

NORMA VENEZOLANA
REQUISITOS DE SEGURIDAD Y AMBIENTALES
PARA INSTALACIÓN, OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO, REPARACIÓN DE SISTEMAS
DE REFRIGERACIÓN, RECUPERACIÓN, REÚSO Y
ELIMINACIÓN DE LOS FLUIDOS REFRIGERANTES

COVENIN
5006:2018

1. OBJETO

Esta Norma presenta los requisitos de seguridad y los aspectos ambientales idóneos para la instalación, operación, mantenimiento y reparación de los sistemas de refrigeración, así como la recuperación, reutilización y eliminación de refrigerantes halogenados e hidrocarbonados, aceites refrigerantes y medios de transferencia de calor provenientes de dichos sistemas, con el fin de prevenir o minimizar el riesgo de lesiones a las personas, daños a la propiedad y al ambiente como consecuencia de la manipulación incorrecta de los sistemas de refrigeración y los refrigerantes.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma se aplica a los sistemas y equipos que contengan más de 3 kg de cualquier refrigerante halogenado además los que contengan más de 1,5 kg de cualquier refrigerante inflamable.

En esta se presentan los refrigerantes más usados, los requisitos de seguridad para instalar y mantener los equipos, las condiciones para su ubicación y localización, mantenimiento, reparación, así como el manejo seguro de los refrigerantes y de los equipos cuando vayan a ser desechados.

Esta Norma, no se aplica a los equipos de enfriamiento, cuyo contenido en masa de refrigerante estén por debajo de los valores indicados; en estos casos, los técnicos encargados de su instalación y mantenimiento deberán seguir las indicaciones establecidas en el manual u hoja de servicio del fabricante del equipo. La norma tampoco se aplica a los sistemas con Amoniaco, Dióxido de Carbono, o refrigerantes clase B2 y B3, por ser sustancias tóxicas e inflamables.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Venezolana COVENIN. La edición indicada estaba en vigencia en el momento de esta publicación; como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

UNE-EN 378 - 1:2008 - Parte 1	Requisitos básicos, definiciones, clasificación y criterios de elección.
UNE-EN 378 -3 - Parte 3	Instalación “ <i>in situ</i> ” y protección de las personas.
UNE-EN 378-4:2008 - Parte 4	Operación, mantenimiento, reparación y recuperación.
NCh 3241-2011.	Buenas prácticas en sistemas de refrigeración y climatización. Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G. – Ministerio del Medio Ambiente Gobierno de Chile.

4. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

4.1 De los sistemas de refrigeración

4.1.1 Sistemas de refrigeración y bombas de calor

Conjunto de elementos interconectados que contienen refrigerante, formando un circuito cerrado a través del cual el refrigerante circula con el propósito de extraer o ceder calor (es decir: enfriar, calentar).

4.1.2 Sistemas de refrigeración semicompactos

Sistemas de refrigeración contenidos dentro de una estructura envolvente, fabricados y transportados en una o varias partes y en los cuales ningún componente, que no sean válvulas de bloqueo o de unión, conteniendo refrigerante se conecta "in situ".

4.1.3 Sistemas de refrigeración compactos

Son los mismos sistemas semicompactos ya ensamblados, listos para utilizarse, que se instalan sin necesidad de conectar elementos que contengan refrigerante.

4.1.4 Sistemas de refrigeración de carga limitada

Sistemas de refrigeración cuyo volumen interno y la carga total de refrigerante, estando en posición de parada, si se produce la vaporización total del refrigerante, no se excederá la presión máxima permitida.

4.1.5 Sistemas secundarios de refrigeración o de calefacción

Sistemas que emplean un fluido que transfiere calor, sin compresión o dilatación de dicho fluido, de los productos o espacios a refrigerar o calentar, o de otros sistemas de refrigeración o calefacción al sistema de refrigeración primario o principal.

4.1.6 Sistemas de refrigeración cerrados

Sistemas de refrigeración en los que todos los elementos que contienen refrigerante están conectados herméticamente mediante bridas, uniones roscadas o conexiones similares.

4.1.7 Sistemas de refrigeración herméticos

Sistemas de refrigeración en los que todos los elementos por los que circula el refrigerante están conectados herméticamente mediante soldadura, soldadura fuerte o uniones similares permanentes.

NOTA. Una conexión sometida a un ensayo de estanquidad para un índice de fuga de menos de 3 g/año de refrigerante bajo una presión de al menos $0,25 \times PS$ y donde se previene de un uso impropio de las uniones mecánicas por la necesidad de la utilización de una herramienta especial, pegamento, etc., se considera como una conexión permanente similar. Esto puede incluir válvulas con tapa sellada y aberturas de servicio tapadas.

4.1.8 Sistemas de refrigeración directos

Sistemas de refrigeración en los cuales el evaporador o condensador está en contacto directo con el aire o sustancia a enfriar o calentar. Los sistemas en los que un fluido refrigerante secundario está en contacto directo con el aire o los productos a enfriar o calentar (sistemas de conductos o de pulverización) deben tratarse como sistemas directos.

4.1.9 Sistemas de refrigeración indirectos

Sistemas en los cuales el evaporador enfría o el condensador calienta el medio de transferencia de calor que pasa a través de un circuito cerrado que contiene intercambiadores de calor en contacto directo con la sustancia a tratar.

4.1.10 Lado de alta presión

Parte de un sistema de refrigeración que va de la salida del compresor a la salida del condensador, funcionando aproximadamente a la presión de condensación.

4.1.11 Lado de baja presión

Parte de un sistema de refrigeración que va de la salida del elemento de expansión a la salida del evaporador, funciona aproximadamente a la presión de evaporación.

4.1.12 Sistemas de refrigeración móvil

Sistemas de refrigeración instalados en un vehículo, cuyo funcionamiento depende directamente del funcionamiento del motor del vehículo.

NOTA. Los sistemas móviles incluyen los siguientes tipos: sistemas de refrigeración en embarcaciones, por ejemplo: sistemas de refrigeración de barcos de carga, sistemas de refrigeración en barcos de pesca, acondicionamiento de aire a bordo, sistemas de refrigeración para conservación de víveres; sistemas de refrigeración de transporte, por ejemplo: transporte de cargas refrigeradas por carretera, trenes y contenedores.

4.1.13 Sistemas de refrigeración en cascada

Sistemas que tienen dos o más circuitos de refrigeración independientes pero contiguos donde el condensador de uno de los sistemas expulsa directamente el calor al evaporador del otro.

4.1.14 Ciclo refrigerante transcrito

Ciclo refrigerante cuyo compresor descarga refrigerante a unas condiciones de presión por encima del punto crítico.

4.1.15 Conjunto de componentes

Grupo de componentes de un sistema de refrigeración, con una misma función definida; por ejemplo, grupo de varios compresores conectados entre sí para formar un sistema complejo.

4.1.16 Componentes de un sistema de refrigeración

Cada uno de los elementos o sub-conjunto funcional individual de un sistema de refrigeración.

NOTA. No incluye partes de los subconjuntos, por ejemplo: juntas de estanquidad y elementos de fijación.

4.2 De los recintos y espacios donde se ubican sistemas de refrigeración y la clasificación por su ocupación

4.2.1 Salas de máquinas (espacio no ocupado)

Espacios o recintos completamente cerrados, ventilados por ventilación mecánica, que están destinados a la instalación de componentes del sistema de refrigeración o del sistema de refrigeración completo, que son accesibles sólo a personal autorizado. En estos recintos pueden instalarse otros equipos, si son compatibles con los requisitos de seguridad del sistema de refrigeración.

4.2.2 Salas de máquinas especiales (espacio no ocupado)

Salas de máquinas previstas sólo para la instalación de un sistema de refrigeración completo o partes del mismo. Es accesible solamente a personal autorizado para necesidades de mantenimiento y reparación.

4.2.3 Espacio ocupado

Espacio donde está instalado un sistema de refrigeración, ocupado por personas durante un periodo significativo de tiempo. Cuando los espacios colindantes al espacio aparentemente ocupado no son adecuadamente estancos, por construcción o diseño, deben también considerarse como parte del espacio ocupado. Estos pueden ser por ejemplo falsos techos, pasadizos de acceso, conductos y tabiques móviles. El espacio ocupado puede ser accesible al público (por ejemplo, un supermercado) o solo a personas que trabajan en ese sitio (por ejemplo, corte de carne). En un espacio ocupado, pueden instalarse partes de un sistema de refrigeración o el sistema de refrigeración completo.

4.2.3.1 Los espacios ocupados se clasifican con respecto a la seguridad de las personas, que pueden verse directamente afectadas en caso de un funcionamiento anormal del sistema de refrigeración. Las consideraciones de seguridad en los sistemas de refrigeración tienen en cuenta el sitio, el número de personas que ocupan el lugar y las categorías de ocupación.

4.2.3.2 Ocupación general. Clase A

Un lugar donde la gente puede dormir o donde el número de personas presentes no se controla o al que cualquier persona tiene acceso sin estar al corriente de las medidas de seguridad personales. Ejemplos: Hospitales, prisiones, residencias de ancianos, teatros, supermercados, terminales de transporte, hoteles, salas de conferencias, viviendas, restaurantes, pistas de hielo.

4.2.3.3 Ocupación supervisada. Clase B

Recintos, partes de edificios o edificios, donde sólo pueden estar conjuntamente un número limitado de personas, alguno de ellos necesariamente tiene que estar al corriente de las precauciones de seguridad personal. Ejemplos: Laboratorios, lugares para fabricación general, edificios de oficinas.

4.2.3.4 Ocupación solamente con acceso autorizado. Clase C

Una ocupación no abierta al público y donde sólo se permite el acceso al personal autorizado. Las personas autorizadas deben estar al corriente de las precauciones de seguridad personales generales del establecimiento (por ejemplo: instalaciones de producción industriales).

Ejemplos: Almacenes de frío, refinerías, mataderos, zonas privadas en supermercados, instalaciones fabriles, por ejemplo: sustancias químicas, productos alimenticios, hielo y helados.

4.2.3.5 Más de una categoría de ocupación

Cuando hay la posibilidad de más de una categoría de ocupación, se aplican los requisitos más restrictivos. Si las ocupaciones están aisladas, por ejemplo: particiones selladas, suelos y techos, entonces se aplican los requisitos de la categoría individual de ocupación.

NOTA. Se presta atención a la seguridad de los locales adyacentes y a los ocupantes en las áreas adyacentes a un sistema de refrigeración. Los refrigerantes más pesados que el aire pueden causar bolsas pobres en oxígeno a nivel bajo.

Tabla 1. Categorías de ocupación

Categorías	Características Generales	Ejemplos
Ocupación general A	Recintos, partes de edificios, edificios donde; <ul style="list-style-type: none">• Puede dormir gente.• Se restringen los movimientos de la gente;• Un número incontrolado de personas está presente o cualquier persona puede tener acceso sin estar familiarizado con las precauciones de seguridad necesaria.	Hospitales, tribunales o presiones, hoteles, teatros, supermercados, colegios, salas de conferencias, terminales de transporte público, edificios, restaurantes.
Ocupación supervisada B	Recintos, partes de edificios, edificios donde solo un número limitado de personas puede estar a la vez, algunos tienen que estar necesariamente familiarizados con las precauciones de seguridad generales del establecimiento.	Oficinas de negocios o profesionales, laboratorios, lugares para la fabricación general y donde trabajan personas.
Ocupación autorizada C	Recintos, partes de recintos donde solo tienen acceso personas autorizadas, que están familiarizadas con las precauciones de seguridad generales y especiales del establecimiento y donde tiene lugar la fabricación, procesamiento o almacenamiento de material.	Instalaciones fabriles, por ejemplo: sustancias químicas, productos alimenticios, bebidas, hielo, mataderos, helado, refinerías, almacenes frigoríficos, lecherías, zonas privadas en supermercados.
<ul style="list-style-type: none">• La lista de ejemplos no es exhaustiva.		

Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.

4.2.3.6 Requisitos especiales para pistas de hielo

Las pistas de hielo se clasifican en general como clase de ocupación A. Debe haber medidas de evacuación adecuadas en caso de emergencia.

4.2.3.6.1 Pistas de patinaje interiores

Los sistemas pueden clasificarse como sistemas indirectos, si las partes que contienen refrigerante están separadas de la ocupación general mediante un suelo de hormigón sellado herméticamente, reforzado y adecuado (aplicable solamente para refrigerantes A1, véase ANEXO B). En este caso deben cumplirse los siguientes requisitos:

- a. Los receptores de los refrigerantes deben suministrarse de forma que pueden aguantar la carga total de refrigerante;
- b. Las tuberías y las conexiones deben estar soldados o soldados por soldadura fuerte sin bridas y encastrados en el suelo de hormigón;
- c. Las tuberías de flujo y retorno se disponen en una zanja específica para tuberías que sean estancas al gas para el público y ventiladas a la sala de máquinas.

4.2.3.6.2 Pistas de patinaje exteriores e instalaciones para actividades deportivas similares

Todos los equipos de refrigeración, tuberías y accesorios deben estar totalmente protegidos contra la interferencia desautorizada y dispuestos de forma que sean accesibles para la inspección.

4.3 De las presiones

4.3.1 Presión manométrica

Presión determinada con un manómetro, cuyo valor es igual a la diferencia algebraica entre la presión absoluta y la presión atmosférica o barométrica.

NOTA. Todas las presiones en un sistema de refrigeración son presiones manométricas, a menos que se indique de otra forma.

4.3.2 Presión barométrica o presión atmosférica

Presión que ejerce la columna total de aire en cualquier punto de la superficie y se determina con un barómetro o instrumento equivalente. La presión absoluta es numéricamente la suma de la presión barométrica y la presión manométrica.

4.3.3 Presión máxima admisible PS_{max}

Presión máxima para la que el equipo está diseñado, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Este límite no debe sobrepasarse, tanto si el sistema funciona como si está parado.

La presión máxima admisible se indica mediante el símbolo “PS” y subíndice “máx.” se añade al símbolo para los valores máximos.

4.3.4 Presión de diseño

Presión elegida para determinar la presión de cálculo de cada componente. Se utiliza para determinar los materiales necesarios, grosor y construcción de los componentes considerando su capacidad para soportar presión.

4.3.5 Presión de ensayo de resistencia

Presión que se aplica para validar la resistencia de un sistema de refrigeración o cualquier componente del mismo.

4.3.6 Presión de ensayo de estanqueidad

Presión que se aplica para comprobar la estanquidad de un sistema o de cualquier parte del mismo.

4.3.7 Presión límite de bombeo

Presión a la cual el caudal volumétrico de un compresor centrífugo se vuelve inestable.

4.4 De las partes de un sistema de refrigeración

4.4.1 Equipos de refrigeración

Componentes que forman parte del sistema de refrigeración, por ejemplo: compresor, condensador, generador, depósito de líquido, evaporador, separador de partículas de líquido, entre otros.

4.4.2 Compresor

Dispositivo que incrementa mecánicamente la presión de un vapor refrigerante.

4.4.3 Motocompresor

Unidad fija compuesta de un motor eléctrico y de un compresor.

4.4.3.1 Motocompresor hermético

Motocompresor que está encerrado en una carcasa, sin eje ni juntas de estanquidad de ejes exteriores; el motor eléctrico funciona con una mezcla de aceite y refrigerante en fase vapor.

4.4.3.2 Motocompresor semihermético (hermético accesible)

Motocompresor encerrado en una carcasa, con cubiertas desmontables para permitir el acceso, pero sin eje ni junta de estanquidad de ejes exteriores; el motor eléctrico funciona también con una mezcla de aceite y de refrigerante en fase vapor.

4.4.3.3 Motocompresor de rotor hermético

Motocompresor dentro de una carcasa hermética, que no contiene los bobinados del motor y sin eje externo.

4.4.4 Compresor abierto

Compresor con un eje de transmisión que atraviesa la carcasa estanca que contiene el refrigerante.

4.4.5 Compresor de desplazamiento positivo (volumétrico)

Compresor en el que la compresión se obtiene por variación del volumen interno de la cámara de compresión; por ejemplo, compresor de pistón o de émbolo y de tornillo.

4.4.6 Compresor dinámico o de desplazamiento no positivo (no volumétrico)

Compresor en el que la compresión se obtiene generalmente por centrifugación sin cambiar el volumen interno de la cámara de compresión.

4.4.7 Recipiente a presión del sistema de refrigeración

Cualquier parte del sistema que contenga refrigerante exceptuando:

- a. Compresores de tipo abierto y semiherméticos;
- b. Baterías (incluyendo sus colectores) formadas por tuberías con aire como fluido secundario;
- c. Tuberías y sus válvulas, uniones y accesorios;
- d. Dispositivos de control;
- e. Interruptores de presión, medidores, indicadores de líquido;
- f. Válvulas de seguridad, enchufes de los fusibles, discos de rotura; y
- g. Bombas.

4.4.8 Condensador

Intercambiador de calor en el que el refrigerante a presión, en fase de vapor se condensa por cesión de calor al exterior del sistema.

4.4.9 Enfriador de gas

Intercambiador de calor en un sistema de ciclo transcrito en el que el refrigerante supercrítico se enfría por cesión de calor.

4.4.10 Receptor de líquido

Recipiente permanentemente conectado a un sistema mediante tuberías de entrada y de salida, para acumulación de refrigerante en fase líquida.

4.4.11 Acumulador de refrigerante

Recipiente capaz de almacenar refrigerante líquido y permanentemente conectado entre la salida del evaporador y la succión del compresor.

4.4.12 Evaporador

Intercambiador de calor en el cual el refrigerante líquido a baja presión se evapora por absorción del calor de la sustancia a enfriar o del espacio donde está instalado el sistema.

4.4.13 Serpentin

Parte del sistema de refrigeración construido por tubos curvos o rectos convenientemente conectados y que sirve como intercambiador de calor (evaporador o condensador).

4.4.14 Grupo compresor

Combinación de uno o más compresores y el correspondiente conjunto de accesorios.

4.4.15 Grupo de condensación

Combinación de uno o más compresores, condensadores y recipientes de líquido (si fuesen necesarios) y el correspondiente conjunto de accesorios.

4.4.16 Separador de líquido

Recipiente que contiene refrigerante a baja presión y temperatura, al cual está(n) conectado(s), mediante los tubos de alimentación de líquido y retorno de vapor, uno o varios evaporadores.

4.4.17 Volumen interno bruto

Volumen calculado conforme a las dimensiones interiores de un recipiente, sin considerar el volumen ocupado por cualquiera de las partes internas.

4.4.18 Volumen interno neto

Volumen calculado conforme a las dimensiones interiores del recipiente deducido el volumen de las partes internas permanentes.

4.5 De tuberías y uniones

4.5.1 Tuberías

Todas las tuberías que forman parte del sistema de refrigeración tales como mangueras, fuelles, ajustes o tuberías flexibles para la interconexión entre las diferentes partes de un sistema de refrigeración.

4.5.2 Unión

Conexión realizada entre dos partes del sistema.

4.5.3 Unión por soldadura

Unión obtenida por el ensamblaje de partes metálicas en estado plástico o de fusión.

4.5.4 Unión por soldadura fuerte

Unión obtenida por ensamblado de partes metálicas mediante aleaciones que funden en general a temperaturas por encima de 450 °C, pero por debajo de la temperatura de fusión de las partes unidas.

4.5.5 Unión por soldadura blanda

Unión obtenida por ensamblado de partes metálicas mediante mezcla de metales o aleaciones que funden a temperaturas generalmente inferiores a 450 °C.

4.5.6 Unión por estaño soldadura

Unión obtenida por ensamblado de partes metálicas con mezclas o aleaciones metálicas que funden por debajo de los 200 °C.

4.5.7 Unión con bridas

Unión realizada atornillando entre sí un par de terminaciones con brida.

4.5.8 Unión abocardada

Unión metálica a presión, en la cual se realiza un ensanchamiento cónico en el extremo del tubo.

4.5.9 Unión por compresión

Uniones que alcanzan la estanqueidad mediante la deformación de un anillo de compresión.

4.5.10 Unión roscada

Final de tubería con roscas rectas o cónicas que consiguen la estanqueidad con material de relleno o deformación de la montura de la rosca.

4.5.11 Colector

Tubería o componente de una tubería de un sistema de refrigeración al que están conectadas numerosas tuberías.

4.5.12 Dispositivo de cierre

Dispositivo de cierre del flujo de fluido refrigerante u otro que circule dentro del circuito frigorífico.

4.5.13 Válvulas de interconexión

Pares de válvulas de cierre que aíslan secciones del circuito frigorífico y están dispuestas para que estas secciones puedan unirse antes de la apertura de las válvulas o separarse después de cerrarlas.

