



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**ARAGÓN**

**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**PROPUESTA DE CENTRO DE ACOPIO PARA GASES  
REFRIGERANTES ÁREA DOMÉSTICO Y COMERCIAL.**

**TESIS:**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
ÁREA MECÁNICA**

**PRESENTA:**

**CESAR ALEJANDRO RIVERA ROSALES**

**ASESOR:**

**M. en I. DAVID FRANCO MARTÍNEZ**



**FES Aragón**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1 CONCEPTOS BÁSICOS DE REFRIGERANTES.</b>	<b>2</b>
1.1 Sistema de refrigeración	2
1.1.2. Componentes del sistema de refrigeración	
1.1.2.1. El evaporador	
1.1.2.2. Compresor	
1.1.2.3. Condensador	
1.1.2.4. Válvula de expansión	
1.2 Refrigerantes	16
1.2.1 Código de colores para los cilindros de refrigeración	
1.2.2 Diferentes tipos de refrigerantes	
1.2.3 Hidrocarburos directos	
1.3 Efectos al medio ambiente	32
1.4 Riesgos a la salud	38
<b>CAPITULO 2 RECUPERACIÓN DE LOS GASES REFRIGERANTES</b>	<b>41</b>
2.1 Equipo y Herramientas en el manejo de sistemas de refrigeración doméstica y comercial.	41
2.1.1 Bomba de vacío	
2.1.2 Manómetros	
2.1.3 Volt- amperímetro de gancho	
2.1.4 Doblador de tubo	
2.1.5 Abocardador y avellanador	
2.1.6 Cortador de tubo	
2.1.7 Detector de fugas	
2.1.8 Recuperadora de gas refrigerante	
2.2 Método de Recuperación de gases refrigerantes	47
2.2.1 Recuperación sin equipos	
2.2.2 Recuperación con equipos	

<b>CAPITULO 3 NORMATIVIDAD DEL MANEJO DE REFRIGERANTES</b>	<b>52</b>
3.1 Apoyo internacional a este programa	52
3.1.1 Protocolo de Montreal	
3.1.2 Protocolo de Kioto	
3.2 Normatividad internacional	57
3.2.1 LEGISLACIÓN MEDIO AMBIENTE	
3.3 Normatividad Nacional.	60
3.4 ¿Que adaptación tiene nuestro país frente a la eliminación de estos gases?	70
<b>CAPITULO 4 PROPUESTA CENTRO DE ACOPIO</b>	<b>76</b>
4.1 Alcances de centro de acopio	76
4.2 instalaciones y Equipo requerido	77
4.2.1. Las instalaciones del centro de acopio deben tener las dimensiones necesarias para la incorporación de áreas específicas para cada fase de recuperación como por ejemplo;	
4.2.1.1. Área de recepción del equipo	
4.2.1.2. Oficina de almacén de datos	
4.2.1.3. Área de recuperación de gas refrigerante	
4.2.1.4. Área de recuperación de aceite para refrigeración	
4.2.1.5. Área de equipos a destrucción y disposición final	
4.2.1.6. Área de almacén de gas recuperado para disposición final	
4.2.1.7. Área de almacén de aceite recuperado para disposición final	

4.2.2. Los equipos, herramientas para recuperación y la manipulación de estos, se dividirán en las diferentes áreas dependiendo de la actividad.

4.3 Método y procedimiento recomendado 84

4.3.1 Recuperar el refrigerante en fase gaseosa.

4.3.2 Recuperar el refrigerante en fase líquida.

4.3.3 Recuperar líquido y vapor, sin separar el aceite del refrigerante (éste se va al cilindro recuperador tal cual se saca del sistema).

4.3.4 Recuperar líquido y vapor, separando el aceite del refrigerante.

**CONCLUSIONES 92**

**BIBLIOGRAFIA 94**

## **INTRODUCCION**

El objetivo principal de proponer el centro de acopio para gases refrigerantes en las áreas doméstico y comercial, es la recuperación segura y controlada de los gases refrigerantes contaminantes del medio ambiente contenidos en los equipos de estas áreas, así como los residuos y materiales resultantes, cumpliendo con las normas establecidas para la conservación de nuestro planeta y regeneración de la capa de ozono.

Desempeñando los diferentes servicios como la recolección, el almacenamiento temporal, el envío de gas y aceite refrigerante a disposición final, así como la disposición de materiales recuperables y no recuperables, conforme a la legislación y acuerdos vigentes que se mencionan en los diferentes capítulos.

En el primer capítulo se dan a conocer los diferentes conceptos y definiciones principales en la aplicación de la refrigeración como el sistema de refrigeración, las partes principales de los equipos de refrigeración, los diferentes tipos de refrigerantes utilizados, el impacto al medio ambiente y los riesgos a la salud.

Durante el segundo capítulo se habla de la importancia de tener el equipo herramental adecuado y los conocimientos para la recuperación de los gases refrigerante, como los diferentes métodos que existen para este propósito de recuperación.

Posteriormente el tercer capítulo comentaremos las presentes normas oficiales, convenios, protocolos que establecen las especificaciones y los métodos para la utilización de gases refrigerantes para equipos domésticos y comerciales, como especificaciones de seguridad y eliminación de los gases contaminantes o agotadores de la capa de ozono.

Para el capítulo cuarto se mostrara la propuesta del centro de acopio de gases refrigerantes que nos permite la recolección, el buen manejo y disposición final adecuada de los gases recuperados por el técnico ó empresa que realiza el servicio de mantenimiento a equipos de refrigeración en el área doméstico y comercial.

**CAPITULO**

**UNO**

## CONCEPTOS BASICOS DE REFRIGERACION

### 1.1. Sistemas de refrigeración

Un sistema de refrigeración corresponde a un arreglo mecánico, basado en los principios de la termodinámica y mecánica de fluidos, el cual está diseñado para transferir energía térmica entre dos puntos, desplazando la energía térmica contenida en uno de sus puntos a otro a fin de obtener una menor temperatura en el sistema.

Este cometido se lleva a cabo forzando la circulación de un fluido refrigerante por el interior de un sistema cerrado o semicerrado de tuberías e intercambiadores de calor. La circulación de este fluido refrigerante se realiza a través de compresores o bombas que elevan su presión generando así un cambio de estado del refrigerante.

La constitución y configuración de un sistema de refrigeración se muestra en la figura 1.1, donde es un estándar establecido variando conforme la aplicación y tipo de fluido a utilizar desde el clásico enfriamiento por agua, hasta el sistema de refrigeración industrial, entre muchas otras aplicaciones.

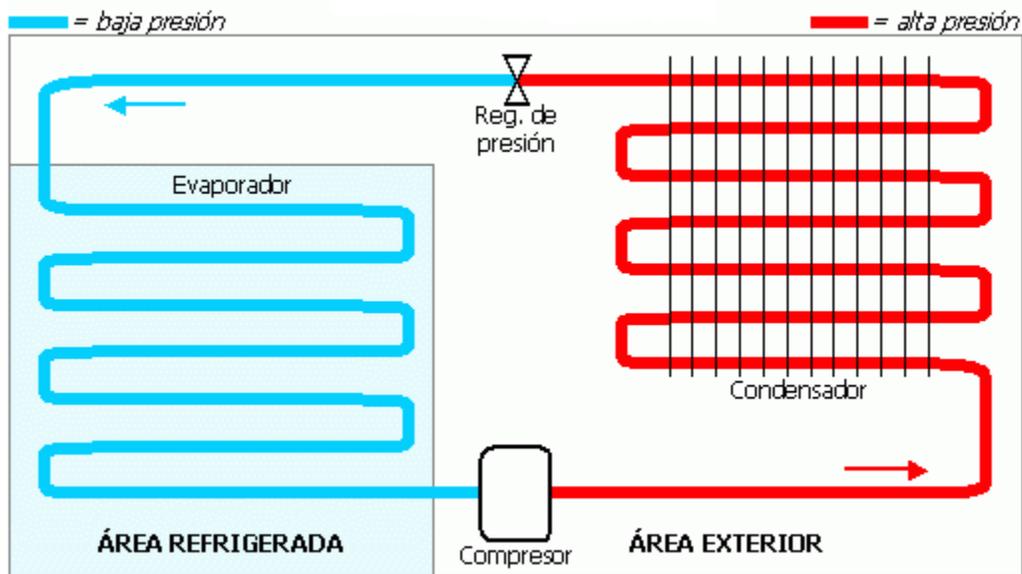


Figura 1.1 Circuito de refrigeración básico.

Para conocer más de la refrigeración se necesitan factores principales como la termodinámica, la temperatura, el calor y sus tipos de transmisión para así lograr entender el trabajo realizado en el sistema de refrigeración.

En el sistema la termodinámica se aplica conforme a sus leyes comprobando así que la energía no se destruye ya que el mismo sistema la transforma como ejemplo; en el compresor encontramos energía eléctrica y energía mecánica para así lograr un objetivo propio.

También encontramos el calor que es otra forma de energía creada por la transformación de otros tipos de energía y esta no se mantiene estática ya que se mueve a través de los cuerpos cálidos a los más fríos y lo podemos encontrar en los alimentos que se encuentran dentro de nuestro sistema donde el refrigerante absorbe su calor llegando así a un equilibrio térmico.

La transmisión de calor se lleva a cabo en el sistema en sus diferentes formas tales como: radiación, conducción y convección.

La radiación se presenta cuando el equipo se encuentra al medio ambiente y el calor solar es factor principal para provocar que nuestros equipos trabajen más tiempo de lo normal, así también en la carga de refrigerante del mismo.

La conducción se realiza cuando los alimentos tienen una diferencia de temperaturas y existe un contacto entre ellos, es decir el calor se transmite uno al otro.

La convección se presenta por medio de un fluido, como el gas refrigerante, donde en contacto con una superficie sólida o líquida la transmisión de calor produce una diferencia de temperaturas.

En el ciclo la temperatura se mide en grados Celsius la cual mide la intensidad de calor o calor sensible que se encuentra en un cuerpo diferido de otro y la dirección en que se moverá la energía por la diferencia de temperatura.

### **1.1.2. Componentes del sistema de refrigeración**

Los componentes que se encuentran en un sistema de refrigeración son 4 principales como:

- El evaporador
- El compresor
- El condensador
- La válvula de expansión

#### **1.1.2.1. El evaporador**

Es el dispositivo donde cambia de fase líquida a vapor el fluido refrigerante al absorber el calor del espacio circundante, para conservar a una temperatura establecida. También denominado enfriador, debido al enfriamiento que produce y en algunos casos llamado congelador, cuando se le fabrica para poder disponer de temperaturas menores a 0 °C

capaz de congelar los alimentos y productos depositados en el espacio a refrigerar. Un ejemplo lo muestra la Figura 1.2.

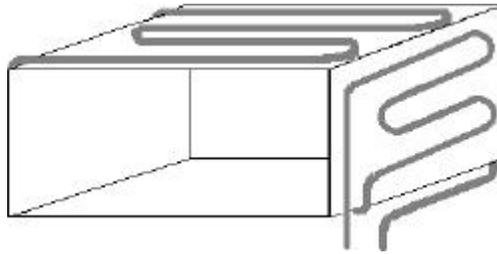


Figura 1.2 El evaporador

En las áreas de refrigeración doméstica y comercial se emplean por lo general dos tipos de evaporadores: Los evaporadores inundados y los secos.

En donde el evaporador inundado es el que tiene la mayor parte del espacio interior disponible ocupado con líquido refrigerante, quedando solo un pequeño espacio libre disponible que se llena con el vapor que toma la línea de succión. La denominación de inundado que se da a este tipo de evaporador se debe a la presencia de refrigerante líquido que inunda las tuberías del evaporador.

Estos evaporadores están dotados de flotadores en los lados de alta y de baja presión, cuya función es la de regular la alimentación líquida del evaporador.

Y en el evaporador seco se tiene todo el espacio interno ocupado por refrigerante en estado gaseoso, ya sea en estado de vapor húmedo o de vapor saturado, sin que haya en su interior fluido refrigerante en estado líquido.

Para lograr esto se emplea una válvula de expansión instalada en la entrada de líquido al evaporador, lo que al provocar la expansión produce una rápida evaporación del refri-

rante que penetra en el evaporador en estado gaseoso, después de lo cual completa su vaporización total en el interior de los tubos que componen el evaporador.

Tal como se ha estudiado anteriormente, el líquido que se halla en el interior del condensador, está sometido a la presión de compresión, siendo necesario mantener esta presión para el funcionamiento del sistema.

En consecuencia entre la línea de líquido y la entrada del evaporador se hace necesario intercalar un dispositivo mediante el cual sea posible regular la entrada del líquido, separando los lados de alta y de baja presión exactamente a la entrada del evaporador.

Para lograr esto se recurre a un sistema o dispositivo que regula simultáneamente la cantidad de refrigerante que penetra al evaporador y lo somete a una restricción mediante la cual se hace posible mantener presión elevada en la línea líquida, no obstante estar conectada con el lado de baja del sistema.

En el preciso instante en que el líquido refrigerante a alta presión, pasa a través de la restricción al interior del evaporador que se encuentra a baja presión, el refrigerante cambia de fase, aun cuando no sea más que por un instante en líquido refrigerante a baja presión. Ello ocurre solamente durante una fracción de segundo, porque enseguida dicha pérdida de presión provoca la inmediata evaporación, con la consiguiente absorción de calor que esa evaporación trae asociada.

Cuando se evapora el líquido, se producen burbujas de vapor y las mismas se hacen presentes en la masa de este, siendo en ese instante donde el líquido refrigerante entra en ebullición. En la Figura 1.3 Se muestran los distintos estados en que el refrigerante puede encontrarse en el interior del evaporador.

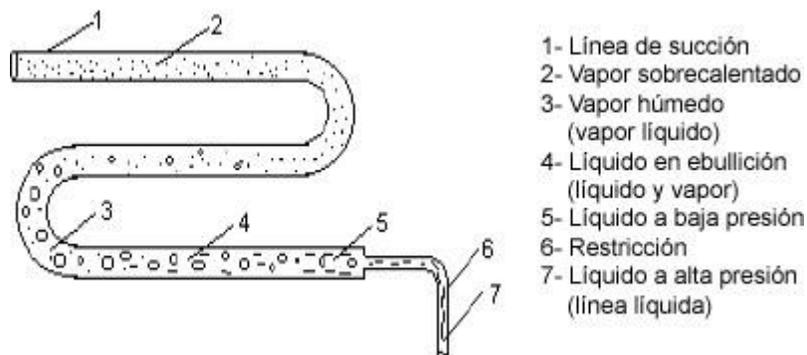


Figura 1.3 Distintos estados del refrigerante contenido en el evaporador

A medida que el refrigerante prosigue su trayectoria a través del evaporador, el estado líquido con burbujas de vapor desaparece, y se transforma en vapor con gotitas de líquido, o sea vapor húmedo, pasando a ser vapor saturado, en el preciso instante en que las últimas gotas del refrigerante líquido se evaporan, oportunidad en que todo se convierte en vapor seco.

### 1.1.2.2. Compresor

Tanto los compresores alternativos como los centrífugos se encuentran en el mercado formando equipos herméticos que incluye el motor y un compresor. Estos moto compresores cerrados son de un tipo distinto al convencional porque están enfriados por el mismo líquido o vapor refrigerante, a temperaturas mucho más bajas que el aire empleado para enfriar los motores abiertos. Estos motores pueden trabajar con mayores temperaturas de régimen pero sin llegar a superar la máxima temperatura admitida a las condiciones de diseño.

Como el trabajo de estos motores cerrados (frecuentes paradas y puestas en marcha) es distinto al normal, no suelen clasificarse por su potencia de régimen permanente, sino por las intensidades de arranque y de plena carga. El significado de esta clasificación se observa con claridad en el momento de seleccionar los equipos.

No hay ninguna norma general para designar el tamaño de los compresores herméticos. Anteriormente, se indica los tamaños de compresor en HP (CV), pero esta unidad de medida no representa una definición clara de las características de refrigeración.

Los compresores herméticos se diseñan para ser empleados en ciclos de refrigeración por compresor de vapor y se clasifican de acuerdo con la presión correspondiente a la gama de temperatura de evaporación en el compresor funciona dentro de la categoría de aplicación de alta, media y baja presión, en la figura 1.4 encontramos el diseño de un compresor cerrado.



