

# TÉCNICAS DE SERVICIO AMBIENTALMENTE SEGURAS CON EL REFRIGERANTE R-410A

Suplemento de capacitación sobre el refrigerante R-410A  
para la Guía de Capacitación y Consulta

Autor: Robert P. Scaringe

Decimoquinto edición  
Enero de 2016

© Copyright 2016

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS**

Mainstream Engineering Corporation, 200 Yellow Place, Rockledge, Florida 32955

Con excepción de lo previsto en las Secciones 107 y 108 de la Ley de Copyright de los Estados Unidos, ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida ni distribuirse en forma alguna ni por ningún medio, ni puede almacenarse en ninguna base de datos o sistema de recuperación, sin autorización previa del propietario del copyright.

Mainstream Engineering Corporation obtuvo la información incluida en el presente documento de fuentes que considera confiables. Sin embargo, ni Mainstream Engineering Corporation ni el autor garantizan que la información aquí publicada sea veraz y esté completa, ni se harán responsables de los errores, las omisiones o los daños que surjan como resultado de la utilización de esta información. Este documento se publica en el entendido de que el propósito de Mainstream Engineering Corporation y del autor no es prestar servicios de ingeniería ni de otra índole profesional o técnica, sino únicamente proporcionar información. En el caso de que se requirieran tales servicios, deberán contratarse los servicios de un profesional adecuado.

# Índice de Contenidos

Lista de Figuras

Lista de Tablas

Prólogo

R-410A Glosario de términos

Introducción

Calendario de eliminación progresiva de los HCFC, incluyendo el R-22

Alternativas para el R-22 en los sistemas de aire acondicionado residencial

Muchos nombres para un mismo compuesto

Refrigerante 410A

Servicio a las unidades existentes

Instalación de unidades nuevas

Cilindros de refrigerante desechables

Cilindros recargables

Requisitos de evacuación para el R-410A

Requisitos de evacuación para aparatos pequeños que utilizan R-410A

Requisitos de almacenamiento

Precauciones de seguridad

Prácticas adicionales de manejo seguro para el R-410A

Preguntas frecuentes

Temas de repaso

Instrucciones para el examen de certificación cobre técnicas de servicio para el R-410A

# Lista de Figuras

**Figura 1. Comparación de las presiones de saturación de las mezclas comunes de la Serie 400**

# Lista de Tablas

**Tabla 1. Composición porcentual de los sustitutos del HCFC-22**

**Tabla 2. Comparación teórica del rendimiento del aire acondicionado**

**Tabla 3. Códigos de colores utilizados para las mezclas comunes de la Serie 400**

**Tabla 4. Detalles de diseño de los cilindros desechables**

**Tabla 5. Niveles establecidos para la evacuación de aparatos de presión alta salvo aparatos pequeños, aparatos de aire acondicionado para vehículos automotores y aparatos similares a los aparatos de aire acondicionado utilizados en vehículos automotores (Revisado por la EPA el 12 de marzo de 2004)**

**Tabla 6. Datos de saturación para el R-410A**

# Prólogo

## Índice de Contenidos

La información contenida en este curso tiene un propósito meramente didáctico. Únicamente técnicos especializados en servicios de refrigeración y aire acondicionado deben llevar a cabo los procedimientos aquí descritos. **Este curso de capacitación no reemplaza el Manual de Usuario suministrado por el fabricante de ningún equipo.**

Tome medidas de seguridad siempre que utilice equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado. La utilización inapropiada de equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado puede provocar explosiones y lesiones personales graves. Antes de poner en funcionamiento cualquier equipo por primera vez, lea siempre el Manual del Usuario completo proporcionado por el fabricante. Sea sumamente precavido cuando trabaje con refrigerantes, ya que las mangueras pueden contener refrigerante líquido bajo presión. Para el almacenamiento, utilice únicamente cilindros recargables autorizados. No llene en exceso ningún cilindro de almacenamiento por encima de su capacidad estimada. Utilice siempre anteojos de seguridad. Protéjase la piel contra congelaciones instantáneas. **Nunca encienda un equipo si no sabe cómo funciona. Si los procedimientos descritos en este manual son diferentes a los indicados por el fabricante de un equipo en particular, deberán seguirse las instrucciones del fabricante del equipo.**

No deje funcionando sin supervisión ninguna máquina de recuperación o de recuperación y reciclado de refrigerante. Todos los dispositivos de recuperación y reciclado de refrigerante deben ser operados únicamente por técnicos de refrigeración capacitados y certificados. En este caso también, el uso incorrecto de los dispositivos de recuperación y reciclado puede provocar explosiones y lesiones personales.

La información técnica y legal incluida en este libro se encuentra actualizada para la fecha de la última edición del manual. Dado que en el área de la recuperación y de la recuperación y el reciclado de refrigerantes, las tecnologías avanzan y los reglamentos cambian con rapidez, no es posible dar ninguna garantía con respecto a la vigencia que tendrá esta información en el futuro. Para obtener información más reciente, visite en Internet la página de inicio del Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA), en la siguiente dirección: <http://www.epa.gov> .

Mainstream Engineering Corporation no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso de la información presentada en la presente publicación. Esta información se presenta únicamente con fines didácticos. A fin de operar de forma adecuada cualquier equipo, debe consultarse el Manual de Usuario proporcionado por el fabricante. El contenido de este curso se limita a la información y las prácticas de servicio que son necesarias para contener, conservar y reutilizar refrigerantes, así como para evitar que refrigerantes lleguen a la atmósfera. Este manual no tiene por objeto enseñar cómo instalar, identificar y solucionar problemas, o reparar sistemas de refrigeración y aire

acondicionado. Los técnicos en refrigeración deben ser expertos en estas áreas antes de tomar este curso. **El presente Manual Complementario debe utilizarse junto con la "Guía de capacitación y consulta para la certificación según la Sección 608 sobre la utilización adecuada de refrigerantes, incluyendo la recuperación, el reciclado y la regeneración" (Desktop Reference and Training Guide for 608 Certification in the Proper Use of Refrigerants, Including, Recycling, and Reclamation), duodécima edición, publicada en agosto de 2004. Asimismo, el uso de este manual requiere conocer los métodos y procedimientos descritos en él.** Este manual complementario se redactó en el entendido de que el técnico ya conoce la información incluida en la 12.<sup>a</sup> edición de la Guía de Capacitación y Consulta.

# R-410A Glosario de términos

## Índice de Contenidos

<b>Aparato</b>	Cualquier dispositivo que contenga y utilice un refrigerante y que se emplee para fines domésticos o comerciales, incluyendo los equipos de aire acondicionado, neveras, refrigeradores y congeladores. La interpretación que hace EPA de esta definición incluye todos los equipos de aire acondicionado y refrigeración, salvo aquellas unidades diseñadas y utilizadas de forma exclusiva para fines militares.
<b>Azeótropo</b>	Mezcla de dos o más componentes cuyas composiciones en la fase líquida y en la fase de vapor en equilibrio son iguales entre sí a una presión dada. Estos refrigerantes reciben la designación de la serie 500 de la ASHRAE y se comportan como un único refrigerante. Pueden cargarse en forma líquida o de vapor.
<b>Refrigeración comercial</b>	Aparatos de refrigeración utilizados en los sectores de almacenamiento y conservación en frío y de venta minorista de alimentos. El sector de la “venta minorista de alimentos” abarca los equipos de refrigeración que se encuentran en supermercados, tiendas de conveniencia, restaurantes y demás establecimientos donde se venden alimentos. El sector del “almacenamiento y conservación en frío” abarca los equipos utilizados para almacenar carne, productos, productos lácteos y demás bienes perecederos. Todos estos equipos contienen grandes cargas de refrigerantes, que por lo general superan las 75 libras (34 kg).
<b>Compuesto</b>	Sustancia formada por la unión de dos o más elementos en una proporción específica por peso.
<b>Disposal</b>	Proceso que conlleva e incluye cualquier de las acciones:  (1) Descarga, depósito, vertido o colocación de un aparato desechado en cualesquier terrenos o aguas.  (2) Desensamblado de un aparato a los fines de