4.5.14 Válvula de cierre rápido

Dispositivo de corte que cierra automáticamente (por ejemplo: por peso, fuerza de un resorte, bola de cierre rápido) o tiene un ángulo de cierre de 130 grados o inferior.

4.5.15 Válvulas de aislamiento

Válvulas que previenen el flujo en cualquier dirección cuando están cerradas.

4.5.16 Válvula cerrada

Válvula sellada o limitada de otro modo, de forma que sólo puede ser manejada por personal competente.

4.5.17 Diámetro nominal (DN)

Designación numérica de tamaño, común a todos los componentes de un sistema de tuberías diferentes de los componentes indicados por los diámetros exteriores o por el tamaño de la rosca. Es un número redondeado apropiado para los propósitos de referencia y sólo está vagamente relacionado con las dimensiones del fabricante. El tamaño nominal se designa, mediante DN seguido por un número.

4.6 De accesorios de seguridad

4.6.1 Dispositivo de alivio de presión

Válvula de alivio de presión o disco de rotura, diseñados para aliviar automáticamente el exceso de presión.

4.6.2 Válvula de alivio de presión

Válvula accionada por presión que se mantiene cerrada mediante un resorte u otros medios y que está diseñada para eliminar la excesiva presión de forma automática, al abrirse a una presión de regulación y cerrándose de nuevo después de que la presión haya descendido por debajo de la presión de regulación.

4.6.3 Disco de rotura

Disco o lámina que se rompe a una presión diferencial determinada.

4.6.4 Tapón fusible

Dispositivo que contiene un material que funde a determinada temperatura aliviando la presión.

4.6.5 Dispositivo limitador de la temperatura

Dispositivo accionado por temperatura, que está diseñado para prevenir temperaturas peligrosas.

4.6.6 Limitador de temperatura de tipo aprobado

Dispositivo accionado por seguridad para limitar la temperatura de tipo aprobado y diseñado a prueba de fallos, de forma que en caso de defecto o malfuncionamiento del dispositivo se interrumpirá el suministro de energía.

4.6.7 Dispositivo de seguridad limitador de presión

Dispositivo accionado por presión, diseñado para detener el funcionamiento del generador de presión.

4.6.7.1 Limitador de presión

Dispositivo de reinicio automático.

NOTA. Se denomina PSH para la protección contra la presión alta y PSL para la protección contra la presión baja.

4.6.7.2 Limitador de presión sometido a un ensayo de tipo

Dispositivo de seguridad para limitar la presión de tipo aprobado, que se reinicia automáticamente.

NOTA. Se denomina PSH para la protección contra la presión alta y PSL para la protección contra la presión baja.

4.6.7.3 Presostato de corte sometido a un ensayo de tipo

Dispositivo de seguridad para limitar la presión ensayado de tipo que se reinicia manualmente sin ayuda de ninguna herramienta.

NOTA. Se denomina PZH para la protección contra la presión alta y PZL para la protección contra la presión baja.

4.6.7.4 Presostato de presión de seguridad sometido a un ensayo de tipo

Dispositivo de seguridad para limitar la presión que se reinicia manualmente sin ayuda de herramienta alguna.

NOTA. Se denomina PZHH para la protección contra la presión alta y PZLL para la protección contra la presión baja.

4.6.8 Dispositivo de intercambio

Válvula que controla dos dispositivos de seguridad y que está dispuesto de forma que sólo uno puede hacerse inoperativo en cada momento.

4.6.9 Detector de refrigerante

Dispositivo sensor que se activa cuando la concentración de gas refrigerante en el ambiente sobrepasa un valor determinado.

4.6.10 Válvula de rebosamiento

Dispositivo de alivio de presión que descarga a una parte del sistema de refrigeración con inferior presión.

4.6.11 Dispositivo de protección de sobretensión

Dispositivo que cierra el compresor después de algunos impulsos de sobretensión (por ejemplo: midiendo las diferencias de presión entre el compresor o la entrada de corriente y el motor de conducción).

4.6.12 Dispositivo de corte por nivel de líquido

Dispositivo de actuación por nivel de líquido diseñado para prevenir niveles de líquido peligrosos.

4.6.13 Válvula de autocerrado

Válvula que se cierra automáticamente, por ejemplo: por peso o fuerza de un resorte.

4.7 De fluidos

4.7.1 Refrigerante

Fluido utilizado para la transferencia de calor en un sistema de refrigeración que absorbe calor a temperatura y presión baja y lo cede a temperatura y presión elevada, lo que normalmente conlleva cambios de fase del fluido.

4.7.2 Refrigerantes halogenados y refrigerantes hidrocarbonados

- a. CFC: refrigerantes completamente halogenados que contienen sólo cloro, flúor y carbono;
- b. HCFC: refrigerantes parcialmente halogenados que contienen hidrógeno, cloro, flúor y carbono;
- c. HFC: refrigerantes parcialmente halogenados que contiene sólo hidrógeno, flúor y carbono;
- d. PFC: refrigerantes completamente fluorados compuesto sólo de flúor y carbono; y
- e. HC: refrigerantes que contiene sólo hidrógeno y carbono.

4.7.3 Refrigerantes más usados en refrigeración doméstica y comercial

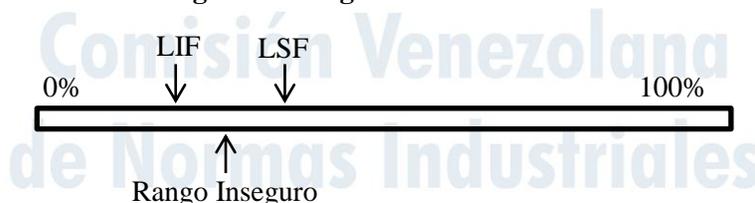
Tabla 2. Refrigerantes más usados en los refrigeradores domésticos, refrigeradores comerciales y aires acondicionados residenciales.

Equipo RAC	No-SAO de bajo o medio PCG	HCFC	No-SAO de alto PCG
Refrigerador doméstico	HC-600 ^a (R-600 ^a)	-	HFC-134 ^a (R-134 ^a)
Refrigerador comercial	HC-290 (R-290)	HCFC-22 (R-22)	HFC-134 ^a (R-404A)
Aire acondicionado	HFC-32 (R-32)	HCFC-22	R-410A

Fuente: “Good Servicing Practices for Flammable Refrigerants: A Quick Guide” Copyright © UN Environment, 2016.

4.7.3.1 Propiedades de inflamabilidad de los Refrigerantes

Figura 1. Rango de inflamabilidad.



Fuente: “Good Servicing Practices for Flammable Refrigerants: A Quick Guide” Copyright © UN Environment, 2016.

LIF: Límite Inferior de Inflamabilidad, es la menor concentración de refrigerante que es capaz de propagar una llama.

LSF: Límite Superior de inflamabilidad, es la máxima concentración de refrigerante que es capaz de propagar una llama.

Temperatura de auto ignición, es la menor temperatura a la cual un refrigerante arderá espontáneamente en una atmósfera normal sin haber una fuente externa de ignición (llama o chispa).

La llama puede propagarse en el rango entre LIF y LSF se debe evitar que la concentración de refrigerante en el área de trabajo alcance el valor de LIF y la temperatura del refrigerante no llegue a la temperatura de auto-ignición.

Tabla 3. Propiedades claves de los refrigerantes más usados en los sectores doméstico y comercial

Refrigerante	HFC-134a	HCFC-22	R-404A	R-407C
LIF	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable
LSF	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable
Auto-ignición	743°C	635°C	728°C	704°C
Refrigerante	R-410A	HFC-32 (R-32)	HC-290 (R-290)	HC-600a (R-600a)
LIE	No Inflamable	14,4% (por volumen)	2,1% (por volumen)	1,7% (por volumen)
LSF	No Inflamable	33,4% (por volumen)	9,6% (por volumen)	9,7% (por volumen)
Auto-ignición	N/A	648°C	450°C	530°C

Fuente: “Good Servicing Practices for Flammable Refrigerants: A Quick Guide” Copyright © UN Environment, 2016.

4.7.3.2 Clasificación de seguridad de los refrigerantes

Tabla 4. Clasificación de seguridad de los refrigerantes

Clase	A: Baja toxicidad	B: Alta toxicidad
3: Muy inflamable	A3: R-290, R-600a	B3
2: Inflamable	A2: R-153a	B2
2L: Poco inflamable	A2L: R-32	B2L: R-717 (Amoniaco)
1: No inflamable	A1: R-22, R-134a	B1: R-123

Fuente: “Good Servicing Practices for Flammable Refrigerants: A Quick Guide” Copyright © UN Environment, 2016

La Toxicidad se identifica con las letras A o B.

La Inflamabilidad se identifica con los números 1, 2, 2L o 3.

La clasificación y propiedades de los refrigerantes no incluidos en estas tablas, pueden encontrarse en las tablas C.1, C.2 y C.3 contenidas en el ANEXO C de la presente Norma.

NOTA. Verifique la clasificación de seguridad del refrigerante y siga los procedimientos siempre, aun cuando estén clasificados como A1.

4.7.4 Recuperación

Extracción de un refrigerante de un sistema en cualquier condición y se almacena en un contenedor exterior.

4.7.5 Reciclado

Reducción de los contaminantes de los refrigerantes utilizados mediante separación de aceite, eliminación de los no condensables y utilizando dispositivos tales como filtros, deshidratadores o filtros deshidratadores para reducir la humedad, acidez y partículas en suspensión. El objetivo del reciclaje es reutilizar el refrigerante recuperado.

4.7.6 Regeneración

Procesamiento de los refrigerantes usados para alcanzar las especificaciones similares a las del producto nuevo.

NOTA. Mediante los análisis químicos del refrigerante se determinará si se cumplen las especificaciones correspondientes. La identificación de contaminantes y los análisis químicos exigidos para un nuevo producto, se especifican en las normas específicas nacionales o internacionales.

4.7.7 Eliminación

Traslado de un producto a otro lugar, normalmente para su destrucción.

4.7.8 Punto de burbuja

Temperatura de saturación del líquido de un refrigerante a una presión específica; la temperatura a la cual un refrigerante líquido empieza a hervir.

NOTA. El punto de burbuja de una mezcla de refrigerantes azeotrópicos, a presión constante, es menor que el punto de rocío.

4.7.9 Temperatura de auto ignición de una sustancia

Temperatura inferior a la cual o por encima de la cual una sustancia química puede entrar en combustión espontáneamente, en una atmósfera normal, sin ninguna fuente externa de ignición tal como una llama o chispa.

5. REQUISITOS BASICOS PARA INSTALAR Y REALIZAR UN MANTENIMIENTO SEGURO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

5.1 Responsable o propietario

El responsable o el propietario de un sistema de refrigeración diseñado para contener más de 3 kg de un refrigerante halogenado o más de 1,5 kg de uno hidrocarbonado (inflamable), necesita contar con el servicio de un técnico en refrigeración para la instalación y mantenimiento del sistema. El técnico debe tener un certificado o constancia de formación en refrigeración y buenas prácticas, otorgado por un centro de enseñanza técnica, o en su defecto, más de una referencia verificable de su experiencia y desempeño como técnico en mantenimiento de equipos de naturaleza y dimensiones semejantes al que intenta reparar.

5.2 Técnico en refrigeración

Todo técnico en refrigeración responsable de la instalación y mantenimiento de sistemas de refrigeración que contengan más de 3 kg de refrigerante halogenado o más de 1,5 kg de uno

inflamable, debe contar con un certificado o constancia de formación en refrigeración y buenas prácticas, otorgado por un centro de enseñanza técnica, o en su defecto, más de una referencia verificable que avalen su experiencia y desempeño en mantenimiento de equipos de naturaleza y dimensiones semejantes al que intenta reparar.

5.3 Fabricantes y vendedores

Los fabricantes y vendedores de equipos o sistemas de refrigeración que utilicen refrigerantes halogenados o inflamables, deben proporcionar a los compradores el correspondiente manual en español, con las instrucciones para instalarlos y operarlos; así mismo, los propietarios de los equipos deben permitir el acceso a los manuales, por parte del personal operativo encargado de vigilar el buen funcionamiento de estos sistemas y a los técnicos calificados y facultados para intervenir el sistema o equipos, de conformidad con los requisitos del punto 5.2.

5.4 Personal operativo

El personal operativo tiene que cumplir con todas las medidas de instalación y mantenimiento indicadas en el manual del equipo y vigilar las operaciones de carga de refrigerante, reemplazo de partes o ajustes al sistema; también debe conocer y cumplir las medidas de seguridad que deben observarse y cuando sea necesario, usar el equipo requerido para la protección de las personas y propiedades, y para la manipulación del refrigerante.

El personal operativo debe llevar un diario de operaciones actualizado para cada sistema de refrigeración cuya carga refrigerante exceda los 3 kg si es halogenado, ó 1,5 kg si es un hidrocarburo.

5.4.1 El diario de operaciones debe tener las páginas numeradas; al comienzo de cada operación se colocará primero la fecha y hora de inicio de la actividad, el nombre del técnico y de la empresa a cargo del trabajo; las anotaciones deben ser en letra legible, con un lápiz o tinta que perdure y resista la humedad del ambiente, sin tachaduras ni enmiendas; también pueden llevarse directamente en una hoja electrónica si cuenta con el equipo y las destrezas para ello.

5.4.2 Las operaciones que deben registrarse en el diario son las siguientes:

- a.** Trabajos de mantenimiento y reparación que se le haga al sistema, detallando los procedimientos;
- b.** Cantidad y tipo de refrigerante (nuevo, reutilizado, reciclado) que se ha cargado y/o retirado del sistema en cada ocasión;
- c.** Análisis del refrigerante reutilizado, si es posible registrar los resultados del mismo en el diario de operaciones;
- d.** Fuente o proveedor del refrigerante nuevo o reutilizado que se vaya a incorporar al sistema;
- e.** Cambios y reposiciones de los componentes del sistema o de refrigerante;
- f.** Resultados de todas las inspecciones periódicas rutinarias; y
- g.** Informe de los periodos significativos de cese de operación del sistema por avería o por otra causa.

5.4.2.1 El diario de operaciones debe guardarse en un lugar seguro, accesible sólo al propietario y al operario en la sala de máquinas; los datos pueden almacenarse en forma electrónica, en cuyo caso la información debe estar accesible al personal competente en la sala de máquinas, durante el servicio o trabajo.

NOTA. Bajo ningún concepto ni el propietario ni el operario aceptarán que se utilicen dos o más tipos distintos de refrigerantes en un mismo equipo; en caso que se vaya a cambiar el refrigerante, hay que verificar en primer lugar las características del nuevo producto y su compatibilidad con el sistema y aceite utilizado; el equipo se vaciará y limpiará con nitrógeno; se hará el control de fugas y la prueba de vacío antes de cargar el refrigerante;

no se debe usar un refrigerante del cual se desconozca su origen o no se tenga certeza de la identificación y calidad.

6. LOCALIZACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

6.1. Instalación

6.1.1 Al aire libre

En el caso de equipos de refrigeración que se encuentran localizados en un espacio exterior al aire libre, los mismos deben ser ubicados en posición vertical, protegidos siempre del sol directo y de la lluvia, de forma tal que los cilindros no se dañen ni se produzcan fugas del refrigerante que puedan afectar a edificios ubicados en sus cercanías, causando daños a las personas allí existentes, ni tampoco dentro de la edificación donde se sitúen estos equipos.

De ocurrir una fuga del refrigerante, si el equipo de refrigeración está localizado sobre la cubierta, estos gases no deberían poder pasar a través de la cubierta por ninguna abertura, debiendo contarse con ventilación natural o forzada.

NOTA. Un recinto, donde al menos uno de los muros más largos esté abierto al aire libre, mediante persianas con un 75% de superficie libre y cubriendo al menos un 80% de la superficie del muro (o el equivalente si más de un muro está abierto al exterior), se considera como estando a la intemperie.

6.1.2 En recintos ventilados

En el caso de equipos de refrigeración que se encuentren en el interior de un recinto ventilado, el mismo debe ser ventilado hacia el exterior o hacia una sala que tenga un volumen mínimo especificado para un espacio ocupado en la presente norma, así como contar con un conducto de ventilación, que cumpla con las especificaciones del fabricante del equipo de refrigeración.

6.1.3 En espacios ocupados

En el caso de equipos de refrigeración que se encuentren en un espacio ocupado, deben cumplirse las condiciones indicadas en la presente norma.

6.1.4 En espacios no ocupados

En el caso de equipos de refrigeración que se encuentren en un espacio desocupado no diseñado como sala de máquinas, pueden darse dos (2) casos:

- a.** Que el sector se encuentre aislado de cualquier espacio ocupado, y en este caso deben cumplirse las exigencias establecidas para una sala de máquinas;
- b.** Que el sector no pueda aislarse de cualquier espacio ocupado, y en este caso los equipos de refrigeración se tomarán como ubicados en un espacio ocupado, debiendo acatarse las exigencias contempladas para estos espacios.

6.1.5 En salas de máquinas

En el caso de equipos de refrigeración que se encuentren localizados dentro de una sala de máquinas, deben acatarse las disposiciones indicadas a continuación en los Aspectos generales (en los puntos 6.1.5.1 al 6.1.5.15). Cabe destacar, que cuando la carga de refrigerante exceda los límites prácticos especificados en la presente norma, solo debe permitirse el sistema de refrigeración en una sala de

máquinas especial.

NOTA 1. Pueden necesitarse requisitos adicionales para los sistemas de refrigeración que contengan refrigerantes A2 y A3, según se especifica en el apartado 6.1.5.17.

NOTA 2. Cuando la cabina alrededor de los equipos de refrigeración es suficientemente grande para que la gente entre, entonces el recinto debería considerarse como una sala de máquinas y se aplican los requisitos para tales salas.

6.1.5.1 Aspectos generales

A las salas de máquinas donde se encuentren sistemas de refrigeración aplican los siguientes principios (los puntos e, h y j no son válidos en caso de salas de máquinas especiales):

NOTA. Cabinas estancas y ventiladas pueden servir también como salas de máquinas, cumpliendo con lo siguiente:

- a.** Deben contar con ventilación mecánica, debiendo la misma ser suministrada con un control de emergencia independiente ubicada cerca de la puerta de la sala de máquinas y en las afueras de la misma.
- b.** Deben contar con sistemas de extinción de incendios;
- c.** Deben disponer de alarmas y detectores;
- d.** En caso de presentarse una situación de peligro, debe ser posible salir de la sala de máquinas de inmediato;
- e.** A pesar de que las salas de máquinas se empleen para contener sistemas de refrigeración, no es limitante que se utilicen solo para estos equipos;
- f.** Se debe contar con un interruptor remoto a ser ubicado cerca de la puerta de la sala de máquinas, y fuera de la misma, con el fin de detener el sistema de refrigeración;
- g.** Se debe poder evacuar el escape de gas sin riesgos, así como evitar la entrada del gas que escapa de las salas de máquinas a los recintos vecinos, corredores, patios, entre otros;
- h.** De estar localizados dentro de una sala de máquinas especial, equipos tales como calderas, motores de combustión o compresores de aire, el aire suministrado a los mismos debe ser suplido desde el exterior del recinto, y debe provenir de sectores donde no existan gases refrigerantes;
- i.** Debajo de las escaleras de las salidas de emergencia, no deben existir aberturas al exterior;
- j.** En las salas de máquinas no deben almacenarse materiales inflamables, diferentes a los aceites usados con fines de servicio y los refrigerantes;
- k.** Deben estar herméticamente sellados todos los conductos y tuberías que pasen por los pisos, paredes y techos de las salas de máquinas.

6.1.5.2 Aspectos relacionados con la ocupación de las salas de máquinas

Pueden darse dos (2) situaciones:

- a.** Las salas de máquinas se deben considerar como espacios ocupados de la categoría C “Ocupación únicamente con acceso autorizado”, si las mismas se ocupan durante períodos relevantes;
- b.** Las salas de máquinas se deben considerar como desocupada, si solo se permite el acceso del personal dedicado a las labores de mantenimiento de los sistemas de refrigeración y/o de la sala de máquinas. Cabe destacar, que se consideran como desocupadas las salas de máquinas especiales.

NOTA 1. De acuerdo con la parte 6.1.5, cuando la sala de máquinas está ocupada para operaciones de mantenimiento o de reparación, una persona debidamente autorizada, familiarizada con el uso de los equipos de protección de emergencia y de los procedimientos de emergencia, debería estar disponible cerca de la sala de máquinas durante tal ocupación en caso de emergencia.

NOTA 2. Los sistemas de refrigeración que contengan R-744 (CO₂) pueden necesitar salas de máquinas específicas, pese a ser clase A1.

