



DCRTC-016-21  
Bogotá, 02 de julio de 2021

Ingenieros

**ORLANDO ROJAS**

**YENNY RÍOS**

Dirección de Energía Eléctrica - Grupo de Reglamentos Técnicos  
Ministerio de Minas y Energía

Asociación

Colombiana de

Ingenieros

Asunto: Aportes/comentarios a elaboración del RETSIT

Apreciados Ingenieros:

En nombre de la Asociación Colombiana de Ingenieros, ACIEM, reciban un cordial saludo.

Comendidamente me permito remitir los aportes de la Comisión de Reglamentos Técnicos de Construcción de nuestra Asociación, del Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas (RETSIT) que actualmente se encuentra en etapa de elaboración por parte del Ministerio.

Les deseamos muchos éxitos en este importante trabajo de elaborar el RETSIT ofreciendo la colaboración de nuestro gremio en cada una de las fases que adelantarán al respecto.

Con sentimientos de consideración y aprecio.

Calle 70 No. 9 - 10

**PBX: (57-1) 3127393**

aciem@aciem.org.co

www.aciem.org

Bogotá, D.C.

**GABRIEL BOHÓRQUEZ B.**

Director

Comisión Reglamentos

Técnicos de Construcción

Anexo: Lo Anunciado

Luz Marina Romero

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

ANEXO GENERAL

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES TÉRMICAS  
RETSIT

2021

# Contenido

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO 1. DISPOSICIONES GENERALES .....</b>	<b>6</b>
<b>ARTICULO 1. OBJETO.....</b>	<b>6</b>
<b>ARTICULO 2. ALCANCE GENERAL.....</b>	<b>7</b>
<b>ARTICULO 3. CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. INSTALACIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. PERSONAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ARTICULO 4. CONFORMIDAD DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>ARTICULO 5. EXCEPCIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>ARTICULO 6. DEFINICIONES .....</b>	<b>11</b>
<b>ARTICULO 7. ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....</b>	<b>14</b>
<b>ARTICULO 8. SISTEMA DE UNIDADES .....</b>	<b>15</b>
<b>ARTICULO 9. SIMBOLOGÍA Y SEÑALIZACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPITULO 2. CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS .....</b>	<b>20</b>
<b>ARTICULO 10. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO .....</b>	<b>20</b>
<b>ARTICULO 11. CONSIDERACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>ARTICULO 12. CONSIDERACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>ARTICULO 13. CONSIDERACIONES PARA LA OPERACIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>ARTICULO 14. CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPITULO 3. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.....</b>	<b>21</b>
<b>ARTICULO 15. DISEÑO E INSTALACIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>15.1. SOPORTES Y BASES PARA LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>15.2. REQUISITOS DE PRESIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>15.3 TUBERÍA Y RACORES .....</b>	<b>23</b>
<b>15.4. DISPOSITIVOS DE CIERRE.....</b>	<b>26</b>
<b>15.5. CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>15.6. DISPOSITIVOS DE CONMUTACIÓN DE SEGURIDAD PARA LIMITAR LA PRESIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>15.7. CÁLCULOS DEL TAMAÑO PARA LOS DISPOSITIVOS DE LIBERACIÓN DE PRESIÓN .....</b>	<b>28</b>

<b>15.8. TUBERÍA DE DESCARGA DE LOS DISPOSITIVOS DE LIBERACIÓN DE PRESIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>15.9. APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>15.10 INSTRUMENTOS DE INDICACIÓN Y MEDICIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>15.11 MANEJO SEGURO DE LOS EQUIPOS .....</b>	<b>34</b>
<b>15.12 REQUISITOS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>34</b>
<b>15.13 PROTECCIÓN CONTRA PARTES MÓVILES .....</b>	<b>34</b>
<b>15.14 CONDICIONES DE REPOSO DURANTE EL TRANSPORTE .....</b>	<b>35</b>
<b>15.15 PROTECCIÓN CONTRA SUPERFICIES CALIENTES.....</b>	<b>35</b>
<b>15.16 PROTECCIÓN CONTRA PELIGROS DE EXPLOSIÓN .....</b>	<b>35</b>
<b>15.17 REQUISITOS PARA RECINTOS VENTILADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>ARTÍCULO 16. PRUEBAS PUESTA A PUNTO.....</b>	<b>37</b>
<b>16.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>37</b>
<b>16.2 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA PRESIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>16.3 PRUEBAS DE HERMETICIDAD.....</b>	<b>38</b>
<b>16.4 ENSAYO DE LA INSTALACIÓN COMPLETA ANTES DE PONERLA EN OPERACIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>ARTÍCULO 17. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>17.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>41</b>
<b>17.2 MANTENIMIENTO.....</b>	<b>42</b>
<b>17.3 REPARACIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>17.4 CAMBIO DEL TIPO DE REFRIGERANTE .....</b>	<b>44</b>
<b>17.5 REQUISITOS PARA LA RECUPERACIÓN, REUTILIZACIÓN, APROVECHAMIENTO, VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>ARTÍCULO 18. MARCADO Y DOCUMENTACIÓN .....</b>	<b>49</b>
<b>18.1 MARCADO.....</b>	<b>49</b>
<b>18.2 DOCUMENTACIÓN.....</b>	<b>51</b>
<b>CAPITULO 4. REQUISITOS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA .....</b>	<b>53</b>
<b>ARTÍCULO 19. CONSIDERACIONES GENERALES.....</b>	<b>53</b>
<b>19.1 RESPONSABILIDADES.....</b>	<b>54</b>
<b>19.2 SEGURIDAD.....</b>	<b>55</b>
<b>19.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....</b>	<b>55</b>
<b>19.4 CONTROL DEL IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>56</b>

<b>ARTICULO 20. DISEÑO Y DIMENSIONADO E INSTALACIÓN .....</b>	<b>58</b>
<b>20.1 PLANTAS DE DISTRITO TÉRMICO .....</b>	<b>58</b>
<b>20.2 RED DE DISTRIBUCIÓN DEL DISTRITO TÉRMICO .....</b>	<b>64</b>
<b>20.3 CONEXIÓN CON INSTALACIONES DEL CLIENTE.....</b>	<b>67</b>
<b>ARTICULO 21. PUESTA EN SERVICIO .....</b>	<b>70</b>
<b>21.1. DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA .....</b>	<b>71</b>
<b>ARTICULO 22. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (O&amp;M).....</b>	<b>71</b>
<b>22.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>71</b>
<b>22.2 OPERACIÓN.....</b>	<b>72</b>
<b>22.3 MANTENIMIENTO.....</b>	<b>73</b>

BORRADOR

**COMENTARIOS GENERALES**

BORRADOR

# INTRODUCCION

En cumplimiento del Artículo 2° de la Constitución Nacional, les corresponde a las autoridades de la República proteger a todas las personas residentes en Colombia en su vida, honra y bienes. En tal sentido el Ministerio de Minas y Energía como máxima autoridad en materia energética, adopta los reglamentos técnicos orientados a garantizar la protección de la vida de las personas contra los riesgos que puedan provenir de los bienes y servicios relacionados con el sector a su cargo.