	<p>descargar, depositar, verter o colocar los componentes desechados en cualesquier terrenos o aguas.</p> <p>(3) Desensamblado de un aparato para reutilizar sus componentes.</p>
<b>Fraccionamiento</b>	Separación de una mezcla líquida en partes separadas por medio de la evaporación preferente de su componente más volátil.
<b>Halocarburo</b>	Hidrocarburo halogenado que contiene uno o más de los siguientes tres halógenos: flúor, cloro o bromo. Puede o no contener hidrógeno.
<b>Aparato de presión alta</b>	(antes del 12 de marzo de 2004, denominado por la EPA aparato de mayor presión) Aparato que utiliza un refrigerante con una presión de saturación en la fase líquida de entre 170 y 355 psia a 104 °F (40 °C). Esta definición incluye, entre otros, los aparatos que utilizan R-410A, R-22, R-401B, R-402A/B, R-404A, R-407A/B/C, R-408, R-409, R-411A/B, R-502 y R-507A.
<b>Hidrocarburo</b>	Compuesto que contiene exclusivamente los elementos hidrógeno y carbono.
<b>Proceso industria</b>	Aparatos complejos hechos a la medida que se utilizan en las industrias química, de la refrigeración, farmacéutica y petroquímica, así como en el área de la fabricación. Este sector incluye las máquinas industriales de hielo y las pistas de hielo.
<b>Isómero</b>	Isómero: Una sustancia de un grupo de sustancias que tienen la misma combinación de elementos, pero dispuestos de diferentes formas en el espacio.
<b>Tasa de fuga</b>	<p>La tasa de fuga es la velocidad a la que un aparato pierde el refrigerante, medida en el período que sea más corto: desde una carga de refrigerante hasta la siguiente o en un período de 12 meses. La tasa de fuga se expresa en términos del porcentaje de la carga completa del aparato que se perdería en un período de 12 meses si la tasa de pérdida actual se mantiene durante ese período. Esta tasa se calcula con la siguiente fórmula:</p> $(\text{refrigerante agregado} / \text{carga total}) \times (365 \text{ días/año} / D) \times 100\%$



	donde D = el período más corto entre: número de días desde que se agregó refrigerante por última vez o 365 días
<b>Conexión a prueba de pérdidas</b>	Cualquier dispositivo cuyo propósito sea establecer una conexión entre mangueras, dispositivos o máquinas de recuperación o reciclado, y diseñado para cerrar de forma manual o automática cuando se desconecta, a fin de reducir al mínimo la fuga de refrigerante de las mangueras, los aparatos y las máquinas de recuperación o reciclado.
<b>Aparato de baja presión</b>	(definición no modificada por la enmienda del 12 de marzo de 2004 de la norma de la EPA) Aparato que utiliza un refrigerante cuya presión de saturación en la fase líquida se encuentra por debajo de 45 psia a 104 °F (40 °C). Los requisitos de evacuación que se aplican a este tipo de aparatos son los correspondientes a la categoría de aparatos de presión baja. Esta definición incluye, entre otros, los aparatos que utilizan R-11, R-113 y R-123.
<b>Mantenimiento importante</b>	Mantenimiento, servicio o reparación en la que es necesario retirar el compresor, el condensador, el evaporador o la bobina auxiliar intercambiadora de calor.
<b>Aparato de presión mediana</b>	(antes del 12 de marzo de 2004, denominado por la EPA aparato de presión alta) Aparato que utiliza un refrigerante cuya presión de saturación en la fase líquida se sitúa entre 45 y 170 psia a 104 °F (40 °C). Los aparatos que utilizan R-114 se consideran de baja presión, ya que la presión de saturación del R-114 a 104 °F es ligeramente superior a los 45 psia. Esta definición incluye, entre otros, los aparatos que utilizan R-12, R-114, R-124, R-134a, R-401C, R-406A y R-500.
<b>Mezcla</b>	Mezcla de dos o más componentes que no guardan una proporción fija entre sí y que mantienen su existencia por separado sin importar qué tan bien se mezclen (por ejemplo, el agua y el aceite).
<b>Aparato de aire acondicionado para vehículos automotores</b>	Equipo de refrigeración por compresión mecánica de vapor, utilizado para enfriar los compartimientos del conductor o de los pasajeros en un vehículo automotor. Esta definición NO incluye los sistemas de refrigeración sellados herméticamente que se

utilizan para refrigerar la carga en vehículos automotores, ni los sistemas de aire acondicionado que se utilizan en los autobuses de pasajeros. Para trabajar con sistemas de aire acondicionado para vehículos automotores se requiere la certificación de la Sección 609, mientras que para trabajar con sistemas de aire acondicionado similares a los utilizados en los vehículos automotores (por ejemplo, maquinaria agrícola y otros vehículos que no están destinados a su uso en la carretera) se requiere la certificación de la Sección 609, o bien la certificación de Tipo II de la Sección 608. Para trabajar con sistemas de refrigeración sellados herméticamente del tipo utilizado para refrigerar la carga en los vehículos automotores, o con sistemas de aire acondicionado del tipo utilizado en los autobuses de pasajeros, se requiere la certificación de la Sección 608. Debido a las similitudes que existen entre los aparatos de aire acondicionado utilizados en los vehículos automotores y los aparatos de aire acondicionado similares a éstos, la EPA recomienda que los técnicos que den servicio a aparatos similares al aire acondicionado utilizado en vehículos automotores se certifiquen conforme a la Sección 609. Recuerde que los sistemas de aire acondicionado para autobuses que utilizan CFC-12 o HFC-134a para enfriar el área del conductor se consideran aparatos similares al aire acondicionado utilizado en los vehículos automotores; sin embargo, los que utilizan HCFC-22 no son aparatos de aire acondicionado para vehículos automotores, y tampoco similares a éstos, sino más bien equipos de alta presión, para los que es necesaria la certificación de Tipo II conforme a la Sección 608. Por lo tanto, si usted da servicio a ambos sistemas de aire acondicionado, el del conductor y el de los pasajeros, necesita ambas certificaciones: la certificación 609 para aparatos de aire acondicionado para vehículos automotores y la certificación 608. Del mismo modo, si trabaja con el sistema de aire acondicionado de las cabinas de los camiones (del tipo utilizado en vehículos automotores) y también con el sistema de refrigeración del contenedor de carga, necesitará ambas certificaciones: la certificación 609 para aparatos de aire acondicionado para vehículos

	automotores y la certificación 608.
<b>Aparatos de aire acondicionado similares a los utilizados en vehículos automotores</b>	<p>Aparatos de aire acondicionado con compresor de tipo abierto, que funcionan por compresión mecánica de vapor, utilizados para enfriar los compartimientos del conductor o de los pasajeros en un vehículo que no está diseñado para transitar por carreteras, incluyendo maquinarias agrícolas y vehículos de construcción. Esta definición excluye los aparatos que utilizan refrigerante HCFC-22 o sus sustitutos, tales como el R-410a o R-407. Las regulaciones que instrumentan las secciones 609 y 608 dan un tratamiento algo diferente a los aparatos de aire utilizados en vehículos automotores y los aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores, así como a las personas que les hacen servicio. Una de las diferencias fundamentales es que las personas que dan servicio a los aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores deben cumplir los requisitos de certificación técnica y de equipos conforme a la Sección 609 únicamente si “reciben contraprestación por el servicio”, mientras que las personas que dan servicio a aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores deben cumplir los requisitos de certificación técnica y de equipos estipulados en las regulaciones de las secciones 608 y 609, independientemente de si son o no compensados por su trabajo.</p> <p>Otra de las diferencias es que las personas que den servicio a aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores tienen la opción de certificarse como técnicos del Tipo II conforme a la Sección 608, en lugar de hacerlo como técnicos de aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores conforme a la sección 609, subparte B.</p> <p><b>Las personas que den servicio a aires acondicionados de vehículos automotores no pueden hacer esta elección. Si dan servicio a aparatos de aire acondicionado a cambio de una compensación, deben certificarse como técnicos para aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores conforme a la Sección 609.</b></p>

<b>Refrigerante no-azeotrópico</b>	Sinónimo de zeotrópico, que es el término preferido, aunque como descriptor se utiliza con menos frecuencia. Zeotrópico: mezclas que contienen varios componentes de volatilidad variable que, cuando se utilizan en ciclos de refrigeración, cambian su composición volumétrica o temperatura de saturación (presentan deslizamiento de temperatura) a medida que se evaporan (hierven) o se condensan a presión constante. Estos refrigerantes reciben la designación de la serie 400 de la ASHRAE.
<b>Carga normal</b>	Cantidad de refrigerante dentro del aparato o del componente del aparato cuando éste opera con una carga de refrigerante completa.
<b>Abrir un aparato</b>	Cualquier servicio, mantenimiento o reparación de un aparato en el que pueda preverse razonablemente que ocurra una descarga del refrigerante del aparato a la atmósfera a menos que antes se recupere el refrigerante contenido en el aparato.
<b>Persona</b>	Cualquier persona natural o jurídica, incluyendo corporaciones individuales, sociedades, asociaciones, estados, municipios, subdivisiones políticas de los estados, tribus indígenas, y cualquier organismo, departamento o agente de los Estados Unidos y cualquier funcionario, agente o empleado de los mismos.
<b>Adaptador de procesos</b>	Tubo recto que proporciona acceso al refrigerante dentro de un aparato pequeño o de aire acondicionado individual y que puede retirarse al terminar la reparación o el servicio.
<b>PSIA</b>	Abreviatura en inglés que significa libras por pulgada cuadrada de presión absoluta; 0 PSIA corresponde a 29.9 pulgadas de mercurio de vacío y 14.7 PSIA corresponde a 0 PSIG (libras por pulgada cuadrada de presión de manómetro).
<b>PSIG</b>	Abreviatura en inglés que significa libras por pulgada cuadrada de presión de manómetro; 0 PSIG es equivalente a la presión atmosférica (14.7 PSIA). Un valor de PSIG positivo indica que la presión en libras por pulgada cuadrada es superior a

	la presión ambiental.
<b>Regeneración</b>	Reprocesamiento de un refrigerante hasta que alcance por lo menos la pureza especificada en la Norma ARI 700, Especificaciones para los refrigerantes de fluorocarbono, y verificación de esta pureza mediante los procedimientos de prueba analítica descritos en dicha norma.
<b>Recuperación</b>	Transferencia de un refrigerante de cualquier condición de un aparato a un contenedor de almacenamiento externo sin analizar ni purificar necesariamente el refrigerante de ninguna manera.
<b>Eficacia de recuperación</b>	Porcentaje del refrigerante de un aparato que se recupera mediante un equipo de reciclado o recuperación.
<b>Reciclado</b>	Extracción del refrigerante de un aparato y limpieza del refrigerante para su reutilización sin cumplir todos los requisitos estipulados para la regeneración. En general, el refrigerante reciclado es un refrigerante que se limpia mediante la separación del aceite y uno o varios filtrados a través de dispositivos tales como un filtro deshidratador de núcleo intercambiable, que reducen la humedad, la acidez y el material compuesto por partículas.
<b>Refrigerante</b>	En un sistema de refrigeración, fluido utilizado para la transferencia de calor, que absorbe el calor durante la evaporación a una temperatura y una presión bajas, y lo libera durante la condensación a una temperatura y una presión mayores.
<b>Refrigerante</b>	<p>Cualquier sustancia de clase I o clase II utilizada con el propósito de transferir calor, así como también cualquier sustancia que un usuario utilice como sustituto de una sustancia de clase I o de clase II en determinadas aplicaciones, con excepción de los siguientes sustitutos en las siguientes aplicaciones:</p> <p>amoniaco en sistemas de refrigeración de procesos industriales o comerciales, o en unidades de absorción</p> <p>hidrocarburos en refrigeración de procesos</p>

