica).		
P R O P I E D A D A S	Punto de ebullición: 108°C Densidad: No se ha determinado. Viscosidad: 225 (cSt) a 40°C		Punto de inflamación: No se ha determinado. Punto de autoignición: 1150°C	
	DATOS AMBIENTALES Toxicidad Acuática: No determinada. Mortalidad: No se ha determinado. Persistencia y Biodegradabilidad: No determinada. Ecológica: No se ha evaluado la toxicidad de esta sustancia para los organismos acuáticos. Consecuentemente, esta sustancia debe mantenerse fuera de los alcantarillados, de los sistemas de drenaje y de todos los cuerpos de agua. Destino Ambiental: No se anticipa que esta sustancia sea fácilmente degradada.			
NOTAS				
Las concentraciones atmosféricas deben mantenerse lo mismo posibles. Si se genera vapor, nebl, polvo y se excede el límite de exposición ocupacional del producto, o de cualquier componente del producto, utilice un respirador con purificador de aire o con suministro de aire apropiado, aprobado por la NIOSH y la MSHA.				

Tabla 33. Hoja de datos de seguridad para el aceite Castrol

68EYS-AJ005 (P1100100), Fracción parafínica pesada refinada con disolvente CASTROL ICEMATIC Aceite Mineral altamente refinado Aceite de base, sin especificar			
Nombre del Producto: Castrol ICEMATIC COD # 461076 Uso del Producto: Lubricante para compresores frigoríficos			
TIPO DE PELIGRO/EXPOSICIÓN	PELIGROS/SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ACCIÓN CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible.	Evitar las flamas.	Agua pulverizada, espuma, producto químico seco, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Materia no explosiva según los criterios establecidos por la legislación al respecto.		Ninguno identificado.
EXPOSICIÓN			
IRRADIACIÓN	Veraga. Dolor de cabeza, irritación respiratoria.	Estrésite localizada.	Buscar al aire fresco. Conéjga atención médica si aparecen síntomas.
PIEL	Piel seca. Destrucción de la grasa cutánea, irritación y dermatitis.	Guantes protectores.	Lavar la piel con agua y jabón, o con un limpiador cutáneo reconocido. Quitee la ropa y el calzado contaminado. Obtenga atención médica si se desarrolla irritación.
OJOS	Irritación leve.	Datos de protección de seguridad.	Lavar perfectamente los ojos inmediatamente con abundante agua durante por lo menos 15 minutos. Obtenga atención médica si se produce irritación.
INGESTIÓN	Doraa. Náuseas. Irritación gastrointestinal.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	No inducir al vómito a menos que lo indique expresamente el personal médico. No suministrar nada por vía oral a una persona inconsciente. Si se ha ingerido grandes cantidades de este material, llame a un médico inmediatamente.
DESHALLES Y RESIDUOS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
En caso de derrames, utilice un absorbente (puede usar tierra si no dispone de otro material adecuado), recoja el material con una pala y deposítelo en un contenedor impermeable sellado para eliminarlo. En caso de derrames grandes retenga con diques el material derramado o, si no, contenga el material para asegurar que la fuga no alcance un canal de agua. Introduzca el material vertido en un contenedor apropiado para desechos. Evite el contacto del material derramado con el suelo y evitar que fluya hacia alcantarillas y cursos de aguas superficiales.		Manténgase el recipiente bien cerrado. Mantener el contenedor en un área fresca y bien ventilada.	No clasificada como peligrosa para transportar (AEO, Naciones Unidas, IATA/ICAO). La clasificación y el etiquetado se han realizado deacuerdo con las directivas de la EU 1908/2003 y 67/253/EEC, enmendadas y adaptadas.
D A T O S - I M P O R T A N T E S	ESTADO FÍSICO/ ASPECTO Líquido viscoso ambar, de olor leve.		VÍAS DE EXPOSICIÓN
	PELIGROS FÍSICOS		RIESGO DE IRRADIACIÓN La evaporación a 20°C es despreciable, sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire, al dispersar.
	PELIGROS QUÍMICOS Reactivo o incompatible con materiales oxidantes.		EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La sustancia irita levemente la piel. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonía química.
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN OSHA (EEUU): VLA-EO 10 mg/m ³ 15 minutos. Forma Neuma de aceite mineral, VLA-EO: 5 mg/m ³ 8 horas. Forma: Nebúna de aceite mineral.		EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: 250°C Densidad: 0.900 kg/m ³ (=1 g/cm ³) a 20 °C Viscosidad cinemática 55 mm ² /s (55 cSt) a 40°C		Punto de inflamación: >100°C Punto de autoignición: >250°C
DATOS AMBIENTALES	Inherentemente biodegradable. No volátil. Líquido. Insoluble en agua. No clasificada como peligrosa.		
NOTAS			


Tabla 34. Hoja de datos de seguridad para el aceite Penreco

DESTILADOS (PETRÓLEOS), Fracción parafínica pesada refinada con disolvente PENRECO Aceite Mineral Parafínico Aceite de base, sin especificar			
Nombre del Producto: PENRECO Uso del Producto: Lubricante para compresores frigoríficos			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENSO	Combustible.	Evitar las flamas.	Se recomienda un químico seco, debido de carbono, espuma o rociar con agua pulverizada. Tenga cuidado cuando aplica debido de carbono en espacios confinados.
EXPLOSION			El rocío de agua puede ser útil para disminuir o dispersar vapores y proteger la vida del personal. Evite con agua el equipamiento que haya sido expuesto al fuego, si está puede hacer con el mínimo riesgo.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	No se han informado efectos nocivos.	Respirador purificador, cuando se presentan concentraciones elevadas.	Por lo general no se requieren primeros auxilios. Si se presentan dificultades respiratorias, retire a la víctima del sitio de exposición y hacia el aire fresco. Busque atención médica inmediata.
PIEL	No se conoce que sea irritante de la piel. No se han informado efectos nocivos por absorción por piel.	Guaantes protectores.	Por lo general no se requieren primeros auxilios. No obstante, es una buena práctica lavar cualquier químico de la piel.
OJOS	No se conoce que sea irritante del ojo.	Guaantes de protección de seguridad.	En caso de presentarse irritación o enrojecimiento, retire la víctima del sitio de exposición y hacia el aire fresco. Lave los ojos con abundante agua limpia. Si los síntomas persisten, busque atención médica.
INGESTIÓN	No se conocen efectos nocivos por ingestión.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Normalmente no se requieren primeros auxilios; no obstante, si existe ingestión y se presentan síntomas, busque atención médica.
DESHARRA Y DERRAMES	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evite que el material derramado ingrese en las alcantarillas, desagües pluviales, y otros sistemas de drenaje no autorizados, además de los cursos naturales de agua. Construya un dique delante del drenaje para su posterior recuperación o eliminación. El material derramado puede ser absorbido con un material absorbente apropiado.	Mantenga los contenedores fuertemente cerrados. Use y almacene este material en áreas frescas, secas, bien ventiladas, lejos del calor y de cualquier fuente de ignición. Almacénelo solamente en contenedores aprobados. Mantenga lejos de cualquier material incompatible. Proteja los contenedores de cualquier daño físico.		
D A T O S - I M P O R T A N T E S	ESTADO FÍSICO; ASPECTO Líquido transparente, blanco – agua, inodoro	VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.	
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV ^c (roble de aceite, mineral) 5 mg/m ³ -10 mg/m ³ (ACGIH 2003) NIAK no establecido.	RIESGO DE INHALACIÓN Ninguno conocido	
	PELIGROS QUÍMICOS evita el contacto con sustancias con agentes oxidantes fuertes.	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.	
PROPIEDADES FÍSICAS Punto de ebullición: Sin información. Densidad relativa (para = 1): =1 No se ha evaluado este ítem.	Punto de inflamación: -187,8°C		
EFECTOS AMBIENTALES			
NOTAS			