Es por ello que, el Ministerio crea el Reglamento Técnico de Instalaciones térmicas, -RETSIT- que establece la obligatoriedad en el cumplimiento de requisitos que garanticen el cumplimiento de objetivos legítimos del país, tales como la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del ambiente, teniendo en cuenta principios del uso racional y eficiente de la energía (URE).

Para efectos del presente reglamento, las palabras deber y tener, como verbos y sus conjugaciones, deben entenderse como “estar obligado”.

## CAPITULO 1. DISPOSICIONES GENERALES

### ARTICULO 1. OBJETO

El presente reglamento técnico tiene por objeto fundamental establecer los requisitos que deben cumplir las instalaciones térmicas que prestan servicios de climatización y refrigeración, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del ambiente y la eficiencia energética, así como fijar los mecanismos que permitan evaluar su cumplimiento.

El reglamento establece requisitos para prevenir, minimizar o eliminar los riesgos generados en instalaciones térmicas, sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones laborales, ambientales y demás requerimientos legales o regulatorios aplicables a las instalaciones.

El RETSIT igualmente es un instrumento técnico-legal para Colombia, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre empresa, permite garantizar que las instalaciones de su alcance, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- La seguridad nacional en términos de garantizar el abastecimiento energético mediante uso de sistemas y productos que apliquen el Uso Racional de la Energía
- La protección de la vida y la salud humana
- La protección de la vida animal y vegetal
- La protección del ambiente

Para cumplir estos objetivos legítimos, el presente Reglamento Técnico se basó en los siguientes objetivos específicos:

- Establecer las condiciones para prevenir accidentes o lesiones en la salud asociados a factores de riesgo presentes en instalaciones térmicas.
- Exigir requisitos para contribuir con el uso racional y eficiente de la energía.
- Adoptar los símbolos, documentación de mantenimiento y referenciales de cálculo, que deben utilizar los profesionales que ejercen labores en instalaciones térmicas, para armonizar su interpretación.
- Unificar parámetros y criterios a usarse en el diseño de instalaciones térmicas.
- Señalar las responsabilidades que deben asumir los diseñadores, instaladores, operadores, mantenedores, inspectores y responsables de las instalaciones térmicas.

## **ARTICULO 2. ALCANCE GENERAL**

El presente reglamento técnico tiene alcance a las instalaciones térmicas establecidas en su campo de aplicación. El Ministerio de Minas y Energía, siguiendo los procedimientos legalmente establecidos, podrá incluir o excluir instalaciones, de acuerdo con criterios de representatividad en el consumo energético nacional, participación en el mercado o mejoramiento tecnológico.

## **ARTICULO 3. CAMPO DE APLICACIÓN**

Para efectos de este reglamento se consideran como sistemas térmicos y sus instalaciones los aquí establecidos, dentro de los límites señalados a continuación:

- Las instalaciones fijas de climatización que presente servicio de acondicionamiento de aire, ventilación, producción de agua caliente sanitaria y sistemas de refrigeración.
- Las instalaciones de producción y distribución de energía térmica que entregan agua como fluido portador de frío o calor con fines de climatización.

Los requisitos del presente Reglamento aplican a las instalaciones térmicas instaladas con posterioridad a la entrada en vigencia del mismo, así como a las ampliaciones y modificaciones.

### **3.1. INSTALACIONES**

Los requisitos de este reglamento serán de obligatorio cumplimiento en Colombia, en todas las instalaciones térmicas nuevas de su alcance, ampliaciones y modificaciones, públicas o privadas a partir de su entrada en vigencia.



Estos requisitos no serán exigibles en condiciones de fuerza mayor o alteraciones del orden público; en cuyo caso, el responsable de la instalación procurará restablecer las condiciones exigidas por el presente reglamento en el menor tiempo posible.

### **3.1.1. Instalaciones térmicas nuevas**

Se considera instalación térmica nueva aquella que se construya con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia del presente reglamento.

### **3.1.2. Ampliación de instalaciones térmicas**

Se entenderá como ampliación de una instalación térmica, la que implique aumento del área servida o modificación de la capacidad instalada.

En cuanto a la capacidad instalada comprende:

La incorporación de nuevos equipos en la instalación.

El aumento en la cantidad de equipos de la instalación.

### **3.1.3. Modificación de instalaciones térmicas**

Se entenderá como modificación de una instalación térmica, la sustitución por innovación, de equipos y componentes de la instalación, los siguientes:

- La sustitución o reposición de un equipo de la instalación por otro de diferentes características.
- El cambio del tipo de energía utilizada.

Con independencia de que un cambio efectuado en una instalación térmica sea considerado o no modificación de acuerdo con lo dispuesto en el apartado anterior, todos los productos que se incorporen a la misma deberán cumplir los requisitos relativos a las condiciones de los equipos y materiales establecidos en este reglamento.

## **3.2. PERSONAS**

Este reglamento debe ser cumplido por todas las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, en el territorio colombiano, que diseñen, instalen, intervengan, modifiquen, operen, mantengan e inspeccionen, así como las entidades e instituciones que intervienen en la revisión, supervisión y evaluación de la conformidad de las instalaciones térmicas.

### **3.2.1. Instalación y mantenimiento**

Las personas naturales o jurídicas que lleven a cabo la instalación o mantenimiento de instalaciones objeto de este reglamento, deberán contar con el registro ante cámara de comercio para ejercer estas actividades. Las personas que presten servicios a estas empresas deben cumplir con los requisitos relacionados con las competencias de las personas establecidas.

### **3.2.2. Responsables de la instalación**

Los responsables de las instalaciones objeto de este reglamento, deben cumplir los requisitos sobre seguridad y uso eficiente de la energía establecidos en este reglamento.