	<p>industriales (procesamiento de hidrocarburos)</p> <p>cloro en refrigeración de procesos industriales (procesamiento de cloro y de compuestos de cloro)</p> <p>dióxido de carbono en cualquier aplicación</p> <p>nitrógeno en cualquier aplicación</p> <p>agua en cualquier aplicación</p>
<b>Recuperación autocontenida</b>	Equipo de recuperación o reciclado capaz de transferir el refrigerante de un aparato sin la ayuda de componentes del aparato.
<b>Aparato pequeño</b>	Cualquiera de los siguientes productos que sea completamente fabricado, cargado y sellado herméticamente en una fábrica con cinco libras (2.2 kg) de refrigerante o menos: refrigeradores y congeladores para uso doméstico, aparatos de aire acondicionado individuales (inclusive aparatos de aire acondicionado de ventana y unidades compactas PTAC), bombas de calor compactas, deshumidificadores, máquinas empotrables para fabricar hielo, máquinas expendedoras y enfriadores de agua potable.
<b>Sistema de recuperación dependiente del sistema</b>	Sistema de recuperación que depende del compresor del aparato o de la presión del refrigerante presente en el aparato.
<b>Sustituto</b>	Sustituto: Cualquier sustituto químico o de producto, ya sea existente o nuevo, que una persona utilice para reemplazar un compuesto de clase I o II en una aplicación dada.
<b>Recuperación dependiente del sistema</b>	Equipo de recuperación que depende de la ayuda de componentes de recuperación del aparato para poder sacar el refrigerante del aparato.
<b>Técnico</b>	Persona que realiza mantenimiento, servicio o reparaciones en los que pueda preverse razonablemente que ocurra una descarga de sustancias de Clase I (CFC) o Clase II (HCFC) a la atmósfera, incluyendo, entre otros, instaladores, empleados de contratistas, personal de servicio interno y, en algunos casos, propietarios. Se denomina técnico también a cualquier persona que

	elimine aparatos, salvo cuando se trata de aparatos pequeños.
<b>Aparato de presión muy alta</b>	(definición no modificada por la enmienda del 12 de marzo de 2004 de la norma de la EPA) Un aparato que utiliza refrigerantes cuya temperatura crítica se encuentra por debajo de los 104°F (40°C) o cuya presión de saturación en la fase líquida se sitúa por encima de los 355 psia a 104°F. Esta categoría incluye, entre otros, los aparatos que utilizan los refrigerantes R-13, R-23, R-503.

## Introducción

### Índice de Contenidos

El 14 de noviembre de 1994, el Organismo de Protección para el Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA) implantó la Ley del Aire Limpio, que establece la obligatoriedad de certificación del personal que trabaja con refrigerantes.

**Actualmente, el personal de refrigeración y aire acondicionado desempeña una función cuya responsabilidad es cada vez mayor, no sólo al poner en práctica los procedimientos establecidos en las regulaciones sobre refrigerantes, sino también al responder a las preguntas de los clientes y solucionar sus problemas técnicos.** La seguridad sigue siendo una prioridad a la hora de utilizar métodos y equipos ya conocidos o nuevos.

Es posible que algunos usuarios de este manual conozcan información adicional que no se ha incluido aquí. El propósito es ofrecer un curso dedicado a la información básica de tipo práctico más necesaria, que pueda aplicarse fácilmente en el trabajo con los resultados más eficaces. Usted debe seguir utilizando este manual como una referencia, y agregar a él información que estime útil. Visite nuestras páginas Web en Internet <http://www.qwik.com> y <http://www.epatest.com>.

Este manual se mantiene en un estado de evolución y reescritura continuos, en parte porque las regulaciones de la EPA cambian y en parte porque se hacen cambios con base en la información y los comentarios que recibimos de técnicos que trabajan en el área. Si usted considera que las secciones de este manual necesitan alguna mejora o debe añadirse información adicional, envíenos sus sugerencias por escrito, de manera tal que podamos tomarlas en cuenta en ediciones futuras. En el pasado, hemos recibido comentarios y sugerencias muy útiles que nos han proporcionado técnicos en refrigeración que trabajan en el área y queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos aquellos que nos han ayudado. Las sugerencias sobre cómo puede mejorarse este curso o cualquier otro producto de Mainstream son siempre bienvenidas. Si tiene alguna sugerencia en relación con este curso, por favor escriba a

Robert P. Scaringe, Ph.D., P.E., Refrigeration Certification Program, Mainstream Engineering Corporation, Pines Industrial Center, 200 Yellow Place, Rockledge, Florida 32955, o envíe sus comentarios por correo electrónico a la siguiente dirección: [rps@mainstream-engr.com](mailto:rps@mainstream-engr.com).



# Calendario de eliminación progresiva de los HCFC, incluyendo el R-22

## Índice de Contenidos

En el marco de lo dispuesto en el Protocolo de Montreal, los Estados Unidos han acordado cumplir determinadas obligaciones en relación con la eliminación progresiva de los HCFC para determinadas fechas.

### **1 de enero de 2004:**

De acuerdo con los términos del Protocolo de Montreal, para 2004 debe reducirse en 35% la cantidad de todos los refrigerantes de HCFC que pueden producirse en el país. Con este fin, el 1.º de enero de 2004, los Estados Unidos dejó de producir HCFC-141b, el químico con mayor potencial de dañar el ozono de esta clase de refrigerantes. La prohibición de producción reducirá significativamente el uso en todo el país de refrigerantes HCFC por lo que el plazo de 2004 tuvo un efecto mínimo en los suministros de R-22. (I4PR-4)

### **1 de enero de 2010:**

A partir de 2010, los fabricantes de sustancias químicas pueden seguir produciendo R-22 para dar servicio a los equipos existentes, pero no para su utilización en equipos en nuevos. Los fabricantes de sistemas de aire acondicionado y bombas de calor sólo podrán utilizar para la fabricación de nuevos aparatos de aire acondicionado y bombas de calor los suministros ya existentes de R-22. Estos suministros existentes incluirán el R-22 recuperado de los equipos existentes y reciclado. Es probable que en lugar de depender de este suministro tan tentador de R-22 para los nuevos equipos, los fabricantes utilicen R-410A en todas las unidades nuevas. (I4PR-5)

### **1 de enero de 2020:**

A partir de 2020, estará permitida la utilización de refrigerantes existentes, incluyendo los refrigerantes recuperados y reciclados, para dar servicio a los sistemas existentes, aunque los fabricantes de sustancias químicas ya no podrán producir R-22 para dar servicio a los sistemas de aire acondicionado y bombas de calor existentes.

# Alternativas para el R-22 en los sistemas de aire acondicionado residencial

## Índice de Contenidos

A medida que se descontinúa gradualmente la producción del R-22, se introduce el uso de refrigerantes alternativos que no dañan la capa de ozono. En virtud de la Ley del Aire Limpio, la EPA examina las alternativas a las sustancias como el R-22 que agotan la capa de ozono, a fin de evaluar sus consecuencias para la salud de las personas y el ambiente. La EPA ha examinado varias de estas alternativas para el R-22 y ha elaborado una lista de sustitutos que, según ha determinado la EPA, son aceptables. (I4PREP-1) **Sin embargo, no existen refrigerantes que sean sustitutos exactos de ningún refrigerante.** Todos los refrigerantes sustitutos necesitan que se haga alguna adaptación en el diseño del sistema.