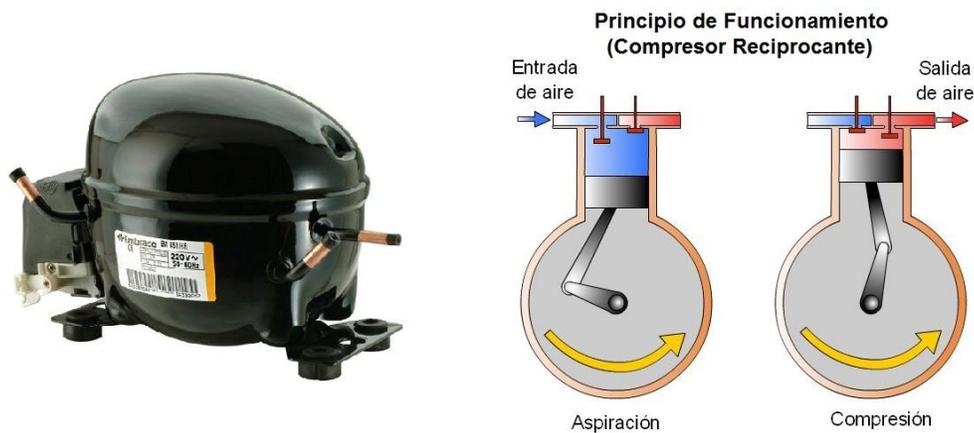
Figura 1.4 Compresor cerrado

El moto compresor consiste en forzar mecánicamente la circulación de fluido en un sistema cerrado creando zonas de alta y baja presión con el propósito que este absorba calor de un lugar y lo disipe en otro.

El proceso de refrigeración implica un sistema cerrado, y al refrigerante no se deja expandir al aire libre.

Cuando el refrigerante va hacia el evaporador y este es alimentado por un tanque, la presión en el tanque será alta, hasta que su presión se iguale a la del evaporador y la temperatura tanto en el tanque como en el evaporador se elevará gradualmente hasta alcanzar la temperatura ambiente.

Para mantener una presión menor y con esto una temperatura más baja, es necesario sacar el vapor del evaporador. Esto lo realiza el compresor el cual aspira el refrigerante como lo muestra la figura 1.5. En términos sencillos, el compresor se puede comparar a una bomba que transporta vapor en el sistema de refrigeración.



### 1.5 Succión y descarga de un compresor cerrado

En un sistema cerrado prevalece una condición de equilibrio. Para ampliar más este concepto tenemos que ver si el compresor succiona vapor más rápidamente, que el que se puede formar en el evaporador, la presión descenderá y con esto la temperatura en el evaporador descenderá. Por el contrario, si la carga en el evaporador se eleva, el refrigerante se evapora más rápidamente lo que producirá una mayor presión y por esto una mayor temperatura en el evaporador. El refrigerante sale del evaporador como vapor sa-

turado o ligeramente recalentado y entra en el compresor donde se comprime y eleva su presión.

### Ciclo frigorífico de compresión

El método de producción de frío en las maquinas de fluidos condensables está basado en los cambios de estado (liquido-gas y gas-liquido) de una sustancia llamada gas refrigerante en un sistema cerrado como lo muestra la figura 1.6. La temperatura necesaria para producir el cambio de estado del fluido refrigerante, dependerá de la presión a la que los fluidos se encuentran dentro de las condiciones de operaciones.



Figura 1.6 Cambios de estado del refrigerante

El motivo de aprovechar los cambios de estado es porque los calores latentes (cambio de estado) son mayores que los calores sensibles (cambio de temperatura), con la consiguiente disminución de la cantidad de fluido refrigerante y la capacidad de los equipos frigoríficos.

El modo de obtención de frío con este sistema describe un ciclo teórico tal como se menciona:

Se comprime el refrigerante en estado gaseoso mediante un compresor, de modo que se eleva la presión y temperatura del mismo.

Se hace circular el refrigerante por un condensador, donde se condensa a presión constante (el cual tiene un cambio de estado de gas a líquido), cediendo calor al exterior, normalmente aire o agua.

Se pasa el líquido refrigerante por una etapa de expansión donde este pierde presión y temperatura y se evapora una pequeña fracción del líquido.

El refrigerante pasa al evaporador con baja temperatura y presión en el que el refrigerante se evapora (realiza un cambio de estado de líquido a gas), absorbiendo calor del medio exterior y logrado así el efecto frigorífico deseado.

Finalmente se vuelve a comprimir el gas, reiniciando el ciclo de refrigeración.

El compresor normalmente está accionado por un motor eléctrico, y en equipos de pequeña potencia casi en exclusiva son motores herméticos o cerrados monofásicos como lo muestra la figura 1.7 que contiene un motor y un compresor dentro de una carcasa.



Figura 1.7 Mecanismo del compresor

La compresión se realiza igual que un motor de explosión, esto es por el movimiento de un pistón. El compresor necesita una energía y produce un trabajo el cual es transferido al vapor refrigerante y se llama trabajo de compresión.

Los fabricantes de motores destinados a equipos de refrigeración herméticos montan los conjuntos de rotor y estator de una carcasa común al compresor, y le adaptan los cojines adecuados. Los bobinados están perfectamente aislados y garantizados, especialmente en los motores de gran tamaño. Los motores pequeños suelen ser monofásicos y como no pueden utilizarse contactos capaces de producir chispa, suelen ser tipo de fase partida con los capacitores e interruptores situados en el exterior del compresor (caja conexiones).

Los motores de estas unidades suelen ser motores asíncronos monofásicos y debido a su nulo par de arranque, necesita un auxiliar para su puesta en marcha, que puede lograrse con diferentes dispositivos, como lo son los relés o interruptores centrífugos. Cada uno de ellos le confiere al motor características de funcionamiento distintas.

Un problema que presentan los compresores monofásicos o bifásicos es el campo magnético generado pulsante, por lo que tiene un par de arranque nulo el motivo por el cual no

son capaces de ponerse en marcha por sí mismos. Para provocar el arranque en estos motores se les dota de un auxiliar de arranque, con un desfase respecto al principal, de modo que entre este devanado auxiliar y el principal existe el arranque necesario donde el devanado auxiliar o de arranque se desconecta.

Los motores monofásicos respecto a los trifásicos presentan la ventaja de poder conectarse a la red básica de distribución de electricidad, lo que hace que sea adecuado para aplicaciones domesticas.

La manera más rápida de seleccionar o sustituir un compresor es mediante las tablas y curvas de características de funcionamiento que aportan los fabricantes, que no solo presentan las capacidades y las condiciones de evaluación, sino la capacidad y potencia para una variedad de temperatura de evaporación y condensación de los mismos compresores.

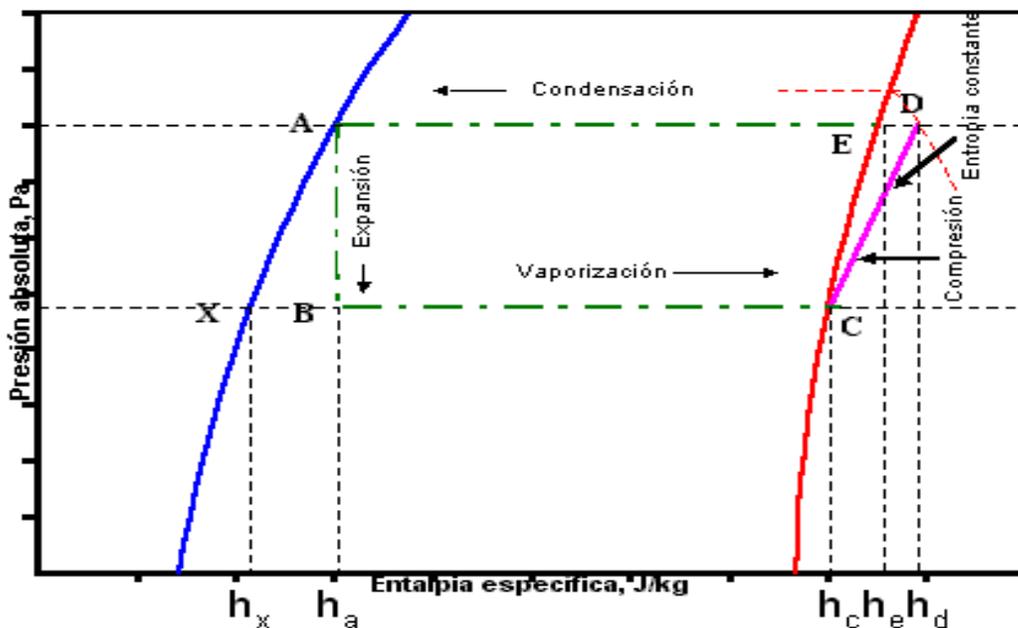


Figura 1.8 Diagrama presión – entalpía

Recalentamiento útil y recalentamiento en la línea de aspiración

Las tablas constituyen un promedio de la elevación en laboratorio con equipos diseñados para medir las condiciones de operación, donde la capacidad frigorífica dada por catálogos es superior a lo real.

Los conceptos existentes entre el recalentamiento útil y el recalentamiento total son los cálculos y experimentación del mismo, está formado por el producto en la línea de aspiración y el producto en el evaporador (denominado recalentamiento útil), siendo este último el único que contribuye a aumentar la capacidad frigorífica útil.

Para asegurar una vida útil en el compresor es esencial evitar las condiciones de uso fuera de diseño que estos nos conducen a una descomposición térmica de los materiales utilizados en el compresor como el gas refrigerante, el tipo de aceite y los materiales para el aislamiento de nuestro motor.

Por eso al seleccionar un compresor es necesario definir la aplicación y uso que se le dará al equipo, por lo consiguiente se puede seleccionar el tipo de refrigerante y el lubricante a utilizar ya que nos garantiza una vida larga del mismo.

En la actualidad hay infinidad de equipos que aplican la refrigeración por compresión tales como:

- El aire acondicionado o acondicionamiento de aire
- Refrigeración domestica
- Enfriadores de agua
- Fábrica de hielo
- Cámara de refrigeración
- Tanque de leche

Por ello la infinidad de criterios y parámetros referentes como la información específica, hoja de especificaciones técnicas, tabla de desempeños, recomendaciones de selección,

instalación y mantenimiento, el fabricante será el responsable de ofrecer toda la información necesaria que será de gran utilidad a la hora de seleccionar el compresor que mejor convenga.

#### **1.1.2.3. Condensador**

Es el equipo encargado de transferir al medio ambiente el calor absorbido en el evaporador y en la compresión. El condensador recibe el vapor recalentado proveniente del compresor eliminando el sobrecalentamiento y efectúa la condensación en la cual encontramos el cambio de estado del refrigerante de gas a líquido.

Los tres condensadores más utilizados son:

1. Enfriados por aire o de tiro forzado
2. Enfriados por agua
3. Evaporativos

Los enfriados por aire o de tiro forzado son los más utilizados en el área doméstica y comercial así como en el aire acondicionado, y los dos restantes son utilizados en la refrigeración industrial.

#### **1.1.2.4. Válvula de expansión**

La válvula controla mediante un orificio el flujo del refrigerante líquido al evaporador, según se requiera, mediante un vástago y asiento de tipo de aguja que varía la abertura de la misma.

La aguja está controlada por un diafragma sujeto a tres fuerzas donde la presión del evaporador y la fuerza de resorte de sobrecalentamiento es ejercida por debajo del diafragma y tiende a cerrar la válvula, opuesta a estas dos fuerzas, se encuentra la presión ejercida

por la carga en el bulbo térmico que está unido al tubo de succión a la salida del evaporador donde esta carga es la misma del refrigerante utilizado en el sistema.

Con la unidad en funcionamiento el refrigerante se evapora a presión y temperatura de saturación en el evaporador. Durante el tiempo que el bulbo térmico este expuesto a una temperatura superior, este ejercerá una presión más elevada que la del refrigerante en el evaporador y el efecto producido de estas dos presiones es la apertura de la válvula. El resorte de sobrecalentamiento tiene una presión fija que hace que la válvula se cierre siempre que la diferencia neta entre la presión del bulbo y la presión del evaporador sea inferior a la fijada para el resorte de sobrecalentamiento.

A medida que se eleva la temperatura del gas refrigerante que abandona el evaporador la presión ejercida por el bulbo térmico colocado en la salida del serpentín se aumenta y el flujo a través de la válvula de expansión aumenta y a medida que la temperatura del gas disminuye decrece la presión ejercida por el bulbo, entonces la válvula se cierra ligeramente disminuyendo el flujo del refrigerante.

Con el evaporador y una válvula de expansión correctamente seleccionada para la carga de refrigerante, la alimentación de la válvula será bastante estable en el punto de sobrecalentamiento deseado. Una válvula mal seleccionada produce un control de refrigerante inadecuado el cual puede ocasionar variaciones de presión, de succión del compresor y posible retorno de liquido al compresor.

## **1.2 Refrigerantes [6]**

### Historia

En la antigüedad el agua fue el primer refrigerante, con una larga historia de usos continuando hasta la actualidad. Con el paso del tiempo, se han hecho mejoras en cuanto a su manejo y almacenamiento, pero aun se utiliza el hielo natural por todo el mundo. El uso

histórico y fundamental del hielo, ha sido reconocido en una unidad de refrigeración, llamándola tonelada de refrigeración, que es la cantidad de calor que se requiere para fundir dos mil libras de hielo en 24 hrs.

En la refrigeración se dio un gran paso adelante por el año 1600, cuando se descubrió que una mezcla de hielo con sal, producía temperaturas más bajas que el hielo solo. En cierta manera esta fue la primera mejora sobre la naturaleza en el campo de la refrigeración.

Hacia finales del siglo XVIII, la inventiva del hombre se había dirigido hacia la producción de frío en el momento y tiempo que se deseara. Se desarrollaron máquinas para disminuir la presión del vapor del agua y acelerar su evaporación. También recibió considerable atención el arte de producir frío por la liberación de aire comprimido.

Durante la primera parte del siglo XIX, se desarrollaron máquinas para la compresión de vapor y se probaron muchos fluidos como refrigerantes, entre los que sobresalieron el amoníaco, bióxido de carbono, bióxido de azufre, cloruro de metilo y en cierta medida, algunos hidrocarburos. A finales del siglo, la refrigeración mecánica estaba firmemente establecida.

Por muchos años (desde 1876), al amoníaco se le han encontrado excelentes propiedades como refrigerante, y desde entonces, ha sido el refrigerante más utilizado comúnmente. Aún en la actualidad, ha demostrado ser satisfactorio, sobre todo en refrigeración industrial en grandes plantas.

En las décadas siguientes, la atención fue orientada hacia el mejoramiento del diseño mecánico y la operación de los equipos. A principios del siglo XX, se desarrollaron las unidades domésticas y los refrigerantes en uso en ese tiempo, padecían de una o más propiedades riesgosas.

Algunos eran tóxicos, otros inflamables, y otros más operaban a muy altas presiones; por lo que para estos equipos más pequeños, los ingenieros se enfocaron al refrigerante de

más baja presión de operación: el bióxido de azufre. Este refrigerante tiene algunas fallas serias, como la formación de ácido sulfuroso cuando se combina con el agua; es muy corrosivo y ataca las partes del sistema. Adicional a esto, cuando se fuga aún en pequeñas cantidades, causa tos violenta y ahogamiento.

Estas cualidades indeseables, obligaron a los fabricantes a hacer las unidades menos propensas a fugas y a tener precaución de secarlas, logrando reducir los requerimientos de servicio hasta un punto, donde las desventajas del refrigerante no eran tan grandes. Literalmente, se construyeron millones de esas unidades que utilizaban bióxido de azufre, las cuales operaban satisfactoriamente.

En 1928, el vicepresidente de una importante compañía de automóviles, C.F. Kettering, decidió que la industria de la refrigeración, si quería llegar a alguna parte, necesitaba un nuevo refrigerante seguro y estable, que no fuera tóxico, corrosivo ni inflamable, y que tuviera las características necesarias para poder usarse en equipos compactos. Kettering solicitó a Thomas Midgely que explorara la posibilidad de desarrollar dicho producto. Un grupo de químicos se pusieron manos a la obra e iniciaron la búsqueda de tal refrigerante. Sabían que las combinaciones de flúor eran muy estables, así que, experimentaron con algunos de los compuestos químicos comunes de carbono, cloro e hidrógeno, sustituyendo átomos de cloro e hidrógeno por átomos de flúor, y en poco tiempo, lograron sintetizar el diclorodifluorometano. Demostraron que no era inflamable y que tenía una toxicidad inusualmente baja.

Los experimentos consistieron en reordenar la molécula de tetracloruro de carbono.

En 1929 se le solicitó a una compañía química, que ayudara a desarrollar un proceso comercial práctico para la fabricación del nuevo refrigerante. Con este desarrollo nació la industria de los refrigerantes halogenados, ninguno de los cuales existía antes. El primero de ellos fue el Freón 12, que durante muchos años, fue el más popular. De allí siguieron el

Freón 11, el Freón 21, el Freón 114, y el Freón 22, cada uno con sus características especiales.

Sin embargo, el desarrollo de los refrigerantes Freón no tuvo una recepción entusiasta. Las comisiones de seguridad eran prudentes en sus sanciones; los técnicos de servicio estaban inconformes respecto a las fugas, porque no los podían detectar con el olfato; los contratistas los rechazaban porque costaban más que el bióxido de azufre, y algunos de los fabricantes líderes, se rehusaban a diseñar el equipo de refrigeración que se ajustara a las propiedades termodinámicas de estos refrigerantes.