El responsable de la instalación que ejecuten las labores y/o empresa administradora de operación y mantenimiento será responsable del cumplimiento de este reglamento, en lo que se refiere a la operación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones.

### 3.2.3. Competencias personas naturales

La persona responsable del diseño de un sistema o instalación térmica **según el artículo 2 de la Ley 842 de 2003**, deberá **ser un ingeniero y** entregar un documento en el cual manifieste que el diseño cumple los requisitos aplicables del RETSIT y además deberá contener su nombre, su firma, así como el número de su matrícula profesional.

Esta persona deberá tener la formación académica en materia de sistemas térmicos, experiencia certificable o un certificado de la competencia profesional y responderá por los efectos del servicio prestado por el sistema o instalación cuando esta se realiza bajo ese diseño.

El diseño de sistemas térmicos y sus instalaciones debe ser elaborado y firmado por certificado con matrícula profesional vigente. También será responsable de que el diseño se adapte a las exigencias del RETSIT y de cualquier otra reglamentación o normativa que pudiera ser de aplicación a la instalación proyectada.

Tales actividades corresponden a los siguientes profesionales, quienes responderán por los efectos resultantes de su participación en la instalación:

- a) Ingeniero mecánico o ingeniero electromecánico, de conformidad con las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003 y demás que la adicionen, modifiquen o sustituyan. Ingenieros de control, en automatización o mantenimiento y de otras ingenierías especializadas en actividades relacionadas con las instalaciones térmicas, sólo podrán intervenir las partes o componentes de la instalación térmica que le corresponda a su especialización y competencia técnica y legal.
- b) Profesionales en ingeniería hidráulica o civil, de conformidad con las Leyes ~~51 de 1986~~ y 842 de 2003 y demás que la adicionen, modifiquen o sustituyan. Cuando la instalación térmica haga parte de una obra civil o una red urbana que preste servicios térmicos.
- c) c) Tecnólogos y/o técnicos en mantenimiento mecánico, tecnólogos en instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas y de aire acondicionado y refrigeración, tecnólogos en obras civiles, tecnólogos en seguridad industrial, salud ocupacional y medioambiente, de acuerdo con la Ley 842 de 2003 y en lo relacionado con su Consejo Profesional se registrará por la Ley 392 de 1997 de conformidad con lo establecido en la Sentencia C - 570 de 2004 **y conforme a las Leyes 19 de 1990 y 1264 de 2008, en el alcance que establezca su matrícula profesional para el ejercicio de la profesión a nivel medio de forma autónoma o como auxiliar del ingeniero, Mediante Sentencia C – 166 de 2015 La Corte Constitucional declaró inexecutable el artículo 10 de la Ley 1264 de 2008**, (tales como los instaladores de tuberías, los soldadores, los electricistas, entre otros)

**Parágrafo 1.** Actividades relacionadas con la instalación que no están directamente asociadas con riesgos de origen térmico, tales como, excavaciones, obras civiles, y en general las actividades desarrolladas por ayudantes, pueden ser ejecutadas por personas a quienes se deleguen funciones, las cuáles deben estar bajo la supervisión de una persona competente.

**Parágrafo 2.** Los alcances o nombres de título no precisados en la Ley, la jurisprudencia o este reglamento, deberán ser consultados con los respectivos consejos profesionales, teniendo en cuenta la relación de la instalación a intervenir con los programas acreditados de formación profesional, tecnológico y técnico y los acuerdos internacionales sobre el tema.

**Parágrafo 3.** En las actividades donde se actúe bajo la supervisión de ingeniero, este será quien debe suscribir la declaración de cumplimiento de la instalación y el esquema constructivo y de diseño.

**Parágrafo 4.** Si la persona que dirige o ejecuta directamente la instalación térmica no posee matrícula profesional, o teniendo matrícula profesional no tiene la competencia conforme a las leyes que regulan el ejercicio de su profesión, no se debe poner en servicio la instalación, y se debe poner en conocimiento de la autoridad competente dicha situación, es decir, a la Superintendencia de Industria y Comercio por el incumplimiento de reglamentos técnicos y al consejo profesional respectivo, por ejercicio ilegal de la profesión.

## **ARTICULO 4. CONFORMIDAD DE LA INSTALACIÓN**

Para determinar la conformidad de las instalaciones objeto del RETSIT, además de lo exigido en este reglamento, se deben seguir los siguientes lineamientos:

- Toda instalación objeto del reglamento debe demostrar su cumplimiento mediante la declaración de cumplimiento suscrita por quien realice directamente el montaje, la modificación o ampliación de la instalación térmica. Esta declaración, se debe acompañar por el dictamen de inspección expedido por el organismo de inspección acreditado por el ONAC, que valide dicha declaración.
- El responsable de la instalación deberá notificar, aun cuando se cuente con la declaración de cumplimiento del montaje, cualquier caso en que se evidencien incumplimientos con el presente reglamento, que pongan en alto riesgo a las personas, la misma instalación, los bienes contiguos o el medio ambiente. Si ocurre algún incidente o accidente originado en la instalación térmica, sin perjuicio de las acciones judiciales, los organismos de control y vigilancia competentes deben investigar las causas y sancionar a las personas responsables de la anomalía encontrada.
- El responsable de la instalación, no debe autorizar la puesta en marcha de la instalación, si no se cuenta con la declaración del cumplimiento del montaje.
- El responsable de la instalación deberá garantizar que se lleve a cabo del dictamen de inspección.
- La persona natural o jurídica responsable del montaje, ampliación o modificación de una instalación térmica, que emite la declaración de cumplimiento debe asegurar que la información allí contenida es veraz.
- El organismo de inspección acreditado, que mediante el dictamen de inspección valide la declaración de cumplimiento, sin cumplir con el cierre de las no conformidades detectadas durante la inspección, deben ser investigados y sancionados por el ente de control y vigilancia competente (SIC o Alcaldías); dado que están poniendo en peligro inminente o en alto riesgo la salud y vida de las personas, el medio ambiente, la instalación misma y los bienes de su entorno.

## **ARTICULO 5. EXCEPCIONES**

Los sistemas de aire acondicionado (barcos o navíos).

Los sistemas de aire acondicionado para salas de cirugía

Los sistemas de aire acondicionado de aeronaves.

Los sistemas de aire acondicionado para laboratorios.