Uno de los nuevos sustitutos es el R-410A, una mezcla de hidrofluorocarbonos (HFC), sustancias que no agotan la capa de ozono, aunque, al igual que el R-22, contribuyen al calentamiento global. Existen varias razones por las que el R-410A se está convirtiendo en el sustituto preferido para el R-22 en los **nuevos sistemas**. Entre estas razones cabe mencionar las siguientes (I4PG1)(I4PG-2):

- ▶ **Equipos de mayor capacidad:** Se ha demostrado que los equipos diseñados para el HFC-410A tienen una capacidad 40% mayor que los equipos actuales que utilizan R-22.
- ▶ **(I4PG-1)Facilidad de servicio:** Aun cuando el HFC-410A es una mezcla, es un refrigerante casi azeotrópico, lo que significa que su comportamiento es muy parecido al de un refrigerante puro y, por lo tanto, puede completarse la carga repetidas veces.
- ▶ **Seguridad y facilidad de uso:** El HFC-410A tiene una clasificación de seguridad A1 según la ASHRAE.
- ▶ **(I4PS2-2)Mayor rendimiento:** Los sistemas que utilizan HFC-410A tienen un Coeficiente de Rendimiento casi 10% mayor. Esto significa que los sistemas de aire acondicionado y las bombas de calor pueden diseñarse de modo que cumplan las pautas que propone el Departamento del Ambiente (DOE, por sus siglas en inglés) de tener una clasificación de eficiencia energética estacional (Seasonal Energy Efficient Rating, SEER) de entre 12 y 14.

Otros posibles refrigerantes, que no se encuentran en la lista de sustitutos aceptables, incluyen el R-134a y el R-407C. Ninguno de estos dos refrigerantes tiene las características positivas del R-410A. Un sistema que utilice R-134a tendrá un Coeficiente de Rendimiento menor y el sistema será más grande que uno comparable que utilice R-410A. Aunque el R-407C no es un sustituto tan bueno como el R-410A, se está utilizando en adaptaciones de aplicaciones que utilizan R-22, ya que de esta manera la presión es comparable con la de los sistemas que utilizan R-22 y esto

simplifica en gran medida el cambio de refrigerante. Sin embargo, no es un sustituto exacto del R-22. Aun cuando el R-407C tiene un uso potencial en las aplicaciones adaptadas, después de realizar los cambios necesarios en el sistema, el R-410A no podrá utilizarse nunca en las aplicaciones adaptadas debido a las elevadas presiones asociadas al R-410A. **Los sistemas existentes que utilizan R-22 no pueden cargarse con R-410A, ya que los componentes de un sistema que utiliza R-22 no fueron diseñados para soportar las presiones más altas de un sistema que utiliza R-410A.** Por supuesto, la EPA seguirá evaluando los nuevos refrigerantes que no agotan el ozono a medida que éstos sean desarrollados, pero la industria parece estar de acuerdo en que el R-410A es el mejor refrigerante para sustituir el R-22 en las nuevas aplicaciones de alto rendimiento de aire acondicionado y bombas de calor.

# Muchos nombres para un mismo compuesto

## Índice de Contenidos

(I4PC-1) El R-410A se produce y vende con varios nombres comerciales, entre ellos GENETRON AZ-20, SUVA 410A y Puron. Suva 410A es la marca registrada de DuPont para el R-410A, mientras que Puron es la marca registrada de Carrier Corporation para el R-410A. Todos estos refrigerantes son R-410A, todos tienen la misma composición química ([Tabla 1](#)) y todos pueden utilizarse indistintamente para dar servicio a unidades que utilizan R-410A. La curva de presión de vapor y el rendimiento del R-410B son muy similares a los del R-410A. Aun cuando desde el punto de vista termodinámico, los refrigerantes 410A y 410B son muy similares, se produce muy poco R-410B, si es que se produce, ya que no hay ninguna justificación técnica ni económica para producir dos refrigerantes prácticamente idénticos, y la industria ha escogido producir uno de los dos: a saber, el R-410A. La preferencia de la industria por el R-410A en lugar del R-410B guarda relación con la patente y aspectos legales, y no tiene que ver con la superioridad técnica de uno de los dos refrigerantes en comparación con el otro (I4PG-3).

**Tabla 1. Composición porcentual de los sustitutos del HCFC-22**

Nombre comercial	Número ASHRAE	HFC-32	HFC-125	HFC-134a
KLEA® 407C, AC9000	407C	23%	25%	52%
AZ-20®, Puron®, Suva® 9100	410A	50%	50%	
AC9100	410B	45%	55%	

# Refrigerante 410A

## Índice de Contenidos

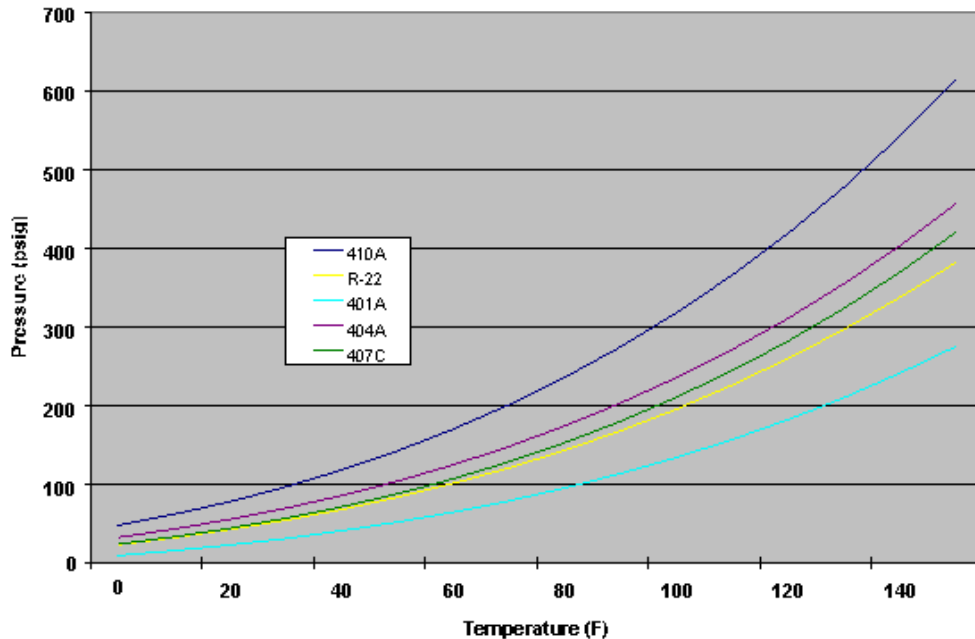
(|4PG4)(|4PG-6)(|4PG-5)(|4PG-4)(|4PG-17)El refrigerante 410A es un refrigerante casi azeotrópico, lo que significa que, aunque es un refrigerante no azeotrópico, tiene un deslizamiento de temperatura muy pequeño durante la evaporación o la condensación, lo que hace que se comporte de manera muy parecida a la de un refrigerante azeotrópico. Esto significa que, aunque de todas maneras es mejor que cuando se cargue el R-410A se extraiga del cilindro de almacenamiento en forma de líquido, si ocurriera una fuga, el fraccionamiento del refrigerante R-410A no es importante. Esto también significa que puede completarse la carga de un sistema que utilice R-410A sin que la composición de la mezcla se altere. Normalmente, estos son los aspectos que deben tomarse en cuenta cuando se trabaja con refrigerantes no azeotrópicos, pero, en este sentido, el R-410A se comporta como un refrigerante casi azeotrópico.

Muchos fabricantes ya han comenzado a producir sistemas que utilizan R-410A, los cuales operan a mayor presión. Aun cuando la mayoría de las nuevas herramientas y los nuevos manómetros y equipos de recuperación y reciclado están siendo fabricados para trabajar con la mayor presión del R-410A, la mayoría de las herramientas más viejas no fueron diseñadas para la mayor presión de operación del R-410A. Dependiendo del tiempo que tengan algunas de sus herramientas, es posible que para trabajar con el R-410A necesite nuevas herramientas, nuevos tanques de recuperación y nuevas máquinas de recuperación y reciclado que sean aptos para la mayor presión de operación del R-410A. (|4PS1-1)El manómetro de presión alta en un conjunto de medidores de presión de servicio tiene una escala continua, por lo general calibrada para lecturas de 0 a 500 psig. Esto no significa que el manómetro en realidad esté diseñado para ser usado hasta un máximo de 500 psia. Las lecturas normales en los grupos de manómetros de presión y mangueras de modelos anteriores llegan tan sólo hasta los 340 psig. Cuando se utiliza R-410A, debe utilizarse un conjunto de manómetros diseñados para por lo menos 800 psig (con una presión de estallido de 4,000 psig en el colector y las mangueras). Para el R-410A se requiere que los tanques de recuperación y las máquinas de recuperación y reciclado tengan una clasificación de presión de por lo menos 400 psig.

**Tabla 2. Comparación teórica del rendimiento del aire acondicionado**

Tomando como base 110°F (43°C) en el condensador, 45°F (7°C) en el evaporador, 5°F (-15°C) en el subenfriador y 15°F (-9°C) en el supercalentado			
	R-22	R-407C	R-410A
Tasa de compresión	2.66	2.83	2.62
Temperatura de descarga del compresor	171°F (77°C)	167°F (75°C)	166°F (74°C)
Presión de descarga del compresor	226 psig	241 psig	364 psig
Deslizamiento de temperatura	0°F (-18°C)	9°F (-13°C)	0°F (-18°C)

Como puede observarse en la [Tabla 2](#), la mayor presión de descarga del R-410 significa que los conjuntos de líneas y los tanques de recuperación viejos, que normalmente fueron diseñados para soportar presiones de operación máximas de 350 psig no son adecuados para su utilización con el R-410A. Compruebe sus equipos para saber si están diseñados para utilizarse con el R-410A. En la [Figura 1](#) se muestra una representación de la presión de saturación de varios refrigerantes nuevos. Para fines de comparación, en el gráfico también se incluye una representación de la presión de saturación del R-22. La [Tabla 6](#) incluye una tabla más detallado del comportamiento del R-410A en relación con la temperatura y la presión de saturación.