6.1.5.3 Ventilación

De emitirse un gas refrigerante proveniente de los equipos de refrigeración localizados en la sala de máquinas, el mismo debe ser evacuado al exterior, y no debe pasar a los recintos cercanos, pasillos, escaleras o sistemas de desagüe del edificio.

A través de la sala de máquinas no debe haber flujo de aire desde o hacia un espacio ocupado, a menos que el aire se conduzca y selle para prevenir que cualquier fuga de refrigerante pase en la corriente de aire.

6.1.5.4 Medidas de emergencia

Deberán estar dotadas de un sistema anti pánico, las puertas de las salidas de emergencia, de forma tal que se puedan abrir de forma manual desde el interior del recinto.

En caso de presentarse una emergencia, deben implementarse medidas que permitan el desalojo de la sala de máquinas.

Como mínimo, por lo menos una de las salidas de emergencia, debe conducir a un pasadizo de salida de emergencia, a directamente al exterior del recinto.

6.1.5.5 Suministro de aire para equipos de combustión

El suministro de aire para los equipos de refrigeración y los de combustión o los compresores de aire que estén ubicados en la misma sala de máquinas, debe ser hecho desde el exterior, de tal forma que el refrigerante no pueda entrar en el conducto de suministro de aire.

6.1.5.6 Llama abierta

Solo se podrán usar en las salas de máquinas las llamas abiertas para procesos de soldadura o labores similares, siempre y cuando la ventilación sea la adecuada y se realice un monitoreo de las concentraciones de refrigerante.

NOTA. Puede permitirse una llama abierta si en la maquinaria de refrigeración el refrigerante usado es R744.

6.1.5.7 Almacenamiento en las salas de máquinas

Solo se podrá almacenar en las salas de máquinas el aceite usado para el compresor. Deberá darse estricto cumplimiento a lo establecido en las regulaciones nacionales en lo relativo al almacenamiento de materiales tóxicos, inflamables y refrigerantes.

6.1.5.8 Interruptor de emergencia remoto

Con el fin de poder detener el sistema de refrigeración, debe contarse con un interruptor remoto ubicado fuera del recinto, cerca de la puerta de la sala de máquinas.

También debe existir dentro del recinto un interruptor de funcionamiento similar.

6.1.5.9 Aberturas exteriores de las salas de máquinas

Las aberturas exteriores de las salas de máquinas no deben situarse a menos de 2 m de las escaleras de las salidas de emergencia del edificio o de otras aberturas del edificio, tales como puertas, entradas de ventilación y ventanas.

6.1.5.10 Tuberías y conductos de ventilación

Es necesario sellar la red de tuberías y conductos de ventilación, que pasan a través de las paredes, techos y suelos de las salas de máquinas, debiendo tener este sellado como mínimo las mismas propiedades de resistencia al fuego que las paredes, techos o suelos.

NOTA 1. Las tuberías de descarga de los dispositivos de alivio, válvulas de seguridad y tapones fusibles pueden difundir la carga en el aire mediante medios adecuados, pero lejos de cualquier toma de aire del edificio o descargar en una cantidad adecuada de un material absorbente apropiado.

NOTA 2. Los dispositivos de alivio para los refrigerantes del grupo A1 pueden descargar en la sala de máquinas, considerando que la carga del sistema sea inferior a los límites dispuestos en el punto 6.2 de la presente norma.

6.1.5.11 Iluminación normal

Las salas de máquinas deben contar con un nivel de iluminación, acorde a las regulaciones establecidas, que les permita una adecuada y segura operación de los equipos de refrigeración, deben colocarse luminarias fijas.

6.1.5.12 Iluminación de emergencia

En caso de que se presente cualquier situación que afecte la iluminación normal, debe contarse con un sistema de iluminación fija de emergencia, de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional en lo que se refiere al nivel de iluminación y la posición de los iluminadores.

6.1.5.13 Señales de advertencia y acceso

Debe contarse con la debida señalización de las salas de máquinas, indicando entrada de las mismas, prohibición de entrada de personal no autorizado, prohibición de fumar, entre otras. También estas señales deben indicar que, en caso de emergencia, sólo las personas autorizadas conocedoras de los procedimientos de emergencia deben decidir si entrar o no en la sala de máquinas.

6.1.5.14 Dimensiones y accesibilidad

Las salas de máquinas deben contar con el espacio suficiente para poder realizar su adecuado funcionamiento, mantenimiento, reparación y desmontaje de los equipos de refrigeración. También deberá considerarse el espacio requerido para las personas con el correspondiente equipo de protección personal.

Con el fin de evitar el permanecer o andar sobre la red de tuberías, accesorios, apoyos y estructuras de apoyo y sobre los componentes, durante el funcionamiento, mantenimiento, inspección y reparación del sistema de refrigeración, pudiese requerirse pasarelas de servicio y plataformas fijas.

NOTA. La altura libre se define por 2,1 m por encima del suelo.

6.1.5.15 Puertas, paredes y conductos

a. Puertas y aberturas

Las puertas de las salas de máquinas deberán ser herméticas, cerrarse por sí solas y estar dotadas de un sistema anti pánico, de forma tal que se puedan abrir desde el interior del recinto.

Deben ser resistentes al fuego por lo menos 1 hora.

El número de puertas deberá ser suficiente para permitir la salida de las personas, en caso de ocurrir una emergencia.

Las puertas no deben presentar aberturas que permitan el escape a otras partes del recinto de refrigerantes, vapores, olores y de cualquier otro gas.

NOTA. El número de personas en el recinto se determina por su uso.

b. Paredes, suelo y techo

Las paredes, suelos y techos entre el interior del edificio y la sala de máquinas deben construirse con resistencia al fuego de al menos 1 hora y estar herméticamente sellados.

c. Conductos de servicio

En estos se debe minimizar las fugas dentro del conducto de servicio, los mismos deben sellarse. Para prevenir una acumulación peligrosa de vapor en caso de fuga, los conductos de servicio que contengan tuberías para los refrigerantes, deben ventilarse a un lugar seguro.

Los conductos de servicio deben tener la misma resistencia al fuego que las paredes y las puertas, a menos que la sala de máquinas sea clasificada como un espacio autónomo de resistencia al fuego, sin embargo, en este caso se requiere una trampilla apropiada resistente al fuego.

Después de la instalación todas las uniones y juntas de los conductos deben sellarse para reducir al mínimo las fugas de gas desde el conducto. El conducto de ventilación debe tener la misma resistencia al fuego que las puertas y las paredes de la sala de máquinas.

6.1.5.16 Ventilación

Las salas de máquinas deben ventilarse considerando un adecuado suministro y distribución de aire de renovación exterior, evitando zonas muertas.

Dentro de la ventilación de las salas de máquinas deben plantearse situaciones normales y de emergencia, y en caso de escape de refrigerante, se debe usar ventilación mecánica hacia el exterior.

Debe evitarse la recirculación de aire en el recinto, tomando en cuenta la disposición de las aberturas de entrada del aire exterior.

Las aberturas de ventilación mecánica deben situarse y tener una dimensión tal que permita un caudal de aire suficiente, considerando las características del refrigerante, la elección de toma o extracción y las prestaciones del ventilador. Las aberturas de toma o extracción deben disponerse para evacuar el refrigerante bajo todas las condiciones de fuga de refrigerante.

A los fines de la ventilación mecánica, deben tenerse dos (2) controles de emergencia independientes, uno interior y otro exterior.

Mediante la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación, se puede estimar el mínimo caudal de aire requerido para la ventilación mecánica:

$$V = 14 \times 10^{-3} m^{2/3}$$

Dónde:

V es el índice del caudal de aire en m^3/s ;

m es la masa de la carga de refrigerante, en kg, en el sistema de refrigeración con la carga máxima, cualquiera que sea la parte del mismo que se sitúe en la sala de máquinas;

14×10^{-3} es un factor de conversión.

Es suficiente un sistema de ventilación de emergencia con 15 renovaciones de aire /hora.

Tal como se plantea en el punto 6.5, de ser requerida la detección de gas, el sistema de ventilación mecánica de emergencia debe activarse mediante detector(es), situados en la sala de máquinas.

Debe considerarse lo establecido en la regulación en la materia y cuando la sala de máquinas está ocupada debe tener con un mínimo de 4 renovaciones de aire/hora.

6.1.5.17 Salas de máquinas para grupos de refrigerantes A2 y A3

a. Aspectos generales

Se tomará en cuenta la reglamentación existente en la materia para la ubicación de la sala de máquinas.

Debe ubicarse el ventilador de extracción de emergencia de manera de evitar la presurización del conducto de extracción en la sala de máquinas.

El ventilador no debe causar chispazos si entra en contacto con el material de los conductos.

La salida de la ventilación de extracción no debe restringirse y debe estar provista de medios que eviten la entrada de elementos extraños, tales como basura, hojas y pájaros.

La parte inferior de cualquier conducto de subida abierto al exterior debe tener un drenaje con una trampa para el agua de lluvia y con acceso para la inspección.

b. Requisitos adicionales para los grupos de refrigerantes A2 o A3

Se deben cumplir los requisitos relativos a las zonas peligrosas donde puede haber riesgo de explosión (a prueba de explosiones) en las salas de máquinas con refrigerante de grupos A2 o A3, donde es posible que la concentración de refrigerante alcance el límite de inflamabilidad inferior. De ser factible, para que la concentración de refrigerante alcance su límite inferior de inflamabilidad, deben existir alivios de explosión, tal como paredes frágiles o tejados.

c. Equipo de combustión

En las salas de máquinas que contengan sistemas de refrigeración A2 o A3 no deben instalarse equipos de combustión.

d. Temperatura de superficie máxima

Las superficies calientes no deben alcanzar una temperatura dentro de los 100 °K de la temperatura de auto ignición del refrigerante.

e. Puertas y aberturas

En todas las salas de máquinas especiales donde la carga refrigerante esté por encima del límite práctico para el volumen del recinto, y se usen refrigerantes A2 o A3, se debe tener un acceso al exterior.

La puerta de una sala de máquinas especial debe abrirse directamente al exterior o a través de un vestíbulo particular, equipado con puertas herméticas y con auto cierre.

6.2. Límite de carga de refrigerante

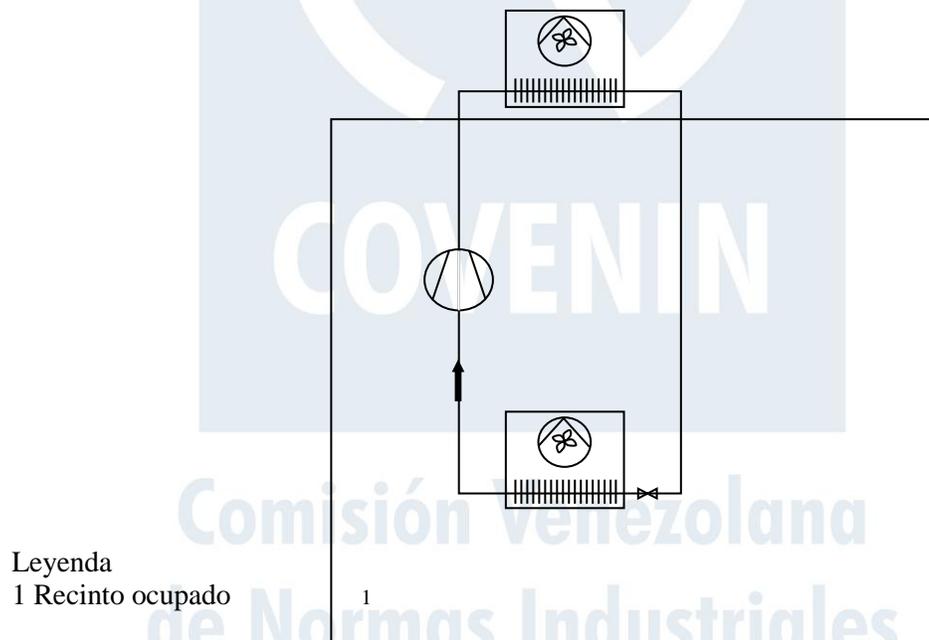
6.2.1 Generalidades

Hay tres tipos de lugares confinados o emplazamientos para los sistemas de refrigeración. Los tres tipos de emplazamiento son:

- a. sistema de refrigeración situado en un espacio ocupado;
- b. sistema de refrigeración con los compresores, receptores de líquido y condensadores situados en una sala de máquinas no ocupada o al aire libre;
- c. sistema de refrigeración con todos los elementos que contienen refrigerante situados en una sala de máquina no ocupada o al aire libre.

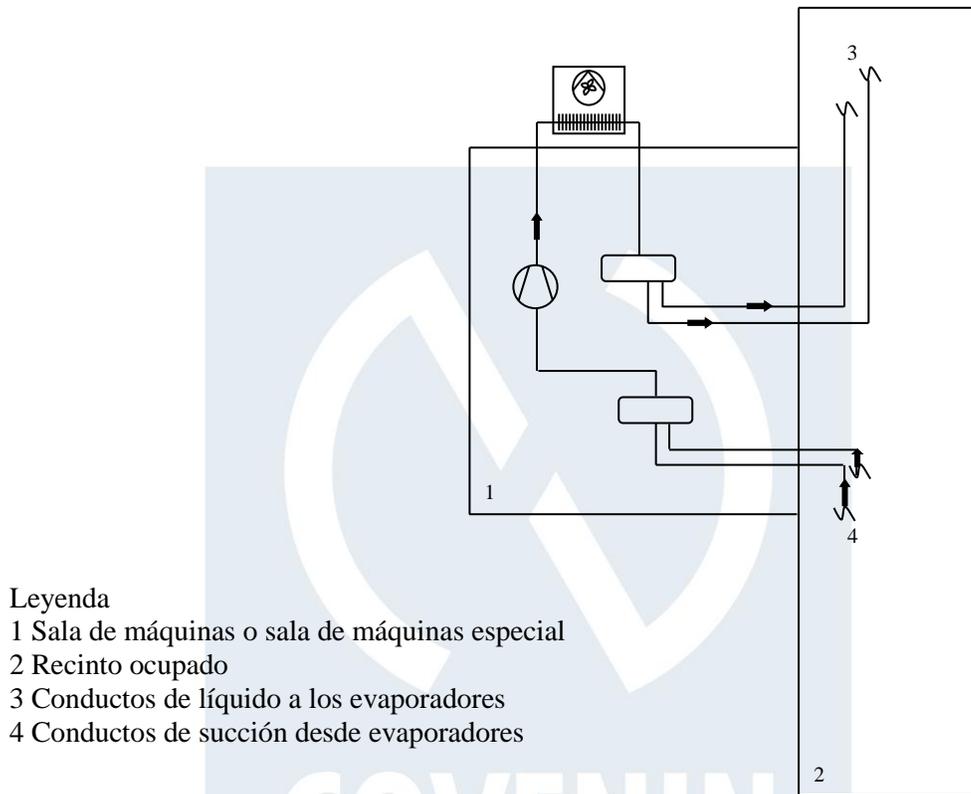
Las figuras 2, 3 y 4 proporcionan ejemplos de los tipos de emplazamientos.

Figura 2. Sistema de refrigeración situado en un recinto ocupado



Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.

Figura 3. Sistema de refrigeración con los compresores, receptores de líquido y condensadores situados en una sala de máquinas o sala de máquinas especial, o al aire libre



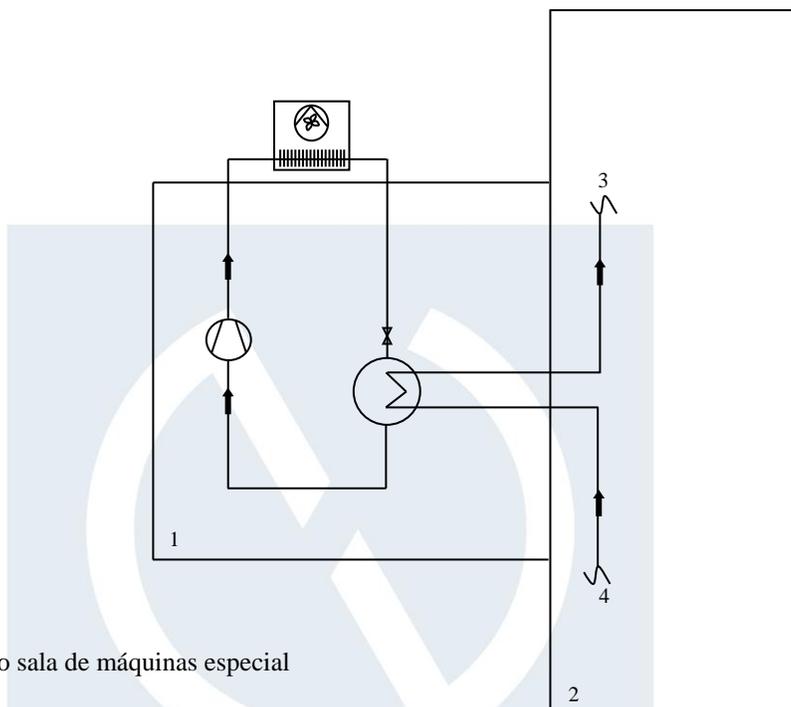
Leyenda

- 1 Sala de máquinas o sala de máquinas especial
- 2 Recinto ocupado
- 3 Conductos de líquido a los evaporadores
- 4 Conductos de succión desde evaporadores

Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.

Comisión Venezolana
de Normas Industriales

Figura 4. Sistema de refrigeración con todas las partes que contienen refrigerante situados en una sala de máquinas o sala de máquinas especial, o al aire libre



Leyenda

- 1 Sala de máquinas o sala de máquinas especial
- 2 Recinto ocupado
- 3 Conductos de suministro de fluido refrigerante
- 4 Conductos de retorno de fluido refrigerante

Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.

NOTA 1. Algunos acondicionadores de aire o bombas de calor funcionan, bien para el calentamiento bien para el enfriamiento, cambiando el flujo del compresor a los intercambiadores de calor mediante una válvula especial de cambio de sentido. En estos casos las partes de alta y baja presión del sistema pueden variar dependiendo del modo de la unidad.

Los sistemas o las partes de los sistemas de refrigeración no deben instalarse en o sobre escaleras, plataformas, entradas o salidas utilizadas por el público, si por ello se ve limitado el paso libre.

NOTA 2. Las combinaciones que están permitidas pero sometidas a restricciones se indican con requisitos específicos y límites de carga refrigerante. El límite de carga puede ser un valor absoluto o calcularse a partir de la información característica del refrigerante y volumen del recinto.

Si un sistema secundario emplea una sustancia que se enumera como un refrigerante en el ANEXO C, la carga de tal fluido de transferencia de calor debe calcularse utilizando los requisitos para los sistemas directos dentro de las tablas 6, 7, 8, 9 y 10 contenida en el ANEXO B de la presente norma.

Para sistemas de refrigeración herméticos que utilicen refrigerantes inflamables (A2 o A3), pero excluyendo el R-717, no deben asociarse fuentes de ignición con las partes del equipo que pudieran estar en contacto con refrigerante derramado.

Un sistema hermético de refrigeración de fábrica con menos de 0,15 kg de refrigerante A2 o A3 puede situarse sin ninguna restricción en un recinto ocupado sin que sea una sala de máquinas especial.

6.2.2 Directrices de uso de las tablas B.1, B.2, B.3, B.4 y B.5 del ANEXO B

El ANEXO B Grupo de seguridad de los refrigerantes determina las limitaciones de carga refrigerante para un sistema dado. Para determinar el límite de carga, el sistema tiene que clasificarse según cuatro categorías:

- a. Grupo de seguridad del refrigerante (véase el ANEXO C);
- b. Ocupación (véase 4.2);
- c. Categoría del sistema (directo o indirecto- véase 4.1);
- d. Emplazamiento del sistema de refrigeración (véase el punto 6.2.1).

La asignación de todas las categorías conduce a un cuadro distinto del ANEXO B con una limitación de carga y requisitos adicionales potenciales. Para una referencia más sencilla estas casillas están numeradas. Cada grupo de seguridad del refrigerante tiene un segmento de la tabla separado dentro de las tablas B.1, B.2, B.3, B.4 y B.5 resultantes en seis segmentos.

Algunas de las combinaciones para las diferentes categorías parecen entrar en conflicto o ser innecesarias. Un ejemplo es: “sistemas directos con todas las partes que contienen refrigerante en una sala de máquinas”. Esto es, sin embargo, una combinación válida e importante y se aplicaría a los sistemas de conductos y a los de pulverización de tipo abierto donde las partes que contienen refrigerante pueden situarse en una sala de máquinas no ocupada o en el exterior pero donde el refrigerante puede escapar directamente al recinto ocupado.