Gradualmente, surgieron diseños que usaban pequeñas cantidades de estos refrigerantes costosos. Se diseñaron compresores, evaporadores, condensadores e intercambiadores; se construyeron unidades paquete con un mínimo de uniones, y cada unión estaba cuidadosamente diseñada y fabricada para eliminar fugas. Se utilizaron nuevos materiales que no podían ser utilizados con seguridad con los antiguos refrigerantes, los técnicos se volvieron expertos en la detección de fugas, y el Freón arribó como un refrigerante aceptado. El resultado fue que los freones eran virtualmente la base de todas las unidades pequeñas, y era usado también en trabajos grandes de aire acondicionado.

Con el tiempo, se fueron desarrollando otros compuestos halogenados y creció la familia de los freones. Además de refrigerantes, se les encontraron otras aplicaciones, tales como propelentes, solventes, extinguidores de fuego, agentes espumantes y otros. Algunos años más tarde, otras compañías comenzaron a fabricar los compuestos halogenados con otros nombres comerciales.

Para la década de los setenta, ya había sospechas de que estos compuestos afectaban la capa de ozono de la atmósfera, pero no se podía demostrar, y tal aseveración no era aceptado por los fabricantes. Al principio de los ochenta, estudios hechos por científicos de la NASA por medio de satélites, descubrieron un "adelgazamiento" de la capa de ozono en la Antártida, y estudios posteriores, comprobaron que el deterioro del ozono estratosférico

era debido a la emisión de compuestos halogenados, principalmente los que contienen bromo y cloro.

Después de varios años de negociaciones, se llevó a cabo un acuerdo internacional en 1989 en la ciudad de Montreal, Canadá, por lo que se le conoce como el Protocolo de Montreal. Este protocolo es un esfuerzo unido de gobiernos, científicos, industrias y grupos ecologistas coordinados por la UNEP (Programa Ambiental de las Naciones Unidas). Este acuerdo consistió en regular la producción y uso de los clorofluorocarbonos (CFC) de manera gradual, hasta su total defasamiento total, partiendo de la base de los niveles de producción mundial que había en 1986.

Mientras tanto, los fabricantes de refrigerantes trabajaban en la búsqueda de productos nuevos para substituir los que iban a desaparecer. Rápidamente desarrollaron compuestos para substituir al R-11 y al R-12, que tienen propiedades termodinámicas muy similares, pero que no afectan la capa de ozono. Estos refrigerantes son el R-123 y el R-134a, que en la actualidad ya se están produciendo comercialmente, y algunos fabricantes de equipo original ya los están incluyendo en sus unidades. Dichos productos pueden utilizarse también en equipos usados que actualmente funcionan con R-11 o R-12, haciendo algunas modificaciones al compresor, tales como utilizar aceite sintético en lugar de aceite mineral y cambiar algunos sellos o empaques, por otros de diferente material.

Se desarrollaron también refrigerantes como el R-124 y el R-125, para substituir al R-114 y algunas aplicaciones del R-502, respectivamente. Otras alternativas aceptables para reemplazar al R-12 y al R-502 durante el período de transición, hasta el defasamiento total, son las mezclas ternarias. Las mezclas ternarias, son mezclas azeotrópicas de tres diferentes refrigerantes de entre los siguientes: 22, 124, 125, 134a, 152<sup>a</sup> y propano. Estas mezclas tienen características muy similares a los clorofluorocarbonos, pero con un impacto ambiental grandemente reducido y que requieren un mínimo de cambios en los equipos, comparados con otros refrigerantes alternos.

La historia se repite de manera similar, como a principios de la década de los años treinta, cuando se introdujo comercialmente el R-12. La introducción de los nuevos refrigerantes va a requerir de información y capacitación tanto de técnicos, contratistas y fabricantes de equipo original. Su costo actualmente es entre 2.5 y 4 veces más, pero a diferencia de la primera vez, en esta ocasión son la única alternativa, y además, existe la conciencia ecológica, lo que hace que tengan que aceptarse estos nuevos productos.

### **Definición**

Un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, o se define como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, va a tener una aplicación útil comercialmente.

Existe un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables; sin embargo, sólo unos cuantos son utilizados en la actualidad. Algunos se utilizaron mucho en el pasado, pero se eliminaron al incursionar otros con ciertas ventajas y características que los hacen más apropiados. Recientemente, se decidió discontinuar algunos de esos refrigerantes tales como el R-11, R-12, R-113, R-22, etc., debido al deterioro que causan a la capa de ozono en la estratósfera.

En su lugar, se van a utilizar otros refrigerantes como el R-123, el R-134a y los grandes fabricantes de refrigerantes, siguen trabajando en el desarrollo de nuevos productos divididos en grupos:

#### **Refrigerantes del grupo 1:**

Son los de toxicidad e inflamabilidad despreciables. De ellos, los refrigerantes 11, 113 y 114 se emplean en compresores centrífugos.

Los refrigerantes 12, 22, 500 y 502 se usan normalmente en compresores alternativos y en los centrífugos de elevada capacidad.

#### **Refrigerantes del grupo 2:**

Son los tóxicos o inflamables, o ambas cosas.

El grupo incluye el Amoníaco, Cloruro de etilo, Cloruro de metilo y Dióxido de azufre, pero solo el Amoníaco se utiliza aún en cierto grado.

#### **Refrigerantes del grupo 3:**

Estos refrigerantes son muy inflamables y explosivos. A causa de su bajo costo se utilizan donde el peligro está siempre presente y su uso no agrega otro peligro, como por ejemplo, en las plantas petroquímicas y en las refinerías de petróleo.

El grupo incluye el Butano, Propano, Isobutano, Etano, Etileno, Propileno y Metano.

Estos refrigerantes deben trabajar a presiones mayores que la atmosférica para evitar que aumente el peligro de explosión. Las presiones mayores que las atmosféricas impiden la penetración de aire por pérdidas porque es la mezcla aire-refrigerante la que resulta potencialmente peligrosa.

**Tabla 1. Clasificación de los refrigerantes**

NUMERO	NOMBRE QUIMICO	FORMULA QUIMICA
<b>SERIE METANO</b>		
10	Tetraclorometano (tetracloruro de carbono)	CCl <sub>4</sub>
11	Tricloromonofluorometano	CCl <sub>3</sub> F
12	Diclorodifluorometano	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
13	Clorotrifluorometano	CClF <sub>3</sub>
20	Triclorometano(cloformo)	CHCl <sub>3</sub>
21	Diclorofluorometano	CHCl <sub>2</sub> F
22	Clorodifluorometano	CHClF <sub>2</sub>
23	Trifluorometano	CHF <sub>3</sub>
30	Diclorometano(cloruro de metileno)	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
40	Clorometano(cloruro de metilo)	CH <sub>3</sub> Cl
50	Metano	CH <sub>4</sub>
<b>SERIE ETANO</b>		
110	Hexacloroetano	CCl <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>
113	1,1,2-Triclorotrifluoroetano	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>
115	Cloropentafluoroetano	CClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>
123	2,2-Dicloro-1,1,1-Trifluoroetano	CHCl <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>
134a	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>
141b	1,1-Dicloro-1-fluoroetano	CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F
150a	1,1-Dicloroetano	CH <sub>3</sub> CHCl <sub>2</sub>
152a	1,1-Difluoroetano	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>
160	Cloroetano(cloruro de etilo)	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl
170	Etano	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>
<b>HIDROCARBUROS</b>		
290	Propano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>

600	Butano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
600a	2-Metilpropano(isobutano)	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
<b>COMPUESTOS INORGANICOS</b>		
702	Hidrogeno	H <sub>2</sub>
704	Helio	He
717	Amoniaco	NH <sub>3</sub>
718	Agua	H <sub>2</sub> O
720	Neon	Ne
728	Nitrogeno	N <sub>2</sub>
732	Oxigeno	O <sub>2</sub>
744	Bioxido de Carbono	CO <sub>2</sub>
764	Bioxido de Azufre	SO <sub>2</sub>
<b>MEZCLAS ZEOTROPICAS</b>		
400	R-12/114(60/40)	
401A	R-22/152a/124(53/13/34)	
401B	R-22/152a/124(61/11/28)	
402A	R-22/125/290(38/60/2)	
402B	R-22/125/290(60/38/2)	
404A	R-125/143a/134a(44/52/4)	
407A	R-32/125/134a(20/40/40)	
407B	R-32/125/134A(10/70/20)	
407C	R-32/125/134a(23/25/52)	
408A	R-125/143a/22(7/46/47)	
409A	R-22/124/142b(60/25/15)	
410A	R-32/125(50/50)	
<b>MEZCLAS AZEOTROPICAS</b>		

500	R-12/152a(73.8/26.2)	
502	R-22/115(48.8/51.2)	
503	R-223/13(40.1/59.9)	
507	R-125/143a(50/50)	

Los refrigerantes se identifican por números después de la letra R, que significa "refrigerante". El sistema de identificación ha sido estandarizado por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). Es necesario estar familiarizado con los números, así como con los nombres de los refrigerantes.

### **1.2.1 Código de colores para los cilindros de refrigeración**

Los contenedores utilizados para el manejo de refrigerantes ya sea agranel, en tambores, latas o cilindros retornables o desechables, se codifican con algún color. Anteriormente no había unificación de los colores por parte de los fabricantes de refrigerantes. Posteriormente se estandarizó un código de colores adoptado mundialmente por los fabricantes, aunque este no era un método oficial y se reconocieron 163 refrigerantes para identificar el contenido del mismo, como sucedía con los gases industriales tales como el nitrógeno, el acetileno, el oxígeno, etc.

En años recientes, con el surgimiento de una gran cantidad de nuevos refrigerantes para reemplazar a los CFC's y algunos HCFC's, la codificación de colores no se hace arbitrariamente. La mayoría de los fabricantes se apegan a los lineamientos establecidos por el ARI (Air Conditioning and Refrigeration Institute), para la asignación de colores a los contenedores de refrigerantes.

**Tabla 2. Código de colores para los cilindros de refrigeración.**

Refrigerante N°	Color	PMS*
R-11	NARANJA	21
R-12	BLANCO	
R-13	AZUL CLARO /BANDA AZUL OSCURO	2975
R-22	VERDE	352
R-123	GRIS CLARO PLATA)	428
R-134 <sup>a</sup>	AZUL CLARO CELESTE	2975
R-401a (MP-39)	ROJO-ROSADO (CORAL)	177
R-401B(MP-66)	AMARILLO-CAFÉ (MOSTAZA)	124
R-402A(HP-80)	CAFÉ CLARO (ARENA)	461
R-402B(HP-80)	VERDE (ACEITUNA)	385
R-404A(HP-62)	NARANJA	21
R-407C (AC-9000)	GRIS	
R-500	AMARILLO	109
R-502	MORADO CLARO (ORQUIDEA)	251
R-503	AZUL VERDE (ACQUA)	3268
R-507 AZ-50)	MARRON	167
R-507 AZ-50)	PLATA	877
* SISTEMA COMPARATIVO PANTONE.		

Esta codificación, permite a los técnicos y contratistas identificar rápida y fácilmente el refrigerante, por el color del contenedor, evitando mezclar accidentalmente diferentes

refrigerantes en un sistema. Pero siempre se debe leer la etiqueta e identificar el contenido, antes de utilizarlo.

### **1.2.2. Diferentes tipos de refrigerantes [5]**

- Amoníaco

Aunque el amoníaco es tóxico, algo inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones, sus excelentes propiedades térmicas lo hacen ser un refrigerante ideal para fábricas de hielo, para grandes almacenes de enfriamiento, etc., donde se cuenta con los servicios de personal experimentado y donde su naturaleza tóxica es de poca consecuencia.

El amoníaco es el refrigerante que tiene más alto efecto refrigerante por unidad de peso.

El punto de ebullición del amoníaco bajo la presión atmosférica estándar es de  $-2,22^{\circ}\text{C}$ , las presiones en el evaporador y el condensador en las condiciones de tonelada estándar es de  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$  son 34,27 libras por pulgada y 169,2 libras por pulgada abs respectivamente, pueden usarse materiales de peso ligero en la construcción del equipo refrigerante. La temperatura adiabática en la descarga es relativamente alta, siendo de  $98,89^{\circ}\text{C}$  para las condiciones de tonelada estándar, por lo cual es adecuado tener enfriamiento en el agua tanto en el cabezal como en el cilindro del compresor.

En la presencia de la humedad el amoníaco se vuelve corrosivo para los materiales no ferrosos.

El amoníaco no es miscible con el aceite y por lo mismo no se diluye con el aceite del cárter del cigüeñal del compresor. Deberá usarse un separador de aceite en el tubo de descarga de los sistemas de amoníaco.

El amoníaco es fácil de conseguir y es el más barato de los refrigerantes.

Su estabilidad química, afinidad por el agua y no-miscibilidad con el aceite, hacen al amoníaco un refrigerante ideal para ser usado en sistemas muy grandes donde la toxicidad no es un factor importante.

- Refrigerante 22

Conocido con el nombre de Freón 22, se emplea en sistemas de aire acondicionado domésticos y en sistemas de refrigeración comerciales e industriales incluyendo: cámaras de conservación e instalaciones para el procesado de alimentos: refrigeración y aire acondicionado a bordo de diferentes transportes; bombas de calor para calentar aire y agua.

Se puede utilizar en compresores de pistón, centrífugo y de tornillo.

El refrigerante 22 (CHClF) tiene un punto de ebullición a la presión atmosférica de 40,8°C.

Las temperaturas en el evaporador son tan bajas como 87°C. Resulta una gran ventaja el calor relativamente pequeño del desplazamiento del compresor.

La temperatura en la descarga con el refrigerante 22 es alta, la temperatura sobrecalentada en la succión debe conservarse en su valor mínimo, sobre todo cuando se usan unidades herméticas motor-compresor. En aplicaciones de temperatura baja, donde las relaciones de compresión altas, se recomienda tener en enfriamiento con agua al cabezal y a los cilindros del compresor. Los condensadores enfriados por aire empleados con el refrigerante 22, deben ser de tamaño generoso.

Aunque el refrigerante 22 es miscible con aceite en la sección de condensación a menudo suele separarse del aceite en el evaporador. No se han tenido dificultades en el retorno de aceite después del evaporador cuando se tiene el diseño adecuado del serpentín del evaporador y de la tubería de succión. Siendo un fluorcarburo, el refrigerante 22 es un refrigerante seguro.

Se comercializa en cilindros retornables (CME) de 56,7 Kg, cilindros desechables de 22,68 kg, cilindros desechables de 13,61 kg y cajas de 12 latas de 5,10 kg cada una.

- Refrigerante 123

Es un sustituto viable para el freón 11 como refrigerante.

Las propiedades termodinámicas y físicas del refrigerante 123 en conjunto con sus características de no-inflamabilidad lo convierte en un reemplazo eficiente del Freón 11 en chillers centrífugos.

El refrigerante 123 fue diseñado para trabajar en equipos nuevos existentes. Cuando se considere u reacondicionamiento para refrigerante 123 de un equipo existente, debe considerarse el ciclo de vida útil del equipo, la diferencia de costo de operación y mantenimiento y el costo de reacondicionamiento.

Los equipos nuevos que han sido diseñados para trabajar con el refrigerante 123 tienen menor costo de operación, comparados con los equipos existentes.

Debido a que tiene un olor tan leve que no se puede detectar por medio del olfato es necesaria una verificación frecuente de fugas y la instalación de detectores de fugas por áreas cerradas utilizadas por el personal. Se comercializa en tambores de 283,5kg, tambores de 90,72kg y tambores de 45,36kg. Su composición en peso es de 100% HFC-123.

- Refrigerante 134-a

El refrigerante Suva 134a, ha sido introducido por DuPont, como reemplazo de los clorofluorocarbonos (CFC) en muchas aplicaciones. La producción de CFC es reemplazada por el hidrofluorocarbono HFC-134<sup>a</sup>.

Este refrigerante no contiene cloro y puede ser usado en muchas aplicaciones que actualmente usan CFC-12. Sin embargo en algunas ocasiones se requieren cambios en el diseño del equipo para optimizar el desempeño del Suva 134<sup>a</sup> en estas aplicaciones.

Las propiedades termodinámicas y físicas del Suva 134<sup>a</sup> y su baja toxicidad lo convierten en un reemplazo seguro y muy eficiente del CFC-12 en muchos segmentos de la refrigeración industrial mas notablemente en el aire acondicionado automotriz, equipos domésticos, equipo estacionario pequeño, equipo de supermercado de media temperatura y chillers, industriales y comerciales. El Suva134a ha mostrado que es combustible a presiones tan bajas como 5,5 psig a 177°C cuando se mezclan con aire a concentraciones generalmente mayores al 60% en volumen de aire. A bajas temperaturas se requieren mayores presiones para la combustibilidad. No deben ser mezclados con el aire para pruebas de fuga. En general no se debe permitir que estén presentes con altas concentraciones de aire arriba de la presión atmosférica. Se comercializan en cilindros retornables (CME) de 56,7kg, cilindros desechables de 13,61kg, y cajas de 12 latas de 3,408kg cada una. Temperatura del evaporador -7°C a 7°C. Su composición en peso es de 100% HFC-134<sup>a</sup>.