Anexos

● Norma de Competencia Laboral “Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional”	107
● Proceso general para evaluar y certificar competencias laborales	113
● Herramienta rápida para detectar SAO	114
● Tabla Presión-Temperatura para refrigerantes	115
● Directorio Coordinadores regionales UTO	116
● Directorio centros de Formación SENA participantes	116
● Directorio unidades de atención ICONTEC	117
● Bibliografía	117
● Páginas de Internet	118
● Índice de Tabls y Figuras	118

I. Norma de Competencia Laboral “Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional”.

 <p>SEINIA SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN PARA EL TRABAJO</p>	<p>NORMA DE COMPETENCIA LABORAL OBLIGATORIA: D. MANEJO AMBIENTAL DE SUSTANCIAS REFRIGERANTES UTILIZADAS EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y/O AIRE ACONDICIONADO SEGÚN LA NORMATIVIDAD NACIONAL E INTERNACIONAL.</p>	<p>FECHA: Abril 2008. VERSION: 2.</p>
<p>MESA SECTORIAL: MANTENIMIENTO</p>		
<p>ÁREA DE DESEMPEÑO: OCUPACIONES DE LA OPERACIÓN DE EQUIPOS DEL TRANSPORTE Y OFICIOS UNIVERSALES</p>		
<p>REGIONAL: DISTRITO CAPITAL CENTRO: METALMECÁNICO</p>		
<p>ASESOR METODOLÓGICO: JORGE IVAN MURILLO HOYOS.</p>		
<p>NOMBRE DE LA TITULACIÓN: MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.</p>		
<p>NIVEL: C</p>	<p>FECHA DE APROBACIÓN</p>	<p>VIDENCIA: 2 AÑOS.</p>
<p>NORMA DE COMPETENCIA</p>	<p>ELEMENTOS DE COMPETENCIA</p>	
<p>D.1. Interpretar la normatividad nacional e internacional para realizar buenas prácticas en sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado.</p>		
<p>D.2. Reconocer los refrigerantes utilizados en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado determinando su impacto ambiental.</p>		
<p>D.3. Diferenciar el comportamiento de los aceites con los refrigerantes utilizados en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según las especificaciones técnicas.</p>		
<p>D.4. Recuperar los refrigerantes de sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado con métodos y prácticas ambientales para aceites o emulsionarios.</p>		
<p>D.5. Aplicar prácticas ambientales en los procedimientos de mantenimiento en sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según recomendaciones técnicas y/o del fabricante.</p>		
<p>JEFE DE CENTRO:</p>	<p>JESÚS JOSÉ ROSARIO COCHINERAS</p>	<p>ASESOR METODOLÓGICO: JORGE IVAN MURILLO HOYOS</p>

<p>SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN PARA EL TRABAJO</p>	<p>ELEMENTO DE COMPETENCIA LABORAL</p> <p>D.1. INTERPRETAR LA NORMATIVIDAD NACIONAL E INTERNACIONAL PARA REALIZAR BUENAS PRACTICAS EN SISTEMAS DE REFRIGERACION Y/O AIRE ACONDICIONADO.</p>		<p>FECHA: Abril 2004. VERSION: 2.</p>
<p>NORMA DE COMPETENCIA: D. Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional.</p> <p>ELEMENTO DE COMPETENCIA: D.1. Interpretar la normatividad nacional e internacional para realizar buenas practicas en sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado.</p>			
<p>COMPONENTES NORMATIVOS</p>			
<p>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</p>		<p>CONOCIMIENTOS ESENCIALES</p>	
<p>a) Los tratados internacionales acerca de la protección de la capa de ozono son identificados para su desempeño laboral.</p>	<p>b) Los tratados internacionales acerca del calentamiento global son identificados para su desempeño laboral.</p>	<p>1. Objetivo y alcance del Capítulo 3, Artículo 85 de la Constitución Nacional (a, b)</p> <p>2. Objetivo y alcance del Capítulo 5, Artículo 95 Numeral 8 de la Constitución Nacional (a, b)</p> <p>3. Definiciones de tratado, ley, decreto, resolución, norma (a, b, c, d).</p> <p>4. El objeto y alcance del Protocolo de Montreal (a, c).</p> <p>5. Medidas de control establecidas por el Protocolo de Montreal (a)</p> <p>6. Consecuencias del incumplimiento del Protocolo de Montreal (a)</p>	<p>7. Objetivo y alcances del Protocolo de Kyoto (b, c).</p> <p>8. Objetivo y alcances de: la Ley 20 de 1992, Resolución 528 de 1997, Resolución 304 de 2001, Resolución 734 de 2004 (a, c).</p>
<p>c) La legislación (leyes, decretos, resoluciones, normas, entre otros) relacionada con la protección de la capa de ozono es identificada para su desempeño laboral.</p>	<p>d) La legislación (leyes, decretos, resoluciones, normas, entre otros) relacionada con el calentamiento global es identificada para su desempeño laboral.</p>	<p>EXPERIENCIAS REQUERIDAS</p>	
<p>BASES DE APLICACIÓN Categorías y Clases.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado. - Elementos normativos: <ul style="list-style-type: none"> Constitución Nacional Leyes nacionales. Tratados Resoluciones nacionales. 		<p>De conocimiento</p> <p>Conoce e interpreta el contenido de la legislación ambiental esencial nacional e internacional y las consecuencias de su incumplimiento.</p> <p>Identifica la fecha límite de imposición de tres refrigerantes controlados en el país</p> <p>Interpreta el conograma de eliminación para los refrigerantes controlados.</p> <p>Identifica los entes de control para el cumplimiento de la normatividad.</p>	