## **ARTICULO 6. DEFINICIONES**

Para la aplicación e interpretación de este reglamento, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

**Acondicionamiento de aire:** Proceso o procesos de tratamiento de aire que modifica sus condiciones para adecuarlas a unas necesidades determinadas.

**Aislamiento térmico:** Materiales, empleados para reducir la transferencia de calor. La energía calorífica puede ser transferida por conducción, convección o radiación. El flujo de calor puede ser modificado por medio de estos mecanismos y dependen de las propiedades térmicas del material empleado en este propósito. Por lo general, fibra mineral, silicato de calcio, espuma de vidrio, poliuretano o espuma de poliisocianato.

**Almacenamiento térmico:** Tecnología o sistemas de acumulación de capacidad de refrigeración o calefacción para su uso posterior.

**Bomba de Calor:** Máquina térmica que permite transferir calor de una fuente a baja temperatura (fuente fría) a un fluido receptor a temperatura superior (fuente caliente).

**Caldera:** Conjunto formado por el cuerpo de caldera y el quemador, destinado a transmitir al agua el calor liberado por la combustión.

**Caldera estándar (o convencional):** La caldera cuya temperatura media de funcionamiento puede limitarse a partir de su diseño.

**Calefacción:** Proceso por el que se controla solamente la temperatura del aire de los espacios con carga de calor negativa o pérdida de calor.

**Calefacción en distritos térmicos:** Consiste en proveer y distribuir, desde una planta central, calefacción a un área circundante (distrito) de inquilinos o clientes (residencias, empresas comerciales o sitios institucionales).

**Capacidad:** Cuando usado con los adjetivos calorífica y frigorífica y referido a una máquina frigorífica es sinónimo de potencia, es decir energía dividido por la unidad. Así, la capacidad frigorífica es la cantidad de calor cedida por el fluido portador que circula por el evaporador al fluido refrigerante en la unidad de tiempo, mientras que la capacidad calorífica es la cantidad de calor captada por el fluido portador que circula por el condensador al fluido refrigerante en la unidad de tiempo.

**Capacidad de calefacción:** Cantidad de calor que el equipo puede añadir al espacio acondicionado en un intervalo de tiempo definido, en vatios, según los métodos de ensayo especificados.

**Capacidad de enfriamiento:** Cantidad de calor sensible y latente que el equipo puede eliminar del espacio acondicionado en un intervalo de tiempo definido, en vatios, según los métodos de ensayo especificados.

**Carga térmica:** Energía térmica requerida para climatizar un espacio, puede evaluarse en la unidad de tiempo (potencia térmica) o durante un periodo de tiempo finito.

Chiller o enfriadora de agua: maquina frigorífica destinada al enfriamiento de un fluido en fase líquida. Se diferencian de acuerdo al modo de evacuación del calor: enfriadora de agua condensada por aire y condensada por agua.

Cliente: Persona u organización que podría recibir o que recibe un servicio destinado a esa persona u organización o requerido por ella.

Climatización: Acción y efecto de dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas.

Climatizador: Equipo de tratamiento de aire con producción propia de energía térmica frío y/o calor). Aparato acondicionador; a veces es usado también como sinónimo de Unidad Manejadora de Aire UMA. (UTA, Unidad de Tratamiento de Aire).

Coeficiente de eficiencia energética de una bomba de calor:

*En la modalidad de calefacción:* COP (acrónimo del inglés "Coefficient of Performance") relación entre la capacidad calorífica y la potencia efectivamente absorbida por la unidad.

*En la modalidad de enfriamiento:* EER (acrónimo del inglés "Energy Efficiency Ratio") relación entre la capacidad frigorífica y la potencia efectivamente absorbida por la unidad.

Condensado: Líquido formado por la condensación de un vapor.

Condensador: Intercambiador de calor en el cual el vapor refrigerante se licúa por eliminación de calor.

Conducto de aire: Elemento utilizado para transporte del aire desde la unidad manejadora hacia las diferentes áreas que se deben acondicionar.

Distrito térmico: Sistema centralizado de producción y distribución de energía térmica en forma de calor o frío que abastece a múltiples clientes en un área común. Los servicios que puede prestar un distrito térmico son agua para refrigeración o calefacción, agua helada o agua caliente, o vapor, para cubrir diversas necesidades, a través de una red subterránea de tuberías aisladas térmicamente provenientes de una planta de generación. Está conformado por cuatro subsistemas básicos: suministro de energía primaria, conversión principal, conversión local dentro de los sectores de uso final y el subsistema de uso final.

Eficiencia de un aparato de transferencia térmica o intercambiador de calor: Relación entre la potencia térmica recibida por el fluido secundario y la máxima potencia térmica que puede recibir y que depende de las condiciones de los fluidos primario y secundario a la entrada del aparato.

Energía térmica: Corresponde a la fracción de energía en forma de calor o frío contenida y transportada en el agua u otro fluido portador que es conducido en tuberías aisladas, para ser utilizada posteriormente para diversos usos térmicos. Como en los sistemas de climatización y agua caliente.

Inflamabilidad: Capacidad de un refrigerante o fluido de transmisión de calor para propagar una llama desde una fuente de ignición.

**Instalación térmica:** Las redes de distribución de frío o calor con sus componentes, tales como: equipos, máquinas, aparatos y fluidos portadores, y que se utilizan para la producción, transformación, distribución de energía térmica.

**Instalación unitaria:** Es aquella en la que la producción de frío y/o calor es independiente

**Manual de uso y mantenimiento:** manual que contiene las instrucciones de seguridad, manejo y maniobra, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética de una instalación.

**Recinto ventilado:** Recinto que contiene el sistema de refrigeración, que no permite que el aire fluya del recinto al espacio circundante, y que tiene un sistema de ventilación que produce un flujo de aire de los recintos a las áreas abiertas a través de un ducto de ventilación.

**Red de distribución:** Conjunto de conducciones que transportan un fluido entre una central y las unidades terminales.

**Refrigeración (enfriamiento):** En climatización, proceso que controla solamente la temperatura del aire de los espacios con carga positiva.

**Refrigerante:** Fluido que se utiliza para la transferencia de calor en un sistema de refrigeración, el cual absorbe el calor a baja temperatura y baja presión del fluido, lo rechaza a una temperatura y presión mayor y que por lo general implica cambios en la fase del

**Sala de máquinas:** Recinto o espacio cerrado, con ventilación mecánica, sellado en las áreas públicas y con acceso restringido a personal no autorizado, diseñado para contener los componentes del sistema de refrigeración.