- Refrigerante 407c/410 a

DuPont los comercializa con el nombre de Suva 9100 respectivamente.

Reemplazan el HCFC-22 en el aire acondicionado doméstico en aplicaciones en el calentamiento de bombas. El Suva 9000 sirve para equipos nuevos o en servicio, tiene un desempeño similar del HCFC-22 en el aire acondicionado. El Suva 9100 sirve solo para equipos nuevos y es un reemplazo del Freón 22 de mayor capacidad. Se comercializa en cilindros desechables de 6,8kg y en cajas de 12 latas de 3,408kg cada una. Su composición en peso es de 60% HCFC-22, 23% HFC-152<sup>a</sup> y 27% HCFC-124.

- Refrigerante 401a

Comercializado por DuPont con el nombre de Suva MP39. Algunas aplicaciones de este refrigerante son refrigeradores domésticos, congeladores, equipos de refrigeración para alimentos de media temperatura de humidificadores, máquinas de hielo y máquinas expendedoras de bebidas.

Tiene capacidades y eficiencia comparables a las del Freón 12, en sistemas que operan con una temperatura de evaporación de -23°C (-10°F) y superiores.

Se comercializan en cilindros retornables (CGT) de 771kg, cilindros retornables de 56,7kg, cilindros desechables de 6,8kg y cajas de 12 latas de 3,408kg cada una. Su composición en peso es de 60% HCFC-22, 13% HCF-152<sup>a</sup> y 27% HCFC-124.

- Refrigerante 401-b

Comercializado por DuPont con el nombre de Suva MP66, provee capacidades comparables al CFC-12 en sistemas que operan a temperatura de evaporación debajo de los -23°C (- 10°F), haciéndolo adecuado para el uso en equipos de transporte refrigerado y en congeladores domésticos y comerciales. También puede ser utilizado para reemplazar en equipos que usan R-500. Se comercializa en cilindros retornables (CGT) de 771kg, cilindros retornables de 56,7kg y cilindros desechables de 13,61kg. Sus composición en peso es de 60% HCFC-22, 13% HFC-152<sup>a</sup> y 27% HCFC-124.

- Refrigerante 402a

Comercializado por DuPont con el nombre de Suva HP80, reemplaza al R-502 en sistemas de media y baja temperatura. Tiene aplicaciones muy variadas en la industria de la refrigeración. Es usado ampliamente en aplicaciones de supermercados, almacenamiento y transporte de alimentos en sistemas de cascada de temperatura. Ofrece buena capacidad y eficiencia sin sufrir los incrementos de presión y temperatura en la descarga del compresor, lo cual si sucede cuando un equipo es convertido HCFC-22. Se comercializa en cilindros retornables (CME) de 49,9kg y cilindros desechables de 13.25 kg. Su composición en peso es de 60% HCFC-22, 38,5% HFC-125 y 2% de propano.

- Refrigerante 402b

Comercializado por DuPont con el nombre de Suva HP81, todos los refrigerantes designados HP fueron diseñados para reemplazar al R-502 en sistemas de refrigeración de tempe-

ratura media y baja. Está diseñado para el reacondicionamiento de equipos como máquinas de hielo. Además ofrece más alta eficiencia comparado con el R-502 y una capacidad relativamente mejor. Sin embargo el mayor contenido de HCFC-22 resulta en temperaturas de descarga de compresor en un rango de 14°C (25°F). Se comercializa en cilindros desechables de 5,9kg. Su composición en peso es de 60% HCFC-22, 38% HFC-125 y 2% de propano.

### **1.2.3. Hidrocarburos directos**

Los hidrocarburos directos son un grupo de fluidos compuestos en varias proporciones de los dos elementos hidrógeno y carbono. Algunos son el Metano, etano, butano, etileno e isobutano. Todos son extremadamente inflamables y explosivos. Aunque ninguno de estos compuestos absorbe humedad en forma considerable, todos son extremadamente miscibles en aceite para todas las condiciones. Su uso ordinariamente está limitado a aplicaciones especiales donde se requieren los servicios de personal especializado.

### **1.3 Efectos al medio ambiente [1]**

Como se ha mencionado anterior mente los diferentes tipos de refrigerantes dañan nuestro planeta llamados así como **sustancias que agotan la capa de ozono (SAO)**, están compuestas de elementos químicos que tienen el potencial de reaccionar con las moléculas de ozono de la estratosfera.

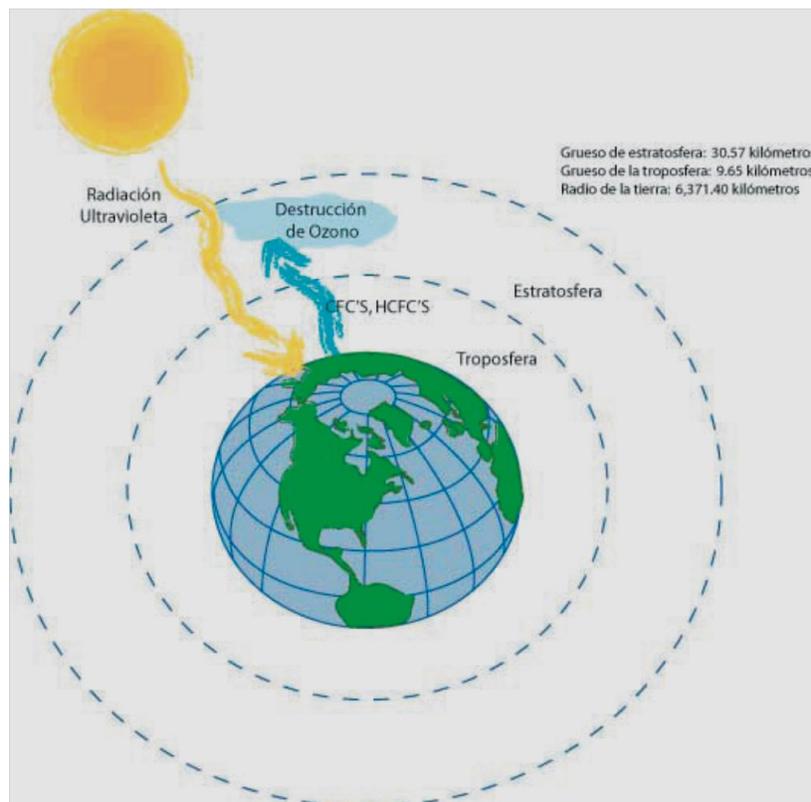


Figura 1.9 Los CFCs y los HCFCs dañan la capa de ozono.

Los halocarbonos, y en particular las SAO, han contribuido al forzamiento radiactivo directo positivo y al aumento conexo de la temperatura media sobre la superficie terrestre a nivel mundial. Se estima que el forzamiento radiativo directo positivo causado por el incremento de la producción industrial de halocarbonos destructores o no de la capa de ozono fue entre 1750 y 2000, de  $0,33 \pm 0,03 \text{ W m}^{-2}$ , lo que representa alrededor del 13% del forzamiento total causado por el aumento de los gases de efecto invernadero homogeneizados en el mismo período. La mayor parte del aumento de los halocarbonos se ha producido en los últimos decenios.

En el período 2001–2003, las concentraciones atmosféricas de CFC se mantuvieron estables o disminuyeron (0 a –3% por año, dependiendo del gas), mientras que los halones, así como los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y los HFC utilizados como sustitutos, registraron un crecimiento (+1 a +3% por año, +3 a +7% por año, y +13 a +17% por año respectivamente).

El agotamiento del ozono estratosférico que se viene observando desde 1970 se debe principalmente al aumento de las concentraciones de compuestos reactivos de cloro y bromo causado por la degradación de SAO antropógenas, entre ellas los halones, los CFC, los HCFC, el metilcloroformo ( $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ ), el tetracloruro de carbono ( $\text{CCl}_4$ ) y el bromuro de metilo ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ).

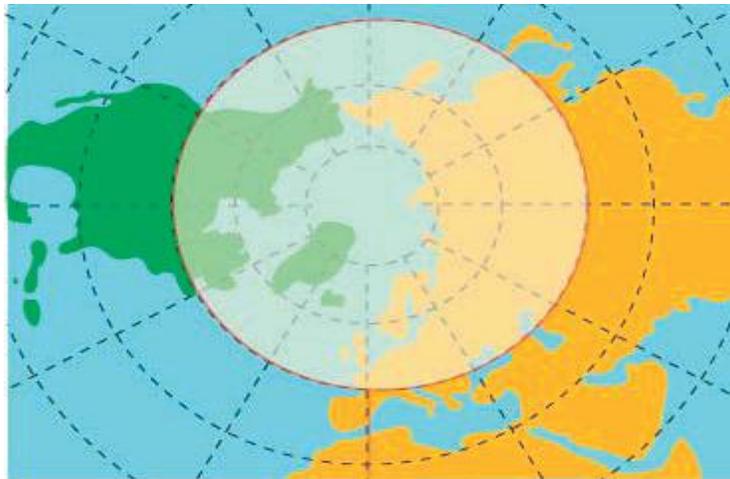


Figura 1.10 Agotamiento de la capa de ozono

El agotamiento del ozono produce un forzamiento radiativo negativo del clima, que es un efecto indirecto de enfriamiento causado por las SAO. Se cree que los cambios en la capa de ozono producen un forzamiento como promedio mundial. La gran incertidumbre que existe con respecto al forzamiento radiativo indirecto causado por las SAO se debe princi-

palmente a las incertidumbres en la distribución vertical detallada del agotamiento del ozono. Es muy probable que la magnitud de este efecto indirecto sea menor que la del forzamiento radiativo directo positivo causado exclusivamente por las SAO ( $0,32 \pm 0,03 \text{ Wm}^{-2}$ ).

El calentamiento producido por las SAO y el enfriamiento vinculado al agotamiento del ozono son dos mecanismos de forzamiento climático claramente diferenciados que no se compensan simplemente entre sí. La distribución espacial y estacional del efecto de enfriamiento del agotamiento del ozono es diferente a la del efecto de calentamiento. Hay unos pocos estudios estadísticos y de modelización del clima mundial que sugieren que el agotamiento del ozono es un mecanismo que puede afectar a los regímenes de variabilidad del clima que son importantes para la circulación troposférica y la temperatura en ambos hemisferios. No obstante, los cambios observados en esos regímenes no pueden atribuirse en forma inequívoca al agotamiento del ozono.

Cada tipo de gas ha tenido distintos efectos de calentamiento atmosférico tipo invernadero y de agotamiento de la capa de ozono, dependiendo principalmente de sus emisiones anteriores, su eficacia como gas de efecto invernadero, su tiempo de permanencia en la atmósfera y la cantidad de cloro y/o bromo contenida en cada molécula. Los gases que contienen bromo por lo general contribuyen mucho más al enfriamiento que al calentamiento, mientras que los CFC y los HCFC contribuyen más al calentamiento que al enfriamiento. Los HFC y los PFC contribuyen solamente al calentamiento.

Las medidas adoptadas en virtud del Protocolo de Montreal han conducido a la sustitución de los CFC por los HCFC, los HFC y otras sustancias y procesos. Debido a que los productos sustitutos tienen en general un menor **potencial de calentamiento mundial (PCM)** y a que las emisiones totales de halocarbonos han disminuido, sus emisiones combinadas en términos de CO<sub>2</sub> equivalente (ponderadas en valores de PCM directo) se han reducido. Las emisiones combinadas de CFC, HCFC y HFC estimadas sobre la base de observaciones atmosféricas y expresadas en términos de CO<sub>2</sub> equivalente se redujeron de aproximada-

mente  $7,5 \pm 0,4$  GtCO<sub>2</sub>-eq por año en 1990 a  $2,5 \pm 0,2$  GtCO<sub>2</sub>-eq por año en 2000, lo que equivale a alrededor del 33% y 10% , respectivamente, de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> producidas por la quema de combustibles fósiles a nivel mundial. Los niveles de cloro estratosférico prácticamente se han estabilizado y es posible que hayan comenzado a declinar.

El amoníaco y los hidrocarburos (HC) utilizados como sustitutos de los halocarbonos permanecen en la atmósfera por períodos que se extienden de días a meses, y es muy probable que los forzamientos radiativos directos e indirectos vinculados a su uso como sustancias sustitutivas tengan un efecto insignificante en el clima mundial. Es posible que también deban considerarse los cambios en las emisiones relacionadas con la energía que se atribuyen al uso de estas sustancias sustitutivas.

En el largo plazo, los aumentos proyectados de otros gases de efecto invernadero podrían ejercer una influencia cada vez mayor en la capa de ozono, al enfriar la estratosfera y modificar la circulación estratosférica. Como resultado del efecto de enfriamiento y de la reducción de las concentraciones de SAO, es probable que el ozono aumente en la mayor parte de la estratosfera, pero podría reducirse en algunas regiones, entre ellas el Ártico. Sin embargo, los efectos de los cambios en la circulación atmosférica asociados al cambio climático podrían ser mayores que estos factores, y hoy en día el efecto neto sobre el ozono total causado por el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero es incierto, tanto en cuanto a su magnitud como a su signo. De acuerdo con los modelos actuales, es muy improbable que se produzca en el Ártico un “agujero de ozono” similar al que se observa actualmente sobre la Antártida.

Los efectos relativos de calentamiento y enfriamiento que tendrán en el futuro las emisiones de CFC, HCFC, HFC, PFC y halones dependen del tiempo de vida de esos gases, de sus propiedades químicas y del momento de emisión. El tiempo de permanencia en la atmósfera es de entre uno y 20 años en el caso de la mayoría de los HFC y HCFC; de varios decenios hasta siglos en el caso de algunos HFC y la mayoría de los halones y los CFC; y de en-

tre 1 000 y 50 000 años en el caso de los PFC. El PCM directo de los halocarbonos varía entre cinco y más de 10 000. Las proyecciones indican que el enfriamiento indirecto causado por las SAO cesará una vez que se recupere la capa de ozono, de modo que los valores del PCM asociado al efecto de enfriamiento indirecto dependen del año de emisión, del cumplimiento del Protocolo de Montreal y del tiempo de vida de los gases. Estos valores del PCM indirecto están sujetos a incertidumbres mucho mayores que los valores del PCM directo.

Se cree que la sustitución de las SAO por HFC, PFC y otros gases como los hidrocarburos en los equipos de aire acondicionado y refrigeración y en los agentes espumantes no tendrá un efecto significativo en la química troposférica del planeta. Algunos efectos reducidos, aunque no insignificantes, podrían producirse en las proximidades de fuentes de emisiones localizadas y generar cierta preocupación, por ejemplo en las zonas donde actualmente no se cumplen las normas locales.

En los años setenta, los científicos descubrieron que las SAO liberadas dañan la capa de ozono. La concentración de ozono sobre la Antártida (Hemisferio Sur) disminuyó entre los años 70 y 90 hasta en un 70%, comparada con la concentración que normalmente se encuentra en dicho continente. Este fenómeno de gran escala se llama habitualmente agujero de ozono.

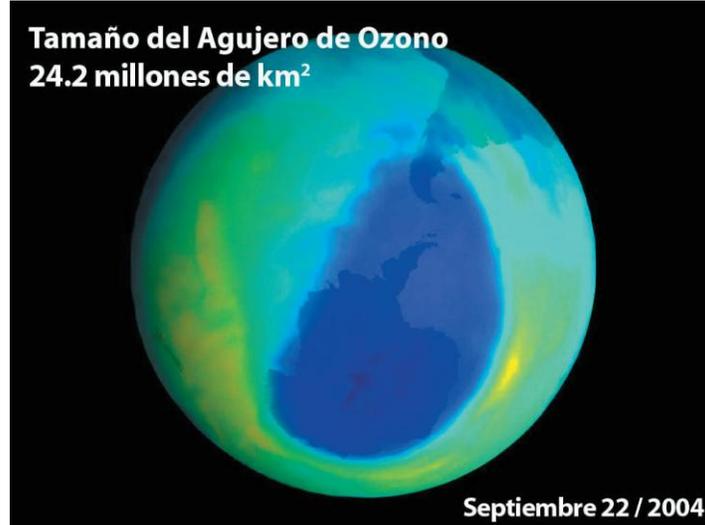


Figura 1.11 Tamaño del Agujero de ozono

Observaciones recientes muestran que las condiciones de la parte superior de la atmósfera, en el Hemisferio Norte, se están asemejando a las de la Antártida. La pérdida misma de ozono y el efecto invernadero están haciendo que la parte superior de la atmósfera se enfríe, lo que facilita la destrucción del ozono. Esto podría dar como resultado la formación de un “Agujero de ozono ártico” o un “evento de bajo ozono” en los próximos 20 años.