<p>SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN PARA EL TRABAJO</p>	<p>ELEMENTO DE COMPETENCIA LABORAL</p> <p>D.2. RECONOCER LOS REFRIGERANTES UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y/O AIRE ACONDICIONADO DETERMINANDO SU IMPACTO AMBIENTAL.</p>	<p>FECHA: Abril 2006. VERSION: 2.</p>
<p>NORMA DE COMPETENCIA: D. Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional. ELEMENTO DE COMPETENCIA: D.2. Reconocer los refrigerantes utilizados en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado determinando su impacto ambiental.</p>		
<p>COMPONENTES NORMATIVOS</p>		
<p>CONTENIDOS DE DESEMPEÑO</p> <p>a) La identificación de los refrigerantes se realiza de acuerdo con la clasificación ASHRAE. b) La identificación de los refrigerantes se realiza de acuerdo con el potencial agotador de la capa de ozono (PAO). c) La identificación de los refrigerantes se realiza de acuerdo con el potencial de calentamiento global (PCG). d) Los refrigerantes comerciales se reconocen según sus propiedades físicas, técnicas y de higiene industrial. e) El color de los recipientes de refrigerante no usado se verifica de acuerdo a la Guía N - AR.</p>	<p>CONOCIMIENTOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La capa de ozono y su función (b, d). 2. Causas del agotamiento de la capa de ozono (b, d). 3. El calentamiento global y sus causas (c). 4. Consecuencias del agotamiento de la capa de ozono (b, d). 5. Consecuencias del calentamiento global (a, c). 6. Definición de unidades de medida ambiental (b, c, d). <ul style="list-style-type: none"> • Potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO). • Potencial de calentamiento global (PCG). 7. Denominación y clasificación de los refrigerantes según ASHRAE 34 (a). 8. Manejo de Fichas técnicas y Hojas de seguridad (MSDS) para refrigerantes (a). 9. Refrigerantes y su rango de aplicación de acuerdo al uso del equipo (a, e). 10. Procedimientos asociados a la identificación de un refrigerante (d, e). 11. Objetivo y alcance de la Guía N - AR. (e) 	
<p>RANGOS DE APLICACIÓN</p> <p>Categorías y Clases. Refrigerantes según su potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO) Refrigerantes según su capacidad de generar calentamiento global (PCG). Código de colores para recipientes de refrigerante.</p>	<p>EVIDENCIAS REQUERIDAS</p> <p>De desempeño. Actas procedimientos para reconocer un refrigerante. Manejo fichas de PAO y PCG para determinar el impacto ambiental de un refrigerante. Manejo las hojas de seguridad y fichas técnicas de los refrigerantes. Selección y uso los elementos de protección personal (EPP). De conocimiento. Selección, entre refrigerantes ofrecidos, el de menor impacto ambiental dentro de las especificaciones técnicas del sistema de refrigeración y/o aire acondicionado (Conocimiento). Clasifica los refrigerantes según ASHRAE, evidencia el conocimiento del PAO y PCG de los refrigerantes más usados. Código de colores para recipientes de refrigerantes. Define refrigerante recuperado, reciclado, regenerado. Identifica la información contenida en una hoja de seguridad y en una ficha técnica.</p>	