**Figura 1. Comparación de las presiones de saturación de las mezclas comunes de la Serie 400**

# Servicio a las unidades existentes

## Índice de Contenidos

Es posible continuar dando servicio con R-22 a las unidades existentes que utilizan R-22. No existe ningún requisito de la EPA que obligue a adaptar o convertir las unidades existentes que utilizan R-22 para que utilicen un sustituto de refrigerante que no agote el ozono. Asimismo, los nuevos sustitutos de refrigerantes no pueden utilizarse sin hacer antes algunos cambios en los componentes del sistema. En consecuencia, los técnicos de servicio que reparen fugas en este tipo de sistemas probablemente seguirán cargando R-22 en los sistemas como parte del servicio de reparación.

**No se puede utilizar R-410A para adaptar equipos existentes que utilicen R-22, ya que el R-410A tiene una presión de descarga y una capacidad enfriamiento mucho mayores.** El R-410A **únicamente** puede utilizarse en equipos diseñados específicamente para el R-410A.

Los sistemas que utilizan R-22 pueden adaptarse para que utilicen R-407C; como sus presiones de saturación son muy similares, muchos de los componentes de un sistema que utiliza R-22 pueden utilizarse en uno que utilice R-407C. Sin embargo, el R-407C **no es un sustituto exacto**. Como todavía puede utilizarse el R-22, y dado que actualmente no hay ni se prevé un requisito que obligue a hacer la conversión de los sistemas que utilizan R-22, no existen ningún incentivo para convertir los sistemas existentes que utilizan R-22 para que utilicen R-407C. Por comodidad, se realizan muy pocas conversiones al R-407C.

# Instalación de unidades nuevas

## Índice de Contenidos

La transición para dejar de usar refrigerantes que agotan el ozono como el R-22 a sistemas que utilizan refrigerantes de reemplazo confiables como el R-410A ha requerido que se rediseñen los sistemas de aire acondicionado y de bombas de calor. Los nuevos sistemas incorporan compresores y otros componentes diseñados específicamente para su uso con determinados refrigerantes de reemplazo. Dada la mayor presión que alcanza el R-410A, la mayoría de los componentes de los sistemas incorporan en su diseño paredes de mayor espesor. Además, es necesario utilizar válvulas de expansión y filtros deshidratadores diseñados específicamente para el R-410A.



# Cilindros de refrigerante desechables

## Índice de Contenidos

El refrigerante virgen nuevo destinado al uso por parte de personal de servicio de aparatos de refrigeración y aire acondicionado normalmente viene en contenedores desechables. Los contenedores desechables se fabrican en tres tamaños, con capacidad para 15, 30 y 50 libras (6.80, 14 y 23 kg), y nunca deben recargarse. Los nuevos contenedores desechables utilizan una válvula antirretorno y no pueden recargarse. Los fabricantes de refrigerantes utilizan de forma voluntaria un código de color para los cilindros de sus productos. En la [Tabla 3](#) se incluye una lista de los códigos de color que se utilizan para las mezclas comunes de refrigerantes; sin embargo, el tono de los colores puede variar en cierta medida de un fabricante a otro. (I4PC-2)

**Tabla 3. Códigos de colores utilizados para las mezclas comunes de la Serie 400**

<b>400 Series Blend</b>	<b>Color</b>
R-401A	púrpura claro
R-401B	amarillo mostaza
R-401C	azul verdoso
R-402A	verde aceituna claro
R-402B	verde aceituna
R-404A	naranja
R-407C	marrón intermedio
R-410A	rosado

Los cilindros DOT 39 (DAC) que se utilizan para los CFC, HCFC y la mayoría de los HFC, están fabricados para contener CFC-502, el refrigerante de mayor presión; sin embargo, no pueden utilizarse para el R-410A. **Los cilindros DOT 39 (400) están diseñados para contener el R-410A.** El DOT exige que los cilindros desechables para R-410A tengan capacidad para una presión de servicio de 400 psig. **Los cilindros clasificados para R-410A deben tener capacidad para una presión de servicio de 400 psig.** En los cilindros para R-410A, las pruebas de fugas se hacen a 500 psig. Asimismo, conforme a la Especificación 39 del DOT, un cilindro de cada mil es

presurizado hasta el punto de falla y, en el caso de los cilindros para R-410A, la falla no debe producirse por debajo de los 1000 psig. Estas pruebas tienen como propósito garantizar que los contenedores que reciban los usuarios sean seguros, tengan capacidad para soportar elevadas presiones y no tengan fugas. En la [Tabla 4](#) se presenta una comparación de los detalles de los cilindros desechables para el R-410A y para el R-22.

Todos los cilindros están provistos de un dispositivo de seguridad diseñado para aliviar la presión del cilindro antes de que éste alcance el punto de ruptura. Existen dos versiones de este dispositivo autorizadas para los cilindros DOT 39 de refrigerante. El más común es un disco de ruptura, normalmente soldado al hombro del cilindro. Si la presión de un cilindro con R-410A sobrepasa la presión de alivio de seguridad (en los cilindros de R-410A, la presión mínima es de 525 psig), el disco estalla y deja escapar el contenido del cilindro para evitar que ocurra una explosión. El segundo diseño es un puerto de alivio accionado por un resorte e integrado en el vástago de la válvula. Cuando se utiliza este tipo de dispositivo, si la presión interna sobrepasa la presión de alivio, la presión hace que el resorte abra el dispositivo de seguridad y el contenido se descargue a través del puerto de alivio.

La presión en los cilindros puede aumentar excesivamente por diversas causas. Sin embargo, la principal de ellas es la sobrecarga. Cuando las temperaturas suben, el refrigerante líquido se expande y ocupa el espacio del vapor por encima de la línea del líquido, lo que hace que la presión aumente gradualmente en tanto haya espacio de vapor disponible para la expansión. Sin embargo, si no hay espacio de vapor disponible porque el cilindro se encuentra lleno en exceso (y no está equipado con válvula de alivio de presión), el líquido seguirá expandiéndose y ocurrirá una ruptura del cilindro para que el líquido pueda tener espacio para expandirse. Cuando ocurre la ruptura de un cilindro, el descenso de la presión hace que el refrigerante en estado líquido pase violentamente a la fase vapor y mantenga el comportamiento explosivo de la ruptura hasta que todo el líquido se haya vaporizado. **La ruptura de un cilindro con un refrigerante líquido que se convierte instantáneamente en vapor es mucho peor que la ruptura de un cilindro de aire comprimido a la misma presión.**

Si un cilindro de refrigerante alcanza un estado en el que está completamente lleno de líquido (no queda espacio de vapor), la presión interna se incrementa con mucha rapidez al ocurrir el menor aumento de temperatura. Si la válvula de seguridad no es capaz de compensar este aumento veloz de la presión, el cilindro explota. Las válvulas de seguridad son muy importantes. Nunca intente forzar los dispositivos de seguridad de un cilindro.

Los cilindros pueden presurizarse en exceso si están conectados al extremo de descarga de un sistema de refrigeración, aire acondicionado o recuperación. En tales casos, el compresor puede crear una presión y un flujo que sobrepasen la capacidad de flujo del dispositivo de alivio del cilindro, lo cual frustraría el propósito de las válvulas de alivio y podría causar la ruptura del cilindro.

Los cilindros desechables deben vaciarse por completo con ayuda de un dispositivo para recuperación de refrigerantes. Una vez que esté vacío el cilindro, debe abrirse la

válvula para permitir la entrada de aire y perforar el cilindro con la válvula aún abierta (a fin de inutilizar el cilindro). Los cilindros usados pueden reciclarse junto con otra chatarra. Nunca deje cilindros usados con residuos de refrigerante al aire libre o en el sitio de trabajo. (I4S-9) **La presión interna de un cilindro con una onza de líquido refrigerante es exactamente la misma que la de un cilindro completamente lleno.** Un cilindro abandonado termina deteriorándose y puede explotar si sus paredes se debilitan. Nunca recargue un cilindro desechable (I4PS2-7)(I4PS2-6).

**Tabla 4. Detalles de diseño de los cilindros desechables**

Tipo de cilindro	R-410A	R-22
Presión de servicio	400 psig	260 psig
Presión de prueba	500 psig	325 psig
Presión de estallido	1000 psig	650 psig
Presión mínima de alivio del disco de ruptura	525 psig	340 psig
Presión máxima de alivio del disco de ruptura	800 psig	520 psig



**ADVERTENCIA:**

*Las operaciones de recuperación en climas calientes pueden hacer que las presiones en los tanques de almacenamiento sean muy elevadas y, por lo tanto, los cilindros desechables nunca deben recargarse ni utilizarse como tanques de recuperación. El óxido, las abolladuras y otros daños pueden reducir significativamente la presión de rotura de los cilindros desechables.*



**ADVERTENCIA:**

*El transporte de cilindros DOT 39 es ilegal y puede sancionarse con multas de hasta \$25,000 y cinco años de cárcel. La utilización de un cilindro DOT 39 recargado infringe asimismo las regulaciones de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) relativas al lugar de trabajo y puede contravenir otras leyes estatales.*

# Cilindros recargables

## Índice de Contenidos

Existen cilindros recargables especiales para el R-410A, denominados también "cilindros de recuperación" o "tanques de recuperación," para el transporte del R-410A usado en la industria de los aparatos de refrigeración y de aire acondicionado. El Departamento de Transporte (DOT) también regula el diseño, la fabricación y las comprobaciones de estos cilindros recargables que se utilizan para el traslado de R-410A.