La diferencia alarmante es que existen más de 700 millones de personas, animales y fauna que viven en el área expuesta a esta radiación creciente de UV-B. Un “evento de bajo ozono” en el Ártico podría ser trasladado fácilmente hacia el sur por los vientos que se producen a gran altura, y aparecer sobre áreas pobladas de los Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia.

#### **1.4 Riesgos a la salud**

Debido a que la toxicidad de los refrigerantes es baja en la mayoría de estos, la posibilidad de un accidente menor o de sufrir la muerte es de baja probabilidad, pero los vapores son generalmente mucho más pesados que el aire y por consiguiente es recomendable no

trabajar en áreas cerradas, ya que si se tiene un derrame o una fuga grande de gas, inhibe la presencia de oxígeno provocando así un riesgo a la salud.

- Inhalación

Inhalar una gran cantidad de vapores es peligroso y puede llegar a ser mortal. Exponerse a niveles elevados de refrigerantes por arriba de los permitidos puede ocasionar síntomas de asfixia, también es posible que se presente pérdida de coordinación sicomotriz, aumento del pulso cardiaco, sensibilización cardiaca, respiración más profunda o inconsciencia. Si se presentan algunos de estos síntomas se debe salir al aire fresco.

- Piel

El contacto del refrigerante líquido sobre la piel puede causar quemaduras por congelación, la cual se manifiesta por palidez o enrojecimiento, pérdida de sensibilidad o hinchazón. Se debe lavar la parte afectada con agua abundante durante 15 minutos.

- Ojos

El contacto del refrigerante líquido con los ojos provoca quemaduras por congelación. Se debe lavar la parte afectada con agua abundante durante 15 minutos.

- Otros riesgos

La mayoría de los compuestos halogenados se descomponen a altas temperaturas. Los químicos que se presentan bajo estas condiciones son ácidos halogenados, y posiblemente halogenuros de carbonilo. También se libera el ácido fluorhídrico. Si el compuesto contiene cloro se liberará el ácido clorhídrico. Afortunadamente los ácidos halogenados pueden ser detectados, ya que ocasionan picazón en la nariz, y así pueden ser detectados en bajas concentraciones cuando no han alcanzado un nivel en donde puedan ser tóxicos. Estos ácidos sirven como aviso de que una descomposición del gas ha ocurrido. Si son de-

tectados, el área debe ser evacuada y ventilada hasta que se eliminen los productos de la descomposición (acidez en el sistema, quemadura de un compresor hermético o semi-hermético).

**CAPITULO**

**DOS**

## RECUPERACION DE LOS GASES REFRIGERANTES

En el siguiente apartado describiremos la importancia de recuperar los gases contaminantes, mencionando el equipo adecuado y las posibles formas de recuperación.

### 2.1 Equipo y Herramientas en el manejo de sistemas de refrigeración domestica y comercial.

#### 2.1.1 Bomba de vacio

Se caracteriza por su alta velocidad de bombeo de presión absoluta, comprendido entre 850 y 0,5 mbar, nos sirve para la evacuación de moléculas de gases de un volumen sellado, para crear un vacío parcial (menor que la presión atmosférica). Toda bomba de vacío tiene una presión mínima de entrada y una presión superior de salida, llamada presión previa ya que si esta aumenta por encima de valor el bombeo deja de funcionar el equipo.

En este equipo debe evitarse la condensación de vapores como el vapor de agua pues este causara contaminación de aceite y se dañaría provocando un mal vacío y mal funcionamiento en el ciclo de refrigeración.



Figura 2.1 Bomba de vacío

### 2.1.2 Manómetros

Se utiliza para la medición de presiones, donde la presión es la fuerza que ejerce sobre un área determinada. Nos indica presiones superiores a la atmosférica o mayores al cero absoluto como presiones negativas consideradas de vacío.

Por medio de las presiones podemos evaluar el comportamiento del ciclo de refrigeración, así como también el trabajo del compresor, válvula de expansión, etc.

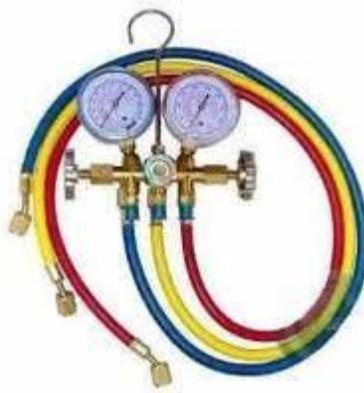


Figura 2.2 Juego de manómetros de alta y baja presión

### 2.1.3 Volt- amperímetro de gancho

Es el dispositivo que verifica el funcionamiento del motor eléctrico que se encuentra en el interior del compresor donde el fabricante establece una intensidad de trabajo determinada para cada unidad dependiendo de la potencia de la misma con un rango de tolerancia mínimo. Si la intensidad no corresponde a la especificada indica que hay problemas en la unidad.

Podemos verificar la tensión de entrada tanto en la toma de corriente como en cada uno de los componentes del sistema eléctrico.



Figura 2.3 Volt-amperímetro de gancho

#### 2.1.4 Doblador de tubo

Los encontramos en dos diferentes presentaciones como: los resortes de diferentes diámetros los cuales se utilizan externamente y los dobladores de palanca.

Donde los dobladores de palanca tienen como ventajas en la ejecución de los dobleces que se realizan de una manera casi perfecta, puede medir los grados exactos de curvatura del tubo ya que en los moldes vienen marcados de 0° a 180°, brindando una fácil manipulación de la tubería.

Otra ventaja y muy importante es que por estar dotado de palancas se puede doblar tubería de diámetros relativamente grandes comparado con los dobladores de resorte que sus diámetros son limitados.



Figura 2.4 Doblador de tubo de palanca

#### 2.1.5 Abocardador y avellanador

El Abocardador se encuentra de diferentes tamaños y formas para la refrigeración doméstica y comercial. Sirve para unir dos tubos de la misma medida expandiendo un extremo de un tubo y así lograr la unión.

Es una herramienta muy utilizada para abocinar o avellanar a un extremo del tubo un bocín cónico que se acople perfectamente a una tuerca de roscado para así lograr una unión entre dos tubos.



Figura 2.5 Abocardador y avellanador de tubo

### 2.1.6 Cortador de tubo

Es una herramienta provista de rodillos, cuchilla circular y un tornillo de ajuste para así alcanzar los diferentes diámetros del tubo de cobre.

Esta herramienta además de la comodidad realiza cortes a 90°, no desprende esquirlas y la rebaba que deja es mínima, para no contaminar nuestro sistema.



Figura 2.6 Cortador de tubo

### 2.1.7 Detector de fugas

Es un dispositivo electrónico sensible, Por esto y por su versatilidad es el dispositivo de mayor uso, se diseñado para la detección de gas refrigerante específicamente para la refrigeración doméstica y comercial.

Para el uso de estos dispositivos se debe contar con una atmósfera limpia, si está contaminada por refrigerante o humo puede presentar reacciones falsas. Su manipulación es simple únicamente se acerca su punta detectora en los lugares donde se sospeche exista la fuga y en presencia del refrigerante para el cual ha sido diseñado, activa una alarma luminosa o sonora.



Figura 2.7 Detector de fugas electrónico

#### 2.1.8 Recuperadora de gas refrigerante

Este equipo sirve remover el refrigerante de un sistema en cualquier condición que se encuentre, y almacenarlo en un recipiente externo, sin que sea necesario hacerle pruebas o procesarlo de cualquier manera.

Esta unidad remueve el aceite del refrigerante, y puede manejar vapor o líquido en un tiempo muy rápido.



Figura 2.8 Recuperadora eléctrica de gas refrigerante

Los equipos mencionados anteriormente hacen más fácil la reparación en equipos de refrigeración domestica y comercial.

## **2.2 Métodos de Recuperación de gases refrigerantes [4]**

Recuperar el gas refrigerante es el primer paso para reparar o darle servicio a un equipo de refrigeración domestica o comercial. Este proceso significa transferir el gas refrigerante, desde el sistema de refrigeración, hasta un cilindro para recuperar gas. Si el refrigerante recuperado no está contaminado (a pesar de la quemadura de un compresor hermético o semihermético, u otra causa), se puede cargar nuevamente al sistema, después de que se haya terminado la reparación del mismo. Si el gas recuperado presenta impureza no se debe reutilizar, existen dos tipos de métodos:

### **2.2.1. Recuperación sin equipos.**

Como su nombre lo indican 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, el método conocido como migración de carga, se suele enfriar el cilindro de recuperación, rodeándolo con hielo dentro de un tanque para así transferir el gas como lo muestra la figura:



Figura 2.9 Recuperación por migración de carga

El método conocido como recuperación pasiva acelerada, es condición necesaria que el compresor del sistema esté funcionando. En la Figura 2.10 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 psi.

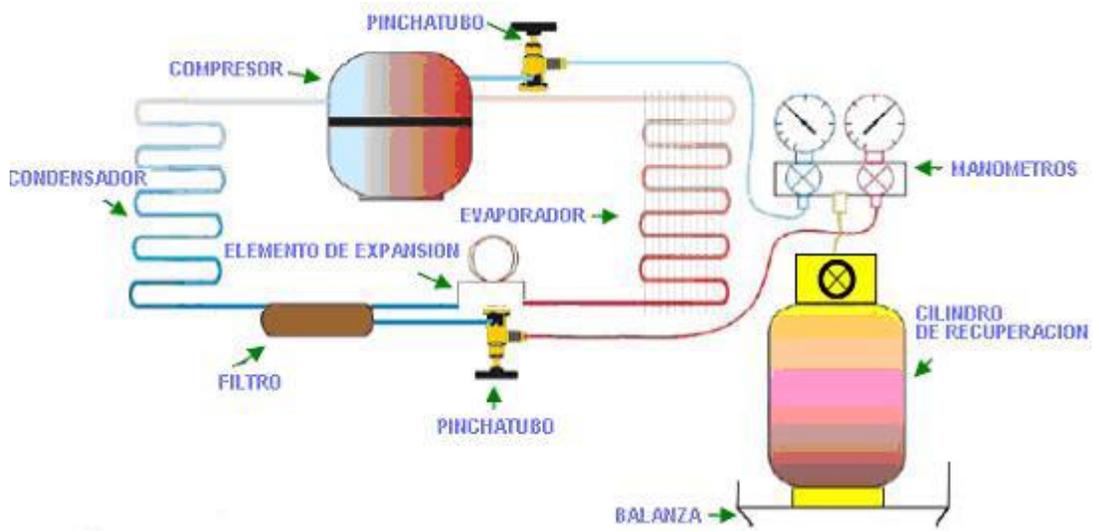


Figura 2.10 Recuperación pasiva acelerada

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.

### 2.2.2 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 2.11, se utilizan para el servicio en sistemas de refrigeración domésticos, donde la carga de refrigerante no supera los 300 gramos.



Figura 2.11. Equipo de recuperación manual

Las unidades pequeñas recuperadoras de refrigerante eléctricas, funcionan con un compresor rotativo que permite realizar auto purga, 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 2.12. Equipo de recuperación de accionamiento eléctrico

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 y métodos pueden extraer el refrigerante de un sistema utilizando cualquiera o una combinación entre ellos, evitando siempre que el refrigerante llegue a liberarse a la atmosfera.

**CAPITULO**

**TRES**

## **NORMATIVIDAD DEL MANEJO DE REFRIGERANTES**

Las presentes normas oficiales, convenios, protocolos que establecen las especificaciones y los métodos para la utilización de gases refrigerantes para equipos domésticos y comerciales, como especificaciones de seguridad y eliminación de los gases contaminantes o agotadores de la capa de ozono.

### **3.1 Apoyo internacional a este programa**

#### **3.1.1 Protocolo de Montreal [2]**

Las Partes en el presente Protocolo considerando que son Partes en el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, conscientes de que en virtud del Convenio, tienen la obligación de tomar las medidas adecuadas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos nocivos que se derivan o pueden derivarse de actividades humanas que modifican o pueden modificar la capa de ozono, reconociendo que la emisión en todo el mundo de ciertas sustancias puede agotar considerablemente y modificar la capa de ozono en una forma que podría tener repercusiones nocivas sobre la salud y el medio ambiente, conscientes de los posibles efectos climáticos de las emisiones de esas sustancias, que las medidas que se adopten para proteger la capa de ozono a fin de evitar su agotamiento deberían basarse en los conocimientos científicos pertinentes, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos.

Decidida a proteger la capa de ozono adoptando medidas preventivas para controlar equitativamente el total de emisiones mundiales de las sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base de los adelantos en los conocimientos científicos, teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y teniendo presentes las necesidades que en materia de desarrollo tienen los países en desarrollo, reconociendo que hay que tomar disposiciones especiales para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo, incluso la aportación de recursos financieros adicionales y el acceso a las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta que la magnitud de los fondos necesarios es previsible y que

cabe esperar que los fondos produzcan un aumento sustancial de la capacidad del mundo para abordar el problema, científicamente comprobado, del agotamiento del ozono y sus nocivos efectos.

Tomando nota de las medidas preventivas para controlar las emisiones de ciertos cloro-fluorocarbonos que ya se han tomado en los planos nacional y regional, considerando la importancia de promover la cooperación internacional en la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnologías alternativas, en relación con el control y la reducción de las emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono, teniendo presentes en particular las necesidades de los países en desarrollo.

El 16 de septiembre de 1987, en la ciudad de Montreal, Canadá, 24 países y la Comunidad Económica Europea (CEE) firmaron el Protocolo de Montreal. Este acuerdo estableció las fechas y los programas para la eliminación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Al reconocer el problema de naturaleza global, casi todos los países convocados a esa reunión, y que eran considerados como los mayores productores y consumidores de CFCs y halones en el mundo..

En 1990, en la reunión de Londres, los Estados Unidos y otras 55 naciones firmaron el acuerdo que actualizó y reforzó las condiciones iniciales del protocolo. El programa para la eliminación de los CFCs se expandió y se agregó también la cláusula donde los HCFCs quedaron incluidos. En 1992, en la reunión de Copenhague, se hicieron otras revisiones y actualizaciones al Protocolo. En esa ocasión, más de 90 países asistieron, quedando de manifiesto el interés de la comunidad internacional por solucionar el problema del agujero de ozono en nuestra atmósfera.

La Convención de Viena define las enmiendas como los cambios en alguna o algunas de las disposiciones del tratado, que afecta a todos los Estados firmantes del convenio.

Las enmiendas se realizan cuando surge la necesidad de agregar o modificar los documentos en los que se plasman acuerdos que, con anterioridad, fueron tomados en las Asambleas de las Partes.

Algunas enmiendas se hacen para agregar especificaciones, plazos de vigencia o eliminación de Sustancias Agotadoras de la capa de ozono (SAOs) y de esta manera obtener acuerdos más completos y exactos, dándole un enfoque global a las soluciones que se esperan llevar a cabo con la aplicación del Protocolo.

Al Protocolo de Montreal se le han hecho cuatro enmiendas:

- Enmienda de Londres.
- Enmienda de Copenhague.
- Enmienda de Montreal.
- Enmienda de Beijing.

A la fecha, son 189 los países que han firmado el Protocolo, que tiene como objetivo eliminar la producción y el uso de los CFCs en el año 2010 en países en desarrollo, entre los que se encuentra México.

El protocolo de Montreal se basa en el “principio preventivo” que permite a la comunidad mundial tomar medidas para tratar el principal problema ambiental, aún antes de que las preguntas científicas, económicas y técnicas hayan sido resueltas en su totalidad.

Para aplicar este enfoque, las partes en el Protocolo han acordado seguir un procedimiento para que el tratado mismo evolucione con el tiempo, y refleje los últimos descubrimientos en cuanto al estado de la capa de ozono y repercuta en el desarrollo y la ejecución de tecnologías alternativas. Esta característica evolutiva está dada por la evaluación frecuente y completa de las medidas de control adoptadas conforme al Protocolo de Montreal y a sus enmiendas o ajustes.

### 3.1.2 Protocolo de Kioto

Después de la Cumbre de Río, el Comité Intergubernamental de Negociación que redactó el texto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático se reunió en seis ocasiones hasta febrero de 1995, fecha en que fue disuelto y la Conferencia de las Partes (CoP) se convirtió en la autoridad máxima de la Convención.

En su primera sesión, celebrada en Berlín del 28 de marzo al 7 de abril de 1995, la CoP determinó la necesidad de adoptar nuevos compromisos más allá del año 2000, debido a que casi ningún país Anexo I parecía estar en vías de cumplir con el compromiso de reducción de emisiones contraído para tal año.

Como resultado de la CoP-1 se instauró el Mandato de Berlín, que buscaba el establecimiento de objetivos cuantitativos de reducción de emisiones de todos los gases de efecto invernadero en periodos específicos de tiempo, tales como 2005, 2010 y 2020.

De tal forma, se estableció un Grupo Ad hoc en el Mandato de Berlín con la encomienda de redactar un protocolo o algún otro instrumento legal para su adopción durante la CoP-3, a celebrarse en 1997 en la ciudad de Kioto, Japón.