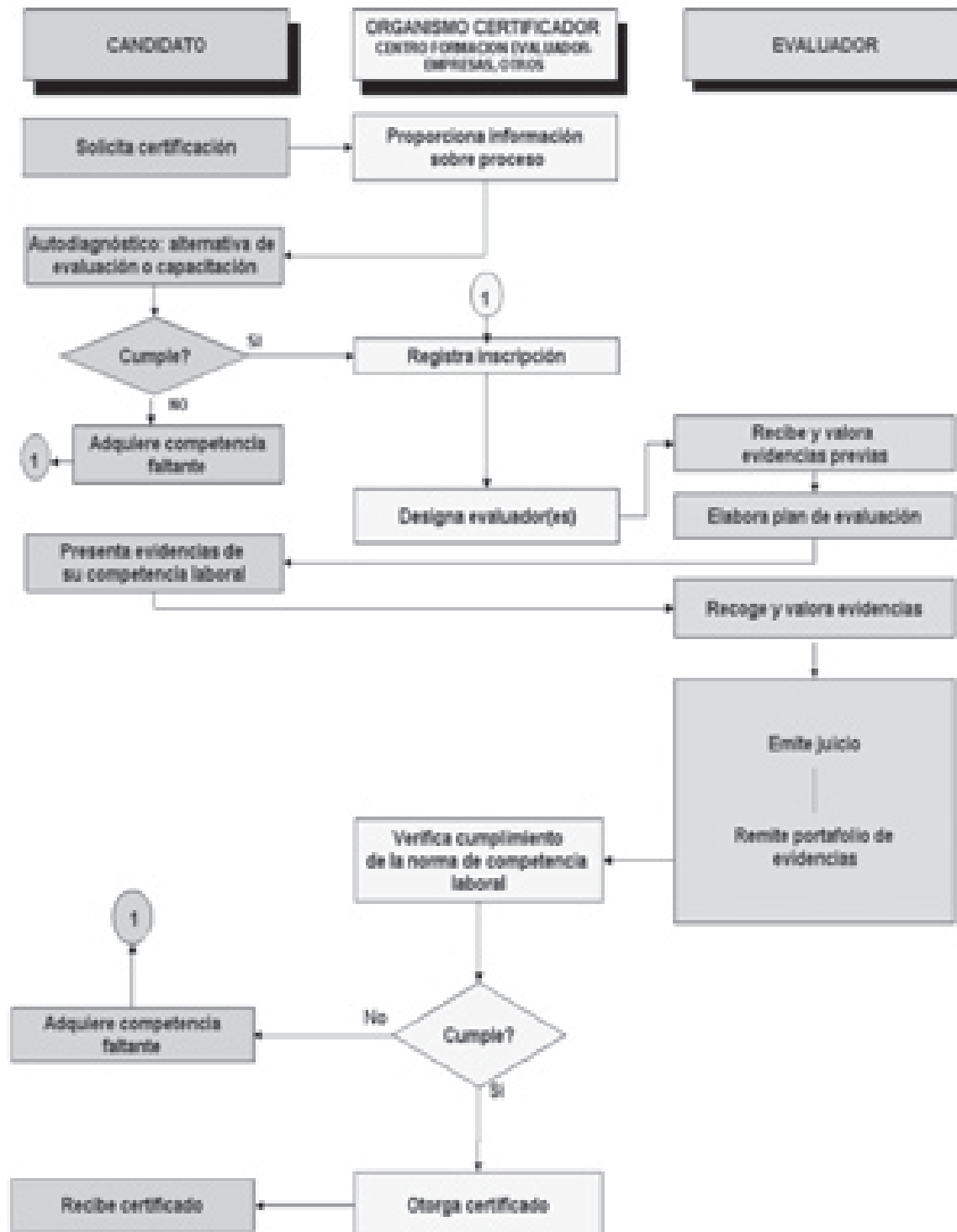
SISTEMA NACIONAL DE FORMACION PARA EL TRABAJO	ELEMENTO DE COMPETENCIA LABORAL D.3. DIFERENCIAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS ACEITES CON LOS REFRIGERANTES UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION Y/O AIRE ACONDICIONADO SEGUN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.	FECHA: Abril 2006. VERSION: 2.
<p>NORMA DE COMPETENCIA: D. Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional. ELEMENTO DE COMPETENCIA: D.3. Diferenciar el comportamiento de los aceites con los refrigerantes utilizados en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según las especificaciones técnicas.</p>		
<p>COMPONENTES NORMATIVOS</p>		
<p>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</p>		
<p>a) El reconocimiento de los aceites minerales y sintéticos utilizados en refrigeración y/o aire acondicionado se realiza según las especificaciones técnicas del fabricante. b) La selección de los aceites utilizados en refrigeración y/o aire acondicionado se realiza según la compatibilidad con los refrigerantes y especificaciones técnicas del compresor. c) La manipulación de los aceites se realiza de acuerdo con las fichas técnicas y hojas de seguridad. d) La selección de los materiales (empaques, o ring, tubería, etc.) y herramientas se realiza de acuerdo con el tipo de aceite y refrigerante.</p>	<p>CONOCIMIENTOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de aceites minerales, sintéticos utilizados en refrigeración y/o aire acondicionado, características y especificaciones (a). 2. Clasificación ISO de los aceites utilizados en refrigeración. (a, b) 3. Nombres comerciales de los aceites utilizados en refrigeración y/o aire acondicionado (b). 4. Factores que causan la degradación de los aceites utilizados en refrigeración y/o aire acondicionado (a, b, d). 5. Compatibilidad entre los aceites y refrigerantes existentes en el mercado (a, b, c). 6. Recomendaciones de manipulación de los aceites minerales según el fabricante (a, b, c) 7. Recomendaciones de manipulación de los aceites sintéticos según el fabricante (a, b, c). 8. Compatibilidad de materiales (empaques, o ring, tubería, etc.) con los aceites y refrigerantes (c). 9. Diseño e interpretación de la Prueba de acidez (a, c). 10. Manejo de Fichas técnicas y Hojas de seguridad (MSDS) para aceites (a). 	
<p>RANGOS DE APLICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceites. • Materiales. • Herramientas. • Refrigerantes. • Clasificación ISO: 7, 10, 22, 32, 68, 220, entre otros. 	<p>INDICADORES REQUERIDOS</p> <p>De desempeño. De una gama de 4 aceites rotulados selecciona los minerales y los sintéticos (Desempeño). Selecciona y usa los elementos de protección personal (EPP) (Desempeño). Maneja las hojas de seguridad y fichas técnicas de los refrigerantes y aceites. Maneja los aceites y refrigerantes según las recomendaciones del fabricante. Selecciona los materiales (empaques, o ring, tubería, etc.) de acuerdo con las especificaciones del fabricante. De conocimiento. Identifica, como mínimo, la compatibilidad entre 2 aceites y 2 refrigerantes. Demuestra el conocimiento de los aceites minerales y sintéticos, sus características según la clasificación ISO, nombres comerciales y presentación. Identifica la información contenida en una hoja de seguridad y en una ficha técnica. Demuestra el conocimiento de las recomendaciones del fabricante asociadas al correcto uso de los aceites, refrigerantes y materiales (empaques, o ring, tubería, etc.).</p>	

<p>SISTEMA NACIONAL DE FORMACION PARA EL TRABAJO</p>	<p>ELEMENTO DE COMPETENCIA LABORAL. D.4. RECUPERAR LOS REFRIGERANTES DE SISTEMAS DE REFRIGERACION Y/O AIRE ACONDICIONADO CON METODOS Y PRACTICAS AMBIENTALES PARA RECICLARLOS O ALMACENARLOS.</p>	<p>FECHA: Abril 2004. VERSION: 2.</p>
<p>NORMA DE COMPETENCIA: D. Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional.</p>		
<p>ELEMENTO DE COMPETENCIA: D.4. Recuperar los refrigerantes de sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado con métodos y prácticas ambientales para reciclarlos o almacenarlos.</p>		
<p>COMPONENTES NORMATIVOS</p>		
<p>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</p> <p>a) Los métodos de recuperación de refrigerantes son elegidos según los requerimientos del servicio.</p> <p>b) Los equipos utilizados en recuperación se seleccionan según el método elegido y el sistema de refrigeración y/o aire acondicionado.</p> <p>c) Los procedimientos de cada método de recuperación son ejecutados según las especificaciones del sistema de refrigeración y/o aire acondicionado.</p> <p>d) La selección y manipulación de los recipientes utilizados para recuperación se realiza cumpliendo con las Indicaciones de la Guía K - ARI.</p> <p>e) El principio de reciclaje es consultado para ser solicitado según las características del refrigerante recuperado.</p> <p>f) Las sustancias refrigerantes residuales son almacenadas según los criterios aplicados a los residuos peligrosos.</p>	<p>CONOCIMIENTOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> Definición de recuperar, reciclar, regenerar (a, d). Métodos de recuperación asociados a los requerimientos del servicio a ejecutar (a, b, c). Procedimientos de cada método de recuperación según las especificaciones de los equipos (b, c). Procedimientos de recuperación asociados a métodos sin equipos (bolsa o cilindro) (a, b). Beneficios (ambientales, económicos) de recuperación y reciclaje de los refrigerantes (a). Objetivo y alcance de la Norma ISO 11650, Norma ARI 740 (a, b, c). Objetivo y alcance de la Guía K - ARI (d). Tipos de contaminantes del refrigerante recuperado (e). Principios de reciclaje y métodos asociados (e). Contaminación del refrigerante según datos de los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado (e). Objetivo y alcance del Decreto 4741 de 2005 (f). Definición de Sustancia refrigerante residual (f). Criterios para almacenar residuos peligrosos (f). Manejo integral de sustancias refrigerantes residuales (Almacenaje, transporte, destrucción) (f). 	
<p>RANGOS DE APLICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado. Refrigerantes <ul style="list-style-type: none"> Que no afectan la capa de ozono. Que afectan levemente la capa de ozono. Con alta afectación de la capa de ozono. Métodos de recuperación: Transfusión de líquido, Transfusión de vapor, Método combinado (Push- Pull). Equipos y herramientas 	<p>EVIDENCIAS REQUERIDAS</p> <p>De tiempo.</p> <p>Aplica métodos de recuperación a un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado para unos requerimientos de servicio dados. Maneja los manuales y documentos técnicos de los fabricantes de equipos de recuperación. Selecciona y rotula el recipiente para 2 refrigerantes recuperados.</p> <p>De conocimiento.</p> <p>Asocia los métodos y equipos según los requerimientos del servicio a ejecutar. Reseña los procedimientos asociados al método de recuperación seleccionado. Conoce los tipos de contaminantes del refrigerante. Conoce los efectos que produce un refrigerante contaminado en el sistema de refrigeración y/o aire acondicionado. Conoce el procedimiento para almacenar residuos peligrosos. Conoce los principios y métodos del proceso de reciclaje de refrigerantes. Define el objetivo y alcance de la norma ISO 11650, norma ARI 740, Decreto 4741 de 2005, Guía K - ARI.</p>	