Los cilindros de recuperación se pintan de color amarillo en el área del hombro y 12 pulgadas (5 cm) hacia abajo en los laterales; el fabricante pinta el resto del cuerpo del cilindro de color gris. Recomendamos que se pinte una franja de color rosado en el tanque (siguiendo la convención de códigos de colores para los cilindros de refrigerantes nuevos) junto con la inscripción "Contiene R-410A" ("Contains R-410A"), a fin de indicar el tipo de refrigerante recuperado almacenado en el tanque y para reducir al mínimo la posibilidad de que se mezclen refrigerantes accidentalmente. (|4PREP-5)(|4PREP-4)(|4PREP-3)(|4PREP-2)(|4PC-6)Si el R-410A se mezcla con R-22 (o con cualquier otro refrigerante), podría ser imposible regenerar la mezcla. Los refrigerantes nunca deben mezclarse. Asimismo, recomendamos que los técnicos de refrigeración que utilizan máquinas de reciclado utilicen un tanque de recuperación "LIMPIO" para el refrigerante reciclado y un tanque de recuperación "SUCIO" para el refrigerante recuperado no reciclado. La identificación de los tanques de recuperación como "LIMPIO" y "SUCIO" ayudará a evitar la contaminación de un refrigerante limpio al introducirlo en un tanque de recuperación que ha contenido anteriormente refrigerante sucio.

(|4PG-14)Los cilindros recargables para el R-410A deben cumplir los requisitos de las especificaciones 4BA400 o 4BW400 del DOT (cilindros diseñados para soportar una presión de 400 psig). El cilindro 4BA está compuesto por dos cabezas de acero al carbono estampado en frío soldadas entre sí con una costura perimetral; el cilindro 4BW está compuesto por dos cabezas independientes en extremos opuestos de una sección cilíndrica central.

Los cilindros 4BA por lo general vienen en varios tamaños hasta una capacidad máxima de 50 libras (23 kg) de refrigerante, y los tamaños más comunes son los de 15, 30, 37 y 50 libras (6.80, 14, 17 y 23 kg). Los cilindros para R-410A **deben poder soportar una presión de por lo menos 400 psig**. Sin embargo, no todos los tanques de recuperación son aptos para 400 psig. Sea cuidadoso y lea la información que figura en la placa de identificación; utilice únicamente tanques de recuperación aptos para su uso con R-410A. La clasificación de presión debe figurar en todos los tanques presurizados. De no ser así, póngase en contacto con el fabricante del cilindro en cuestión a fin de verificar su capacidad, su idoneidad para el R-410A y la presión de operación para la que está diseñado.



**ADVERTENCIA:**

*Según el código para tanques presurizado de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos, la clasificación de presión para el R-407C debe ser de 285 psig o más y de 400 psig o más para el R-410A. No utilice para el R-410A ningún tanque de almacenamiento o de recuperación cuya clasificación de presión máxima sea inferior a 400 psig. Los tanques de recuperación para el R-410A deben estar especificados como DOT 4BA400 o 4BW400.*

# Requisitos de evacuación para el R-410A

(salvo aparatos pequeños)

## Índice de Contenidos

El equipo de recuperación o reciclado debe haber sido certificado para su utilización con R-410A por una organización de comprobación de equipos autorizada por la EPA. Consulte la [Tabla 5](#) que encontrará a continuación para determinar el nivel de evacuación establecido.

**Tabla 5. Niveles establecidos para la evacuación de aparatos de presión alta salvo aparatos pequeños, aparatos de aire acondicionado para vehículos automotores y aparatos similares a los aparatos de aire acondicionado utilizados en vehículos automotores (Revisa do por la EPA el 12 de marzo de 2004)**

Tipo de aparato	Pulgadas de vacío que debe alcanzar el equipo de recuperación o reciclado <sup>a</sup>	
	Si el dispositivo de recuperación se fabricó antes del 15 de noviembre de 1993	Si el dispositivo de recuperación se fabricó después del 15 de noviembre de 1993 inclusive
Aparatos de presión alta (antes denominados de mayor presión) <sup>b?</sup> Aparatos que normalmente contienen menos de 200 libras (91 kg) de refrigerante (R-410A, R-22, R-401B, R-402A/B, R-404A, R-407A/B/C, R-408, R-409, R-411A/B, R-502 y R-507A).	0.0	0.0
Aparatos de presión alta (antes denominados de mayor presión) <sup>b?</sup> Aparatos que normalmente contienen 200 libras (91 kg) de refrigerante o más (R-410A, R-22, R-401B, R-402A/B, R-404A, R-407A/B/C, R-408, R-409, R-411A/B,	4.0	10.0

R-502 y R-507A).		
------------------	--	--

<sup>a</sup> En relación con una presión atmosférica regular de 29.9" Hg.

<sup>b</sup> O también componentes aislados de dichos aparatos.



# Requisitos de evacuación para aparatos pequeños que utilizan R-410A

## Índice de Contenidos

Cuando se utilizan equipos de reciclado y recuperación fabricados después del 15 de noviembre de 1993, debe recuperarse 90% del refrigerante del aparato pequeño si el compresor del aparato está operativo, y 80% del refrigerante si el compresor no funciona. Cuando se utilizan equipos de reciclado y recuperación fabricados antes del 15 de noviembre de 1993, debe recuperarse 80% del refrigerante del aparato pequeño.

# Requisitos de almacenamiento

## Índice de Contenidos

Los requisitos de almacenamiento del R-410A son iguales a los del R-22 y otros refrigerantes, e incluyen los siguientes:

- ▶ Almacenar en un área seca y limpia, protegido de la acción directa de la luz solar.
- ▶ Nunca calentar el cilindro por encima de los 125 °F (52 °C) ni permitir que los cilindros de refrigerante se almacenen en un área donde se pueda sobrepasar dicha temperatura.
- ▶ Mantener las válvulas bien cerradas.
- ▶ Mantener los tapones y las tapas de las válvulas en su sitio cuando los cilindros no estén siendo utilizados.
- ▶ Etiquetar y asegurar siempre los cilindros.

# Precauciones de seguridad

## Índice de Contenidos

1. Utilice anteojos de seguridad siempre que trabaje con refrigerantes. Si el refrigerante líquido entra en contacto con sus ojos, puede causarle ceguera permanente.
2. No permita que el refrigerante entre en contacto con su piel. El refrigerante tiene un punto de ebullición muy bajo, lo que le provocará congelación.
3. Todas las operaciones de manipulación, carga y reciclado de refrigerantes deben llevarse a cabo en lugares que cuenten con ventilación adecuada, con un mínimo de cuatro renovaciones de aire por hora. Evite inhalar el vapor de forma prolongada. La inhalación prolongada de refrigerante es extremadamente peligrosa; la muerte puede producirse sin dar aviso.
4. No utilice la unidad de recuperación cerca de contenedores abiertos o derramados de gasolina, solventes o cualquier otro líquido o vapor inflamable, a menos que el equipo esté diseñado especialmente para trabajar en tales ambientes (diseños a prueba de explosiones). No opere la unidad en presencia de vapor inflamable.
5. No deje funcionando sin supervisión ninguna máquina de recuperación o reciclado.
6. No intente llenar ningún tanque, contenedor, cilindro, equipo de carga ni tanque de almacenamiento que no esté aprobado por el Departamento de Transporte y equipado con una válvula de seguridad diseñada para aliviar la presión. No transfiera refrigerante a cilindros no recargables.
7. No llene ningún recipiente o tanque de almacenamiento con refrigerante por encima de 80% de su capacidad.
8. No desconecte ni intente forzar los dispositivos eléctricos de seguridad de nivel de líquido, presión baja o presión alta.

# Prácticas adicionales de manejo seguro para el R-410A

## Índice de Contenidos

La presión del R-410A es mucho mayor que la del R-22. Esto no significa que el R-410A o los equipos que contengan R-410A no sean seguros, sino que usted debe utilizar equipos y herramientas diseñados específicamente para una mayor presión. Debe utilizar equipos de aire acondicionado, cilindros y herramientas de servicio que han sido remodelados para soportar mayores presiones.

Cuando dé servicio a equipos que contienen R-410A, asegúrese de utilizar válvulas de inversión, válvulas de expansión, filtros deshidratadores y otros componentes diseñados específicamente para el R-410A.

(I4PG-9)(I4PG-8)(I4PG-7) Los cilindros utilizados con refrigerante R-410-A nuevo, así como también con R-410A recuperado, deben haber sido adaptados para soportar una presión mayor.