Los sistemas indirectos que no están situados en una sala de máquinas son otra combinación que puede parecer innecesaria. Sin embargo, las bombas de calor residenciales de agua, pertenecen claramente a esta categoría.

Ejemplo 1:

Sistema de acondicionamiento de aire partido.

Un acondicionador de aire partido con R-410A como refrigerante, se instala en un dormitorio de una residencia privada (tamaño de la habitación: 16 m², altura: 2,7 m).

La categoría del sistema es directa (el evaporador se sitúa en el recinto ocupado), la categoría de ocupación es la A: Ocupación general, y el emplazamiento del sistema es de tipo b): Compresor y receptor de líquido en una sala de máquinas no ocupada o al aire libre. Los requisitos resultantes son los de la casilla N° 3 de la tabla 1 con el refrigerante A1. Esto requiere alinear el tamaño de la carga con el límite práctico y el volumen del recinto. Los límites prácticos para todos los refrigerantes se indican en el ANEXO C. El tamaño de carga máxima es el límite práctico (0,44 kg/m³) veces el volumen del recinto (16 m² x 2,7 m) 19,0 kg.

Ejemplo 2:

Sistema de refrigeración de vitrinas en una estación de servicio.

Un sistema R-290 se instala en una estación de servicio para refrigerar las vitrinas.

Excepto por el condensador todas las partes que contienen refrigerante están dentro de la tienda (55 m² de suelo; 3,5 m de altura). El grupo de seguridad del refrigerante es de la categoría A3. La ocupación es categoría A: Ocupación general y el tipo del sistema es directo. El emplazamiento del sistema es a): recinto ocupado por humanos que no es una sala de máquinas. El sistema es de tipo directo. El requisito resultante está en la casilla 1 de la tabla 3 para refrigerantes A3 y requiere que la carga máxima sea calculada mediante el límite práctico (0,008 kg/m³) veces el volumen del recinto (55 x 3,5)

resultado 1,54 kg y no debe exceder los 1,5 kg. El sistema debe ser un sistema hermético. La carga máxima es entonces de 1,5 kg y el sistema debe ser hermético.

6.2.3 Límites de carga debidos a la inflamabilidad de los sistemas de acondicionamiento de aire o bombas de calor para el confort humano

6.2.3.1 Generalidades

Un sistema de refrigeración hermético de fábrica con menos de 0,150 kg de refrigerante A2 o A3 puede situarse en un recinto ocupado que no sea una sala de máquinas o una sala de máquinas especial sin restricción.

6.2.3.2 Partes que contienen refrigerante en un recinto ocupado

La carga máxima en un recinto debe estar de acuerdo con lo siguiente:

Si el tamaño de la carga es superior a $4 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$ la carga máxima en un recinto debe estar de acuerdo con lo siguiente:

$$m_{\text{máx}} = 2,5 \times \text{LFL} \frac{5}{4} \times h \times A \frac{1}{2}$$

o el área de suelo mínima requerida **A mín.** para instalar un sistema con carga refrigerante m (kg) debe estar de acuerdo con lo siguiente:

$$m_{\text{mín}} = \left(\frac{m}{\left(2,5 \times \text{LFL} \frac{5}{4} \times h \right)} \right)^2$$

donde:

m máx. es la carga máxima permitida en un recinto, en kg;

m es la cantidad de carga refrigerante en el sistema, en kg;

A mín. es el área de recinto mínimo requerido, en m^2 ;

A es el área del recinto, en m^2 ;

LFL es el límite inferior de inflamabilidad (LFL), en kg/m^3 ;

ho es la altura de la instalación del aparato, en m:

a. 0,6 m para un emplazamiento al suelo;

b. 1,8 m para un montaje al muro;

c. 1,0 m para un montaje sobre ventana;

d. 2,2 m para un montaje al techo.

Cuando la **LFL** está en kg/m^3 , ANEXO C, y la masa molecular del refrigerante es superior a 42.

Ejemplo 1:

a. Sistema de acondicionamiento de aire con una carga de 0,300 kg de R-290;

b. $\text{LFL R-290} = 0,038 \text{ kg}/\text{m}^3$.

El tamaño de la carga es $> 0,152 \text{ kg}$ ($4 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$), de tal modo que el tamaño mínimo del recinto tiene que calcularse dependiendo del emplazamiento de la instalación.

Tabla 5. Emplazamiento de la instalación. Volumen mínimo del recinto

Emplazamiento de la instalación	Altura de la instalación [m]	Área de suelo mínimo [m ²]	Volumen mínimo del recinto (altura 2.2 m) [m ³]
Suelo	0.6	142.1	312.6
Montaje al muro	1.8	15.8	34.7
Montaje sobre ventana	1.0	51.2	112.5
Montaje al techo	2.2	10.6	23.3

Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.

6.2.3.3 Requisitos especiales para sistemas de acondicionamiento de aire o bombas de calor selladas en fábrica no fijas con una carga limitada.

Para unidades compactas selladas en fábrica no fijas (por ejemplo: una unidad funcional en una envolvente) con una cantidad de carga = $(4 \text{ m}^3) \times \text{LFL} < m \leq 8 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$.

La carga máxima en un recinto debe estar de acuerdo con lo siguiente:

$$m_{\text{máx}} = 0,25 \times A \times \text{LFL} \times 2,2$$

o el área de suelo mínima requerida, **A mín.** para instalar un aparato con carga refrigerante m (kg) debe estar de acuerdo con lo siguiente:

$$A_{\text{mín}} = \frac{m}{(0,25 \times \text{LFL} \times 2,2)}$$

donde:

m máx. es la carga máxima permitida en kg;

m es la cantidad de carga refrigerante en el aparato en kg;

A mín. es el área mínima requerida en m²;

A es el área del recinto en m²;

LFL es el límite inflamable inferior en kg/m³, como se indica en el ANEXO C.

NOTA. Los aparatos pueden situarse a cualquier altura por encima del suelo.

Cuando los aparatos están encendidos, un ventilador debe funcionar continuamente proporcionando un caudal de aire mínimo como en condiciones normales de funcionamiento estable, incluso cuando el compresor está apagado mediante el termostato.

El cumplimiento se comprueba mediante la inspección.

6.2.3.4 Requisitos especiales para los encerramientos ventilados mecánicamente en un recinto ocupado

El circuito de refrigeración consta de un encerramiento separado que no se comunica con el recinto. El encerramiento del sistema debe tener un sistema de ventilación que produzca un caudal de aire desde el interior del sistema al exterior a través de la columna de ventilación. Los sistemas con encerramientos ventilados mecánicamente pueden funcionar con refrigerantes de las categorías A2 o A3. La carga máxima para aquellos sistemas no debe exceder:

$$m_{\text{máx}} = 130 \times LFL$$

donde:

$m_{\text{máx}}$ es la carga máxima permitida en kg;

LFL es el límite inferior de inflamabilidad (LFL) en kg/m³, como se indica en el ANEXO C.

6.3. Instalaciones eléctricas

6.3.1 Aspectos generales

Se deben cumplir las reglamentaciones nacionales para la instalación eléctrica general de un sistema de refrigeración y de otros equipos incluyendo la iluminación, energía, etc.

6.3.2 Suministro principal de alimentación

La potencia eléctrica suministrada a un sistema de refrigeración debe estar dispuesta de forma que pueda desconectarse independientemente de la fuente de alimentación de otros equipos eléctricos en general y, en particular, de cualquier sistema de iluminación, unidades de ventilación, alarmas y otros equipos de seguridad.

6.4. Alarmas de seguridad

6.4.1 Aspectos generales

De usarse una alarma para alertar que existe una fuga en la sala de máquinas y en un espacio ocupado por personas, la alarma debe avisar de una fuga de refrigerante de acuerdo a lo establecido en el punto 6.4.3, y también debe alertar a una persona autorizada para que tome las medidas necesarias.

De acuerdo a lo contemplado en el punto 6.5, la alarma debe encenderse por la señal del detector.

6.4.2 Suministro de energía del sistema de alarma

La fuente de alimentación del sistema de alarma, debe ser independiente de la fuente de alimentación de la ventilación mecánica.

NOTA: Para el sistema de alarma puede utilizarse un sistema de alimentación de reserva que utilice baterías.

6.4.3 Aviso del sistema de alarma

El sistema de alarma debe alertar tanto por una señal audible como visual. Cuando la sala de máquinas se utilice como un espacio ocupado, el sistema de alarma debe generar una señal audible dentro y fuera de la sala de máquinas o al menos dentro de la misma. El sistema de alarma en hoteles y locales similares, también debe alertar en el espacio ocupado y en un emplazamiento vigilado, como el puesto

del vigilante nocturno. La alarma exterior debe instalarse en un recinto vigilado o en otro emplazamiento supervisado.

6.5. Detectores

6.5.1 Aspectos generales

En las salas de máquinas para refrigerantes con $ODP > 0$ o $GWP > 0$, si la carga del sistema es superior a 25 kg, deben instalarse los sistemas de detección de refrigerante. En salas de máquinas con cualquier refrigerante, deben instalarse sistemas de detección de refrigerante para activar las alarmas e iniciar el sistema de ventilación, si los niveles se elevan al 25% del LFL o al 50% del ATEL/ODL. Cabe destacar, que no se requieren detectores de toxicidad, en el caso de refrigerantes con un olor característico y concentraciones inferiores del ATEL/OD, Cuando la concentración del refrigerante pueda sobrepasar el límite práctico conforme a lo establecido en el punto 6.2 de esta norma, los detectores deben encender la alarma y en el caso de la sala de máquinas, la ventilación mecánica de emergencia.

6.5.2 Ubicación de los detectores

Según sea el tipo de refrigerante usado se escoge la ubicación de los detectores. Los mismos deben localizarse donde se acumularía el refrigerante en caso de una fuga.

6.5.3 Número de detectores

En cada sala de máquinas o espacio considerado ocupado debe instalarse como mínimo un detector, así como en el recinto subterráneo más bajo para los refrigerantes más pesados que el aire y en el más alto para los refrigerantes más ligeros que el aire.

6.5.4 Función del detector

El sensor debe cumplir con lo establecido en los puntos 6.5.5 y 6.5.6, y debe detectar la privación de oxígeno o la presencia del refrigerante. Los sensores de oxígeno deben utilizarse solamente con sistemas que contengan refrigerantes del grupo A1.

6.5.5 Tipo y funcionamiento de los detectores

Puede usarse cualquier detector que sea apropiado, y el mismo debe generar una señal eléctrica al valor fijado previamente de concentración de oxígeno o de refrigerante (valor prefijado) que active las válvulas de cierre, el sistema de alarma o la ventilación mecánica. El valor prefijado para el detector de refrigerante debe ser la mitad o menos del límite práctico de concentración como se indica en el ANEXO C. El valor prefijado para el detector de privación de oxígeno debe ser del 18% o más de concentración de oxígeno. La detección al valor previamente fijado debe garantizar un margen para tener en cuenta la sensibilidad del detector, incluyendo una tolerancia para la tensión de la línea de $\pm 10\%$. Los detectores deben estar sometidos a un programa de mantenimiento.

NOTA. El uso de sensores de privación de oxígeno puede verse afectado por la presencia de gas o vapor distinto de aquellos que el equipo esté destinado a detectar. Garantizar que si se utilizan sensores de privación, esto no compromete la seguridad o integridad de la instalación.

6.5.6 Construcción e instalación de los detectores

Un detector debe ser lo suficientemente sólido para soportar posibles daños. Dentro del proceso de instalación de un detector, debe considerarse el permitir al personal autorizado el acceso, la comprobación y las reparaciones que sean pertinentes.

La instalación de un detector debe ser tal que permita que su operación pueda ser verificada adecuadamente y con facilidad.

No se debe permitir la manipulación del detector por parte de personal no autorizado, con el fin de prevenir la manipulación o la puesta a cero del valor prefijado.

6.5.7 Detectores de refrigerante de los grupos A2 o A3

Estos detectores deben funcionar a un nivel que no exceda el 25% del límite inferior de la concentración del rango de inflamabilidad en el aire para el refrigerante. Cuando estos detectores se activen, debe automáticamente sonar una alarma, iniciar la ventilación mecánica y pararse el sistema.

6.6. Instrucciones, manual y avisos

6.6.1 Manual de instrucciones

En caso de que se active el sistema de alarmas, debe indicarse el procedimiento a seguir, debiendo designarse en la sala de máquinas o en cada espacio ocupado, un personal que conocerá estos procedimientos y que tendrá la facultad de actuar en estos casos.

6.6.2 Señal de advertencia

Las salas de máquinas tienen que estar dotadas con las señales de identificación de las mismas, procedimiento a seguir si se activa una alarma, así como con señales de advertencia, tales como prohibición de entrada de personal no autorizado, prohibición de fumar, de emplear luces sin protección y de llamas abiertas.

6.6.3 Inspección visual del lugar

Se deberá verificar, previo a la entrega del sistema, la adecuada instalación y funcionamiento de los servicios y equipos vinculados al sistema de refrigeración, tomando en cuenta aspectos tales como la ventilación mecánica de la sala de máquinas, los sistemas de iluminación de emergencia, la disponibilidad y el acceso a los equipos de protección personal, las alarmas, los detectores de refrigerante, así como que no existan obstáculos que bloqueen las aberturas para la transferencia y ventilación, y los escapes y las rutas de acceso para la evacuación.

Los resultados de estas comprobaciones deben ser documentados y registrados.

6.6.4 Mantenimiento

Por lo menos con una frecuencia anual, deben verificarse los detectores, y regularmente las alarmas, la ventilación mecánica, y las aberturas de transferencia entre recintos (que estén libres de obstrucciones), todo ello para verificar su adecuada operación, debiendo registrarse los resultados en el diario de operaciones.

6.7. Fuentes de calor y temperaturas temporalmente altas

Deben adoptarse las medidas pertinentes para evitar la exposición de los evaporadores o enfriadores de aire a un calor excesivo, en el caso de que los mismos se instalen cercanos a fuentes de calor. Cerca de las fuentes de calor no deben colocarse los condensadores y los receptores de líquido.

Si alguna parte del circuito de refrigeración puede alcanzar una temperatura por encima de la temperatura correspondiente a la presión máxima permitida (por ejemplo: por razón de un sistema de descongelación eléctrico, un sistema de descongelación que utilice agua caliente, o limpieza por medio de agua caliente o vapor), el líquido contenido en él debe poder escapar a otra parte del sistema en el cual esta alta temperatura no prevalezca. Si es necesario, el sistema debe equiparse con un receptor, que esté conectado permanentemente con el aparato en cuestión.

7. MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

7.1 Labores de mantenimiento

7.1.1 El mantenimiento preventivo de cada sistema de refrigeración que contengan más de 3 kg refrigerantes halogenados o más de 1,5 kg de refrigerantes hidrocarbonados, debe realizarse conforme al manual del fabricante. La frecuencia del mantenimiento dependerá además del tamaño del equipo, de la intensidad de uso, los años de servicio, su localización y las condiciones en las que opera.

La planificación y supervisión del proceso de mantenimiento estará a cargo del propietario y operario del sistema y quedará registrado en el diario del sistema, como se indica en el punto 5.4.

7.1.2 El personal operativo, con la anuencia del propietario, llevará a cabo mensualmente el mantenimiento preventivo de limpieza externa de los componentes del sistema y la verificación de las temperaturas y presiones de funcionamiento; si se requiere el uso de instrumentos de medición y llevar a cabo una inspección a fondo de todas las partes, se necesita la concurrencia de un técnico que tenga los requisitos indicados en el punto 5.2 y conozca el sistema.

7.1.3 Al menos una vez al año, los sistemas de refrigeración con más de 3kg de refrigerante halogenado o más de 1,5kg de refrigerantes hidrocarbonados, deberán ser sometidos a una inspección rigurosa de detección de fugas. Si durante la inspección se encuentran indicadores como temperaturas o presiones fuera de los rangos esperados para el sistema, se debe profundizar en la búsqueda de fugas y proceder a eliminarlas, siguiendo los procedimientos 6.1.2 o 6.1.3 según el tipo de refrigerante. Todas las medidas y pruebas realizadas deben quedar debidamente registradas en el diario de operaciones.

7.1.4 Cuando el sistema de refrigeración esté situado dentro de un recinto y se catalogue como sistema indirecto, las personas no autorizadas no podrán permanecer en el recinto durante las operaciones de mantenimiento y de reparación, ya que la separación entre las partes que contienen el refrigerante y los ocupantes de la sala no es totalmente efectiva y los escapes de refrigerante pueden llegar a la zona ocupada.

7.1.5 Medidas de seguridad en el mantenimiento de sistemas y equipos de refrigeración. Al realizar el mantenimiento se deben seguir las normas de seguridad que indique el manual de operación del equipo y las establecidas en el lugar donde funciona el sistema para evitar accidentes personales, daños a la propiedad, daños a los componentes del sistema, pérdidas de refrigerante o de cualquier otro fluido empleado en el proceso.

7.1.6 Las pruebas de hermeticidad y la limpieza interna del sistema y de los ductos tiene que hacerse

con nitrógeno u otro producto que se recomiende a estos fines, pero en ningún caso con refrigerante ni oxígeno o aire comprimido.

7.1.7 Si se requiere desmontar una sección que incluye válvulas de cierre, se debe asegurar que no quedarán extremos libres que dejen escapar el refrigerante.

7.1.8 Cuando se tenga un sistema secundario de enfriamiento, el medio de transferencia de calor debe inspeccionarse periódicamente por su composición y por la presencia de refrigerante en el sistema secundario.

7.1.9 Los equipos de seguridad y de protección personal dispuestos para las labores de mantenimiento o de reparación, deben inspeccionarse periódicamente antes de las fechas previstas para realizar los trabajos de mantenimiento, asegurando que estén disponibles y en condiciones aptas para su empleo.

7.1.10 Para drenar el aceite del sistema de refrigeración, se seguirá el procedimiento del manual de instrucciones del fabricante del equipo; el aceite que se vaya a descartar se hará según las disposiciones establecidas por la autoridad ambiental competente.

7.2 Procedimiento de seguridad para labores de reparación en sistemas que contengan 3 kg o más de refrigerantes halogenados

7.2.1 Requisitos y pasos a seguir en las labores de reparación:

a. De acuerdo con el tipo de sistema y su localización, el personal operativo primero debe realizar un análisis de los peligros presentes y una evaluación de riesgos para tomar las medidas necesarias y contar con todos los equipos de protección personal y de la instalación que se requieren;

b. Se informa a los técnicos de mantenimiento o a quienes vayan a realizar la reparación, sobre las medidas de seguridad a cumplir para evitar accidentes personales, daños al sistema y fugas de refrigerante;

c. Se procede a desconectar y separar los componentes a reparar (por ejemplo: accionamiento mecánico, recipiente a presión, tuberías) tomando las precauciones para que no escape el refrigerante;

d. Se hace el vaciado y la extracción del refrigerante, trasvasándolo a un recipiente vacío y hermético, con la capacidad necesaria para el trasvase; se determina por peso la cantidad de refrigerante extraído; se recomienda utilizar una máquina recuperadora para depurar este refrigerante antes de reusarlo;

e. Se hace la limpieza y purgado del sistema con nitrógeno;

f. Después de estos pasos se procede a la reparación;

g. Para realizar alguna soldadura o el uso de arco eléctrico y de aparatos que produzcan llamas se requiere personal entrenado;

h. Finalizada la reparación se revisará el componente reparado y se hará la prueba de hermeticidad con nitrógeno y seguidamente la de ausencia de fugas. (Ensayo de presión, ensayo de estanquidad, ensayo de funcionamiento);

i. Si se comprueba que hay presencia de fugas, las mismas deben corregirse antes de finalizar la

reparación;

j. Una vez que se ha comprobado que no hay fugas, se extrae el nitrógeno, se hace vacío y se verifica en el manual del equipo la cantidad de refrigerante a cargar y se usa el refrigerante extraído, completando con refrigerante nuevo, en caso de ser necesario para llegar al valor indicado por el fabricante.

7.3 Procedimiento de seguridad para labores de reparación de sistemas y equipos que utilizan 1,5 kg o más de refrigerantes hidrocarbonados (inflamables)

7.3.1 Requisitos generales para estas labores:

a. Sólo las personas competentes que han sido entrenadas en el uso de refrigerantes inflamables pueden abrir las carcasas de los equipos o entrar en el circuito refrigerante.

b. Tener a mano por escrito la siguiente información:

- Instrucciones concernientes al funcionamiento normal del sistema, incluyendo la puesta en marcha y la parada;
- Instrucciones para el mantenimiento sistemático, reparación y la apertura segura de los equipos y componentes;
- Instrucciones sobre los ensayos de los sistemas de seguridad de los equipos y de los componentes;
- Información de los riesgos posibles de atmósferas explosivas y la prevención de los mismos;
- Información del procedimiento de trabajo para prevenir, tanto como sea posible, el riesgo de que el refrigerante inflamable se libere a la atmósfera;
- Referencia a las reglas nacionales y a las reglamentaciones que se aplican a las atmósferas explosivas.