Con esta misión, se redactó el Protocolo de Kioto. El Protocolo de Kioto fue adoptado durante la Conferencia de las Partes de la Convención celebrada en la ciudad de Kioto, Japón, en diciembre de 1997.

El Protocolo de Kioto establece compromisos cuantitativos de reducción de emisiones para los países desarrollados para el período 2008-2012, los cuales se enuncian en su artículo 3 y son:

Los países en desarrollo se asegurarán, individual o conjuntamente, de que sus emisiones de GEI de origen humano no excedan de las cantidades permitidas a ellas en función de

sus compromisos de reducción de emisiones. Lo anterior, con miras a reducir el total de las emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.

Cada una de las Partes incluidas en el Anexo I deberá poder demostrar para el año 2005 un avance concreto en el cumplimiento de sus compromisos contraídos en virtud del presente Protocolo. (Artículo 3, Protocolo de Kioto).

En el artículo 10 se listan los compromisos de todas las Partes de la Convención, incluyendo los de países en desarrollo como México. Entre estos compromisos figuran los siguientes:

- Formularán programas nacionales y, en su caso, regionales para mejorar la calidad de los factores de emisión, datos de actividad y/o modelos locales para la realización y la actualización periódica de los inventarios nacionales de las emisiones de origen humano por las fuentes y la absorción por los sumideros de los gases de efecto invernadero.
- Formularán, aplicarán, publicarán y actualizarán periódicamente programas nacionales y, en su caso, regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático, y medidas para facilitar una adaptación adecuada al cambio climático. Tales programas guardarán relación, entre otras cosas, con los sectores de la energía, el transporte y la industria así como la agricultura, la silvicultura y la gestión de los desechos.
- Cooperarán en la promoción de modalidades eficaces para el desarrollo, la aplicación y la difusión de tecnologías, conocimientos especializados, prácticas y procesos ecológicamente racionales en lo relativo al cambio climático, y adoptarán todas las medidas viables para promover, facilitar y financiar, según corresponda, la transferencia de esos recursos o el acceso a ellos, en particular en beneficio de los países en desarrollo.

- Cooperarán en el plano internacional para la creación de capacidad nacional, en particular capacidad humana e institucional, en particular para los países en desarrollo. Facilitarán en el plano nacional el conocimiento público de la información sobre el cambio climático y el acceso del público a ésta. (Artículo 10, Protocolo de Kioto).

El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de enero de 2005, 90 días después de la ratificación por parte de Rusia.

### **3.2 Normatividad internacional.**

Todas las empresas que manipulen gases refrigerantes deben de cumplir con toda la normativa y legislación aplicable a dicho sector.

Reglamento Europeo CE Nº 1005/2009 (Sustituye al RE. CE 2037/2000)

Puntos relevantes:

- Prohibición de la utilización de los HCFC vírgenes a partir del año 2010.
- Prohibición de introducción en el mercado de producto y equipos que contengan HCFC a partir del año 2010.
- Prohibición de la utilización de los HCFC reciclados/regenerados a partir del año 01/01/2015.
- Prohibición de la emisión a la atmósfera de los CFC y HCFC, así como la obligatoriedad de su recuperación para su posterior regeneración o destrucción.

Reglamento Europeo CE Nº 842/2006.

Puntos relevantes:

- Se establecen controles periódicos a las instalaciones en busca de las fugas en función de la carga de HFC que lleve el equipo.
- Obligación de llevar registro de las cantidades añadidas, reposiciones, extracciones, y de la empresa o persona encargada de estas operaciones.
- Los propietarios de las instalaciones únicamente podrán contratar a empresas autorizadas

Reglamento Europeo CE Nº 1516/2007.

- Se establecen los requisitos de control de fugas estándar.
- Se indican los métodos de medición de fugas.
- R.D 795/2010 se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que lo utilizan.

Puntos relevantes:

- Los distribuidores de gases refrigerantes se aseguraran de que únicamente se vendan gases refrigerantes a empresas que dispongan de carnet según el Reglamento de Seguridad de Plantas e Instalaciones Frigoríficas o Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificios (de ahora en adelante Empresas Habilitadas).
- Las Empresas Habilitadas podrán almacenar y transportar tanto gases refrigerantes vírgenes como recuperados de las instalaciones frigoríficas. Debiendo entregar en un plazo no superior a seis meses a un Gestor aquellos gases refrigerantes recuperados.
- Las Empresas Habilitadas deberán de disponer de un contrato en vigor con un Gestor Autorizado de residuos que asegure la recogida periódica en sus instalaciones

de los residuos generados. Asimismo dichas empresas deberán de llevar una contabilidad de la cantidad de residuos generadas y entregadas al Gestor Autorizado de Residuos en base a la Ley de residuos 10/1998.

- La titularidad de refrigerantes queda restringida a Distribuidores, Empresas Habilitadas y Fabricantes de equipos, así como a Gestores Autorizados de Residuos cuando estos refrigerantes tenga la consideración de residuos.
- Se clasifica las instalaciones frigoríficas y las empresas frigoristas por niveles.
- En el caso de almacenamiento de envases de refrigerantes en las instalaciones para su mantenimiento y servicio, su titularidad queda restringida a la Empresa Habilitada encargada del mantenimiento o a Distribuidores, pudiendo dichos envases quedar en depósitos en las instalaciones.
- Los comercializadores de equipos basados en gases fluorados que requieran ser instalados, se aseguraran de que dicha instalación la realice una Empresa Habilitada.
- Los titulares de los equipos deberán contratar o encomendar la instalación y mantenimiento a Empresas Habilitadas o personal certificado según proceda Autorizado de Residuos destinados a la Regeneración o Destrucción.

### 3.2.1 LEGISLACIÓN MEDIO AMBIENTE

Describe el proceso de la gestión de residuos, así como los requisitos de los productores de residuos, gestores, etc. Cualquier gas refrigerante se ha de recuperar para su regeneración, reciclaje o destrucción. Los instaladores han de estar inscritos como pequeños productores de residuos en su correspondiente comunidad autónoma.

- Real Decreto 883/1988 de 20 de julio por el que se aprueba el REGLAMENTO PARA LA EJECUCION DE LA LEY 20/1986, BASICA DE RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS. Modificado por el REAL DECRETO 952/1997 de 20 de Junio.
- Real Decreto 952/1997 de 20 de junio.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Deroga la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por lo que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

#### LEGISLACIÓN TRANSPORTE REFRIGERANTE POR CARRETERA

- REAL DECRETO 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

### **3.3 Normatividad Nacional. [3]**

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-1999, Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos.- Límites, métodos de prueba y etiquetado.

ODON DE BUEN RODRIGUEZ, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, Carmen Quintanilla Madero, Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio y Francisco Giner de los Ríos, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental,

con fundamento en los artículos 17, 32 Bis fracciones I, II, IV y V, 33 fracciones VIII y IX, 34 fracciones XIII y XXX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 39 fracción V, 40 fracciones I, X y XII, 44, 47, 48 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 31, 32 y 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 2o., 3o. fracción I y 8o. fracciones I y VIII del Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía; 1o. del Acuerdo por el que se delega en favor del Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, las facultades para presidir el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, así como expedir las normas oficiales mexicanas en el ámbito de su competencia, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 20 de septiembre y 29 de octubre de 1999, respectivamente; 24 fracciones I y XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; 5o. fracciones V y XII, 6o., 36, 37, 37 Bis, 111 fracción III, 113, 160 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, expiden el siguiente: Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-1999, Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos.- Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana tiene como objeto establecer los valores máximos de consumo en estos aparatos; así como la incorporación de requisitos de seguridad al usuario y eliminación de CFC's.

De conformidad con el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 33 párrafo primero de su Reglamento, se expide el Proyecto PROY-NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-1999, para consulta pública, los interesados presenten sita en Insurgentes Sur 1582, 2o. piso, colonia Crédito Constructor, Delegación Benito Juárez, 03940, México, D.F., e-mail: no@energia.gob.mx y nor@energia.gob.mx; a fin de que en términos de la ley, se consideren en el seno del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y el Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE).

Asimismo, de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Manifestación de Impacto Regulatorio relacionada con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-1999, Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos.-Límites, métodos de prueba y etiquetado, estará a disposición del público para su consulta en el domicilio señalado.

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana fue elaborado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas bajo la supervisión de tres comités consultivos nacionales de Normalización: para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos; de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio y el de Protección Ambiental y con la participación de los siguientes organismos y empresas:

- AMERICAN REFRIGERATION PRODUCTS, S.A. DE C.V.
- ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES PARA LA INDUSTRIA DE LA REFRIGERACION, A.C. (ANFIR)
- CAMARA NACIONAL DE COMERCIO (CANACO)
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA DE TELECOMUNICACIONES E INFORMATICA (CANIETI)
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION (CANACINTRA)
- CAMARA NACIONAL DE MANUFACTURAS ELECTRICAS (CANAME)
- CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA (CIE-UNAM)
- COPELAND MEXICO, S.A. DE C.V.
- CRIOTEC, S.A. DE C.V
- FABRICANTES DE EQUIPOERACION, S.A. DE C.V.
- FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA (FIDE)
- FRIGUS BOHN, S.A. DE C.V.
- GRUPO COMERCIAL GOMO, S.A. DE C.V.
- HELADOS HOLANDA, S.A. DE C.V.

- INDUSTRIAS FACE, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS GILVERT, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS QUETZAL, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA (INE-SEMARNAP)
- INSTRUMENTOS ELECTRNICOS
- KELVINATOR DE MEXICOS.A. DE C.V.
- LG ELECTRONICS
- METAPLUS, S.A. DE C.V.
- PETROLEOS MEXICANOS (PEMEX)
- PHILIPS MEXICANA, S.A. DE C.V.
- PROGRAMA DE AHORROE ENERGIA EN EL SECTOR ELECTRI
- REFRIGERACION NIETO.A. DE C.V.
- REFRIGERACION OJEDA, S.A. DE C.V.

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana establece los valores máximos de consumo de energía, así como el método de prueba la etiqueta de información al público, que deben cumplir los aparatos de refrigeración comercial auto contenidos de fabricación nacional e importados.

Asimismo, se incorporan requisitos de seguridad al usuario y protección al medio ambiente lo que contribuye a la disminución de riesgos para los usuarios y el daño a la capa de ozono; lo anterior integrado a la eficiencia energética, permite proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y ecosistema, así como la preservación de los recursos naturales.

Como podemos recalcar en este proyecto de Norma Oficial Mexicana transcribimos el capítulo 8.3 donde se menciona la eliminación de gases refrigerantes que dañan la capa de ozono.

### 8.3 Eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para la protección ambiental

### 8.3.1 Método de prueba para detectar clorofluorocarbonos (CFC's)

El método de prueba utilizado para la detección de clorofluorocarbonos debe ser el de cromatografía de gases, que a continuación se describe:

#### 8.3.1.1 Equipo

- Cromatógrafo de gases con sistema de procesamiento de datos o cualquier equipo capaz de detectar entre 100 y 300 ppm de CFC's
- Inyector para columna capilar
- Balanza analítica con un rango de 0,01 - 200 g
- Contenedor para gases a presión (bulbo)
- Válvula de aguja
- Frasco de vidrio con tapa hermética
- Navaja tipo bisturí
- Microjeringas
- Guantes de cirujano
- Jeringa para gases con válvula de seguridad de 1,0 ml de capacidad
- Inserto de vidrio para split/splitless
- Septas
- Columna cromatográfica Crosslinked 5% fenilmetilsiloxano de 30 m x 0,25 mm de diámetro interno y 1,0 micras de espesor de película o similar
- Válvula
- Bala de muestreo
- Matraz de 100 ml
- Viales de 40 ml de capacidad con tapa de rosca y septa de teflón

#### 8.3.1.2 Reactivos y materiales

- Gas de arrastre helio grado cromatográfico
- Estándar patrón de cada uno de los clorofluorocarbonos (CFC-11, CFC-12 y CFC-115)
- Agua reactivo libre de compuestos orgánicos volátiles
- Metanol grado plaguicida o equivalente
- Tolueno grado reactivo

### 8.3.1.3 Obtención de las muestras

#### 8.3.1.3.1 Refrigerante

Antes de realizar cualquier colección se debe contar con un sistema para la toma de muestras adecuado (ver figura 10), constituido por un bulbo inerte a la muestra, una válvula de aguja y los conectores adecuados para realizar la toma. Este sistema de muestreo debe garantizar su limpieza mediante una confirmación cromatográfica, para evitar cualquier contaminación cruzada de la muestra por el envase. Previamente el sistema debe estar a vacío, con la presión negativa necesaria para obtener una muestra representativa del refrigerante y suficiente para realizar el análisis.

Mediante una válvula de aguja se perfora cuidadosamente el sistema de tubos refrigerantes, la inserción se debe realizar evitando cualquier condensación de aceite lubricante del sistema y contaminación de la muestra por pinturas o presencia de alguna sustancia ajena en la válvula, acto seguido se captura una muestra suficiente del refrigerante (en fase gaseosa) en la bala de muestreo, para realizar satisfactoriamente el análisis cromatográfico. Siempre que se efectúe una colecta, se debe contar con una careta de protección y guantes, para protegerse de posibles proyecciones al trabajarse con presiones arriba de la atmosférica.

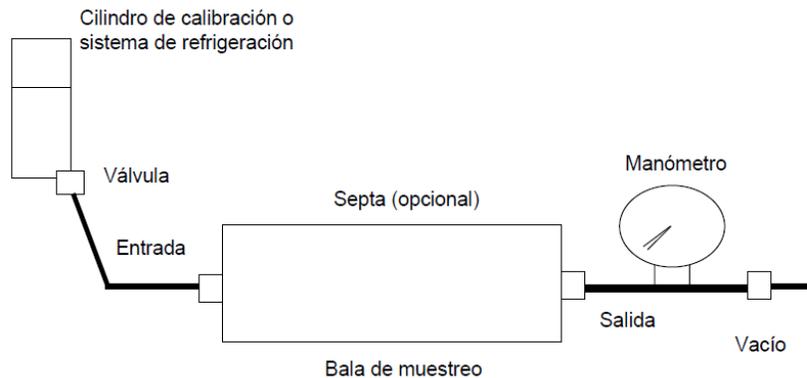


Figura 3.1

#### 8.3.1.3.2 Espuma aislante

Los puntos de colección pueden ser los orificios de inyección de la resina aislante para no hacer destructivo el muestreo, o en cualquier sitio representativo de la muestra. Se cortan con bisturí alrededor de 6 cm<sup>3</sup> de espuma aislante del gabinete y puerta(s) del refrigerador o paneles aislantes, y se colocan en un frasco de vidrio con tapa hermética.

#### 8.3.1.4 Procedimiento

8.3.1.4.1 Como medida de aseguramiento de calidad, antes de realizar el análisis se debe verificar el ajuste del sistema de cromatografía de gases, según las especificaciones del fabricante, como:

- Relación split
- Flujo de purga de septa

8.3.1.4.2 Se deben detectar las posibles interferencias y fuentes de contaminación del método, como:

- De matriz, cuando son coextraídas de la muestra o por elevadas concentraciones de los compuestos medidos que rebasen los valores del rango de trabajo.

- Instrumentales, por contaminación del sistema cromatográfico o elevadas señales de ruido por niveles altos de aire y humedad.
- Fuentes de contaminación, durante el muestreo, transporte y almacenamiento. Se debe analizar un blanco de reactivos para verificar la desaparición de la posible contaminación.
- Presencia de disolventes en el área de trabajo y material sucio empleado en el análisis.

8.3.1.4.3 Una vez verificados los puntos anteriores, colocar el equipo (cromatógrafo de gases), con las condiciones instrumentales siguientes.

Tabla. 3 Tabla de temperaturas y programas

Temperatura inicial	35°C
Tiempo inicial	2,5 min
Programa 1	8° C/min
Temperatura final 1	100°C
Programa 2	20° C/min
Temperatura final 2	200 °C
Tiempo final 2	3 min
Temperatura del inyector	250 °C

8.3.1.4.4 Preparar la curva de calibración, con estándares de los compuestos de interés para seis puntos de la curva alrededor de 100 y 300 ppm. Posteriormente analizar cada punto por separado en las condiciones mencionadas en los puntos 8.3.1.4.3, graficando la curva de tiempo con respecto a ppm.

8.3.1.4.5 Las muestras de refrigerantes deberán ser preparadas de la siguiente forma:

- Mediante una bala de muestreo se toma una muestra suficiente del gas para ser inyectada al cromatógrafo de gases de acuerdo a lo especificado en el inciso 8.3.1.3.
- Para el caso del refrigerante es necesario inyectar tres veces de la muestra.