<p>SISTEMA NACIONAL DE FORMACION PARA EL TRABAJO</p>	<p>ELEMENTO DE COMPETENCIA LABORAL. D.3. APLICAR PRACTICAS AMBIENTALES EN LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO EN SISTEMAS DE REFRIGERACION Y/O AIRE ACONDICIONADO SEGUN RECOMENDACIONES TECNICAS Y/O DEL FABRICANTE.</p>	<p>FECHA: Abril 2006. VERSION: 2.</p>
<p>NORMA DE COMPETENCIA: D. Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional.</p> <p>ELEMENTO DE COMPETENCIA: D.3. Aplicar prácticas ambientales en los procedimientos de mantenimiento en sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según recomendaciones técnicas y/o del fabricante.</p>		
<p>COMPONENTES NORMATIVOS</p>		
<p>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</p>		
<p>a) El bando se utiliza como una práctica para eliminar contaminantes de los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado fuera que el agente de bando suiga libre de partículas.</p>	<p>1. Agentes recomendados para realizar banded, hojas de seguridad y fichas técnicas. (a)</p> <p>2. Agentes recomendados para presurizar y verificar la hermeticidad del sistema de refrigeración y/o aire acondicionado, hojas de seguridad y fichas técnicas. (b)</p>	<p>CONOCIMIENTOS ESENCIALES</p>
<p>b) La presurización del sistema para garantizar su hermeticidad, se efectúa según las recomendaciones del fabricante.</p>	<p>3. Contaminantes del sistema de refrigeración y/o aire acondicionado. (a, c)</p> <p>4. Procedimientos de banded según el sistema de refrigeración y/o aire acondicionado. (a)</p> <p>5. Procedimientos de banded según el dafio del sistema de refrigeración y/o aire acondicionado. (a)</p>	<p>6. Equipos para realizar el procedimiento de vacío. (c)</p>
<p>c) El procedimiento de deshidratación con vacío se realiza de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del sistema de refrigeración y/o aire acondicionado.</p>	<p>6. Equipos para realizar el procedimiento de vacío. (c)</p> <p>7. Recomendaciones técnicas y/o del fabricante para realizar el procedimiento de vacío. (c)</p> <p>8. Criterios de manipulación de recipientes a presión. (a, b)</p>	<p>9. Equipos para realizar el procedimiento de carga de refrigerante. (d)</p> <p>10. Recomendaciones técnicas y/o del fabricante para realizar el procedimiento de carga de refrigerante. (d)</p>
<p>d) El procedimiento de carga del refrigerante se realiza de acuerdo con las recomendaciones técnicas y/o del fabricante del sistema de refrigeración y/o aire acondicionado.</p>	<p>9. Equipos para realizar el procedimiento de vacío. (c)</p> <p>7. Recomendaciones técnicas y/o del fabricante para realizar el procedimiento de vacío. (c)</p> <p>8. Criterios de manipulación de recipientes a presión. (a, b)</p> <p>9. Equipos para realizar el procedimiento de carga de refrigerante. (d)</p> <p>10. Recomendaciones técnicas y/o del fabricante para realizar el procedimiento de carga de refrigerante. (d)</p>	<p>EVIDENCIAS REQUERIDAS</p>
<p>RANGOS DE APLICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado. - Equipos y herramientas. <p>De desempeño Realiza la presurización de un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado Realiza banded a un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado. Selecciona y usa los elementos de protección personal (EPP). Maneja las hojas de seguridad y fichas técnicas de los agentes de banded. Realiza el procedimiento de vacío para un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado. Realiza el procedimiento de carga de un refrigerante para un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado. De conocimiento Reconoce los agentes disponibles para realizar banded. Reconoce los agentes disponibles para realizar presurización de un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado. Conoce los equipos para realizar vacío y sus condiciones de operación. Define los Agentes contaminantes de un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado.</p>		