7.3.2 Reparación de los componentes eléctricos

La reparación de los componentes eléctricos debe incluir ensayos en servicio, para poder determinar los efectos del paso del tiempo, desgaste o tensiones mecánicas, por ejemplo: a través del compresor o ventilador sobre estos componentes.

7.3.3 Reparaciones de los componentes sellados

Apagar la alimentación automática relevante, antes de abrir los componentes sellados. Si no es necesario apagar los componentes eléctricos relevantes para el trabajo de reparación, hay que monitorear continuamente la concentración en la atmósfera en la zona de trabajo y poder avisar a las personas sobre una situación potencialmente peligrosa.

NOTA. El equipo de detección de fugas se programa al 20% del LIF (límite inferior de inflamabilidad) del refrigerante contenido en los equipos y debe calibrarse para el refrigerante en cuestión.

Las conexiones del conductor de protección serán comprobadas de acuerdo con las reglas y reglamentaciones nacionales cada vez que se realice una reparación. Las conexiones y cables deben revisarse también para garantizar que no están dañadas.

Si se encuentra un defecto, que ponga en peligro el funcionamiento fiable del sistema de refrigeración, la instalación no debe encenderse de nuevo hasta corregir el defecto.

7.3.4 Reparaciones de los componentes de seguridad intrínsecos

Antes de aplicar una carga de capacidad o inductiva permanente al circuito, se debe verificar que no se

excede la tensión admisible y la corriente permitida para el refrigerante utilizado.

Los componentes de seguridad intrínsecos son los únicos que pueden funcionar en presencia de una atmósfera inflamable.

7.3.5 Reparaciones del sistema de refrigeración

Precauciones obligatoria para trabajar en el circuito de refrigeración:

- a. Obtener el permiso para trabajar a altas temperaturas (si se requiere);
- b. Verificar que no se almacenen materiales inflamables en la zona de trabajo y no hay fuentes de ignición presentes en ninguna parte de la zona de trabajo;
- c. Verificar que se dispone de equipos de extinción de fuego apropiados;
- d. Verificar que la zona de trabajo esté adecuadamente ventilada antes de trabajar en el circuito de refrigeración o antes del trabajo de soldadura o soldadura blanda;
- e. Verificar que los equipos de detección de fugas utilizados no emiten chispas, están adecuadamente sellados o son intrínsecamente seguros; y
- f. Verificar que todo el personal de mantenimiento ha sido instruido en el manejo de refrigerantes inflamables.

NOTA. Si la instalación lo permite, se recomienda retirar los equipos de su posición existente y trasladarlos a un ambiente de taller controlado, donde pueda llevarse a cabo el trabajo con seguridad.

7.3.5.1 Procedimiento a seguir para trabajar en el circuito de refrigeración:

- a. Retirar el refrigerante (prescribir ppm/ presión);
- b. Purgar el circuito con un gas inerte (por ejemplo: nitrógeno);
- c. Evacuar el gas a una presión de 0,3 (abs.) bar (o 0,03 MPa);
- d. Purgar de nuevo con gas inerte (por ejemplo: nitrógeno); y
- e. Abrir el circuito.

El área debe inspeccionarse previamente con un detector de refrigerante adecuado y durante cualquier trabajo a temperaturas elevadas para que el técnico sea consciente de una atmósfera peligrosa (inflamable).

Si se retiran el compresor o el aceite del compresor, hay que asegurarse que ha sido evacuado el refrigerante a un nivel aceptable, para garantizar que no queda refrigerante inflamable dentro del lubricante.

Sólo deben emplearse equipos de recuperación de refrigerante que indiquen su utilización con refrigerantes hidrocarbonados inflamables.

Si las reglas o reglamentaciones nacionales permiten que el refrigerante hidrocarbonado sea liberado al aire, se utilizará una manguera, por ejemplo, a través de la cual el refrigerante se descargue a la atmósfera exterior en una zona segura. Debe asegurarse que el refrigerante se disperse en el aire para que no se produzcan condiciones inflamables en las proximidades de una fuente de ignición o que penetre en algún edificio. De ser posible, es preferible que se realice su recuperación.

En el caso de sistemas de refrigeración con un sistema indirecto, el medio de transferencia de calor debería comprobarse por la posible presencia de refrigerante.

Después de cualquier trabajo de reparación, debe comprobarse el funcionamiento de los dispositivos de seguridad, como los detectores de refrigerante y los sistemas de ventilación mecánicos, y anotar en el

diario que se hizo la comprobación y los resultados.

Deben revisarse también las etiquetas y reemplazar cualquier etiqueta perdida o ilegible de los componentes del circuito de refrigeración.

Ninguna persona podrá o deberá usar una fuente de ignición en la búsqueda de fugas de refrigerantes inflamables.

7.3.6 Requisitos de las personas competentes en el uso de refrigerantes inflamables

El mantenimiento y las reparaciones que requieren la asistencia de otras personas calificadas deberían realizarse bajo la supervisión de una persona competente en el manejo y uso de los refrigerantes inflamables. Los técnicos que lleven a cabo el servicio o mantenimiento de un sistema o de las partes asociadas de los equipos que utilicen refrigerantes inflamables tienen que tener el certificado de Buenas Prácticas empleando este tipo de refrigerante.

Las personas que trabajan en el sistema de refrigeración con refrigerantes inflamables, deben formarse y ser competentes en aspectos de seguridad relacionados con este tipo de productos. Esto incluirá los siguientes aspectos:

- a. Conocimiento de la legislación, reglamentaciones y normas relacionadas con los refrigerantes inflamables;
- b. Conocimientos detallados y habilidades para la manipulación de refrigerantes inflamables, equipos de protección de las personas, prevención de fugas de refrigerante, manipulación de cilindros, carga, detección de fugas, recuperación y eliminación.

El personal operativo y los técnicos competentes deben ser capaces de entender y de poner en práctica el contenido de esta norma y tienen que reentrenarse anualmente en las medidas de seguridad para el manejo de refrigerantes inflamables.

7.4 Cambio del tipo de refrigerante

7.4.1 Condiciones básicas

Para cambiar el tipo de refrigerante utilizado en un sistema de refrigeración, debe verificarse en primer término si las curvas de presión-temperatura de ambos refrigerantes son similares, si los componentes del sistema son compatibles con el nuevo refrigerante, si la localización del sistema y la cantidad de refrigerante necesaria presenta restricciones de volumen y si el propietario del equipo está de acuerdo y sabe lo que conlleva el cambio; de lo contrario no puede llevarse a cabo.

8 REQUISITOS PARA LA RECUPERACIÓN, REUTILIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y REFRIGERANTES

8.1 Requisitos básicos para ambos casos

8.1.1 Reglas para Eliminación

La eliminación de los sistemas de refrigeración y de sus partes debe realizarse de acuerdo con las reglamentaciones ambientales vigentes.

8.1.2 Registro y autorización ambiental

Las labores de recuperación, reutilización, reciclado, regeneración y eliminación de equipos y refrigerantes sólo pueden realizarlas personas que cuenten con el registro y el permiso específico de la autoridad ambiental competente.

8.1.3 Especificaciones según los Refrigerantes

Todos los refrigerantes halogenados deben recuperarse para su reutilización, reciclado o regenerarse para su reutilización. Si el refrigerante no puede ser reutilizado, se debe conservar en forma segura para su destrucción posterior de conformidad con las regulaciones ambientales vigentes. Si se trata de un refrigerante hidrocarbonado se verificará si se cuenta con equipos para su reciclado o regeneración.

8.2 Requisitos para la recuperación y reutilización del refrigerante

8.2.1 Recuperación para su reutilización en el mismo sistema o en un sistema similar.

8.2.1.1 Cuando el refrigerante es recuperado de un sistema de refrigeración (por ejemplo: el extraído por sobrecarga, refrigerante retirado por mantenimiento de un sistema, reparación local no contaminante, revisión general o sustitución de un componente) puede recargarse normalmente en el mismo sistema.

8.2.1.2 Para la reutilizar los refrigerantes halogenados en el mismo sistema, debe verificarse la acidez del refrigerante con un analizador portátil. Si la prueba confirma la presencia de ácido el refrigerante debe someterse a un proceso de reciclado o regeneración, y deben reemplazarse los filtros deshidratadores en el sistema de refrigeración. En el caso de refrigerantes hidrocarbonados se verificará si se requiere la prueba de acidez y en caso afirmativo, verificar si el analizador es compatible e igualmente sensible con estos refrigerantes.

8.2.1.3 Si el refrigerante proviene de un equipo fuera de servicio y tiene una elevada contaminación por haberse quemado el motor, dicho refrigerante tiene que someterse a un proceso de regeneración antes de usarlo nuevamente o si no, mantenerlo envasado en forma segura para su destrucción final. Tratándose de hidrocarburos, es necesario verificar si se puede utilizar el mismo equipo de regeneración, si funciona igual o de lo contrario se mantendrá herméticamente cerrado para su destrucción.

8.2.1.4 Para la carga y descarga de refrigerantes se emplean una máquina recuperadora, siguiendo los procedimientos de buenas prácticas. La recarga debe hacerse a través del filtro deshidratador para retirar la humedad que puede haber contaminado el fluido durante la recuperación. En el caso de hidrocarburos, hay que verificar si se puede utilizar la misma recuperadora y bajo cuáles condiciones.

8.2.1.5 Refrigerantes recuperados y reciclados.

Los refrigerantes recuperados y reciclados que no se vayan a utilizar en el mismo sistema de donde se extrajo, ni en ningún otro similar del mismo propietario, tendrán que someterlos a un proceso de regeneración para que otros puedan utilizarlos, de lo contrario deberá mantenerse en un envase hermético para su posterior destrucción. En el caso de los hidrocarburos se debe verificar si se someten al mismo tipo de reciclado y regeneración para reuso.

8.2.2 Requisitos de los equipos y procedimientos para el reciclaje de refrigerantes

Los equipos de reciclado deben inspeccionarse regularmente para verificar su funcionamiento, instrumentos y buen estado.

8.2.3 Regeneración

8.2.3.1 Análisis previo

Los refrigerantes halogenados previstos para regeneración deben analizarse, para regenerarlos o eliminarlos de forma adecuada.

8.2.3.2 Análisis posterior

Después de que el refrigerante ha sido regenerado éste debe analizarse para verificar que cumple las especificaciones similares al refrigerante nuevo.

8.3 Requisitos para el trasvase, transporte y almacenaje de refrigerante

8.3.1 Generalidades

Durante el trasvase de refrigerante de un sistema de refrigeración a un recipiente de refrigerante para su transporte o almacenaje deben adoptarse las adecuadas medidas de seguridad.

8.3.2 Traslase de refrigerante para extraerlo del equipo o para cargarlo nuevamente, no el trasvase para cambios de recipiente.

8.3.2.1 Procedimiento

El trasvase/extracción del refrigerante debe realizarse como se indica a continuación:

- a.** Si el compresor del sistema de refrigeración no puede utilizarse para el trasvase, debe conectarse un equipo de recuperación de refrigerante al sistema de refrigeración para transferir el refrigerante, tanto a otra parte del sistema de refrigeración como a un recipiente independiente;
- b.** Antes del mantenimiento, reparación, etc., que implique la apertura del sistema, la presión del sistema de refrigeración o de las partes relevantes debe reducirse a 0,3 bares de presión absoluta o por debajo; la presión puede reducirse más utilizando una bomba de vacío antes de que se rompa el vacío (barrido) con nitrógeno seco y libre de oxígeno;
- c.** Antes de la eliminación del sistema de refrigeración, el refrigerante debe extraerse de sus partes hasta que la presión absoluta descienda a 0,3 bar o menos.

NOTA 1. Las presiones anteriormente especificadas corresponden a un sistema de refrigeración situado a una temperatura ambiente de 20 °C. Para otras temperaturas, debería en consecuencia cambiarse la presión.

NOTA 2. El tiempo necesario para el trasvase o vaciado depende de la presión. Sólo debería darse por concluido cuando la presión permanezca constante después de apagarse el compresor de la máquina de recuperación.

8.3.2.2 Recipiente para refrigerante

El refrigerante sólo debe transferirse a un recipiente recargable adecuado para la cantidad y tipo de refrigerante. El recipiente debe identificarse fácilmente y marcarse mediante un código de colores o de otra forma que acredite que es específico para el refrigerante en cuestión.

El recipiente con el refrigerante recuperado debe marcarse de forma especial, por ejemplo: “R407C — Recuperado — No utilizar antes de su análisis”.

NOTA 1. Las reglamentaciones nacionales especifican el color de los cilindros de recuperación.

8.3.2.3 Recipiente desechable

Los recipientes desechables (de un solo uso), se utilizan sólo para cargar los equipos, descartándolos una vez que se ha extraído todo el refrigerante y se ha inutilizado el recipiente para que no pueda ser recargado.

8.3.2.4 Llenado del recipiente recargable

Cuando se llena un recipiente con refrigerante, debe observarse siempre la carga máxima, teniendo en cuenta que las posibles mezclas de refrigerante-aceite tienen una densidad inferior a la del refrigerante puro. La capacidad útil del recipiente debe por lo tanto reducirse para una mezcla de refrigerante-aceite (80% de la carga máxima de refrigerante o 70% del volumen del recipiente, el que sea inferior), controlado por medio de la masa.

La presión permitida del recipiente no debe excederse, ni siquiera temporalmente, durante ninguna operación.

8.3.2.5 Refrigerantes diferentes

No se deben mezclar refrigerantes diferentes y deben almacenarse en recipientes distintos.

No debe colocarse un refrigerante en un recipiente que contenga un refrigerante distinto o desconocido. Si se encuentra un refrigerante desconocido en un recipiente, este no debe descargarse a la atmósfera pero debe identificarse y regenerarse o debe eliminarse de forma adecuada.

NOTA. Un refrigerante contaminado por otro refrigerante puede ser imposible de regenerar, pero si puede ser destruido.

8.3.3 Transporte

Todos los refrigerantes a presión deben transportarse de una manera segura, observando todos los requisitos legales, incluyendo el registro, obtención de permisos, vehículos y envases, entre otros.

8.3.4 Almacenaje

Los refrigerantes deben almacenarse de manera segura, de acuerdo a lo que se establece en el punto 10 sobre Manipulación y almacenaje de refrigerantes.

NOTA. El lugar de almacenaje debe ser seco y estar protegido de la intemperie para minimizar la corrosión y sobrecalentamiento de los recipientes de refrigerante.

8.4 Requisitos para los equipos de recuperación

8.4.1 Generalidades

El equipo de recuperación extrae el refrigerante/aceite del sistema de refrigeración y lo trasvasa a un recipiente de manera segura, y debe ser estanco a las fugas.

Las máquinas de recuperación de refrigerante deben cumplir con las normas de seguridad relevantes.

NOTA 1. El equipo es normalmente un sistema mecánico consistente en un compresor, un separador de aceite, un condensador y los componentes auxiliares.

NOTA 2. El equipo puede disponer de filtros secadores de núcleo reemplazable para eliminar la humedad, el ácido, las partículas y otros contaminantes.

8.4.2 Funcionamiento respetuoso con el medio ambiente

El equipo de recuperación debe utilizarse de forma que se minimicen los riesgos de emisiones de refrigerante o aceite al medio ambiente.

8.4.3 Presiones

A una temperatura correspondiente a 20 °C, el equipo de recuperación debe ser capaz de funcionar hasta una presión absoluta final de 0,3 bares.

8.4.4 Funcionamiento y mantenimiento

El equipo de recuperación y los filtros deben funcionar y mantenerse de acuerdo con las especificaciones del fabricante del equipo de recuperación.

NOTA. Cuando se cambia un filtro secador de núcleo reemplazable en el equipo de recuperación, la sección que contenga los filtros debe aislarse y el refrigerante debe trasvasarse a un recipiente de almacenaje adecuado antes de la apertura de la carcasa del filtro. Cualquier aire que pudo entrar al equipo de recuperación durante el cambio del núcleo debe eliminarse por extracción y no por expulsión o purgado con refrigerante.

8.5 Requisitos para la eliminación

8.5.1 Refrigerante no destinado a la reutilización

El refrigerante halogenado utilizado, que no esté previsto para reutilización, debe tratarse como un residuo para eliminarse de forma segura, conforme a las regulaciones para residuos peligrosos.

Si se trata de refrigerantes hidrocarbonados usados, que no van a reutilizarse nuevamente, la descarga al ambiente sólo debe permitirse de forma que no sea perjudicial para las personas, las propiedades y el medio ambiente y de acuerdo con las leyes nacionales.

8.5.2 Aceite de máquinas de refrigeración

El aceite utilizado, recuperado de un sistema de refrigeración, que no pueda regenerarse, debe almacenarse en un recipiente apropiado separado y debe tratarse como residuo para ser eliminado de forma segura.

8.5.3 Otros componentes

Otros componentes del sistema de refrigeración que contengan refrigerante o aceite deben eliminarse adecuadamente.

NOTA. Cuando sea necesario, debería consultarse a la autoridad competente en el tratamiento para la eliminación de refrigerantes y aceites.

8.6 Requisitos de la documentación

Todas las operaciones de recuperación y reutilización de refrigerante, y sus fuentes, deben registrarse en el diario de operaciones del sistema de refrigeración, véase el apartado 5.4.

8.7 Drenaje del aceite de un sistema de refrigeración

El aceite debe drenarse cuidadosamente por personal competente, utilizando un recipiente colector, apto para el traslado del aceite a los fines de su reúso o destrucción posterior.

Durante la operación de drenaje, la sala debe estar bien ventilada. Debe prohibirse fumar y la presencia de cualquier otra llama abierta o fuente de ignición.

Cuando se drene aceite de los compresores (o colectores) mediante un tapón de drenaje, es esencial reducir la presión en el compresor (o colector) a la presión atmosférica antes de retirar el tapón.

El aceite no debe descargarse en alcantarillas, canales, ríos, en aguas subterráneas o en el mar.

9. GUÍA DE ESPECIFICACIÓN (PARÁMETROS) PARA EL REFRIGERANTE RECICLADO

Requisitos de los equipos para reciclar refrigerantes halogenados e hidrocarbonados que contengan contaminantes estándar, como humedad, acidez, partículas y gases no condensables.

En la práctica, se puede esperar que en los refrigerantes que se recuperan tengan otros contaminantes además de los estándares, así mismo los niveles de contaminación de los sistemas de refrigeración sean mayores que los esperados o presencia de otros refrigerantes, en cuyo caso el equipo de reciclar no cumplirá su función.

Esta norma no hace referencia directa a especificaciones para refrigerantes ya reciclados, cuyos parámetros, en cualquier caso, aún están por determinar.

El recuperador del refrigerante puede querer asegurarse que el refrigerante es apto para la aplicación prevista, ya que así lo tendrá que certificar al propietario o al usuario.

El recuperador puede entonces basarse en su experiencia para comparar el refrigerante reciclado por él, con las especificaciones de un producto nuevo, entendiendo que el resultado o análisis no alcanzará las especificaciones de los refrigerantes nuevos ni excederá las especificaciones dadas para el equipo de reciclaje utilizado.

Se advierte de la posibilidad de cambios significativos de las propiedades si las mezclas refrigerantes que se reciclan están en proporciones diferentes de la mezcla original o si otros refrigerantes no presentes en la mezcla original han contaminado la mezcla.

10. MANIPULACIÓN Y ALMACENAJE DE REFRIGERANTES

10.1 Información general

Deben minimizarse las pérdidas de refrigerantes a la atmósfera durante la manipulación y el almacenaje del refrigerante.

10.2 Manipulación

10.2.1 Los refrigerantes sólo deberían cargarse en el sistema de refrigeración después de haber comprobado mediante ensayo la estanquidad y vacío.

10.2.2 Los recipientes de los refrigerantes no deberían conectarse a un sistema con una presión superior ni a tuberías cuya presión hidráulica del líquido refrigerante sea suficiente para causar un reflujo al recipiente.

El reflujo del refrigerante puede provocar un desbordamiento del recipiente. Esto podría ocasionar un incremento peligroso en la presión del recipiente.

10.2.3 Las líneas de carga deberían ser tan cortas como sea posible y equipadas con válvulas o conexiones de cierre automático para minimizar las pérdidas de refrigerante.