8.3.1.4.6 Las muestras de espuma deben ser preparadas de la siguiente forma:

- Se coloca 2,5 g de la muestra en un matraz con tapa de 100 ml y adicionar 100 ml de tolueno.
- Del matraz tome 1  $\mu$ l e inyecte al cromatógrafo de gases, analice bajo las condiciones mencionadas en el punto 8.3.1.4.3. Para el caso de las muestras de espuma es necesario inyectar la muestra tres veces.

8.3.1.4.7 El control de calidad del método debe cumplir:

- Rango de trabajo

Preparar una curva de calibración para los analitos de interés como se indica en el punto 8.3.1.4.4. Posteriormente analizar cada punto de la curva, considerando que el análisis debe llevarse a cabo por un mismo analista bajo las mismas condiciones de operación.

La curva para cada analito debe tener una pendiente cercana a 1, una ordenada al origen cercana a cero, el coeficiente de correlación debe ser mayor a 0,997.

- Exactitud inicial

Para la obtención de la exactitud inicial es necesario efectuar un mínimo de 6 réplicas (6 muestras conteniendo los mismos analitos y la misma concentración). Una vez analizadas, obtenga el resultado para cada parámetro de las muestras analizadas de la curva de calibración.

- Precisión inicial

La precisión inicial se obtiene de las mismas 6 muestras analizadas para exactitud. Se deben tomar los datos por pares para obtener el promedio de las precisiones resultantes; es

decir, se toman dos datos de un parámetro y los otros dos datos del mismo, los cálculos son los siguientes:

Precisión	$(\%) = \left( \frac{A-B}{A+B} \right) \cdot 100$
-----------	---

Donde: A = Porcentaje de recuperación de muestra 1 del analito

B = Porcentaje de recuperación de muestra 2 del analito

Figura 3.2

Por último compare los datos obtenidos con los criterios de aceptación.

8.3.2 Método de prueba para determinar el límite máximo de clorofluorocarbonos (CFC's) El método de prueba utilizado para comprobar el límite máximo de 1%, es el de cromatografía de gases con detector de espectrometría de masas, en un rango de trabajo de 0,2 a 10% peso vs. peso (P/P) la muestra en la que se realice la prueba se establece en el capítulo 7 y se debe efectuar, conforme a lo siguiente:

#### 8.3.2.1 Equipo

- Cromatógrafo de gases con sistema de procesamiento de datos, con el siguiente equipo adicional:
- Inyector para columna capilar
- Detector de espectrometría de masas
- Balanza analítica con un rango de 0,01 – 200g

#### 8.3.2.2. Equipo adicional vario

- Contenedor para gases a presión
- Válvula de aguja
- Frascos de vidrio con tapa hermética
- Navaja tipo bisturí
- Micro jeringas

- Guantes de cirujano
- Jeringa para gases con válvula de seguridad de 1 ml de capacidad
- Inserto de vidrio para Split
- Septas

Columna cromatográfica Crosslinked 5% fenilmetilsiloxano de 30 m x 0,25 mm de diámetro interno y 1,0 micras de espesor de película o similar

- Bolsa Tedlar
- Bala de muestreo
- Matraz de 100 ml
- Viales de 40 ml de capacidad con tapa de rosca

#### 8.3.2.3 Reactivos y materiales

- Gas de arrastre helio grado cromatográfico
- Estándar patrón de cada uno de los clorofluorocarbono (CFC-11, CFC-12 Y CFC-115)
- Agua reactivo libre de compuestos orgánicos volátiles
- Metanol grado plaguicida o equivalente
- Tolueno grado reactivo

### **3.4 ¿Qué adaptación tiene nuestro país frente a la eliminación de estos gases? [3]**

Las negociaciones intergubernamentales de un acuerdo internacional para eliminar gradualmente las sustancias que agotan la capa de ozono comenzaron en 1981 y concluyeron con la adopción del Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono en marzo de 1985, el cual fue ratificado por México el 14 de septiembre de 1987. Este instrumento alienta la cooperación intergubernamental para la investigación, la observación sistemática de la capa de ozono, el intercambio de información y el control y eventual eliminación

del empleo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, en primera instancia los Clorofluorocarbonos (CFCs). Para este fin, se adoptó el Protocolo de Montreal, el 16 de septiembre de 1987 y entra en vigor el 1° de enero de 1989. México fue de los primeros países en ratificar el Protocolo de Montreal, el 31 de marzo de 1988.

El Protocolo ha sido ajustado y enmendado al paso del tiempo para acelerar los calendarios de eliminación, introducir otros tipos de medidas de control y agregar nuevas sustancias controladas a la lista. Actualmente cuenta con cuatro enmiendas denominadas por el lugar de su adopción: Londres, Copenhague, Montreal y Beijing.

Este instrumento divide a los países en dos grandes grupos: los desarrollados (Art. 2 o No Art. 5) y en desarrollo (Art. 5), sobre esta base los países asumen compromisos, con diferencia de 10 años entre unos y otros, de reducción en producción y consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, como los Clorofluorocarbonos (CFCs), Halones, Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) y el Bromuro de metilo, entre otros. El Protocolo ha generado instancias, como el Fondo Multilateral destinado a brindar apoyo financiero a los países en desarrollo para el reemplazo tecnológico requerido para dejar de usar productos que dañan la capa de ozono.

México fue el primer país (IV Reunión del Protocolo de Montreal en 1995) en presentar un calendario de reducción acelerada del uso de estas sustancias hasta dejarlo en 10% para el año 2000, 10 años antes que el resto de los países en desarrollo.

Actualmente, nuestro país ha reducido en 90% el uso de CFCs. Desde 1990, los productos en aerosol distribuidos en México utilizan propelentes alternativos. Todos los refrigeradores domésticos y el 95% de los equipos de refrigeración comercial producidos a nivel nacional se encuentran libres de CFCs. El sector de solventes y el de espumas de poliuretano han eliminado su uso de CFCs en un 80% y 75%, respectivamente.

México se ha distinguido por cumplir cabalmente los compromisos asumidos y se ha beneficiado al recibir asignaciones substantivas de recursos económicos para apoyar al sector

industrial en la transformación que se requiere para reducir la producción y uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono. Desde 1991 a la fecha, México con el apoyo del Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal, ha implementado más de 100 proyectos demostrativos, de transferencia tecnológica, capacitación y asistencia técnica por un monto superior a los 77 millones de dólares.

A nivel mundial, México se distingue como uno de los países con mejor desempeño en el cumplimiento de los compromisos en el marco del Protocolo. Por ejemplo, actualmente todos los refrigeradores, aires acondicionados, aerosoles comerciales y espumas de poliuretano producidos en el país ya no utilizan CFCs.

En este contexto de cumplimiento, México convino el cierre anticipado de la producción de CFCs, lo que en promedio redujo en un 60% la producción de estas sustancias en todo el continente americano y 12% a nivel mundial. Es importante destacar, que para este fin el Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal otorgó 32 millones de dólares a la Empresa Quimobásicos, en compensación por cerrar su línea de producción de CFCs. Este proceso dio inicio en 2003 y culminó en septiembre de 2005. Con el cierre de esta línea de producción, México adelantó en casi cinco años el cumplimiento de su compromiso internacional. La Empresa Quimobásicos abrió líneas de producción de sustancias alternativas más amigables con la capa de ozono, como son los HCFCs.

Después de sendas negociaciones con las otras Dependencias involucradas del Ejecutivo Federal se llegó al consenso para aceptar las Enmiendas de Montreal y de Beijing, con lo cual nuestro país es parte de todas las enmiendas del Protocolo y le permite beneficiarse de recursos para la eliminación de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Durante la 19ª Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal (septiembre de 2007) se marcó un hito, al decidir acordar un ajuste al calendario para eliminar de manera temprana (10 años antes, del 2040 al 2030) la producción y el consumo de hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), que constituyen el otro gran bloque de sustancias agotadoras de la capa

de ozono además de los CFCs. Actualmente se están negociando los cambios necesarios en los criterios de elegibilidad relacionados con instalaciones posteriores a 1995 y segundas conversiones para apoyar al cumplimiento de los compromisos de los países Artículo 5.

México reitera su compromiso de continuar avanzando en la eliminación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Asimismo, reconoce la importancia de la cooperación internacional en la atención de otros graves problemas ambientales que enfrentamos hoy en día, como el Cambio Climático, para lo cual la experiencia generada por el Protocolo de Montreal es de gran valor.

Desarrollando un inventario de emisiones que identifique y cuantifique las principales fuentes y sumideros de gases de invernadero de un país es básico para cualquier estudio sobre cambio climático.

El proceso del inventario es importante por tres razones:

1. Provee la base para el desarrollo de una metodología comprensiva y detallada para estimar fuentes y sumideros de gases de invernadero.
2. Proporciona un mecanismo común y consistente que le permite a todos los países signatarios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático estimar sus emisiones y comparar las contribuciones relativas al cambio climático de las diferentes fuentes de emisiones y gases de invernadero.
3. Estimar emisiones de manera sistemática y consistente a nivel nacional e internacional es un requisito previo para evaluar la factibilidad y el costo-efectividad de instrumentar posibles estrategias de mitigación y adoptar tecnologías para la reducción de emisiones.

La capacidad de adaptación, definida como la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños

posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias, será el mecanismo para reducir la vulnerabilidad.

Siguiendo estos conceptos, el riesgo climático depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza (por ejemplo, huracanes o sequía), pero también de la vulnerabilidad, es decir, la medida en que los sectores pueden ser afectados. La vulnerabilidad de un país ante condiciones extremas en el clima, está en relación con:

- La difusión y comprensión de la información climática
- La capacidad técnica para aplicar medidas preventivas
- La disponibilidad de recursos financieros para aplicar esas medidas.

Las Instituciones mexicanas responsables de los compromisos internacionales en materia de cambio climáticos, El 25 de abril de 2005 se crea la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), como la autoridad nacional en el desarrollo de políticas y programas asociados con el tema. Esta Comisión es presidida por el titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y cuenta con representantes de las siguientes dependencias:

Secretaría de Energía (SENER)

Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)

Secretaría de Economía (SE)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público es miembro invitado permanente a las reuniones de la Comisión. En sus Grupos de Trabajo participan todas las Secretarías miembros, excepto en el COMEGEI en el cual no participa la Secretaría de Relaciones Exteriores.

El Comité Mexicano de Reducción y Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI). Fue creado el 23 de enero de 2004 mediante el Acuerdo que se publicó en el Diario Oficial de la Federación en la misma fecha y es un grupo de trabajo de la Comisión Intersecretarial.

De acuerdo con su decreto de creación, el objetivo del Comité es el de facilitar, promover, difundir, evaluar y, en su caso aprobar proyectos de reducción de emisiones y captura de gases de efecto invernadero en México.

Por otro lado, en cumplimiento de los compromisos de México ante la Convención y su Protocolo, a la fecha el gobierno mexicano ha organizado estudios, talleres, publicaciones y conferencias, tanto nacionales como internacionales, sobre inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, vulnerabilidad, mitigación y adaptación al cambio climático.

**CAPITULO**

**CUATRO**

## **PROPUESTA CENTRO DE ACOPIO**

En este capítulo hablaremos de la propuesta del centro de acopio de gases refrigerantes que nos permite la recolección, el buen manejo y disposición final adecuada para los gases recuperados por el técnico ó empresa que realizan el servicio de mantenimiento a equipos de refrigeración domestico y comercial.

### **4.1 Alcances de centro de acopio**

Disminución de emisiones a la atmósfera de los refrigerantes perjudiciales al ambiente y cumplimiento de las regulaciones nacionales en materia de la Sustancia Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO).

Lo que nos permitirá poder ofrecerle los siguientes servicios:

- Recolección en ruta de gas recuperado
- Recuperación de gas refrigerante en el centro de acopio de equipos.
- Recepción de refrigerante (contaminado) para disposición final.
- Recepción de boyas desechables de refrigerante para disposición final.
- Recepción de compresores para disposición final.

Preocupados por el fenómeno de calentamiento global, el daño a la capa de Ozono y los efectos que ocasiona como el cambio climático y los riesgos a la salud humana, los ecosistemas, entre otros, la ONU está impulsando en todos los países medidas de prevención o seguridad en la emisión de sustancias consideradas peligrosas a la atmósfera.

La intención de este centro es el reciclado de refrigerantes o confinamiento para su destrucción, dado que en la actualidad el sector domestico y comercial está liberando una cantidad muy elevada de emisiones por un mal hábito de los técnicos donde la recolección y el reciclado es una buena práctica para la disminución de estas sustancias.

En principio, están contribuyendo a reducir el agotamiento de la capa de ozono, y a la vez se beneficia el usuario ahorrando hasta de un 50 por ciento en el costo del refrigerante al reciclarlo o comprarlo.

Las emisiones de gases refrigerantes a la atmósfera son un de las causas tanto del daño a la capa de ozono, como de otro fenómeno ambiental global: el cambio climático.

El Centro de acopio de gas Refrigerante ofrecen los servicios a los usuarios de los refrigerantes que quieren cambiar a las Buenas Prácticas de Refrigeración domestica y comercial para ayudar a detener que se siga degradando la Capa de Ozono y revertir los efectos del Calentamiento Global, trabajando en conjunto se puede dar una solución a la liberación irresponsable de refrigerantes.

Es responsabilidad de todos crear conciencia y conocimiento sobre la protección de la capa de Ozono, todos podemos ayudar tanto los que utilizamos gases refrigerantes en la operación, confort o servicios, etc. en usos domestico y comercial ya sea en un aire acondicionado, refrigeración, etc. Para esto es necesario que se capaciten los técnicos cuando presten algún servicio para estar seguros de que están cumpliendo con no liberar mas refrigerante a la atmosfera y utilicen el equipo, herramienta y procesos adecuados de recuperación, reciclado, confinen o se envíen a destrucción si está contaminado con métodos aprobados dentro del protocolo de Montreal, esto ayudaría mucho a proteger la capa de Ozono, ya que esta permite la vida en la Tierra.

## **4.2 Instalaciones y Equipo requerido**

4.2.1. Las instalaciones del centro de acopio deben tener las dimensiones necesarias para la incorporación de áreas específicas para cada fase de recuperación como por ejemplo;

4.2.1.1. Área de recepción del equipo

4.2.1.2. Área de almacén de datos

4.2.1.3. Área de recuperación de gas refrigerante

4.2.1.4. Área de recuperación de aceite para refrigeración

4.2.1.5. Área de equipos a destrucción y disposición final

4.2.1.6. Área de almacén de gas recuperado para disposición final

4.2.1.7. Área de almacén de aceite recuperado para disposición final

Por lo consiguiente las áreas de proceso deberán ser rotuladas y tener el equipo adecuado para obtener el objetivo.

4.2.1.1. Área de recepción del equipo

En esta área se deberá tener el espacio necesario para maniobras de carga y descarga de equipos de refrigeración, bollas, compresores, etc.

4.2.1.2. Área de almacén de datos

En esta área se deberá tener la contabilidad de entrada y salida de gas recuperado, aceite, rutas de recolección de gas refrigerante así como de equipos que van a disposición final y tener un control de los mismos.

4.2.1.3. Área de recuperación de gas refrigerante

En esta área se necesita ventilación necesaria, instalación de corriente eléctrica, material adecuado, herramienta necesaria para la recuperación así como los señalamientos y equipo de precaución adecuado para su elaboración.

4.2.1.4. Área de recuperación de aceite para refrigeración

En esta área se necesita ventilación necesaria, instalación de corriente eléctrica adecuada, área delimitada de extracción de aceite, dispositivos de recuperación de aceite, contene-

dores de aceite graduados para medir en litros y mililitros, extintor contra incendios y herramienta necesaria.

#### 4.2.1.5. Área de equipos a destrucción y disposición final

En esta área de estar delimitada, lo más cercana posible a la salida del centro de acopio o con salida aparte para no obstruir maniobras de las demás áreas, acceso libre para maniobras de desalojo y carga, contenedores para metales ferrosos y no ferrosos, rotulados.

#### 4.2.1.6. Área de almacén de gas recuperado para disposición final

Esta Área debe de estar restringida y delimitada, separada de Oficinas y almacén de aceite, con ventilación suficiente e iluminación normal, tanques pintados y etiquetados para cada tipo de gas.



Figura 4.1 área de almacén de gas recuperado

#### 4.2.1.7. Área de almacén de aceite recuperado para disposición final

Esta Área debe de estar restringida y delimitada, separada de Oficinas y almacén de gas, con ventilación suficiente e iluminación normal, contenedores pintados y etiquetados para cada tipo de aceite.



Figura 4.2 Área de almacén de aceite recuperado

4.2.2. Los equipos, herramientas para recuperación y la manipulación de estos, se dividirán en las diferentes áreas dependiendo de la actividad.

4.2.2.1. Unidad que recupera o remueve el refrigerante (UR) de succión múltiple recomendables en Centros de Acopio que manejan volúmenes bajos y altos de equipos a procesar. Unidad de Recuperación Múltiple (URM) que sirve para la recuperación de gas refrigerante en forma de gaseosa y líquida que se encuentra dentro de la unidad.