**Sistema de refrigeración:** Combinación de partes interconectadas que contengan refrigerante y constituyan un circuito cerrado donde el refrigerante circula con el fin de extraer y rechazar calor (es decir, enfriamiento y calentamiento).

**Torre de enfriamiento:** Máquina térmica encargada de enfriar el agua por medio de la evaporación de un porcentaje del fluido

**Toxicidad:** Capacidad del refrigerante o de un fluido de transmisión de calor para ser perjudicial o letal o impedir la capacidad de una persona para escapar debido a la exposición aguda o crónica por contacto, inhalación, o ingestión.

**Cliente:** persona natural o jurídica que utiliza la instalación térmica.

**Válvula:** Aparato que sirve para interrumpir o regular la circulación de un fluido por medio de un obturador maniobrado del exterior, manual o automáticamente.

**Ventilación mecánica:** Proceso de renovación del aire de los locales por medios mecánicos.

**Ventilación natural:** proceso de renovación del aire de los locales por medios naturales (acción del viento y/o tiro térmico), la acción de los cuales puede verse favorecida con apertura de elementos de los cerramientos.

## ARTICULO 7. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

ACS: Agua caliente sanitaria.

AE: Aire de extracción.

AHRI: Instituto de Aire Acondicionado, Calefacción y Refrigeración (*Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute*).

ANSI: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (*American National Standards Institute*).

ASHRAE: Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*).

ASME: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (*American Society of Mechanical Engineers*).

AGUA HELADA: Agua helada (*Chilled Water*).

CMMS: Sistema informático para la gestión del mantenimiento (*Computerized Maintenance Management System*).

COP: Coeficiente de rendimiento (*Coefficient Of Performance*).

COWS: Estación de trabajo central del operador (*Central Operator Workstation*).

ETS: Estación de transferencia de energía (*Energy Transfer Station*).

GWP: Potencial de Calentamiento Global (*Global Warning Potential*).

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

ISO: Organización internacional de normalización (*International Organization for Standardization*)

MERV: Valor reportado de eficiencia mínima (*Minimum Efficiency Reporting Value*).

NFPA: Asociación Nacional de Protección contra Incendios (*National Fire Protection Association*).

NTC: Norma Técnica Colombiana.

TES: Almacenamiento de energía térmica (*Thermal Energy Storage*).

SMACNA: Asociación Nacional de Contratistas de Lámina y Aire Acondicionado (*Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association*).

UTA: Unidad de tratamiento de aire.

UMA: Unidad de Manejadora de Aire.

## ARTICULO 8. SISTEMA DE UNIDADES

En las instalaciones objeto del presente reglamento se debe aplicar el Sistema Internacional de Unidades (SI), aprobado por la Resolución No. 1823 de 1991 de la Superintendencia de Industria y Comercio. En consecuencia, los siguientes símbolos y nombres tanto de magnitudes como de unidades deben utilizarse en las instalaciones térmicas.

Nombre de la magnitud	Símbolo de la Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad SI
Energía	E	julio	J
Potencia	P	vatio	W
Presión	P	pascal	Pa
Viscosidad dinámica	H	pascal segundo	Pa·s
Viscosidad cinemática	V	metro cuadrado por segundo	m <sup>2</sup> /s
Esfuerzo normal	Σ	pascal	Pa
Esfuerzo cortante	T	pascal	Pa
Temperatura termodinámica	T	kelvin	K
Temperatura Celsius	T	grado celsius	°C
Conductividad térmica	Λ	vatio por metro kelvin	W/(m·K)
Coefficiente de transferencia de calor superficial	H	vatio por metro cuadrado kelvin	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Aislamiento térmico	M	metro cuadrado kelvin por vatio	m <sup>2</sup> ·K/W
Capacidad de calor másico, Capacidad de calor específico	C	julio por kilogramo kelvin	J/(kg·K)

## OTROS SISTEMAS DE UNIDADES

### Unidades del sistema inglés

Nombre de la Magnitud	Símbolo de la Unidad	Nombre de la Unidad
Temperatura	F	grado fahrenheit
Temperatura	R	grado rankine
Fuerza	Lbf	libra fuerza
Fuerza	Pdl	Poundal



Presión	lbf / in <sup>2</sup>	libra fuerza / pulg. Cuadrada
Presión	mm Hg	milímetro de mercurio
Presión	mm H <sub>2</sub> O	milímetro de agua
Energía	BTU	unidad térmica británica
Potencia	HP Inglés	caballo inglés

### Unidades del sistema técnico

Nombre de la Magnitud	Símbolo de la Unidad	Nombre de la Unidad
Fuerza	kgf	kilogramo fuerza
Energía	kcal	Kilocaloría

### Conversión de unidades

Unidades	Conversión
Masa (m)	$1kg = \frac{1}{0,45359237} lb = 2,205lb$
Longitud (l, b, h, d, r, s)	$1m = \frac{1}{0,3048} pie = 3,281pie$
Volumen (V)	$1m^3 = 10dm^3 (litro) = 35,31pie^3 = 220,0UKgal = 264,2USgal$
Tiempo (t)	$1s = \frac{1}{60} min = \frac{1}{3600} h$
Temperatura (T,t)	$1K = 1,8R$
Fuerza (F)	$1N \left( \text{ó } \frac{kg \cdot m}{s^2} \right) = \frac{7,233}{32,174} lbf = 0,2248lbf$
Presión (p)	$1bar = 10^5 \frac{N}{m^2} (Pa) = 14,50 \frac{lbf}{in^2} = 750mmHg = 10,20mH_2O = 1,019716 \frac{kgf}{cm^2}$
Volumen específico (V)	$1 \frac{m^3}{kg} = 16,02 \frac{pie^3}{lb}$