II. Proceso general para evaluar y certificar competencias laborales

Diagrama de Flujo



IV. Tabla Presión-Temperatura para refrigerantes

°C	°F	PSIA	PSIG	PSIA	PSIG	PSIA	PSIG	PSIA	PSIG	PSIA	PSIG	PSIA	PSIG
-84.8	-120.6												5.0
-83.3	-117.9												5.5
-81.7	-115.1												6.0
-79.9	-111.8												6.5
-78.0	-108.4												7.0
-76.0	-104.8												7.5
-73.9	-101.0												8.0
-71.6	-97.1												8.5
-69.2	-93.2												9.0
-66.7	-89.3												9.5
-64.1	-85.4												10.0
-61.4	-81.5												10.5
-58.6	-77.5												11.0
-55.7	-73.5												11.5
-52.8	-69.4												12.0
-50.0	-65.3												12.5
-47.1	-61.2												13.0
-44.2	-57.2												13.5
-41.3	-53.1												14.0
-38.4	-49.1												14.5
-35.5	-45.1												15.0
-32.6	-41.1												15.5
-29.7	-37.1												16.0
-26.8	-33.0												16.5
-23.9	-29.0												17.0
-21.0	-25.0												17.5
-18.1	-21.0												18.0
-15.2	-17.0												18.5
-12.3	-13.0												19.0
-9.4	-9.0												19.5
-6.5	-5.0												20.0
-3.6	-1.0												20.5
0.0	32.0												21.0
3.1	37.6												21.5
6.2	43.6												22.0
9.3	48.9												22.5
12.4	54.5												23.0
15.5	60.3												23.5
18.6	66.3												24.0
21.7	71.5												24.5
24.8	76.8												25.0
27.9	82.2												25.5
31.0	87.8												26.0
34.1	93.6												26.5
37.2	99.6												27.0
40.3	105.7												27.5
43.4	112.0												28.0
46.5	118.5												28.5
49.6	125.3												29.0
52.7	132.3												29.5
55.8	139.4												30.0
58.9	146.6												30.5
62.0	154.0												31.0
65.1	161.6												31.5
68.2	169.4												32.0
71.3	177.3												32.5
74.4	185.3												33.0
77.5	193.5												33.5
80.6	201.9												34.0
83.7	210.5												34.5
86.8	219.2												35.0
89.9	228.0												35.5
93.0	237.0												36.0
96.1	246.2												36.5
99.2	255.6												37.0
102.3	265.1												37.5
105.4	274.7												38.0
108.5	284.5												38.5
111.6	294.5												39.0
114.7	304.7												39.5
117.8	315.0												40.0
120.9	325.4												40.5
124.0	336.0												41.0
127.1	346.8												41.5
130.2	357.8												42.0
133.3	368.9												42.5
136.4	380.1												43.0
139.5	391.5												43.5
142.6	403.1												44.0
145.7	414.9												44.5
148.8	426.8												45.0
151.9	438.8												45.5
155.0	451.0												46.0
158.1	463.4												46.5
161.2	476.0												47.0
164.3	488.7												47.5
167.4	501.7												48.0
170.5	514.9												48.5
173.6	528.3												49.0
176.7	541.9												49.5
179.8	555.6												50.0
182.9	569.6												50.5
186.0	583.8												51.0
189.1	598.2												51.5
192.2	612.8												52.0
195.3	627.6												52.5
198.4	642.6												53.0
201.5	657.8												53.5
204.6	673.2												54.0
207.7	688.8												54.5
210.8	704.6												55.0
213.9	720.6												55.5
217.0	736.8												56.0
220.1	753.2												56.5
223.2	769.8												57.0
226.3	786.6												57.5
229.4	803.6												58.0
232.5	820.8												58.5
235.6	838.2												59.0
238.7	855.8												59.5
241.8	873.6												60.0
244.9	891.6												60.5
248.0	909.8												61.0
251.1	928.2												61.5
254.2	946.8												62.0
257.3	965.6												62.5
260.4	984.6												63.0
263.5	1003.8												63.5
266.6	1023.2												64.0
269.7	1042.8												64.5
272.8	1062.6												65.0
275.9	1082.6												65.5
279.0	1102.8												66.0
282.1	1123.2												66.5
285.2	1143.8												67.0
288.3	1164.6												67.5
291.4	1185.6												68.0
294.5	1206.8												68.5
297.6	1228.2												69.0
300.7	1249.8												69.5
303.8	1271.6												70.0
306.9	1293.6												70.5
310.0	1315.8												71.0
313.1	1338.2												71.5
316.2	1360.8												72.0
319.3	1383.6												72.5
322.4	1406.6												73.0
325.5	1429.8												73.5
328.6	1453.2												74.0
331.7	1476.8												74.5
334.8	1500.6												75.0
337.9	1524.6												75.5
341.0	1548.8												76.0
344.1	1573.2												76.5
347.2	1597.8												77.0
350.3	1622.6												77.5
353.4	1647.6												78.0
356.5	1672.8												78.5
359.6	1698.2												79.0
362.7	1723.8												79.5
365.8	1749.6												80.0
368.9	1775.6												80.5
372.0	1801.8												81.0
375.1	1828.2												81.5
378.2	1854.8												82.0
381.3	1881.6												82.5
384.4	1908.6												

V. Directorio Coordinadores regionales UTO

Zona	Cobertura por departamentos	Nombre del Coordinador regional	Teléfono contacto	Ciudad sede	Zona
SIERRA NEVADA	Cesar, Guajira, Magdalena	Alexis Rodríguez Chacón	300-2661293	Santa Marta	ata.sicorcovalco@gmail.com
COASTA ATLÁNTICA	Atlántico, Bolívar, Sucre	Antonio Orozco	532 3638	Bogotá	www.oto@minambiente.gov.co
ANTIOQUIA-CORDOBA	Antioquia, Córdoba	Xiomara (Mami) Trado	310-5876687	Italo	ata.antioquia@gmail.com
ORIENTE	Arauca, Casanare, Norte Santander, Santander	Olga Esperanza Ortega	311-2100809	Cúcuta	ata.santandero@gmail.com
PACIFICO	Chocó, Valle del Cauca, Huila	Guillermo Alejandro Ramírez	300-2847818	Cañi	ata.valco@gmail.com
CAFETERA	Calles, Quindío, Risaralda, Tolima	Ómarly Acevedo	315-8460900	Perena	ata.couadron@gmail.com
CENTRO	Bogotá D.C., Meta, Boyacá, Cundinamarca	Angélica Nataly Antolínez	300-8707382	Bogotá	ata.cmcenctro@gmail.com
SUR	Nariño, Putumayo, Cauca	Claudia Milena Calcedo	311-7332708	Pasto	ata.nariboyputumayo@gmail.com