Figura 4.3 recuperadora de gas refrigerante

4.2.2.2 Cilindro para almacenar refrigerante recuperado, R- 12 con capacidad de 55.8 Kg. de liquido. Cilindro para almacenar refrigerante recuperado, R-134a con capacidad de 55.8 Kg. de liquido. Cilindro para almacenar mezclas (contaminado) de refrigerante recuperado con capacidad de 55.8 Kg. de liquido. Cilindro para almacenar refrigerante recuperado, R-22 con capacidad de 55.8 Kg. de liquido. Cilindro portátil (Uno para cada tipo de gas).



Figura 4.5 Cilindros para almacenar refrigerante

4.2.2.3. Balanza Electrónica para pesar el gas refrigerante recuperado con capacidad de 120 Kg



Figura 4.6 Balanza electrónica

4.2.2.4. Manifold de servicio con manómetros para R-134<sup>a</sup> con cinco mangueras (1 azul, 3 amarillas y 1 roja). Manifold de servicio con manómetros para R-12 y R-22 con cinco mangueras (1 azul, 3 amarillas y 1 roja).



Figura 4.7 Manifold de servicio

4.2.2.5. Válvulas de perforación o pinzas de perforación de acceso rápido para no dejar escapar refrigerante a la atmosfera y así garantizar la recuperación de este.



Figura 4.8 Válvula de perforación

4.2.2.6. Mesa de recuperación de aceite refrigerante, contenedores de 200 litro para aceite de acero.

4.2.2.7 herramienta de mano como: Juego de llaves españolas, perico, pinza de corte diagonal, pinza de corte al frente, pinza de extensión, cizalla corta pernos, martillo, marro, cincel, juego de desarmadores, taladro eléctrico, juego de brocas, esmeril, etc.



Figura 4.9 Herramienta de mano

### **4.3 Método y procedimiento recomendado [1]**

Los cilindros recuperadores para refrigerante deben estar completamente vacíos antes de proceder a cargarlos con gas y no se deben mezclar diferentes tipos de gas refrigerante, un cilindro para cada refrigerante. Esto evita que el gas recuperado se contamine con aire, humedad o remanentes del gas refrigerante que estuvo contenido anteriormente. Donde se debe hacer un vacío al tanque recuperador de al menos 1000 micrones.

Para poder acelerar la recuperación de gas, se debe mantener frío el tanque recuperador durante todo el proceso. Esto se puede lograr colocándolo en una cubeta con hielo. Mientras más frío esté el tanque, la presión del gas disminuye, pero si el equipo de donde se está recuperando el gas está a una temperatura ambiente, entonces el proceso de recuperado es más lento.

Antes de comenzar la recuperación de gas debe revisarse la posición de todas las válvulas y, si aplica, constatar el nivel del aceite del compresor de la recuperadora. Es aconsejable recuperar el gas refrigerante líquido en un tanque recibidor. Debe recuperarse el líquido primero y después el vapor. Recuperar el refrigerante en fase gaseosa deja aceite en el sistema, minimizando la pérdida del mismo.

Si el compresor del sistema no funciona, hay que entibiar el cárter del compresor. Esto ayuda a liberar el refrigerante atrapado en el aceite.

Se tienen que instalar dos válvulas removibles, una para alta presión y otra para baja. El refrigerante migra y se condensa en el tanque recuperador. Con este método se recupera el 80% del gas y es aprobado por la EPA.

Recuperar el refrigerante de ambos lados, alta y baja, para poder lograr un vacío completo. Esta acción también ayuda a acelerar el proceso de recuperación de gas.

Si el compresor del sistema funciona, se debe encender y recuperar el gas del lado de alta presión.

Se instala una válvula removible en el lado de alta presión. Se pone en marcha el compresor y se recupera el gas refrigerante.

El tanque recuperador frío condensa el gas, que es recuperado en un 90% por este método y es aprobado por la EPA.

Existen cuatro formas de recuperar el gas refrigerante:

4.3.1 Recuperar el refrigerante en fase gaseosa.

4.3.2 Recuperar el refrigerante en fase líquida.

4.3.3 Recuperar líquido y vapor, sin separar el aceite del refrigerante (éste se va al cilindro recuperador tal cual se saca del sistema).

4.3.4 Recuperar líquido y vapor, separando el aceite del refrigerante.

Cada una de estas formas tiene sus ventajas y sus desventajas por ejemplo:

La manera de sólo líquido es muy rápida de hacer, pero deja vapor en el sistema. En la forma de sólo vapor, la recuperadora retira todo el refrigerante, pero es considerablemente más lenta. Las recuperadoras que separan el aceite de sistemas de refrigeración o de aire acondicionado, no necesariamente son mejores de las que no lo hacen.

4.3.1. Recuperación en fase gaseosa

Este procedimiento, por lo general es el más lento ya que el flujo de gas refrigerante es menor en fase gaseosa. En los grandes sistemas de refrigeración esto exige más tiempo que cuando se transfiere líquido.

Se debe tener presente que las mangueras de conexión entre la máquina recuperadora, el sistema de refrigeración y el tanque recuperador deben ser de la longitud mínima posible,

así como del diámetro interior máximo posible, con la finalidad de contribuir a aumentar el rendimiento del proceso.

El refrigerante, en fase de vapor, es normalmente aspirado por la succión de la máquina recuperadora y, una vez condensado, es enviado al tanque recuperador.

Hay dos formas de conectar la máquina para recuperar vapor, según sea el caso: En el juego de manómetros de los dos lados del compresor. (Sistemas comerciales medianos). Sólo del lado de baja, donde hay que instalar una válvula pinchadora para extraer el refrigerante, y la cantidad a recuperar es pequeña. (Refrigeradores domésticos, aires acondicionados de baja capacidad, congeladores pequeños).

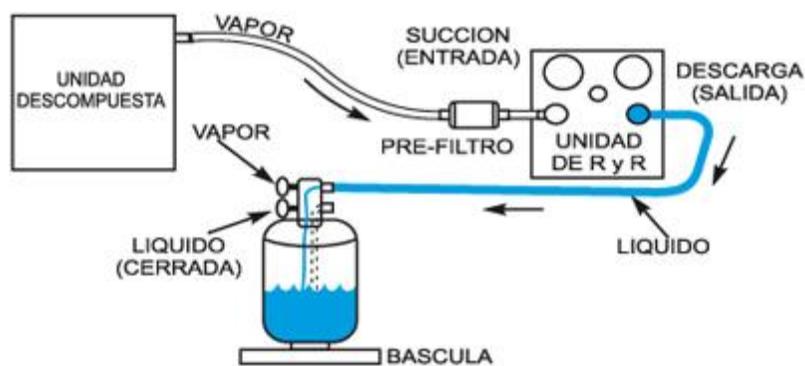


Figura 4.10. Recuperación en fase gaseosa

#### 4.3.2. Recuperación en fase líquida

Debido a que los compresores recíprocos sólo pueden trabajar con gas refrigerante en fase gaseosa, es necesario evaporarlo todo y extraerlo del sistema antes de que llegue al compresor. Para evaporar el refrigerante que se encuentre en fase líquida en el sistema, es necesario agregarle calor, lo cual debe hacerse mediante prácticas seguras.

El refrigerante líquido puede ser recuperado por técnicas de decantación, separación o "push/pull" (succión y retroalimentación), con el consiguiente arrastre de aceite.

#### 4.3.3. Método “push/pull”

Las operaciones de “push/pull” se llevan a cabo usando vapor del cilindro para empujar el refrigerante líquido fuera del sistema.

Se conecta una manguera desde el puerto de líquido de la unidad, cuyo refrigerante se requiere extraer, a la válvula de líquido en el tanque recuperador. Se conecta otra manguera desde la válvula de vapor del tanque recuperador a la entrada de la succión de la máquina recuperadora y, finalmente, se conecta una tercera manguera desde la salida o la descarga de la máquina recuperadora al puerto de vapor del equipo.

El tanque recuperador succionará el refrigerante líquido (movimiento pull) de la Unidad de Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado y Refrigeración (HVAC&R – Heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration) desactivada, cuando la máquina recuperadora haga disminuir la presión del cilindro. El vapor succionado del tanque recuperador por la máquina recuperadora será entonces empujado de vuelta (movimiento push), es decir, comprimido hacia el lado que corresponde al vapor en la unidad de HVAC&R desactivada.

Una vez que la mayoría del refrigerante haya sido cargado del sistema al tanque recuperador, la máquina recuperadora comenzará a ciclar, controlada por su presostato de baja presión de succión, removiendo el resto del refrigerante en forma de vapor. Cuando la máquina de recuperación ya no continúe ciclando y se detenga por completo, eso indica que se ha recuperado todo el refrigerante posible del sistema.

No se debe utilizar el método “push/pull”:

- Si el sistema o equipo tienen una carga menor de 9 kilos ó 20 libras, de gas refrigerante.
- Si el equipo es una bomba de calor u otro sistema en donde el refrigerante líquido pudiera quedar aislado.

- Si el equipo tiene un acumulador entre los puertos de servicio, utilizados para recuperar líquido.
- Si ha ocurrido una migración de refrigerante líquido, y se desconoce su ubicación.
- Si el diseño de la tubería en el equipo no permite crear una columna sólida de líquido.

Si se utiliza el método “push/pull:

- Se necesita una mirilla, para poder saber que se terminó de recuperar todo el líquido.
- Tener una tercera manguera lista, ya que será necesaria.
- Después de haber retirado todo el líquido, se deben reconfigurar las mangueras para recuperar vapor, ya que este método no hace un vacío en el sistema.

#### 4.3.4. Método líquido y vapor

Es importante saber el tipo y la cantidad de gas refrigerante que se va a recuperar. Siempre que sea posible, previamente hay que retirar las válvulas pivote o válvulas Schrader de los puertos de servicio. Es práctico utilizar mangueras con válvulas de bola integradas. Siempre es mejor tratar de retirar primero el líquido del sistema y después el vapor restante. Esta acción acelera la velocidad de recuperación del gas.

Con grandes cantidades de refrigerante, es mejor utilizar el método “push/pull”, ya que es tres veces más rápido que hacerlo directamente. Cuando sea posible, es recomendable recuperar gas del lado de alta y del lado de baja presión del sistema y utilizando mangueras cortas para el servicio. Mangueras largas aumentan el tiempo del proceso.

Si al comenzar a retirar líquido del sistema, el compresor suena hay que saber que eso lo daña reduciendo notablemente su vida útil. Es poco usual que pase, y no debe ocurrir bajo un procedimiento normal.

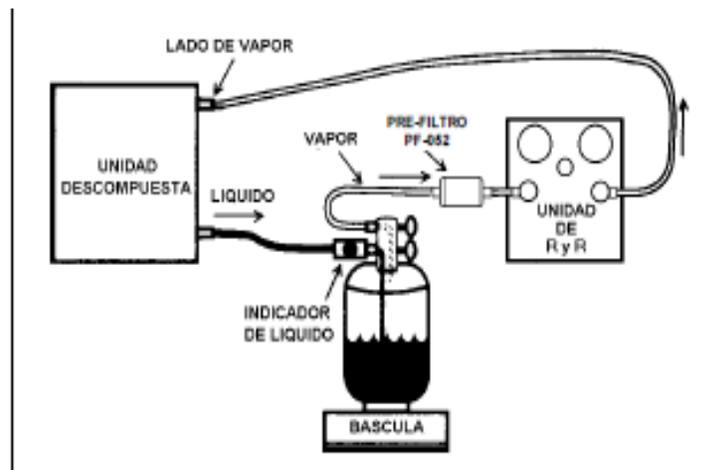


Figura 4.11. Método líquido y vapor

Siempre debe hacerse la recuperación del lado de vapor en el tanque recuperador, esto reduce la posibilidad de la presencia de refrigerante líquido remanente en las líneas. Hacerlo así garantiza un proceso más limpio. Durante la recuperación de gas, al momento de retirar las mangueras, pudiera salir una línea de refrigerante líquido al terminar.

El utilizar un filtro deshidratador en todos los procesos descritos, es una protección para la máquina recuperadora. Esta recomendación adquiere relevancia, en particular, cuando se recupere gas refrigerante de un sistema en que se quemó un compresor.

## **PRESUPUESTO APROXIMADO**

Como se menciona en este capítulo, para establecer el centro de acopio de gases refrigerantes en área domestico y comercial debemos de contar con un establecimiento dividido en las diferentes actividades a realizar y el equipo adecuado para cada actividad, como lo refleja el presupuesto en una nave o bodega rentada y un lugar propio.

Estructura del centro de acopio:

**Tabla 4. Propuesto en una nave o bodega rentada**

Renta de la nave	\$ 60,000.00
Remodelación en división de áreas	\$ 50,000.00
Maquinaria y equipo	\$ 70,000.00
Herramienta de mano	\$ 20,000.00
Herramienta de oficina	\$ 15,000.00
Mano de Obra	\$ 90,000.00
Insumos	\$ 20,000.00
Transporte para recolección	\$ 150,000.00
TOTAL	\$ 475,000.00

**Tabla 5. Propuesta en un lugar propio**

Costo del terreno	\$ 500,000.00
Construcción adecuada	\$ 500,000.00
Maquinaria y equipo	\$ 70,000.00
Herramienta de mano	\$ 20,000.00
Herramienta de oficina	\$ 15,000.00
Mano de Obra	\$ 90,000.00
Insumos	\$ 20,000.00
Transporte	\$ 150,000.00
TOTAL	\$ 1,365,000.00

## CONCLUSION

El objetivo de la tesis fue la propuesta del centro de acopio para gases refrigerantes en el área doméstico y comercial el cual es factible, ya que es responsabilidad del experto el manejo adecuado de estos gases para evitar la contaminación atmosférica, reduciendo el calentamiento global y las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), por ejemplo :

El R-134a y el R-12 son ejemplos de CFCs y HFCs que dañan la capa de ozono o son gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global donde la duración de vida de estas sustancias en la atmósfera puede extenderse entre los 100 y 400 años, por consiguiente una molécula de estas sustancias puede destruir cientos de miles de moléculas de ozono.

De ahí la importancia de recuperarlos y de no dejar escaparlos al medio ambiente, tener el equipo adecuado y los conocimientos necesarios para así lograr su recuperación.

Las ventajas y aprovechamiento del centro de acopio para gases refrigerantes son como:

- ◆ Reducir el efecto invernadero.
- ◆ Reducir la destrucción de la capa de ozono.
- ◆ Fomentar a los técnicos la recuperación de estos gases.
- ◆ Proporcionar métodos normalizados para la recuperación de gases y residuos.
- ◆ Brindar ayuda a técnicos que no cuenten con la herramienta necesaria para la recuperación.
- ◆ Poder lograr convenios con empresas dedicadas a la protección del medio ambiente de acuerdo a la recuperación de estos gases y los residuos resultantes.

En consecuencia también existen desventajas del mismo como:

- ◆ Los seudotécnicos que no cuentan con el conocimiento adecuado.
- ◆ El no poder motivar a técnicos que realicen los procedimientos adecuados.
- ◆ Seguir dañando la capa de ozono con estos gases.

El centro de acopio se dedicará a recolectar, recuperar, almacenar y poner a disposición final los gases refrigerantes y residuos recuperados, dividido en las diferentes áreas para poder optimizar los procesos como:

- Área de recepción del equipo
- Área de almacén de datos
- Área de recuperación de gas refrigerante
- Área de recuperación de aceite para refrigeración
- Área de equipos a destrucción y disposición final
- Área de almacén de gas recuperado para disposición final
- Área de almacén de aceite recuperado para disposición final

y así garantizar la recuperación de los gases refrigerantes.

## BIBLIOGRAFIA

### Libros

[1] OPROZ (Oficina del programa de ozono), Buenas Prácticas en refrigeración y aire acondicionado, Entrenamiento de técnicos en refrigeración y aire acondicionado, Documento de apoyo 2004

[3] Eficiencia energética, Semarnat nom 022, Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-1999, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos.- Límites, métodos de prueba y etiquetado.

[2] PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono 2002 Reporte de la tecnología

[5] Jorge Alberto Puebla, Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración, FONDOI Fondo de Reversión Industrial, ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial), 2005

[4] PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Buenos procedimientos en refrigeración, Manual de Instrucción

[6] William C. Whitman, Tecnología de Refrigeración y Aire Acondicionado, Tomo 1, MARCOMBO S.A. Barcelona, Boixareu Editores, 1997

## Páginas en Internet

- **[2]** [http://ozone.unep.org/Publications/MP\\_Handbook/MP-Handbook--2009-sp.pdf](http://ozone.unep.org/Publications/MP_Handbook/MP-Handbook--2009-sp.pdf) 2013
- <http://www.electrodomesticosforum.com> 2013
- <http://www.ashrae.org> 2013
- <http://www.nasa.gov>, <http://www.espo.nasa.gov/solvell/outreach/spanishlink2.pdf> 2013
- <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=35582> 2013
- **[3]** <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/nomsxmateria.aspx> 2013