Densidad $\rho$	$1 \frac{kg}{m^3} = 0,06243 \frac{lb}{pie^3}$
Energía (E)	$1kJ = 10^3 N \cdot m = \frac{1}{4,1868} kcal = 0,9478 Btu = 737 pie \cdot lbf$
Potencia (P)	$1kW = 1 \frac{kJ}{s} = \frac{10^3}{9,80665} \frac{kgf \cdot m}{s} = \frac{10^3}{9,80665 \times 75} hp \text{ métrico} = 737,6 \frac{lbf}{s}$ $= \frac{737,6}{550} Hp \text{ inglés} = \frac{1}{0,7457} Hp \text{ inglés} = 3,412 \frac{Btu}{h}$
Energía específica (u,h)	$1 \frac{kJ}{kg} = \frac{1}{2,326} \frac{Btu}{lb} = 0,4299 \frac{Btu}{lb}$
Calor específico (c,r,s)	$1 \frac{kJ}{kg \cdot K} = \frac{1}{4,1868} \frac{Btu}{lb \cdot R} = 0,2388 \frac{Btu}{lb \cdot R}$
Conductividad térmica (k)	$1 \frac{kW}{mK} = 577,8 \frac{Btu}{pie \cdot h \cdot R}$
Coefficiente de transferencia de calor	$1 \frac{kW}{m^2 \cdot K} = 176,1 \frac{Btu}{pie^2 \cdot h \cdot R}$
Viscosidad dinámica ( $\mu$ )	$1 \frac{kg}{m \cdot s} = 1N \frac{s}{m^2} = 1Pa \cdot s = 10 \frac{dina \cdot s}{cm^2} (\text{poise}) = 2,419 \frac{lb}{pie \cdot h} = 18,67 \times 10^{-5} \frac{P}{l}$
Viscosidad cinemática ( $\nu$ )	$1 \frac{m^2}{s} = 10^4 \frac{cm^2}{s} (\text{ó stokes}) = 38,750 \frac{pie^2}{h}$
Caballo de caldera (BHP)	$1BHP = 9,810kW = 33,472 \frac{Btu}{h} = 8,430 \frac{kcal}{h} = 34,5 \frac{lbvapor}{h} (a 212^\circ F)$

Unidades	Conversión
Masa (m)	$1 kg = \frac{1}{0,45359237} lb = 2,205 lb$
Longitud (l, b, h, d, r, s)	$1 m = \frac{1}{0,3048} pie = 3,281 pie$


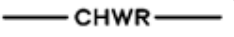





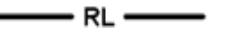
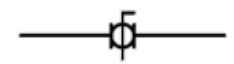
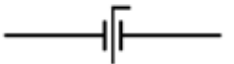
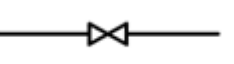
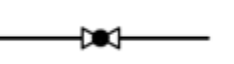
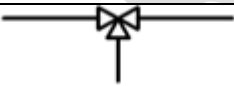
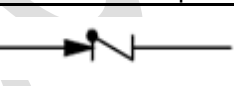
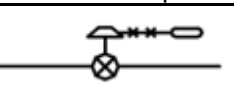
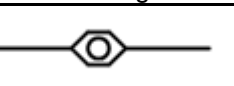



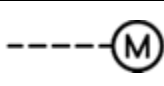




Volumen (V)	$1 \text{ m}^3 = 10 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} = 35,31 \text{ pie}^3 = 220 \text{ UKgal} = 264,2 \text{ USgal}$
Tiempo (t)	$1 \text{ s} = \frac{1}{60} \text{ min} = \frac{1}{3.600} \text{ h}$
Temperatura (T,t)	$1 \text{ K} = 1,8 \text{ R}$
Fuerza (F)	$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{7,233}{32,174} \text{ lbf} = 0,2248 \text{ lbf}$
Presión (p)	$1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa} = 14,50 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 750 \text{ mmHg} = 10,20 \text{ mH}_2\text{O}$ $= 1,019716 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Volumen específico (V)	$1 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 16,02 \frac{\text{pie}^3}{\text{lb}}$
Densidad $\rho$	$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,06243 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}$
Energía (E)	$1 \text{ kJ} = 10^3 \text{ N}\cdot\text{m} = \frac{1}{4,1868} \text{ kcal} = 0,9478 \text{ Btu} = 737 \text{ pie}\cdot\text{lbf}$
Potencia (P)	$1 \text{ kW} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = \frac{10^3}{9,80665} \frac{\text{kgf}\cdot\text{m}}{\text{s}} = \frac{10^3}{9,80665 \times 75} \text{ hp métrico}$ $= 737,6 \frac{\text{lbf}}{\text{s}} = \frac{737,6}{550} \text{ hp inglés} = \frac{1}{0,7457} \text{ hp ingles} = 3,412 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$
Energía específica (u,h)	$1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = \frac{1}{2,326} \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} = 0,4299 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$
Calor específico (c,R,s)	$1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} = \frac{1}{4,1868} \frac{\text{Btu}}{\text{lb}\cdot\text{R}} = 0,2388 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}\cdot\text{R}}$
Conductividad térmica (k)	$1 \frac{\text{kW}}{\text{mK}} = 577,8 \frac{\text{Btu}}{\text{pie}\cdot\text{h}\cdot\text{R}}$
Coefficiente de transferencia de calor	$1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2\cdot\text{K}} = 176,1 \frac{\text{Btu}}{\text{pie}^2\cdot\text{h}\cdot\text{R}}$



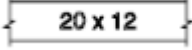

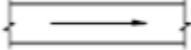


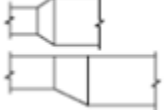




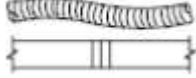

Viscosidad dinámica  ( $\mu$ )	$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}} = 1 \text{ N} \frac{\text{s}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 10 \frac{\text{dina}\cdot\text{s}}{\text{cm}^2} = 1 \text{ poise} = 2,419 \frac{\text{lb}}{\text{pie}\cdot\text{h}}$ $= 18,67 \times 10^{-5} \frac{\text{pdl}\cdot\text{h}}{\text{pie}^2}$
Viscosidad cinemática  ( $\nu$ )	$1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 10^4 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} = 1 \text{ stokes} = 38,750 \frac{\text{pie}^2}{\text{h}}$
Caballo de caldera  (BHP)	$1 \text{ BHP} = 9,810 \text{ kW} = 33.472 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} = 8.430 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 34,5 \frac{\text{lbvapor}}{\text{h}}$ (a 212 °F)

## ARTICULO 9. SIMBOLOGÍA Y SEÑALIZACIÓN

A continuación, se listan los principales símbolos utilizados en las diferentes instalaciones térmicas.