VI. Directorio centros de Formación SENA participantes

Regional	Nombre Centro de Formación	Dir.	Teléfono	Ciudad
ANTIOQUIA	METALMECANICO	4	8076201 - 8076887 - 8076101	MEDELLIN
	MULTISECTORIAL DE CALDASIA	4	8091818 - 8090170 - 8090170	CALDASIA
	MULTISECTORIAL DE PUERTO BERRIO	4	8002980	PUERTO BERRIO
	MULTISECTORIAL DE ORIENTE	4	801 81 80	REMEDIOS
	MULTISECTORIAL URABIA	4	8080070 - 8084748	URABIA
ARAUCA	MULTISECTORIAL DE ARAUCA	7	8086300 - 8086300	ARAUCA
ATLANTICO	NACIONAL COLOMBIO ALEMÁN	5	8148854 - 8144855	BARRANQUILLA
	NACIONAL INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS	5	8152344 - 8158409	BARRANQUILLA
BOGOTÁ D.C.	DE ELÉCTRICIDAD Y ELECTRONICA	5	8000068 - 8000068	BOGOTÁ
BOLIVAR	NAUTICO-PESQUERO	5	8087324 - 8088040	CARTAGENA
BOYACA	MULTISECTORIAL DE SOCHACOS	5	7118210 - 7122000	SOCHACOS
CANDIAS	DE INDUSTRIA	5	8741348	MARZAL ES
CALDIA	MULTISECTORIAL DE LA DORADA INDUSTRIAL	5	8073784	LA DORADA
CALDIA	INDUSTRIAL	2	8047070	POPAYAN
CASANARE	MULTISECTORIAL DE TOPYAL	5	8088148 - 8087020 - 8088088	TOPYAL
CESAR	MULTISECTORIAL DE AGUAFRÍA	5	8084700	AGUAFRÍA
	MULTISECTORIAL DE VALLECUPIAR	5	8708804 - 8709108	VALLECUPIAR
CORDOBA	MULTISECTORIAL DE MONTEFERRA	4	7030000 - 7030000	MONTEFERRA
CUNDINAMARCA	MULTISECTORIAL DE GUARACOT	3	8118870 - 8118810	GUARACOT
CHOCO	MULTISECTORIAL DE QUIBDO	4	8112111 - 8112007	QUIBDO
ESBIA	MULTISECTORIAL DEL NORTE	5	8784438	NEIVA
GUAJIRA	INDUSTRIAL Y COMERCIAL DE FONSECA	5	7175840 - 7175478	FOONSECA
	MULTISECTORIAL DE LA GUAJIRA	5	7788717	FOONSECA
MAGDALENA	MULTISECTORIAL	5	4212065 - 4212074	SANTA MARTA
META	MULTISECTORIAL DE VILLAVICENCIO	5	8773411 - 8818448	VILLAVICENCIO
NARIÑO	MULTISECTORIAL DE LA COSTA PACIFICA	2	7108800 - 7108410	TUMACO
	MULTISECTORIAL DE LÓPEZ	2	7100000 - 7100000	PASTO
	MULTISECTORIAL DE IPALES	2	7100011 - 7101000	IPALES
NT-SANTANDER	MULTISECTORIAL DE CUCUTA	5	780000	CUCUTA
PUTUMAYO	MULTISECTORIAL DE PUERTO ASIS	5	8271070 - 8271177	PUERTO ASIS
QUINDIO	MULTISECTORIAL	5	7480004	ARMENIA
RISARALDA	ATENCIÓN AL SECTOR AGROPECUARIO	5	8080000	PEREIRA
	DE INDUSTRIA, INSTRUMENTACION Y CONTROL	5	8200000	PEREIRA
SANTANDER	INDUSTRIAL DE GIRON	7	8488778 - 8488008	GIRON
	MULTISECTORIAL BARRANCABERMEJA	7	8001881 - 8004000	BARRANCABERMEJA
SUCRE	MULTISECTORIAL DE BUCARAL	5	8801800 - 8804815 - 8804010	BUCARAL
TOLIMA	DE INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	5	8880000	IBAGUE
	AGROPECUARIO DE BLISA	2	8260048	BLISA
VALLE	NAUTICO-PESQUERO DE BUENAVENTURA	2	8400177	BUENAVENTURA
	INDUSTRIAL	2	4487048	CAJI
	MULTISECTORIAL DE CARTAGO	2	8112778	CARTAGO

VII. Directorio unidades de atención ICONTEC

Zona	Dirección	Teléfono contacto	Ciudad sede
ANTIOQUIA, CHOCÓ Y EL CAFFETERO	Transversal 50 No. 39 - 191	(4) 3190020	Medellín
COASTA ATLÁNTICA	Carrera 54 No. 74 - 68	(5) 3606698	Barranquilla
ORIENTE	Calle 42 No. 28 - 19	(7) 6329628	Bucaramanga
SUR OCCIDENTE	Avenida 4ª Norte No. 454 - 30	(2) 6640121	Calí
CENTRO Y SUR ORIENTE	Carrera 37 No. 52 - 95	(1) 6076888 Ext. 1302	Bogotá
Línea de Atención al cliente: (1) 8382929 - 01 8000 94 8000			
http://www.icontec.org.co			

Bibliografía

1. AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. Safety in Academic Chemistry Laboratories. 1990.
2. CRC. Handbook of Laboratory Safety, Third Edition. A. K. Furr, Ed. Chemical Rubber Company. 1990. página 704 .
3. GRUPO DE MITIGACION DEL CAMBIO CLIMATICO. Guía Básica Cambio Climático, Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, Protocolo de Kyoto y Mecanismo de Desarrollo Limpio.
4. IDEAM. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Colombia. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Bogotá D.C., 2001.
5. MOBILE AIR CONDITIONING SOCIETY. Procedimientos para el reciclaje y servicio de refrigerante para los técnicos en aire acondicionado de automóviles. 1999.
6. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE – PNUMA. Acción Ozono Programa Acción Ozono bajo la égida del Fondo Multilateral. Publicación trimestral de PNUMA DTIE. Número 43. Nairobi, Kenia: Diciembre de 2002.
7. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE – PNUMA. Directrices para los sistemas de Recuperación y reciclaje. PNUMA. Manual de Instrucción de Buenos Procedimientos en Refrigeración. 1994.
8. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE – PNUMA. Manual de los tratados internacional para la Protección de la Capa de Ozono. Convenio de Viena (1985). Protocolo de Montreal (1987). Cuarta Edición (1996). Secretaría del Ozono. Kenia, 1996. 312 páginas.
9. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE – PNUMA. Proteger la Capa de Ozono: Frigorígenos, volumen 1. Centro de actividades del programa Industria y Medio Ambiente. Primera edición. Méjico, 1992.
10. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE – PNUMA. Protocolo de Montreal: Normatividad y acuerdos internacionales. Fondo de Cooperación Multilateral. Méjico, Agosto de 2000.
11. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE – PNUMA. United Nations Environmental Program. Protecting The Ozone Layer –Refrigerants, Volume I.– UNEP.1992.
12. SAFE STORAGE AND HANDLING OF LABORATORY CHEMICALS - A Review of Safe Storage and Handling Practices for Laboratory Chemicals. Nancy Magnussen. Texas A&M University Chemistry Safety Coordinator.
13. UNIDAD TECNICA OZONO –UTO, MAVDT. Manual Nacional para Capacitación en el Control del Comercio de SAO, Colombia. 2003.
14. UNIDAD TECNICA OZONO –UTO, MAVDT. Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración, Colombia. 2005.
15. UNIDAD TECNICA OZONO –UTO, MAVDT. Proyecto de Actualización del Programa País y preparación del Plan Nacional de eliminación de sustancias agotadoras de la Capa de ozono (SAO). Bogotá, Marzo de 2003.
16. UNIDAD TECNICA OZONO –UTO, MAVDT. Revista Ozono. 2003.
17. VALYCONTROL S.A. MANUAL TECNICO VALYCONTROL. Recuperación y Reciclado de Refrigerantes. Capítulo 11. Limpieza de un sistema después de una quemadura. 1996. Capítulo 9.
18. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Scientific assessment of Ozone depletion: 1994. Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 37. Geneva, Switzerland: Febrero de 1995. UTO-0025 No.37. 1400 páginas.