10.2.4 El refrigerante que se trasvasa al sistema debería medirse bien en masa o en volumen utilizando balanzas o un dispositivo de carga volumétrica. Cuando se cargan mezclas zeotrópicas, el refrigerante se carga en fase líquida de acuerdo con las instrucciones del fabricante del refrigerante.

Cuando se carga un sistema, debería tenerse cuidado de no superar nunca su carga máxima permitida (véase 10.2.7), entre otras causas, por el riesgo de que entre líquido en el compresor.

La carga de refrigerante debería realizarse preferiblemente por la parte de baja presión del sistema. Cada punto aguas abajo de una válvula de corte cerrada en la línea principal de líquido se considera como un punto del sector de baja presión.

10.2.5 Antes de cargar el refrigerante en un sistema, debería comprobarse minuciosamente el contenido de los recipientes de refrigerante. Añadir una sustancia inapropiada puede provocar explosiones u otros accidentes.

10.2.6 Los recipientes de refrigerante deberían abrirse lentamente y con precaución. Los recipientes de refrigerante deberían desconectarse del sistema inmediatamente después de que se haya completado el llenado o retirada del refrigerante.

Los recipientes de refrigerante no deberían, golpearse, tirarse, arrojarse al suelo o exponerse a radiaciones térmicas durante el relleno o retirada.

Deberían comprobarse los recipientes de refrigerante en relación con la corrosión.

10.2.7 Cuando se añade un refrigerante a un sistema, por ejemplo: después de una reparación, debería tenerse cuidado y añadir el refrigerante en pequeñas cantidades para evitar la sobrecarga, mientras se vigila la presión de los sectores de alta y baja presión.

Si la carga de refrigerante máxima admisible de un sistema se ha sobrepasado y surge la necesidad de trasvasar el exceso de refrigerante a un recipiente, el recipiente debe pesarse cuidadosamente durante el

trasvase, teniendo cuidado de no exceder la carga máxima del recipiente. El recipiente no debe cargarse por encima del 80% de su capacidad de manera que si hay un incremento de temperatura, la expansión del líquido no cause que el cilindro se reviente. La masa máxima permitida debería marcarse en los recipientes.

10.2.8 Los recipientes de refrigerante deben cumplir los diferentes requisitos para las aplicaciones recargables, de acuerdo con las reglamentaciones nacionales. Esto puede incluir un dispositivo de alivio de presión colocado apropiadamente, válvulas de entrada y salida para líquido y gas, y un capuchón de válvula.

10.2.9 Los recipientes de refrigerante no deben conectarse entre sí. Esto podría provocar un trasvase incontrolado de refrigerante hasta un desbordamiento del recipiente más frío.

10.2.10 Cuando se rellenan recipientes de refrigerante, no debe excederse la capacidad máxima de transporte o contenido.

La capacidad de transporte es función del volumen interno del recipiente y de la densidad del refrigerante en fase líquida a la temperatura de referencia (80% de líquido por volumen a 50 °C).

10.2.11 Los refrigerantes deberían trasvasarse únicamente a recipientes marcados con el mismo tipo del refrigerante, puesto que refrigerantes diferentes tienen diferentes presiones permitidas.

10.2.12 Para evitar el riesgo de mezclar diferentes tipos y grados de refrigerante, por ejemplo: reciclados, el recipiente receptor debe haberse utilizado previamente sólo para ese tipo y grado de refrigerante, El grado debería marcarse claramente.

10.2.13 El trasvase de refrigerantes de un recipiente a otro debe realizarse utilizando métodos seguros y aprobados.

Debe establecerse un diferencial de presión entre los recipientes, por enfriamiento del recipiente receptor o por calentamiento del recipiente de descarga. El calentamiento debería realizarse utilizando un equipo de manta calefactora con un termostato a 55 °C o menos y un fusible térmico o un termostato sin rearme automático, ajustado a una temperatura a la cual la presión de saturación del refrigerante no exceda el 85% de la del dispositivo de alivio de presión del recipiente seleccionado.

Bajo ninguna circunstancia los refrigerantes de un recipiente receptor pueden ventilarse a la atmósfera para descender la temperatura y ayudar al llenado del recipiente receptor.

Para incrementar la velocidad del flujo del refrigerante, no debe haber un calentamiento directo de los recipientes de refrigerante por llamas abiertas, calefactores radiantes o calefactores de contacto directo.

10.2.14 Los cilindros de carga con escala volumétrica graduada deberían equiparse con una válvula de alivio de presión.

Los calefactores de inmersión se permiten para este tipo de cilindro sin dispositivo limitador de temperatura si la potencia consumida se controla con un limitador de corriente, de forma que el funcionamiento continuo del calefactor provoque, en un cilindro para el refrigerante en cuestión, una presión inferior a la del 85% de la de tarado de la válvula de seguridad, sin tener en cuenta el nivel de líquido en el interior del cilindro.

10.3 Almacenaje

Los recipientes de refrigerante deben almacenarse en posición vertical, en un lugar fresco, dispuesto especialmente, sin riesgo de incendio, protegido de la luz directa del sol y lejos de fuentes directas de

calor.

Los recipientes almacenados al aire libre deben ser resistentes a la intemperie y protegerse de la radiación solar.

Debe evitarse el daño mecánico al recipiente y a su válvula mediante una cuidadosa manipulación. Incluso si se coloca un capuchón de válvulas, los recipientes no deben dejarse caer. En la zona de almacenaje, los recipientes deberían fijarse de forma segura para prevenir que se caigan.

La válvula del recipiente debería cerrarse y taparse cuando el recipiente no se utilice. Las juntas deberían reemplazarse cuando sea necesario.



**Comisión Venezolana
de Normas Industriales**

BIBLIOGRAFÍA

UNE-EN 378 -1:2008 + A1 - Parte 1 Requisitos básicos, definiciones, clasificación y criterios de elección.

UNE-EN 378 -3 - Parte 3 Instalación “*in situ*” y protección de las personas.

UNE-EN 378 -4 - Parte 4 Operación, mantenimiento, reparación y recuperación.

Buenas Prácticas en Sistemas de Refrigeración y Climatización. Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G. – Ministerio del Medio Ambiente Gobierno de Chile. 2011.

Good Servicing Practices for Flammable Refrigerants: A Quick Guide. Copyright © UN Environment, 2016.

Buenas Prácticas en Refrigeración. Jorge A. Puebla. Segunda Edición. FONDOIN. 2016.



Comisión Venezolana
de Normas Industriales

ANEXO A

A.1 IMPACTO TOTAL EQUIVALENTE DE CALENTAMIENTO (TEWI) DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.

A.1 El “TEWI” (impacto total equivalente de calentamiento) es una forma de evaluar el calentamiento global combinando de la contribución directa de las emisiones de refrigerante a la atmósfera con la contribución indirecta del dióxido de carbono y otras emisiones de gas resultantes de la energía necesaria para hacer funcionar el sistema de refrigeración a lo largo de su vida útil.

A.2 Uso del TEWI

El “TEWI” se ha diseñado para calcular la contribución total al calentamiento global del proceso de refrigeración en uso. Mide ambos, el efecto directo del calentamiento global del refrigerante, si se emite, y la contribución indirecta de la energía requerida para alimentar la unidad durante su periodo de vida útil. Sólo es válido para comparar sistemas alternativos u opciones de refrigerantes para una aplicación en un emplazamiento.

Para un sistema de refrigeración dado el “TEWI” incluye:

- El efecto sobre el calentamiento global directo bajo ciertas condiciones de pérdida de refrigerante;
- El efecto sobre el calentamiento global directo de los gases de efecto invernadero emitidos por el aislamiento u otros componentes, si es aplicable;
- El efecto indirecto sobre el calentamiento global por el CO₂ y otros gases emitidos durante la producción de energía para hacer funcionar el sistema y cubrir las pérdidas de energía entre el productor y el consumidor de energía.

Es posible identificar los medios más efectivos para reducir el impacto real de calentamiento global de un sistema utilizando el “TEWI”.

Las principales opciones son:

- Minimizar los requisitos de la carga refrigerante;
- Diseñar/seleccionar el sistema de refrigeración más adecuado y el refrigerante para satisfacer la demanda de una aplicación de enfriamiento específica;
- Optimización del sistema para una mejor eficiencia energética (la mejor combinación y disposición de los componentes y el uso del sistema para reducir el consumo de energía);
- Mantenimiento apropiado para mantener una eficiencia energética óptima y para evitar las pérdidas de refrigerante (por ejemplo: todos los sistemas se mejorarán con un mantenimiento y funcionamiento correcto);
- Recuperación y reciclado/regeneración del refrigerante utilizado;
- Recuperación y reciclado/regeneración del aislamiento utilizado.

NOTA. Por lo tanto, la eficiencia energética es normalmente un objetivo más importante para reducir el calentamiento global que la reducción de la carga del sistema. En muchos casos un sistema de refrigeración más eficiente con una carga refrigerante que tenga un potencial GWP más alto puede ser mejor para el medioambiente que un sistema de refrigeración menos eficiente con una carga refrigerante de potencial GPW inferior. Además sus emisiones se minimizan: si no hay fugas no hay calentamiento global directo.

A.3 Cálculo del TEWI

El “TEWI” se calcula en relación a un sistema de refrigeración particular y no sólo con relación al refrigerante en sí mismo. Varía de un sistema a otro y depende de las hipótesis realizadas respecto a los factores importantes como tiempo de funcionamiento, vida útil, factor de conversión y eficiencia. Para un sistema o aplicación dado, el uso más efectivo del “TEWI” se realiza determinando la importancia relativa de los efectos directos e indirectos.

Por ejemplo, cuando el sistema de refrigeración es sólo un elemento de un sistema más grande, como un circuito o un sistema secundario (por ejemplo: una estación central de aire acondicionado) entonces

el consumo de energía total en uso (incluyendo las pérdidas de distribución y mantenimiento del sistema de aire acondicionado), tiene que tenerse en cuenta para llegar a una comparación satisfactoria del impacto total equivalente de calentamiento.

El factor “TEWI” puede calcularse mediante la suma de las diferentes áreas de impacto según corresponde:

TEWI = Impacto de las pérdidas por fuga + Impacto de las pérdidas recuperadas + Impacto del consumo eléctrico

Impacto de las pérdidas por fuga = $GWP \times L \times n$

Impacto de las pérdidas recuperadas = $GWP \times m \times (1 - \alpha \text{ recuperación})$

Impacto del consumo energético = $n \times E \text{ anual} \times \beta$

$$TEWI = GWP \times L \times n + [GWP \times m \times (1 - \alpha \text{ recuperación})] + n \times E \text{ anual} \times \beta$$

Donde:

TEWI es el impacto total equivalente de calentamiento, en kilogramos de CO₂;

GWP es el potencial de calentamiento global, relacionado con el CO₂;

L es la fuga, en kilogramos por año;

n es el tiempo de funcionamiento del sistema, en años;

m es la carga refrigerante, en kilogramos;

α recuperación es el factor de reciclado o recuperación, cuyo valor más bajo es 0 y el más alto 1;

E anual es el consumo de energía, en kilovatios/hora al año;

β es la emisión de CO₂, en kilogramos por kilovatio/hora.

NOTA 1. El GWP (potencial de calentamiento global) es un índice que describe las características radioactivas de los gases de efecto invernadero bien mezclados, que representa los efectos combinados de los diferentes tiempos que estos gases permanecen en la atmósfera y su eficacia relativa en la adsorción de la radiación infrarroja saliente. Este índice aproxima el efecto de calentamiento, integrado en el tiempo, de un gas de efecto invernadero en la atmósfera actual, en relación al CO₂.

NOTA 2. El factor de conversión β indica la cantidad de CO₂ producido por la generación de 1 kWh. Puede variar geográficamente de forma considerable y en términos de tiempo.

Cuando los gases de efectos invernadero pueden emitirse por el aislamiento u otros componentes en los sistemas de calefacción o refrigeración, debe añadirse el potencial de calentamiento global de tales gases:

$$GWP_i \times m_i (1 - \alpha_i)$$

Donde:

GWP_i es el potencial de calentamiento global del gas en el aislamiento, relacionado con el CO₂;

m_i es la carga gaseosa en el sistema de aislamiento, en kilogramos;

α_i es el índice de gas recuperado del aislamiento al final de su vida, de 0 a 1.

Cuando se calcula el “TEWI” es muy importante actualizar el GWP en relación con el CO₂ y la emisión de CO₂ por kilovatio hora a partir de los valores más recientes.

Muchas de las hipótesis y factores de este método de cálculo se especifican normalmente para una aplicación en un emplazamiento particular. Por tanto, las comparaciones (resultantes de) entre diferentes aplicaciones o diferentes emplazamientos no tienen mucha validez.

ANEXO B
GRUPOS DE SEGURIDAD DE LOS REFRIGERANTES

Tabla B.1. Grupo de seguridad de refrigerante A1

Grupo de seguridad de refrigerante A1		
Emplazamiento del sistema de refrigeración	Ocupación general Clase A	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Recinto ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	1 Carga máx. = límite práctico x volumen del recinto ^{b c d}	2 considerado como sistema directo, véase la casilla número 1.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	3 Carga máx. = límite práctico x volumen del recinto.	4 Sin restricciones.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	5 Sin restricciones.	6 Sin restricciones.
Ocupación supervisada Clase B		
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Recinto ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	7 Por debajo del nivel del suelo o sobre el suelo sin salidas de emergencia adecuadas: se trata como ocupación general- Clase B; de otro modo no hay restricciones de carga.	8 considerando como sistema directo, véase la casilla número 7.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	9 Sin restricciones.	10 Sin restricciones.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	11 Sin restricciones.	12 Sin restricciones.
Ocupación solo con acceso autorizado Clase C		
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Recinto ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	13 Por debajo del nivel del suelo o sobre el suelo sin salidas de emergencia adecuadas: se trata como ocupación general- Clase B; de otro modo no hay restricciones de carga	14 considerando como sistema directo, véase la casilla número 13.

Grupo de seguridad de refrigerante A1		
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	15 Sin restricciones.	16 Sin restricciones.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	17 Sin restricciones.	18 Sin restricciones.

Tabla B.2. Grupo de seguridad del refrigerantes A2

Grupos de seguridad de refrigerantes A2		
Emplazamiento del sistema de refrigeración	Ocupación general Clase A	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Recinto ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	1 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: carga máxima = limite práctico x volumen del recinto sin exceder 38 x LFL.	2 considerado como sistema directo, véase la casilla numero 1.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	3 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: carga máxima = limite práctico x volumen del recinto sin exceder 38 x LFL.	4 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano, carga máxima = limite práctico x volumen del recinto.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	5 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: carga máxima = limite práctico x volumen del recinto sin exceder los 132 x LFL.	6 Sin restricciones si sale al aire libre y sin comunicación directa con recintos para las categorías A y B.
Ocupación supervisada Clase B		
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Espacio ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	7 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: Carga máxima = 10 kg.	8 considerando como sistema directo, véase la casilla número 7.
Compresor y receptor de líquidos en una sala	9 Sistemas de acondicionamiento de aire y	10 Sin restricciones, si la sala de máquinas no

Grupos de seguridad de refrigerantes A2		
de máquinas desocupada o al aire libre.	bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: Carga máxima = 25 kg.	está comunicada directamente con el recinto ocupado.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	11 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: sin restricciones, si la sala de máquinas no está comunicada directamente con el recinto ocupado.	12 Sin restricciones, si la sala de máquinas no está comunicada directamente con el recinto ocupado.
Ocupación solo con acceso autorizado – Clase C		
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Espacio ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	13 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano Todos los demás sistemas de refrigeración: Carga máxima = 10 kg o 50 kg si la densidad de personas es < 1 por cada 10 m ² y existen suficiente salidas de emergencia disponibles.	14 considerando como sistema directo, véase la casilla numero 13.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	15 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: Carga máxima = 25 kg o sin restricciones si la densidad de personas es < 1 por cada 10 m ²	16 Sin restricciones.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	17 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: Sin restricciones.	18 Sin restricciones.

Tabla B.3. Grupos de seguridad del refrigerante – B1

Grupos de seguridad del refrigerante – B1		
Emplazamiento del sistema de refrigeración	Ocupación Ocupación general – Clase A	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Espacio ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	1 Carga máxima = límite práctico x volumen del recinto .	2 Considerado como sistema directo, véase la casilla número 1.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	3 Carga máxima = límite práctico x volumen del recinto.	4 Carga máxima = 2,5 kg para sistemas herméticos de absorción; todos los demás sistemas: carga máx. = límite práctico x volumen del recinto.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	5 Carga máxima = 2,5 kg.	6 Sin restricciones si hay salida al aire libre y no hay comunicación directa con recintos para las categorías A y B.
Ocupación supervisada – Clase B		
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Fuera de una sala de máquinas.	7 Carga máxima = 10 kg.	8 considerando como sistema directo, véase la casilla número 7.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	9 Carga máxima = 25 kg.	10 Sin restricciones, si la sala de máquina no tiene comunicación directa con el recinto ocupado.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	11 Sin restricciones, si la sala de máquina no tiene comunicación directa con el recinto ocupado.	12 Sin restricciones, si la sala de máquina no tiene comunicación directa con el recinto ocupado.
Ocupación sólo con acceso autorizado – Clase C		
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Espacio ocupado por humanos que no es una sala de máquinas..	13 Carga máxima = 10 kg o 50 kg si la densidad de personas es < 1 por cada 10 m ² y existen suficientes salidas de emergencia disponibles.	14 Considerando como sistema directo, véase la casilla número 13.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	15 Carga máxima = 25 kg o sin restricciones si la densidad de personas es < 1 por cada 10 m ² .	16 Sin restricciones.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	17 Sin restricciones.	18 Sin restricciones.

Tabla B.4. Grupos de seguridad del refrigerante – B2

Grupos de seguridad del refrigerante – B2		
Emplazamiento del sistema de refrigeración	Ocupación Ocupación general – Clase A	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Espacio ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	1 Carga máxima = 2,5 kg para sistemas herméticos de absorción; todos los demás sistemas: cargas máx. = límite práctico x volumen del recinto.	2 Considerado como sistema directo, véase la casilla número 1.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	3 Carga máxima = 2,5 kg para sistemas herméticos de absorción; todos los demás sistemas: cargas máx. = límite práctico x volumen del recinto.	4 Carga máxima = 2,5 kg para sistemas herméticos de absorción; todos los demás sistemas: carga máx. = límite práctico x volumen del recinto.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	5 Carga máx. = 2,5 kg.	6 Sin restricciones si hay salida al aire libre y no hay comunicación directa con recintos para las categorías A y B.
	Ocupación supervisada – Clase B	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Espacio ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	7 Carga máx. = 10 kg.	8 Considerando como sistema directo, véase la casilla número 7.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	9 Carga máx. = 25 kg.	10 Sin restricciones, si la sala de máquina no tiene comunicación directa con el recinto ocupado.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	11 Sin restricciones, si la sala de máquina no tiene comunicación directa con el recinto ocupado.	12 Sin restricciones, si la sala de máquina no tiene comunicación directa con el recinto ocupado.
	Ocupación sólo con acceso autorizado – Clase C	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos.
Espacio ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	13 Carga máx. = 10 kg o 50 kg si la densidad de personas es < 1 por cada 10 m ² y existen suficiente salidas de emergencia.	14 Considerando como sistema directo, véase la casilla número 13.

Grupos de seguridad del refrigerante – B2		
	disponibles.	
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	15 Carga máx. = 25 kg o sin restricciones si la densidad de personas es < 1 por cada 10 m ² .	16 Sin restricciones.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	17 Sin restricciones.	18 Sin restricciones.

Tabla B.5. Grupos de seguridad del refrigerante – A3

Grupos de seguridad del refrigerante – A3		
Emplazamiento del sistema de refrigeración	Ocupación	
	Ocupación general – Clase A	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Recinto ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	1 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: Solo sistemas herméticos con carga máx. = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1,5 kg.	2 Considerado como sistema directo, véase la casilla número 1.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	3 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: Solo sistemas herméticos con carga máx. = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1,5 kg.	4 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano Carga máxima = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1,5 kg.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	5 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: sólo sistemas herméticos con carga máx. = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1 kg por debajo o 5 kg por encima del nivel del suelo.	6 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Carga máxima = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1 kg por debajo o 5 kg por encima del nivel del suelo.