Los símbolos fueron tomados del estándar ANSI/ASHRAE 134 y el estándar de construcción de conductos metálicos flexible de SMACNA. Para revisión de los símbolos que se describen a continuación y otros más, se pueden verificar los estándares anteriormente mencionados:

			
Suministro de agua helada	Retorno de agua fría	Suministro de agua de condensación	Retorno de agua de condensación
			
Suministro de agua de condensación	Retorno de agua de condensación	Línea de succión	Línea de líquido
			
Válvula de bola	Válvula de mariposa	Válvula de compuerta	Válvula de globo
			
Válvula de tres vías	Válvula de cheque	Válvula de expansión termostática	Visor de líquido
			
Sensor de monóxido de carbono	Sensor de dióxido de carbono	Sensor de refrigerante	Motor eléctrico
			
Switch de flujo	Transformador	Bomba	Dámper de hojas opuestas

			
Dámper de hojas paralelas	Louver	Conducto	Conducto con aislamiento térmico y acústico
			
Dirección de flujo	Conducto o ducto de suministro	Conducto o ducto de retorno y extracción	Reducción
			
Derivación o zapato	Dámper o control de volumen	Compuertas de acceso e inspección	Deflectores
			
Ducto flexible/conexión flexible	Termostato		

## CAPITULO 2. CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

### ARTICULO 10. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO

(En Proceso, la información se va a tomar como resumen del contenido con el mismo título que actualmente se encuentra en el reglamento, luego de revisiones previstas)

### ARTICULO 11. CONSIDERACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

(En Proceso, la información se va a tomar como resumen del contenido con el mismo título que actualmente se encuentra en el reglamento, luego de revisiones previstas)

## **ARTICULO 12. CONSIDERACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN**

(En Proceso, la información se va a tomar como resumen del contenido con el mismo título que actualmente se encuentra en el reglamento, luego de revisiones previstas)

## **ARTICULO 13. CONSIDERACIONES PARA LA OPERACIÓN**

(En Proceso, la información se va a tomar como resumen del contenido con el mismo título que actualmente se encuentra en el reglamento, luego de revisiones previstas)

## **ARTICULO 14. CONSIDERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO**

(En Proceso, la información se va a tomar como resumen del contenido con el mismo título que actualmente se encuentra en el reglamento, luego de revisiones previstas)

## **CAPITULO 3. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS**

### **ARTICULO 15. DISEÑO E INSTALACIÓN**

#### **15.1. SOPORTES Y BASES PARA LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN**

Los soportes y las bases de los sistemas de refrigeración deben soportar las siguientes fuerzas externas:

- a) La masa de los tanques;
- b) La masa de los contenidos y equipo incluyendo la masa del fluido de ensayo hidrostático y la masa de hielo que se puede formar bajo circunstancias de operación extrema;
- c) La carga de viento;
- d) La masa de agarraderas, abrazaderas y tubería de interconexión;
- e) El movimiento térmico de tuberías y componentes;
- f) Las fuerzas que surjan del uso indebido previsible, (tales como, la masa y fuerza de la persona que repara y opera).

NOTA 1: Se deberá cumplir la legislación vigente en materia de sismo resistencia de acuerdo con la NSR-10.

#### **15.2. REQUISITOS DE PRESIÓN**

### 15.2.1. Presión máxima permisible

La presión máxima permisible, se debe determinar teniendo en cuenta factores tales como:

- a) La temperatura ambiente máxima;
- b) La posible acumulación de gases no condensables;
- c) La configuración de cualquier dispositivo de liberación de presión;
- d) El método de deshielo;
- e) La aplicación (enfriamiento o de calentamiento);
- f) El ensuciamiento.

Con base en el sistema de refrigeración el diseñador debe determinar las presiones permisibles máximas en las diferentes partes del sistema teniendo en cuenta una temperatura ambiente máxima, tal como sea apropiado para el sitio de la instalación.

Uno de los siguientes métodos debe utilizarse para determinar la presión máxima permisible de las diferentes partes del sistema de refrigeración.

#### a) Método 1

El diseñador debe documentar la determinación de la presión permisible máxima ya sea por cálculo o por ensayos. Donde quiera que la diferencia de temperatura entre la temperatura ambiente y la temperatura de condensación se calculen, el método debe ser verificado por ensayos.

Para los refrigerantes utilizados en la parte de baja temperatura (con o sin compresor) de un sistema de cascada, la PS debe ser determinada por el diseñador. El diseñador debe prever condiciones de parada normales y de emergencia ya sea a través de la provisión de un tanque de eliminación o por medio de ventilado controlado y seguro de la carga secundaria (si es permisible) o por otros medios.

#### b) Método 2

La siguiente tabla es una alternativa para el Método 1. El valor mínimo de la presión permisible máxima debe determinarse por las temperaturas mínimas especificadas que se incluyen en la siguiente tabla para determinar la presión del refrigerante saturado. Cuando los evaporadores puedan estar sujetos a alta presión; tales como, durante el deshielo con gas caliente o la operación de ciclo inverso, se debe utilizar la temperatura especificada en el lado de presión alta.

<b>Condiciones ambientales</b>	<b>≤ 32 °C</b>	<b>≤ 38 °C</b>	<b>≤ 43 °C</b>	<b>≤ 55 °C</b>
Lado de presión alta con condensador refrigerado por aire	55 °C	59 °C	63 °C	67 °C
Lado de presión alta con condensador refrigerado por agua y bomba de calor de agua	<b>Temperatura de salida máxima +8 K</b>			
Lado de presión alta con condensador evaporativo	43 °C	43 °C	43 °C	55 °C
Lado de presión baja con intercambiador de calor expuesto a la temperatura ambiente al aire libre	32 °C	38 °C	43 °C	55 °C
Lado de presión baja con intercambiador de calor expuesto a la temperatura ambiente interior	27 °C	33 °C	38 °C	38 °C

- Para el lado de presión alta, las temperaturas especificadas se consideran como las máximas que ocurren durante la operación. Esta temperatura es más alta que la temperatura que se obtiene cuando el compresor se apaga (parada). Para el lado de presión baja y/o el

lado de presión intermedia, es suficiente basar el cálculo de la presión en la temperatura esperada durante el periodo de parada del compresor. Estas temperaturas son temperaturas mínimas y por ende determinan que el sistema no está diseñado para presión permisible máxima por debajo de la presión del refrigerante saturado que corresponde a dichas temperaturas mínimas.