Los equipos de servicio también deben estar diseñados para el R-410-A:

- ▶ Conjuntos de medidores de presión con mangueras para presión elevada (deben tener una presión de estallido de 4000 psig y una presión de trabajo de 800 psig)
- ▶ Equipo de recuperación para presiones elevadas autorizado para su uso con R-410A
- ▶ Tanques de recuperación aptos para presiones elevadas, como por ejemplo los tanques especificados como DOT 4BA400 o 4BW400

# Preguntas frecuentes

## Índice de Contenidos

### ***¿Qué es Puron?***

Puron y Suva 410A son marcas registradas del refrigerante ASHRAE R-410-A. Puron es la marca de Carrier Corporation, mientras que Suva 410A es la marca de DuPont para el R-410A. Ambos tienen la misma composición química y pueden utilizarse indistintamente.

### ***¿Los equipos existentes que utilizan R-22 pueden adaptarse para que usen R-410A?***

¡NO! Dado que el R-410A tiene una presión de descarga y una capacidad de enfriamiento mucho mayores, puede utilizarse ÚNICAMENTE en equipos diseñados específicamente para el R-410A.

### ***¿Necesito herramientas de servicio diferentes para trabajar con sistemas que utilizan R-410A?***

Sí. Dada su mayor presión, necesita conjuntos de medidores de presión diseñados para el R-410A. Además, debe utilizar una máquina de recuperación y tanques de recuperación aptos para la presión mayor del R-410A. Los tanques de recuperación deben estar especificados como DOT 4BA400 o 4BW400.(I4PG-10)

### ***¿Qué tipo de lubricante debe utilizarse con el R-410A?***

Un lubricante POE (poliol éster) de alta calidad especificado por el fabricante original del sistema o del compresor.(I4PG-13)(I4PG-12)(I4PG-11)

### ***Dado que el R-410A es un refrigerante de presión alta, ¿puedo almacenarlo en la parte de atrás de mi camioneta de servicio igual que lo hacía con el R-22?***

Sí, en tanto la temperatura no supere los 125°F (52°C). **Esta misma pauta se aplica al R-22 y a otros refrigerantes comunes.** Sin embargo, debe tener presente que en un día cálido y soleado, la temperatura en el interior de una camioneta o un camión cerrados puede superar los 125°F, así que si usted mantiene refrigerantes en su vehículo, no permita que la temperatura alcance dicho grado.

### ***¿El R-410A es una mezcla de refrigerantes?***

Sí. Es una mezcla de HFC-32 y HFC-125 (50/50 por ciento en peso) que se comporta de manera muy parecida a un refrigerante de un solo componente.

### ***¿El PURON es diferente del R-410A?***

El R-410A es el mismo refrigerante siempre, aunque se comercializa con distintos nombres: Puron, Suva 410A, Genetron AZ20, Forane 410A y Klea 66. Puron es la marca comercial de Carrier para el R-410A.

### ***¿El R-410A es más tóxico que el R-22?***

Empresas y organizaciones de todo el mundo han estudiado exhaustivamente las características de seguridad y toxicidad del R-410A. Se ha determinado que el R-410A puede manipularse de manera segura si se utiliza el equipo protector adecuado y se siguen las normas de seguridad apropiadas. Estas prácticas de seguridad son muy similares a las prácticas que se han venido utilizando con el R-22 y otros refrigerantes de HFC y HCFC. Las propiedades físicas y químicas del R-410A son muy similares a las del R-22 y a las de la mayoría de los refrigerantes de HFC actuales. La principal diferencia es la mayor presión. (I4PC-3) Dado que el R-410A mezclado en determinadas concentraciones con aire se vuelve combustible, nunca lo mezcle con aire ni con oxígeno para comprobar las fugas de un sistema o para presurizarlo. Para comprobar las fugas de un sistema o presurizarlo debe utilizarse nitrógeno y, si fuera necesario utilizar un gas traza para comprobar escapes de refrigerante, debe utilizarse únicamente nitrógeno con R-22, el cual puede descargarse en la atmósfera después de su uso. Al igual que en el caso de cualquier otro refrigerante, otro problema de seguridad es la exposición al líquido en evaporación.

### ***¿El R-410A es más peligroso debido a sus presiones más altas?***

La presión del R-410A es mucho mayor en comparación con la del R-22. Esto no significa que el R-410A o los equipos que contengan R-410A sean poco seguros, sino que los técnicos deben utilizar equipos de aire acondicionado, cilindros y herramientas de servicio que han sido remodelados para soportar mayores presiones. (I4PR-3)(I4PR-2)(I4PR-1)

### ***¿Es necesario tener una licencia o haber obtenido una certificación para manejar y comprar R-410A?***

Es necesario tener una licencia de certificación como técnico universal o de Tipo II conforme a la Sección 608 de la EPA.

### ***¿El R-410A debe cargarse en el sistema en estado líquido o de vapor?***

Aun cuando el R-410A se comporta de manera muy similar a un refrigerante de un solo componente, para garantizar un rendimiento óptimo y regular debe extraerse del cilindro en estado líquido. (I4PSP-6)(I4PSP-5)(I4PG-16)

### ***Si existe una fuga en un sistema que utilizar R-410A, ¿debe cambiarse la carga completa o es posible sólo completar la carga del sistema?***

Dado que el R-410A se comporta de manera muy parecida a un refrigerante de un solo componente, los cambios de composición a causa de una fuga son mínimos. Puede completarse la carga del sistema sin necesidad de extraer la carga completa. No existe ninguna limitación práctica para el número de veces que puede completarse la carga de una unidad o que puede recuperarse refrigerante de una unidad. Sin embargo, recomendamos que se reparen todas las fugas antes de completar la carga de un sistema. (I4PSP-2)El sobrecalentamiento excesivo es un indicio de que la carga está en un nivel bajo y en ese caso debe considerarse la posibilidad de que el sistema tenga alguna fuga.

### ***¿Los equipos existentes que utilizan R-22 pueden adaptarse para que usen R-410A?***

Existe cierta confusión en torno a este tema. Una adaptación normalmente supone la sustitución del refrigerante en un equipo existente, haciendo para ello algunos cambios en el equipo. La magnitud de estos cambios depende del refrigerante y del diseño del equipo. **Los sistemas actuales que utilizan R-22 no están diseñados para soportar la presión de descarga y la capacidad de enfriamiento mucho mayores del R-410A.** Para adaptar un sistema existente que utiliza R-22, habría que cambiar prácticamente todos los componentes del sistema. Esta labor es muy intensiva y costosa, por lo que no se justificaría desde el punto de vista económico. La utilización del R-22 todavía está permitida y actualmente no existe ni se prevé ningún requisito ni propuesta alguna de la EPA que obligue a hacer la conversión de los sistemas que utilizan R-22, así que tampoco existe ninguna razón para convertir los sistemas existentes que utilizan R-22.

### ***¿Por qué hay tantas "mezclas" de refrigerantes nuevas?***

(I4PC-4)Los fabricantes combinan refrigerantes y producen mezclas con el objetivo de desarrollar alternativas rentables que igualen el rendimiento y las propiedades de los refrigerantes de CFC. Las mezclas de refrigerantes no son algo nuevo; el R-502 es una mezcla de los refrigerantes 22 y 115 desarrollada en la década de 1950 para mejorar el rendimiento del R-22 a bajas temperaturas. La ASHRAE ha asignado a las mezclas los números de las series 400 y 500, por ejemplo: 401A, 404A, 409A, 507. Cuando una mezcla de refrigerantes tiene un punto de ebullición distintivo (es decir, se comporta como un refrigerante "nuevo" de un solo componente), se denomina mezcla azeotrópica y recibe una designación de la serie 500 según la ASHRAE. Cuando una mezcla de refrigerantes tiene un rango de puntos de ebullición, recibe la denominación de refrigerante no azeotrópico, o refrigerante geotrópico, y una designación de la serie 400 de la ASHRAE. El R-410A es un refrigerante "casi azeotrópico", ya que se comporta casi como una mezcla azeotrópica de la serie 500 y prácticamente no hay ninguna diferencia entre las presiones de vapor saturado y de líquido saturado a la misma temperatura (ver la [Tabla 6](#)). Esto significa que puede completarse la carga como en el caso de los refrigerantes puros y los refrigerantes de la Serie 500. Sin embargo, se recomienda que se extraiga del cilindro en estado líquido durante la carga del sistema.