Páginas de Internet

www.ari.org/std/standards.html
www.conama.cl/portal
www.fri3oilsystem.com
www.frigorista.com
www.fondoin.com.ve/ozono
www.iifir.org/2endossiers_fiches_classification.htm
www.losh.ucla.edu
www.minambiente.gov.co
www.monografias.com/trabajos10/flu/flu.shtml
www.mtas.es/insht/ipcsnspn/introducci.htm
www.observatorio.sena.edu.co/SNFT/snft.html
www.onudi.mx
www.otozcuba.com
www.quimobasicos.com.mx/archivos/msds
www.salvadorescodas.com
www.solomantenimiento.com/m_agua-aceite.htm
www.terra.es/personal5/anajes/vacio.htm
www.top-flo.com
www.unep.org/ozone
www.unfccc.de/
www.valered.com.ar/la_capa_de_ozono
[www.wmo.ch/ Organización Meteorológica Mundial](http://www.wmo.ch/)
www.worldviewofglobalwarming.org

Índice de Tablas y Figuras

Tabla 1:	Enmiendas del Protocolo de Montreal	21
Tabla 2:	Cronograma de eliminación de SAO	22
Tabla 3:	Clasificación de seguridad de refrigerantes según ANSI / ASHRAE 34	29
Tabla 4:	Clasificación de algunos refrigerantes	29
Tabla 5:	Sustitución con hidrocarburos	32
Tabla 6:	Usos más comunes de las SAO	38
Tabla 7:	Vida media, PAO y PCG	42
Tabla 8:	Algunos refrigerantes y sus diferentes denominaciones	44
Tabla 9:	Aceites minerales y su clasificación ISO	49
Tabla 10:	Aceites sintéticos y su clasificación ISO	50
Tabla 11:	Aceites tipo alquilbenceno y su clasificación ISO	51
Tabla 12:	Clasificación ISO de aceites y sus rangos de viscosidad equivalentes	52
Tabla 13:	Efecto de aceites de viscosidad 32 cSt sobre materiales utilizados en sistemas de refrigeración	55
Tabla 14:	Nivel de acidez según el tipo de aceite	57
Tabla 15:	Nivel de vacío en bombas comerciales	78
Tabla 16:	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 717	87
Tabla 17:	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 744	88
Tabla 18:	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 170	89
Tabla 19:	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 290	90
Tabla 20:	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 600a	91
Tabla 21:	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 11	92

Tabla 22.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 12	93
Tabla 23.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 115	94
Tabla 24.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 22	95
Tabla 25.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 123	96
Tabla 26.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 141b	97
Tabla 27.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 134a	98
Tabla 28.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 502	99
Tabla 29.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 507	100
Tabla 30.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 404A	101
Tabla 31.	Hoja de datos de seguridad para el refrigerante R 407C	102
Tabla 32.	Hoja de datos de seguridad para el aceite Capella WF 68	103
Tabla 33.	Hoja de datos de seguridad para el aceite Castrol	104
Tabla 34.	Hoja de datos de seguridad para el aceite Penreco	105
<hr/>		
Figura 1:	Estructura de la titulación: Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado	7
Figura 2:	Regionales UTO (actualizar!!!)	17
Figura 3:	Denominación para refrigerantes	27
Figura 4:	Distribución del ozono atmosférico	35
Figura 5:	La capa de ozono	36
Figura 6:	Formación del ozono natural	36
Figura 7:	Agotamiento de la capa de ozono	37
Figura 8:	Imagen satelital del “Agujero de ozono”, septiembre 23 de 2006	38
Figura 9:	Efecto invernadero	41
Figura 10:	Características ambientales de algunos refrigerantes	42
Figura 11:	Etiqueta típica para un refrigerante	44
Figura 12:	Código de colores ARI para sustancias refrigerantes	45
Figura 13:	Etiqueta típica en un compresor	46
Figura 14:	Una etiqueta en una válvula de expansión	46
Figura 15:	Viscosidad vs Temperatura en aceites	53
Figura 16:	Miscibilidad entre refrigerantes y aceites	54
Figura 17.	Recuperación por migración de carga	61
Figura 18.	Recuperación pasiva acelerada	62
Figura 19.	Cilindro de recuperación	62
Figura 20.	Equipo de recuperación manual	63
Figura 21.	Equipo de recuperación de accionamiento eléctrico	63
Figura 22.	Recuperación de refrigerante de un sistema utilizando el método de transferencia de líquido	64
Figura 23.	Recuperación de refrigerante de un sistema utilizando el método “push/pull”	65
Figura 24.	Recuperación de refrigerante de un sistema utilizando el método de transferencia de vapor	66
Figura 25.	Rotulado de cilindros de recuperación	67
Figura 26.	Consecuencias del sobrellenado de los cilindros de recuperación	67
Figura 27.	Imágenes de cilindros con falla por sobrellenado	68
Figura 28.	Máquina recuperadora y Kit de reciclaje adaptable	69
Figura 29.	Máquina recicladora estacionaria, de paso múltiple	69
Figura 30.	Reutilización de refrigerantes según su nivel de limpieza	70
Figura 31.	Válvula tipo para un cilindro de gas comprimido	74
Figura 32.	Regulador tipo para cilindro de gas comprimido	74
Figura 33.	Elementos de protección personal	75
Figura 34.	Conexión de la bomba de vacío	78
Figura 35.	Estación de vacío y carga portátil	82



Libertad y Orden

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

República de Colombia