Grupos de seguridad del refrigerante – A3		
	Ocupación supervisada – Clase B	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Recinto ocupado por humanos que no es una sala de máquinas.	7 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: sólo sistemas herméticos con carga máx. = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1 kg por debajo del nivel del suelo o 2,5 kg sobre el nivel del suelo.	8 Considerando como sistema directo, véase la casilla número 7
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	9 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: sólo sistemas herméticos con carga máx. = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1 kg por debajo del nivel del suelo o 2,5 kg sobre el nivel del suelo.	10 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Carga máxima = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1 kg por debajo del nivel del suelo y 2,5 kg sobre el nivel del suelo.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	11 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: sólo sistemas herméticos con carga máx. = límite práctico x volumen del recinto sin exceder los 1 kg por debajo del nivel del suelo y 10 kg sobre el nivel del suelo.	12 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Carga máxima = 1 kg por debajo del nivel del suelo y 10 kg sobre el nivel del suelo.
	Ocupación	
	Ocupación sólo con acceso autorizado – Clase C	
	Sistemas directos	Sistemas indirectos
Espacio ocupado por humanos que no es una sala de máquinas..	13 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: Carga máxima = 1 kg por debajo del nivel del suelo y 10 kg sobre el nivel del suelo.	14 Considerado como sistema directo, véase la casilla número 13.
Compresor y receptor de líquidos en una sala de máquinas desocupada o al aire libre.	15 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás sistemas de refrigeración: Carga máxima = 1 kg por debajo del nivel del suelo y 25 kg sobre el nivel del suelo.	16 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Carga máxima = 1 kg por debajo del nivel del suelo y 25 kg sobre el nivel del suelo.
Todas las partes que contienen refrigerantes en una sala de	17 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Todos los demás	18 Sistemas de acondicionamiento de aire y bombas de calor para el confort humano. Carga

Grupos de seguridad del refrigerante – A3		
máquinas desocupada o al aire libre.	sistemas de refrigeración: Carga máx. = 1 kg por debajo del nivel del suelo, sin restricciones por encima del nivel del suelo.	máxima = 1 kg por debajo del nivel del suelo, sin restricciones por encima del nivel del suelo.
<p>^a El sistema de numeración en las tablas ANEXO B es por conveniencia y sólo para una referencia más fácil. Los números no representan referencia a otras partes de esta norma.</p> <p>^b El volumen total de todos los recintos enfriados o calentados por aire desde un sistema se utiliza como el volumen del cálculo, si el suministro de aire a cada recinto no puede restringirse por debajo del 25 % de su suministro total.</p> <p>^c Si el espacio tiene un sistema de ventilación mecánico que estará funcionando durante la ocupación del espacio, el efecto del cambio de aire puede considerarse en el cálculo del volumen.</p> <p>^d Se permiten otros métodos de garantizar la seguridad en caso de una mayor fuga repentina. Tales métodos deben asegurar que las concentraciones no alcanzarán valores superiores a los límites prácticos dados en el anexo normativo E o para proporcionar avisos adecuados a los ocupantes del recinto de tal incremento, de forma que puedan evitar una exposición por tiempo prolongado. El método alternativo debería demostrar un nivel de seguridad al menos equivalente al método descrito en la casilla 1.</p> <p>NOTA. A menos que se indique otra cosa, las unidades a través de las tablas ANEXO B son: Carga (Kg); Límite práctico (Kg/m³); Volumen (m³);</p>		

Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.

COVENIN

Comisión Venezolana
de Normas Industriales

ANEXO C
CLASIFICACIONES DE SEGURIDAD E INFORMACIONES SOBRE REFRIGERANTES

Tabla C.1. Designaciones de refrigerantes

	Número del refrigerante Nombre químico	Formula química	Grupo de seguridad	Grupo de fluido PED	Limite práctico (Kg/m ³)	ATEL/ODL ^g (Kg/m ³)	Inflamabilidad LFL (Kg/m ³)	Densidad de vapor 25c° 101.3KPa (Kg/m ³)	Masa molecular	Punto de Ebullición Normal (C°)	ODP	GWP 100 Año ITH	Temperatura a Auto ignición (C°)	
Series metano														
	11	Triclorofluorometano	CCl ₃ F	A1	2	0.3 ⁱ	0.006 ⁱ	n/a	5.824	137.4	23.8	1	4600	N.D.
	12	Diclorodifluorometano	CCl ₂ F ₂	A1	2	0.5 ⁱ	0.09 ⁱ	n/a	5.039	102.9	-29.0	1	10600	N.D.
	13	Clorotrifluorometano	CClF ₃	A1	2	0.5 ⁱ	0.5	n/a	4.309	104.5	-81.4	1	14000	N.D.
	13B1	Bromotrifluorometano	CB ₂ F ₃	A1	2	0.6 ⁱ	0.6	n/a	6.169	148.9	-58.0	10	6900	N.D.
	14	Carbono tetrafluoruro	CF ₄	A1	2	0.4	0.4 ⁱ	n/a	3.611	88.0	-128.0	0	5700	N.D.
	22	Clorodifluorometano	CHClF ₂	A1	2	0.3 ⁱ	0.21 ⁱ	n/a	3.587	86.5	-40.8	0.05 5	1700	635
	23	Trifluorometano	CHF ₃	A1	2	0.68 ⁱ	0.12	n/a	2.884	70.0	-82.1	0	12000	765
	30	Diclorometano (cloruro de metileno)	CH ₂ Cl ₂	B2	2	0.006	N.D.	0.417	N.D.	84.9	40.0		9	662
	32	Diclorometano (cloruro de metileno)	CH ₂ F ₂	A2	1	0.061	0.298 ⁱ	0.307	2.153	52.0	-51.7	0	550	648
	50	Metano	CH ₄	A3	1	0.017	N.D.	0.032	0.657	16.0	-161.0	0	23	645
Series etano														
	113	1.1.2 tricloro 1.2.2 trifluoroetano	CCl ₂ FCClF ₂	A1	2	0.4 ⁱ	0.02 ^j	n/a	3.467	187.4	47.6	0.8	6000	N.D.
	114	1.2 dicloro 1.1.2.2 tetrafluoroetano	CClF ₂ CClF ₂	A1	2	0.7 ⁱ	0.14 ^j	n/a	7.207	170.9	3.8	1	9800	N.D.
	115	Cloropentafluoroetano	CClF ₂ CF ₃	A1	2	0.6 ⁱ	0.76 ^j	n/a	6.438	154.5	-39.0	0.6	7200	N.D.
	116	Hexafluoroetano	CF ₃ CF ₃	A1	2	0.55	0.55	n/a	5.696	138.0	-79.0	0	11900	N.D.
	123	2.2 dicloro 1.1.1 trifluoroetano	CHCl ₂ CF ₃	B1	2	0.1 ⁱ	0.057 ^j	n/a	5.872	153.0	27.9	0.02	120	730
	124	2 cloro 1.1.1.2 tetrafluoroetano	CHClCF ₃	A1	2	0.11 ⁱ	0.056 ^j	n/a	5.728	136.5	-12.1	0.02 2	620	N.D.
	125	Pentafluoroetano	CHF ₂ CF ₃	A1	2	0.013 ⁱ	0.37 ^j	n/a	4.982	120.0	-48.1	0	3400	733
	134a	1.1.1.2 tetrafluoroetano	CH ₂ FCF ₃	A1	2	0.25 ⁱ	0.21 ^j	n/a	4.258	102.0	-26.2	0	1300	743
	141b	1.1 dicloro 1 fluoroetano	CH ₃ CCl ₂ F	A2	2	0.39	0.012 ^j	0.287	3.826	117.0	32.0	0.11	700	532
	142b	1 cloro 1.1 difluoroetano	CH ₃ CClF ₂	A2	1	0.066	0.103 ^j	0.329	40223	100.5	-10.0	0.06 5	2400	750
	143a	1.1.1 trifluoroetano	CH ₃ CF ₃	A2	1	0.056	0.482 ^j	0.282	3.495	84.0	-47.0	0	4300	750
	152a	1.1 difluoroetano	CH ₃ CHF ₂	A2	1	0.027 ⁱ	0.14	0.130	2.759	66.0	-25.0	0	120	455
	170	Etano	CH ₃ CH ₃	A3	1	0.008	0.008 ^j	0.038	1.239	30.0	-89.0	0	3 ^g	515
	1150	Etano (etélico)	CH ₂ =CH ₂	A3	1	0.007	N.D.	0.036	1.153	28.0	-104.0	0	3 ^g	N.D.
Series propano														

	Número del refrigerante Nombre químico	Formula química	Grupo de seguridad	Grupo de fluido PED	Limite práctico (Kg/m ³)	ATEL/ODL ^g (Kg/m ³)	Inflamabilidad LFL (Kg/m ³)	Densidad de vapor 25c° 101.3KPa (Kg/m ³)	Masa molecular	Punto de Ebullición Normal (C°)	ODP	GWP 100 Año ITH	Temperatur a Auto ignición (C°)
218	Octofluoropropano	CF ₃ CF ₂ CF ₃											
227a	1.1.1.2.3.3.3 heptafluoropropano	CF ₃ CHF ₂ CF ₃											
236fa	1.1.1.3.3.3 hexafluoropropano	CF ₃ CH ₂ CF ₃											
245fa	1.1.1.3.3 pentafluoropropano	CF ₃ CH ₂ CHF ₃											
290	Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃											
1234yf	2.3.3.3 tetrafluoropropano	CF ₃ CF=CH ₂											
1270	Propeno(propileno)	CH ₃ CH=CH ₂											
Compuestos orgánicos cíclico													
C318	Octafluorociclobutano	C+F ₈											
Hidrocarburos													
600		CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃											
600a		CH(CH ₃) ₃											
601		CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃											
601a		(CH ₃) ₂ CHCH CH ₃											
Otros compuestos orgánicos													
E170		(CH ₃) ₂ O											
Compuestos inorgánico													
717	Amoniaco	NH ₃											
744	Dióxido de carbono	CO ₂											

NOTA: Véase las tablas E₂ y E₃ para mezclas R-400 y R-500.

n/a Significa no aplica.

N.D. Significa no determinado.

a. La densidad de vapor, masa molecular, punto de ebullición, ODP y GWP no son parte de esta Norma y se proporciona solo con propósito informativo.

b. El nombre químico preferente es seguido por el nombre común entre paréntesis.

c. Temperatura de sublimación. El punto triple es -56.6 °C a 5.2 bar.

d. Véase el anexo F para el cálculo.

e. Adoptado bajo el protocolo de Montreal.

f. IPCC, tercer informe de evaluación 2001. Valores en la Reglamentación (CE) No 842/2006 (Reglamento de gas F).

g. Límite de exposición a toxicidad aguda o límite de privación de oxígeno, el que sea el valor inferior.

h. Límite inferior de inflamabilidad.

i. Los valores, límite, practica se han conservado de acuerdo al apartado F.3.1 de la Norma EN 378-1:2008.

j. Los valores ATEL/ODL se han cambiado en comparación con la Norma EN 378-1:2008 los valores se han calculado de acuerdo al anexo F. Datos determinados en la Norma ISO 817.

		Número del refrigerante Nombre químico	Formula química	Grupo de seguridad	Grupo de fluido PED	Limite práctico (Kg/m ³)	ATEL/ODL ^g (Kg/m ³)	Inflamabilidad LFL (Kg/m ³)	Densidad de vapor 25c° 101.3KPa (Kg/m ³)	Masa molecular	Punto de Ebullición Normal (C°)	ODP	GWP 100 Año ITH	Temperatur a Auto ignición (C°)
k. Valor cardiaco NOEL no disponible, determinación conforme a la Norma ISO 817.														

Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.



COVENIN

**Comisión Venezolana
de Normas Industriales**

Tabla C.2. Designaciones de refrigerantes de mezclas R-400

	Número del refrigerante Composición C (peso%)	Tolerancias composición (%)	Grupo de seguridad	Grupo de fluido PED	Limite práctico ^d (Kg/m ³)	ATEL/ODL ^g (Kg/m ³)	Inflamabilidad LFL (Kg/m ³)	Densidad de vapor 25c° 101.3KPa (Kg/m ³)	Masa molecular	Punto de Burbuja/ punto de rocío a 1.0 (°C)	ODP ^e	GWP ^f 100 Año ITH	Temper atura Auto ignición (C°)
401A	R-22/152a/124/(53/1934)	±2/+0.5-1.5/±1	A1	2	0.3 ⁱ	0.104 ^j	n/a	3.929	94.4	-33.4a-27.8	0.037	1130	681
401B	R-22/152a/124(61/11/28)	±2/+0.5-1.5/±1	A1	2	0.34 ⁱ	0.114	n/a	3.860	92.8	-34.9a-29.6	0.04	1220	685
401C	R-22/152a/124(33/15/52)	±2/+0.5-1.5/±1	A1	2	0.24 ⁱ	0.083 ^j	n/a	4.211	101	-28.9a-23.3	0.03	900	N.D.
402A	R-125/290/22(60/2/38)	±2/+0.1-1.0/±2	A1	2	0.33 ⁱ	0.275 ^j	n/a	4.214	101.5	-49.2a-47.0	0.021	2690	723
402B	R-125/290/22(38/2/60)	±2/+0.1-1.0/±2	A1	2	0.32 ⁱ	0.244 ^j	n/a	3.929	94.7	-47.2a-44.8	0.033	2310	641
403A	R-290/22/218(5/75/20)	+0.2-2.0/±2/±2	A1	2	0.33 ⁱ	0.098 ^j	0.49	3.817	92	-47.7a-44.3	0.041	3000	N.D.
403B	R-290/22/218(5/56/39)	+0.2-2.0/±2/±2	A1	2	0.41 ⁱ	0.288	n/a	4.289	103.3	-49.1a-46.84	0.031	4310	N.D.
404A	R-125/143a/134a(44/52/4)	±2/±1/±2	A1	2	0.52	0.52 ^j	n/a	4.057	97.6	-46.5a-45.7	0	3780	728
405A	R-22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)	±2/±1/±1/±2 ^b	A1	2	0.26	0.26	n/a	4.665	111.9	-32.8a-24.4	0.028	5160	N.D.
406A	R-22/600a/142b(55/4/41)	±2/±1/±1	A2	1	0.13 ⁱ	0.13	0.302	3.744	89.9	-32.7a-23.5	0.057	1920	N.D.
407A	R-32/125/134a(20/40/40)	±2/±2/±2	A1	2	0.33 ⁱ	0.288 ^j	n/a	3.743	90.1	-45.2a-38.7	0	1990	685
407B	R-32/125/134a(10/70/20)	±2/±2/±2	A1	2	0.35 ⁱ	0.325 ^j	n/a	4.274	102.9	-46.8a-42.4	0	2700	703
407C	R-32/125/134a(23/25/52)	±2/±2/±2	A1	2	0.31 ⁱ	0.268 ^j	n/a	3.582	86.2	-43.8a-36.7	0	1650	704
407D	R-32/125/134a(15/15/70)	±2/±2/±2	A1	2	0.41 ⁱ	0.242 ^j	n/a	3.784	90.9	-39.4a-32.7	0	1500	N.D.
407E	R-32/125/134a(25/15/60)	±2/±2/±2	A1	2	0.40 ⁱ	0.257 ^j	n/a	3.482	83.8	-42.8a-35.6	0	1430	N.D.
408A	R-125/143a/22(7/46/47)	±2/±1/±2	A1	2	0.41 ⁱ	0.335 ^j	n/a	3.614	87.0	-44.6a-44.1	0.026	3020	N.D.
409A	R-22/124/142b(60/25/15)	±2/±2/±1	A1	2	0.16 ⁱ	0.116 ^j	n/a	4.055	97.5	-34.7a-26.3	0.048	1540	N.D.
409B	R-22/124/142b(65/25/10)	±2/±2/±1	A1	2	0.17 ⁱ	0.119 ^j	n/a	4.021	96.7	-35.8a-28.2	0.048	1500	N.D.
410A	R-32/125(50/50)	+0.5-1.5/+1.5-0.5	A1	2	0.44 ⁱ	0.387 ^j	n/a	3.007	72.6	-51.6a-51.5	0	1980	N.D.
410B	R-32/125(45/55)	±1/±1	A1	2	0.43 ⁱ	0.402 ^j	n/a	3.131	75.5	-51.5a-51.4	0	2120	N.D.
411A	R-1270/22/152a(1.5/87.5/11.0)	+0-1/+2-0/+0-1	A2	1	0.04 ⁱ	0.074 ^j	0.186	3.420	82.4	-39.6a-37.1	0.048	1500	N.D.
411B	R-1270/22/152a(3.94/3)	+0-1/+2-0/+0-1	A2	1	0.05	0.044 ^j	0.239	3.446	83.1	-41.6a-40.2	0.052	1600	N.D.
412A	R-22/218/142b(70/5/45)	±2/±2/±1	A2	1	0.07	0.174 ^j	0.329	3.883	92.2	-36.5a-28.9	0.055	2220	N.D.
413A	R-218/134a/600a(9/88/3)	±1/±2/+0-1	A2	1	0.08	0.21	0.375	4.334	103.9	-29.4a-27.4	0	1920	N.D.
414A	R-22/124/600a/142b (51.0/28.5/4.0/16.5)	±2/±2/±0.5/+0.5-1.0	A1	2	0.08 ⁱ	0.103 ^j	n/a	4.040	97.0	-33.2a-24.7	0.045	1440	N.D.
414B	R-22/152a(82.0/18.0)	±2/±2/±0.5/+0.5-1.0	A1	2	0.07 ⁱ	0.096 ^j	n/a	4.232	101.6	-33.1a-24.7	0.042	1320	N.D.
415A	R-22/152a(25.0/75.0)	±0.1/±0.1	A2	1	0.04	0.191 ^j	0.188	3.404	81.9	-37.5a-34.7	0.045	1400	N.D.
415B	R-22/152a(15.0/75.0)	±0.1/±0.1	A2	1	0.03	0.150 ^j	0.161	2.929	70.2	-23.4a-21.8	0.013	510	N.D.
416A	R-134a/124/600(59.0/39.5/1.5)	+0.5-1.0/+1.0-0.5/+0.1-0.2	A1	2	0.06	0.064 ^j	n/a	4.678	11.9	-23.9a-22.1	0.009	1010	N.D.
417A	R-125/134a/600(46.6/50.0/3.4)	±1.1/±1.0/+0.1-0.4	A1	2	0.15 ⁱ	0.057 ^j	n/a	4.443	106.7	-38.0a-32.9	0	1950	N.D.
418A	R-190/22/152a(1.5/96.0/2.5)	±0.5/±1.0/±0.5	A2	1	0.07	0.209 ^j	0.328	3.510	84.6	-41.7a-40.0	0.053	1630	N.D.
419A	R-152/134a/E170(77.0/19.0/4.0)	±1.0/±1.0/±1.0	A2	1	0.05	0.309 ^j	0.269	4.546	109.3	-42.6a-35.9	0	2900	N.D.
420A	R-134a/142b(88.0/12.0)	+1.0-1.0/+0.0-1.0	A1	2	0.19	0.188 ^j	n/a	4.252	101.9	-24.9a-24.2	0.008	1430	N.D.