# Temas de repaso

## Índice de Contenidos

- ▶ (I4PC-5) Los aceites que se utilizan en la mayor parte de las aplicaciones de aire acondicionado con HFC-410A son aceites sintéticos elaborados a base de ésteres (aceites poliol éster, POE).
- ▶ (I4PRR-2) Si se utiliza una máquina de recuperación certificada para R-410A y refrigerantes HCFC o CFC, deben tomarse precauciones especiales para evitar la contaminación del lubricante POE (utilizado con el HFC-410A) con el aceite mineral de los refrigerantes HCFC y CFC. Se recomienda utilizar un conjunto de mangueras, manómetros, bomba de vacío, máquina de recuperación y contenedores de aceites exclusivos para los HFC únicamente. (De acuerdo con la norma de la EPA, toda persona que abra un aparato con fines de mantenimiento, servicio o reparación, debe tener disponible en su lugar de trabajo por lo menos un equipo de recuperación certificado de tipo autocontenido. Están exentas del cumplimiento de esta norma únicamente las personas que trabajan con aparatos pequeños.)
- ▶ Para el R-410A se requiere que los tanques de recuperación y las máquinas de recuperación y reciclado tengan una clasificación de presión de por lo menos 400 psig. El conjunto de medidores de presión con mangueras para presión elevada del R-410A deben tener una presión de estallido de 4000 psig y una presión de trabajo de 800 psig.
- ▶ El manómetro de presión alta en un conjunto de medidores de presión de servicio tiene una escala continua, por lo general calibrada para lecturas de 0 a 500 psig. Esto no significa que el manómetro en realidad esté diseñado para ser usado hasta un máximo de 500 psia. Las lecturas normales en los grupos de manómetros de presión y mangueras de modelos anteriores llegan tan sólo hasta los 340 psig. Cuando se utiliza R-410A, debe utilizarse un conjunto de manómetros diseñados para por lo menos 800 psig (con una presión de estallido de 4,000 psig en el colector y las mangueras).
- ▶ Los técnicos que obtienen una calificación para aprobar el examen de certificación del Tipo II (presión mediana, alta y muy alta) reciben la certificación para recuperar refrigerantes durante el mantenimiento, el servicio o la reparación de equipos de presión mediana, alta y muy alta (CFC-12, CFC-114, HFC-134a y CFC-500 de presión mediana; HFC-410A, HCFC-22 y CFC-502 de presión alta; CFC-13 y CFC-503 de presión muy alta, y las mezclas de reemplazo de la serie 400). Únicamente los técnicos con certificación Universal o del Tipo II pueden recuperar el refrigerante de este tipo de unidades.
- ▶ El método de carga apropiado en el caso de los refrigerantes mezclados (no azeotrópicos) (Serie 400) consiste en extraer la carga del cilindro en forma de líquido. Las mezclas normales de refrigerantes escapan de un sistema en cantidades irregulares debido a las diferencias de presión de vapor de los componentes y, por lo tanto, no deben recargarse. Sin embargo, aun cuando el



R-410A es una mezcla (y por lo tanto recibe una designación de la Serie 400), se comporta como un refrigerante casi azeotrópico y puede recargarse, a diferencia de otros refrigerantes de la Serie 400.

- ▶ Nunca caliente un tanque de recuperación o almacenamiento de refrigerante con una llama expuesta, ya que puede provocar una descarga de refrigerante a la atmósfera, el tanque puede explotar y causar lesiones graves a las personas que se encuentren en los alrededores, y el refrigerante del tanque puede descomponerse y convertirse en un material tóxico.
- ▶ (I4PSP-4)(I4PSP-1) En un sistema cargado con R-410A únicamente pueden utilizarse mezclas de nitrógeno y R-22 como gas traza para comprobar las fugas. Las mezclas de nitrógeno y R-22 que se utilizan como gases de comprobación de fugas no están sujetas a la prohibición de descargas, ya que en estos casos el compuesto dañino para el ozono no se utiliza como refrigerante. Antes de agregar el nitrógeno a un sistema que utiliza R-410A, el sistema DEBE evacuarse hasta 0.0 psig. De lo contrario, la mezcla de R-410A-nitrógeno-R-22 se considerará un refrigerante y su descarga a la atmósfera constituirá una infracción a las regulaciones de la EPA y será objeto de una multa.
- ▶ (I4PG-15) Nunca utilice oxígeno o aire comprimido para comprobar fugas en un sistema o aparato, por cuanto el R-410A pueden explotar cuando se mezcla con oxígeno o aire.
- ▶ Después de alcanzar el vacío de recuperación necesario en un sistema, apague el dispositivo de recuperación (aísle el sistema) y espere algunos minutos para ver si aumenta la presión del sistema, lo que podría indicar que hay refrigerante en estado líquido, refrigerante atrapado en el aceite, o una fuga en el sistema.
- ▶ Siempre que sea posible, deben evitarse las descargas innecesarias de refrigerantes; antes de cargar los sistemas, deben revisarse con nitrógeno presurizado para comprobar que no tengan fugas.
- ▶ (I4PSP-3) El mejor procedimiento para comprobar las fugas es hacer una prueba de presión estática con una fuente de presión que no cambie de manera apreciable con los cambios de temperatura. El nitrógeno es un buen gas para este tipo de pruebas (no daña el ambiente y no contribuye a la combustión o la oxidación, como hacen el aire y el oxígeno). Nunca utilice oxígeno o aire.
- ▶ Una prueba de vacío no es el mejor método para comprobar las fugas de un sistema, ya que permite la entrada de aire (y de humedad) al sistema, y con este método el técnico sólo puede saber que hay una fuga, y no el lugar donde ésta se encuentra. Igualmente, cuando se utiliza vacío para comprobar la presencia de fugas, sólo puede demostrarse que el sistema no presenta fugas a una diferencia de presión de 14.7 psi. (Cuando se saca todo el aire de un sistema, sólo trata de reingresar al sistema la presión de la atmósfera, por eso la diferencia de presión es de 14.7 psi.) Cuando se utiliza el vacío para comprobar una fuga, el técnico usa una presión inversa (la de la atmósfera que trata de entrar al sistema) de únicamente 14.7 psi; sin embargo, en condiciones de operación normales, el sistema podría funcionar con una presión de operación de varios cientos de psig, es decir entre 10 y 20 veces la diferencia de presión de vacío. Además, utilizar el vacío para comprobar las fugas puede encubrir una fuga. Por ejemplo, si hay un agujero del tamaño de un alfiler en una conexión

con soldadura que tiene una acumulación de fundente encima, el vacío tenderá a succionar el fundente por el agujero e incluso puede tapanlo hasta el punto de que puede lograrse un vacío profundo, pero cuando se aplique presión al sistema, el fundente saldrá disparado del agujero y se producirá una fuga.

(|4PS2-8)(|4PS2-5)(|4PS2-4)(|4PS2-3)(|4PS2-1)

**Tabla 6. Datos de saturación para el R-410A**

Temperatura (°F)	Presión del líquido (psig)	Presión de la fase de vapor (psig)
-50	5	5
-48	6	6
-46	7	7
-44	8	8
-42	9	9
-40	11	11
-38	12	12
-36	13	13
-34	15	15
-32	16	16
-30	18	18
-28	19	19
-26	21	21
-24	23	23
-22	25	24
-20	26	26
-18	28	28
-16	30	30
-14	32	32
-12	34	34
-10	36	36
-8	39	39
-6	41	41
-4	43	43
-2	46	46
0	48	48
2	51	51
4	54	54
6	57	56
8	59	59
10	62	62
12	65	65

14	69	68
16	72	72
18	75	75
20	79	78
22	82	82
24	86	86
26	90	89
28	93	93
30	97	97
32	101	101
34	106	105
36	110	109
38	114	114
40	119	118
42	123	123
44	128	128
46	133	133
48	138	138
50	143	143
52	148	148
54	154	153
56	159	159
58	165	164
60	171	170
62	177	176
64	183	182
66	189	188
68	195	195
70	202	201
72	208	208
74	215	214
76	222	221
78	229	229
80	237	236
82	244	243
84	252	251
86	259	258
88	267	266
90	275	274
92	284	283
94	292	291
96	301	300
98	310	309
100	319	318
102	328	327

104	337	336
106	347	346
108	356	355
110	366	365
112	377	376
114	387	386
116	398	396
118	408	407
120	419	418
122	431	430
124	442	441
126	454	453
128	466	465
130	478	477
132	490	489
134	503	502
136	516	515
138	529	528
140	543	541
142	556	555
144	570	569
146	584	583
148	599	598
150	614	613
152	629	628
154	645	644
156	660	660
158	676	676
160	693	693

# Instrucciones para el examen de certificación cobre técnicas de servicio para el R-410A

## Índice de Contenidos

Este examen está compuesto por 25 preguntas. Durante el examen, usted puede utilizar el presente Manual y otros apuntes o escritos; sin embargo, no puede recibir ayuda de ninguna otra persona. Se le pedirá que garantice que no ha recibido la ayuda de otra persona para contestar al examen. Hacer declaraciones falsas puede acarrearle sanciones civiles y penales. El presente Manual contiene toda la información que necesita para responder correctamente las preguntas del examen sobre técnicas de servicio para el R-410A. Para aprobar este examen "a libro abierto", usted debe responder correctamente por lo menos 21 de las 25 preguntas.

Para obtener su Certificación como Técnico de Refrigeración para hacer servicios con R-410A, usted debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Responder de forma correcta 21 de las 25 preguntas en ambas secciones (la calificación para aprobar es de 84%), sin ayuda de ninguna otra persona.
2. Llenar la Declaración de Autocertificación, en la que usted garantiza que no ha recibido ayuda de nadie para responder el examen.
3. Su examen será calificado de forma automática; sin embargo, usted no estará certificado hasta que se ponga en contacto con Mainstream Engineering y nos proporcione el código de su examen y sus datos personales.

Si no aprueba el examen, puede seguir estudiando el Manual y hacer el examen de práctica. Cuando se sienta seguro de que ha superado sus deficiencias, puede volver a hacer el examen. Puede hacer el examen tantas veces como sea necesario (las preguntas del examen cambian cada vez que usted lo hace).

El texto y la traducción del manual y del material relacionado han sido desarrollados cuidadosamente. No obstante, MAINSTREAM ENGINEERING CORPORATION no aceptará la obligación ni la responsabilidad legal por especificaciones incorrectas y sus consecuencias.