	Número del refrigerante Composición C (peso%)	Tolerancias composición (%)	Grupo de seguridad	Grupo de fluido PED	Limite práctico ^d (Kg/m ³)	ATEL/ODL ^e (Kg/m ³)	Inflamabilidad LFL (Kg/m ³)	Densidad de vapor 25°C 101.3KPa (Kg/m ³)	Masa molecular	Punto de Burbuja/ punto de roció a 1.0 (°C)	ODP ^e	GWP ^f 100 Año ITH	Temper atura Auto ignición (°C)
421A	R-125/134a(58.0/42.0)	±1.0/±1.0/	A1	2	0.28	0.279 ^j	n/a	4.649	111.8	-40.8a-35.5	0	2520	N.D.
421B	R-125/134a(85.0/15.0)	±1.0/±1.0/	A1	2	0.33	0.330 ^j	n/a	4.857	116.9	-45.7a-42.6	0	3090	N.D.
422A	R-125/134a/600a(85.1/11.5/3.4)	±1.0/±1.0/+0.1- 0.4	A1	2	0.29	0.293 ^j	n/a	4.719	113.6	-46.5a-44.1	0	3040	N.D.
422B	R-125/134a/600a(55.0/42.0/3.0)	±1.0/±1.0/+0.1- 0.5	A1	2	0.25	0.249 ^j	n/a	4.515	108.5	-40.5a-35.6	0	2420	N.D.
422C	R-125/134a/600a(82.0/15.0/3.0)	±1.0/±1.0/+0.1- 0.5	A1	2	0.29	0.288 ^j	n/a	4.711	113.4	-45.3a-42.3	0	2980	N.D.
422D	R-125/134a/600(65.1/31.5/3.4)	+0.9- 1.1/±1.0/+0.1-0.4	A1	2	0.26	0.261 ^j	n/a	4.572	109.9	-43.2a-38.4	0	2620	N.D.
423A	R-134a/227ea(52.5/47.5)	±1.0/±1.0	A1	2	0.30	0.304 ^j	n/a	5.268	126.0	-24.2a-23.5	0	2350	N.D.
424A	R-125/134a/600a/600/601 ^a (50.5/47.0/0.9/1.0/0.6)	±1.0/±1.0/+0.1- 0.2/+0.1- 0.2/+0.1-0.2	A1	2	0.10	0.102 ^j	n/a	4.512	108.4	-39.1a-33.3	0	2330	N.D.
425A	R-32/134a/227ea(18.5/69.5/12.0)	±0.5/±0.5/±0.5	A1	2	0.25	0.252 ^j	n/a	3.759	90.3	-38.4a-31.3	0	1430	N.D.
426A	R-125/134a/600/601a (5.1/93.0/1.3/0.6)	±1.0/±1.0/+0.1- 0.2/+0.1-0.2	A1	2	0.08	0.083 ^j	n/a	4.237	101.6	-28.5a-26.7	0	1380	N.D.
427A	R-32/125/143a/134 ^a (15.0/25.0/10.0/50.0)	±2.0/±2.0/±2.0/± 2.0	A1	2	0.28	0.282 ^j	n/a	3.760	90.4	-43.0a-36.3	0	2010	N.D.
428A	R-125/143a/290/600a (77.5/20.0/0.6/1.9)	±1.0/±1.0/+0.1- 0.2/+0.1-0.2	A1	2	0.37	0.366 ^j	n/a	4.466	107.5	-48.3a-47.5	0	3500	N.D.
429A	R-E170/152a/600a (60.0/10.0/30.0)	±1.0/±1.0/±1.0	A3	1	0.01	0.112 ^j	0.052	2.119	50.8	-26.0a-25.6	0	12	N.D.
430A	R-152a/600a(76.0/24.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.02	0.105 ^j	0.084	2.672	64.0	-27.6a-27.6	0	93	N.D.
431A	R-290/152a(71.0/29.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.01	0.105 ^j	0.044	2.028	48.8	-43.1a-43.1	0	35	N.D.
432A	R-1270/E170(80.0/20.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.002	0.002 ^j	0.039	1.777	42.8	-46.6a-45.6	0	0	N.D.
433A	R-1270/290(30.0/70.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.006	0.006 ^j	0.036	1.805	43.5	-44.6a-44.2	0	0	N.D.
433B	R-1270/290(5.0/95.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.008	0.025 ^j	0.041	1.827	44.0	-44.3a-43.9	0	0	N.D.
433C	R-1270/290(25.0/75.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.006	0.006 ^j	0.041	1.809	43.6	-44.3a-43.9	0	0	N.D.
434A	R-125/143a/134a/600 ^a (63.2/18.0/16.0/2.8)	±1.0/±1.0/±1.0/ +0.1-0.2	A1	2	0.32	0.316 ^j	n/a	4.396	105.7	-45.0a-42.3	0	3130	N.D.
435A	R-E170/152a(80.0/20.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.014	0.098 ^j	0.068	2.045	49.0	-26.1a-25.9	0	24	N.D.
436A	R-290/600a(56.0/44.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.006	0.073 ^j	0.032	2.057	49.3	-34.3a-26.2	0	0	N.D.
436B	R-290/600a(52.0/48.0)	±1.0/±1.0	A3	1	0.007	0.072 ^j	0.033	2.080	49.9	-32.9a-29.2	0	0	N.D.
437A	R-125/134a/600/601 (19.5/78.5/1.4/0.6)	+0.5-1.8/+1.5-0.7/ +0.1-0.2/+0.1-0.2	A1	2	0.08	0.081 ^j	n/a	4.324	103.71	-32.9-a-29.2	0	1680	N.D.
438A	R-32/125/134a/600/601a	+0.5-1.5/±1.5/±1.5/ +0.1-0.2/+0.1-0.2	A1	2	0.08	0.077 ^j	n/a	4.120	99.1	-43.0/-36.4	0	2150	N.D.

n/a significa: no aplica

N.D. significa: no determinado

a. La densidad de vapor, masa molecular, temperatura de “punto de burbuja” y “punto de roció” no son parte de esta norma, se proporcionan sólo con propósitos informativos.

La temperatura del punto de burbuja se define como la temperatura de saturación del líquido de un refrigerante o una presión específica, la temperatura a la cual el líquido refrigerante empieza a

	Número del refrigerante Composición C (peso%)	Tolerancias composición (%)	Grupo de seguridad	Grupo de fluido PED	Límite práctico ^d (Kg/m ³)	ATEL/ODL ^e (Kg/m ³)	Inflamabilidad LFL (Kg/m ³)	Densidad de vapor 25 ^c 101.3KPa (Kg/m ³)	Masa molecular	Punto de Burbuja/ punto de rocío a 1.0 (°C)	ODP ^c	GWP ^f 100 Año ITH	Temper atura Auto ignición (C°)
--	--	--------------------------------	-----------------------	------------------------------	---	---	--	---	-------------------	---	------------------	---------------------------------------	---

hervir.

El punto de burbuja de una mezcla de refrigerante zeotrópico, a presión constante es inferior que el punto de rocío.

La “temperatura del punto de rocío” se define como la temperatura de saturación de vapor de un refrigerante a una presión específica; la temperatura a la cual la última gota de líquido refrigerante hierve.

El punto de rocío de una mezcla de refrigerante zeotrópico, a presión contante, es superior al punto burbuja

- b.** Las sumas de las tolerancias de composición para el R21a y R142b debe estar en entre +0% y -2%.
- c.** Los componentes mezclados se enumeran normalmente en orden creciente del punto de ebullición normal.
- d.** Límite práctico. Calculado a partir de los valores de los componentes individuales.
- e.** Calculado a partir de los valores de los componentes individuales.
- f.** Calculado a partir de los valores de los componentes individuales.
- g.** Límite de exposición a toxicidad aguda o límite de privación de oxígeno, el que sea el valor inferior.
- h.** Límite inferior de inflamabilidad.
- i.** Los valores límite práctico se han conservado de acuerdo al apartado F.3.1 de la Norma EN 378-1:2008.

Los valores ATEL/ODL se han cambiado en comparación con la Norma EN 378-1:2008. Los valores se han calculados de acuerdo al anexo F. Datos determinantes en la Norma ISO 817.

Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.

COVENIN

Comisión Venezolana
de Normas Industriales

Tabla C.3. Designaciones de refrigerantes de mezclas ^a R-500

Numero del refrigerante	Composición azeotrópica ^e (Peso%)	Tolerancia composición (%)	Grupo de seguridad	Grupo de fluido PED	Límite práctico ^f (Kg/m ³)	ATEL ODL ^g Kg/m ³	Inflamabilidad LFL ^h (Kg/m ³)	Densidad de vapor 25 ^c 101.3KPa ^b (Kg/m ³)	Masa molecular ^b	Punto de Ebullición Normal (°C) ^b	Temperatura azeotrópica	ODP ^g	GWP ^h 100 Año ITH	Temperatura Auto ignición (C°)
500	R-12/152a(73.8/26.2)	±1.0-0.0/ +0.0-1.0	A1	2	0.4 ⁱ	0.175 ^j	n/a	4.137	99.3	-33.5	0	0.74	7850	N.D.
501	R-22/12(75.0/25.0) ^e		A1	2	0.38 ⁱ	0.164 ^j	n/a	3.863	93.1	-41.0	-41	0.29	3920	N.D
502	R-22/115(48.8/51.2)		A1	2	0.45 ⁱ	0.334 ^j	n/a	4.635	112.0	-45.4	19	0.33	4510	N.D
503	R-23/13(40.1/59.9)		A1	2	0.35 ⁱ	0.154 ^j	n/a	3.594	87.5	-88.7	88	0.6	13200	N.D
507A	R-125/143a(50/50)	+1.5-0.5/ +0.5-1.5	A1	2	0.53	0.526 ^j	n/a	4.108	98.9	-46.7	-40	0	3850	N.D
508A	R-23/116(39.0/61.0)	±2.0/±2.0	A1	2	0.23	0.226	n/a	4.124	100.1	-86.0	-86	0	11940	N.D
508B	R-23/116(46.0/54.0)	±2.0/±2.0	A1	2	0.2	0.203	n/a	3.930	95.4	-88.3	-45.6	0	11950	N.D
509A	R-22/218(44.0/56.0)	±2.0/±2.0	A1	2	0.56 ⁱ	0.381	n/a	5.155	124.0	-47.0	0	0.024	5560	N.D
510A	R-E170/600a	±0.5/±0.5	A3	1	0.011	0.089 ⁱ	0.056	1.971	47.25	-25.1	-25.2	0	0	N.D

n/a significa: no aplica

N.D. significa: no determinado

- a. Los refrigerantes azeotrópicos muestran algunas segregaciones de componentes en condiciones de temperatura y presión diferente de aquellas a las cuales se formulan. La extensión de la segregación depende de la azeotropía partícula y de la configuración del hardware del sistema.
- b. La densidad de vapor, masa molecular y punto normal de ebullición no son parte de esta Norma, pero se proporciona solo con propósito informativos.
- c. La composición exacta de esta azeotropía se cuestiona, y son necesarios estudios adicionales experimentales.
- d. Bajo condiciones de equilibrio (VLE) vapor líquido.
- e. Los componentes mezclados se clasifican normalmente en orden creciente del punto de ebullición normal.
- f. Véase el anexo F para el cálculo.
- g. Calculado a partir de los valores de los componentes individuales como se enumera en la tabla E.1.
- h. Calculado a partir de los valores de los componentes individuales como se enumera en la tabla E.1.
- i. Los valores límite prácticos se han conservado de acuerdo al apartado F.3.1 de la Norma EN 378-1:2008.
- j. Los valores ATEL/ODL se han cambiado en comparación con la Norma EN 378-1:2008. Los valores se han calculados de acuerdo al anexo F. Datos determinantes en la Norma ISO 817.

Fuente: UNE-EN 378-1:2008. Parte 1.

Comisión Venezolana
de Normas Industriales

ANEXO D

PROTECCIÓN PARA LAS PERSONAS QUE ESTÁN EN EL INTERIOR DE CÁMARAS FRIGORÍFICAS

D.1 Generalidades

Para minimizar los riesgos de la gente que se queden encerradas en cámaras frigoríficas, algunas veces a causa de fuertes corrientes de aire, deben tomarse medidas como las que se describen en los siguientes capítulos. Debería tenerse cuidado para asegurar que nadie del personal está encerrado en las cámaras frigoríficas al final del día de trabajo. Esta sección se limita a cámaras frigoríficas que funcionan a niveles bajo cero.

D.2 Funcionamiento de puertas y salidas de emergencia

Debería ser posible salir de una cámara frigorífica en cualquier momento. Por lo tanto debería ser posible abrir las puertas tanto desde el interior como desde el exterior.

D.3 Interruptor de emergencia o señal

De acuerdo con las condiciones de funcionamiento, las cámaras frigoríficas con un volumen superior a 10 m³ deberían estar provistas de los siguientes dispositivos:

- a. Un interruptor de alarma accionado mediante botones de presión iluminados cerca del suelo o de cadenas que cuelguen cerca del suelo, instalado en un lugar apropiado de la cámara frigorífica, y cuyo funcionamiento provoque una señal audible y visual, en un lugar donde se garantice la presencia permanente de una persona. No debería ser posible parar esta señal excepto mediante una operación específica.
- b. Un dispositivo de señal conectado a un circuito eléctrico con un voltaje de al menos 12 V. A estos efectos las baterías deben tener un tiempo de funcionamiento de al menos 10 h y estar conectadas a un dispositivo de carga automática conectado al suministro general. Si se utiliza un transformador debería alimentarse con corriente de un circuito distinto al utilizado para otros equipos de la cámara frigorífica. Además, el dispositivo debería diseñarse de tal forma que no cese su funcionamiento debido a la corrosión, escarcha o formación de hielo en las superficies de contacto.
- c. Un interruptor de la luz en la cámara frigorífica en paralelo con los interruptores de la luz situados en el exterior de este recinto, de forma que la luz encendida mediante el interruptor interior no pueda apagarse por los interruptores exteriores.
- d. Unos interruptores u otros sistemas que proporcionen el mismo resultado en los ventiladores situados en la cámara frigorífica en serie con los interruptores situados en el exterior, de forma que los ventiladores apagados desde dentro no puedan encenderse desde el interruptor exterior.
- e. Los interruptores de la luz debería tener botones permanentemente iluminados.
- f. En caso de fallo de la iluminación, las rutas hacia la salida de emergencia (y/o interruptor de alarma) deberían indicarse mediante iluminación independiente o por otros medios aprobados.
- g. Sistema de iluminación de emergencia permanente.

D.4 Cámaras frigoríficas de atmósfera controlada

En cámaras frigoríficas con una atmósfera controlada (recintos con una atmósfera en la que la concentración de oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno son diferentes de las del aire normal) se aplican los siguientes requisitos adicionales:

- a.** Deberían utilizarse aparatos de respiración autónoma cuando se entre en estas cámaras frigoríficas.
- b.** Si se entra en una cámara frigorífica con una atmósfera controlada, otra persona debería permanecer fuera del recinto en contacto visual con aquellos que están en el interior mediante una abertura de inspección. La persona en el exterior también debería tener un aparato de respiración autónoma para rescatar a la persona en el interior en caso de emergencia.
- c.** Puertas, escotillas y otras aplicaciones que den acceso a la cámara frigorífica deberían suministrarse con un aviso de precaución escrito sobre el bajo nivel de oxígeno en la cámara frigorífica.



ANEXO E INSPECCIÓN EN SERVICIO

E.1 INSPECCIÓN EN SERVICIO

Durante el ciclo de vida del sistema, la inspección y ensayos se realizan de acuerdo con las reglamentaciones nacionales.

La información sobre la inspección en servicio dada en este anexo puede utilizarse cuando no exista un criterio similar en las reglamentaciones nacionales.

La inspección en servicio se realiza después de trabajos que puedan afectar a la resistencia, o cuando se produce un cambio en la utilización, o cuando se cambia a un refrigerante de mayor presión, o después de un tiempo sin funcionar superior a dos años. Los componentes no conformes se cambian. No se aplican presiones de ensayo más elevadas que las apropiadas para las presiones de diseño de los componentes.

La inspección en servicio se realiza después de una reparación o modificaciones o ampliaciones importantes de los sistemas o de los componentes.

NOTA. El ensayo debería restringirse a las partes afectadas.

La inspección en servicio se realiza después de reinstalarlo en otro sitio. En caso de que la reinstalación afecte a la estructura del sistema de refrigeración, debería aplicarse lo contenido en el tercer párrafo de este anexo.

Fuga de refrigerante. Los ensayos de fuga del sistema deben realizarse si hay fundadas sospechas de que se han producido fugas. Para los propósitos de este párrafo, “inspección de fugas” significa que el equipo o el sistema se examinan principalmente en busca de fugas utilizando métodos de medida directos o indirectos, centrándose en aquellas partes del equipo o sistema con más probabilidades de fugas.

La frecuencia de inspección de fugas varía entre:

- a.** una vez cada doce meses para sistema con 3 kg o más de refrigerante, excepto para sistemas sellados herméticamente que contengan menos de 6 kg;
- b.** Una vez cada seis meses para aplicaciones que contengan 30 kg o más de refrigerante; y
- c.** Una vez cada tres meses para aplicaciones que contengan 300 kg o más de refrigerante.

Las aplicaciones deberían inspeccionarse en busca de fugas un mes después de que la fuga ha sido reparada para asegurarse de que la reparación ha sido efectiva.

Los operarios de las aplicaciones mencionadas anteriormente, que contengan 3 kg o más de refrigerante deberían mantener registros de la cantidad y del tipo de refrigerante instalado, cualquier cantidad añadida y la cantidad recuperada durante el mantenimiento, servicio y eliminación final.

Los operarios de las aplicaciones mencionadas anteriormente, que contengan 300 kg o más de refrigerante deberían instalar sistemas de detección de fugas. Estos sistemas de detección de fugas deberían inspeccionarse al menos una vez cada doce meses para asegurar su adecuado funcionamiento. Cuando se tiene un sistema de detección de fugas que funciona adecuadamente, la frecuencia de las inspecciones debería reducirse a la mitad.

NOTA 1. Los índices elevados de fugas son inaceptables. Deberían tomarse medidas para eliminar todas las fugas detectadas.

NOTA 2. Los detectores de fuga fijos no son detectores de fuga, puesto que no pueden localizar la fuga.

E.1.1 Los dispositivos de seguridad se comprueban “in situ”: anualmente para los interruptores de encendido de seguridad, las señales de emergencia y los sistemas de alarma; cada cinco años los dispositivos de alivio de presión externos.

E.1.2 Las válvulas de alivio de presión, discos de rotura y tapones fusibles se comprueban visualmente y las fugas se comprueban anualmente.

E.1.3 Para sistemas unitarios y sistemas autónomos, las inspecciones en servicio se realizan después de que las reparaciones hayan sido realizadas. Si la pérdida de refrigerante es evidente el sistema completo se somete a un ensayo de fugas.

E.2 LISTA DE COMPROBACIÓN VISUAL EXTERNA DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

- a. Comprobación de los daños de los equipos por tránsito o almacenamiento;
- b. Comparación de la instalación completa con los planos de los sistemas eléctricos y de refrigeración;
- c. Comprobación de que todos los componentes son como se especifican;
- d. Comprobación de que están presentes todos los documentos de seguridad y los equipos requeridos por esta norma;
- e. Comprobación de que todos los dispositivos y disposiciones relativas a la seguridad y a la protección del medio ambiente están presentes y cumplen con esta norma;
- f. Comprobación de que los documentos de los recipientes a presión, certificados, placas de identificación, manual de instrucciones y la documentación requerida por esta norma están presentes;
- g. Comprobación de que el volumen de los receptores o envases es suficiente;
- h. Comprobación de las instrucciones y directrices para prevenir la descarga intencionada de refrigerantes al medio ambiente;
- i. Cuando el sistema de tuberías es accesible al público, comprobar que las temperaturas de la superficie no ponen en peligro al público;
- j. Comparación de la instalación completa con los planos de los sistemas eléctricos y de refrigeración; se comprueba si el suministro de energía es conforme a la potencia de diseño;
- k. Comprobación de la documentación relativa a los recipientes a presión, en caso de que se cambien, modifiquen o se utilicen con otros refrigerantes;
- l. Comprobación de las vibraciones y desplazamientos ocasionados por la temperatura y la presión bajo las condiciones de funcionamiento;
- m. Comprobación de la instalación de las válvulas;
- n. Comprobación de los soportes y fijaciones (materiales, disposición, conexiones);
- o. Comprobación de la calidad de las soldaduras y otras uniones;
- p. Comprobación de la protección contra el daño mecánico;
- q. Comprobación de la protección contra el calor;
- r. Comprobación de la protección de las partes móviles;
- s. Comprobación de la accesibilidad para el mantenimiento o reparación y para la inspección de las tuberías;
- t. Comprobación de la disposición de las válvulas;
- u. Comprobación de la calidad del aislamiento térmico y de las barreras de vapor; y
- v. Comprobación de la suciedad de las superficies de intercambio de calor.

E.3 LISTA DE LOS PRINCIPALES RIESGOS RELACIONADOS CON SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y REFRIGERANTES.

- a. Riesgos mecánicos debidos a cortes o seccionamientos;
Riesgo de inyección o de eyección de fluido sometido a alta presión;
- b. Riesgos eléctricos debidos contactos de personas con partes activas (contacto directo);
Contacto de personas con partes que se han activado por condiciones defectuosas (contacto indirecto);

Fenómenos electrostáticos. Radiación térmica u otros fenómenos tales como protección de partículas en fusión y efectos químicos de los cortocircuitos, las sobrecargas, etc.;

c. Riesgos térmicos, teniendo como efecto quemaduras, escaldaduras y otras lesiones por posible contacto de las personas con objetos o materiales a una temperatura extremadamente baja o alta, por contacto con o por inhalación de fluidos dañinos, gases, neblinas, humos y polvo;

d. Riesgo de fuego o explosión;

e. Fallo/desorden del sistema de control;

f. Restauración del suministro de energía después de la interrupción;

g. Influencias externas sobre los equipos eléctricos;

h. Errores en el software;

i. Fallo del suministro de energía;

j. Fallo del circuito de control;

k. Errores de montaje; y

l. Instrucciones insuficientes.



**Comisión Venezolana
de Normas Industriales**