- El uso de las temperaturas especificadas no siempre resulta en presión del refrigerante saturado dentro del sistema; tales como; un sistema de carga limitada o un sistema que funcione en o por encima de la temperatura crítica.
- Para mezclas zeotrópicas, la presión máxima permisible es la presión en el punto de burbuja.
- El sistema puede subdividirse en varias partes (tales como, lados de presión baja y lados de presión alta). Para cada una de estas partes podría haber una presión permisible máxima diferente.
- La presión a la cual el sistema (o parte del sistema) normalmente opera es más baja que la presión máxima permisible.
- El esfuerzo excesivo puede ser el resultado de pulsaciones de gas.
- A fin de determinar las condiciones ambientales, se puede utilizar la IEC 60721 así como los datos regionales.
- **considero que hay indicaciones que sobran en el reglamento.**

### **15.2.2. Presión máxima permisible de componente**

La presión permisible máxima para cada componente no debe ser menor que la presión permisible máxima del sistema o de parte del sistema.

### **15.2.3. Relaciones de presión con la presión permisible máxima**

Los sistemas y componentes deben ser diseñados para cumplir con la relación de presión que aparece en la siguiente tabla:

### **Relación entre las diferentes presiones y la presión máxima permisible (PS) de componentes y ensamblajes**

<b>Componentes/Ensamblajes</b>	<b>Valores</b>	<b>Información adicional</b>
Presión de diseño	$\geq PS$	Relacionado con el componente para sistemas.
Presión de ensayo de fuerza	De acuerdo con 5.3.2	
Presión de ensayo de hermeticidad para ensamblajes	De acuerdo con 5.3.3	
Limitador de presión para sistemas con dispositivo de descarga, configuración	$\leq 1,0 \times PS$	Relacionado con parte del sistema.
Limitador de presión para sistemas sin dispositivo de descarga, configuración	$\leq 1,0 \times PS$	
Dispositivo de descarga de presión, configuración	$1,0 \times PS$	Relacionado con el componente donde protege el componente o con parte del sistema donde protege una parte del sistema.
Válvula de descarga de presión requerida a	$\leq 1,2 \times PS$	

## **15.3 TUBERÍA Y RACORES**



### **15.3.1. Generalidades**

Las uniones de tubería y los racores deben cumplir con los requisitos de la norma nacional y con la norma de ISO 14903. De no existir una norma nacional equivalente, se debe usar una norma equivalente; tales como, la EN 14276-2 o ASME B31.5.

### **15.3.2. Uniones bridadas**

Se debe utilizar bridas estandarizadas para tubería de acero de acuerdo con la norma nacional. De no existir una norma nacional equivalente, se debe usar una norma equivalente; tales como, la norma EN 1092-3, la norma ASME B31.5.

### **15.3.3. Uniones acampanadas**

Cuando se utilice tubería de cobre, ésta debe cumplir con las normas nacionales, tales como, la norma EN 12735-1, la norma EN 12735-2, o la norma ASME B31.5.

### **15.3.4. Roscas cónicas de tubería**

Las roscas cónicas que forman parte de la cubierta que contiene la presión se deben limitar a un máximo de DN 40 (1,5 pulgadas) y se deben utilizar únicamente para conectar los dispositivos de control, seguridad e indicación con los componentes. Los racores cónicos y los medios de sellamiento deben ser con aprobación tipo por parte del fabricante con respecto a la tensión.

### **15.3.5. Uniones de compresión**

Las uniones de compresión deben restringirse a las tuberías con máximo DN 32 (1,38 pulgada) de acuerdo con la norma ISO 6708.

### **15.3.6. Requisitos para tuberías instaladas en sitio**

Para la correcta disposición de las tuberías, se debe tener en cuenta la configuración física, en particular, la posición de cada tubería, las condiciones de flujo (flujo en dos fases, funcionamiento del suministro de aceite en carga parcial), procesos de condensación, expansión térmica, vibraciones, y la buena accesibilidad.

NOTA: El enrutamiento y el soporte de la tubería tienen un efecto importante en la confiabilidad operativa y funcionalidad de un sistema de refrigeración.

Como regla general, la tubería debe instalarse de manera que no perjudique cualquier actividad normal.

Las siguientes consideraciones se deben aplicar a la instalación de tuberías para la seguridad y protección ambiental.

- No debe existir ningún peligro para las personas y no se debe restringir el paso libre en las rutas de acceso o evacuación.
- Ninguna válvula o unión desmontable debe ubicarse en áreas accesibles al público en general, donde se utilicen refrigerantes del grupo A2, B1, B2, A3, o B3. Para todos los refrigerantes, las válvulas y uniones desmontables en áreas accesibles al público en general deben estar protegidas contra una operación o desconexión no autorizada.
- Los conectores de refrigerante flexibles (tales como líneas de conexión entre las unidades interior y exterior) que puedan desplazarse durante las operaciones normales deben estar protegidas contra daños mecánicos.

- Las uniones de conexión de tubería (tales como, en el caso de los sistemas divididos) se deben realizar antes de la apertura de las válvulas para permitir que el refrigerante fluya entre las partes del sistema de refrigeración. Se debe suministrar una válvula para evacuar la tubería de interconexión y/ o cualquier parte del sistema de refrigeración sin carga.

#### **15.3.7. Requisitos específicos para la instalación de tuberías para equipos destinados a utilizar refrigerantes A2, A3, B3, excluyendo los refrigerantes A1, B1, A2L, y B2L**

- Las tuberías y las uniones de un sistema dividido se deben hacer con las uniones permanentes cuando se encuentren dentro de un espacio ocupado, excepto para uniones que conecten directamente la tubería con unidades interiores.
- Los componentes deben enviarse sin carga de refrigerante.
- La tubería del refrigerante debe protegerse para evitar daño.

#### **15.3.8. Protección de tuberías**

Deben tomarse precauciones para evitar la vibración o pulsación excesiva. Se debe prestar atención particular para prevenir la transmisión directa de ruido o de vibraciones hacia, o a través de la estructura de soporte.

NOTA 1: La evaluación de vibración o pulsación deberían realizarse en el sistema en servicio, a la temperatura máxima de condensación y en condiciones de inicio y finalización que tengan el efecto más desfavorable en las tuberías.

Los dispositivos de protección, tuberías, y racores deben estar protegidos en la medida de lo posible contra los efectos ambientales adversos, tales como, el peligro de recolección de agua y congelamiento en tuberías de liberación o la acumulación de polvo y residuos.

Se debe prever lo necesario para la expansión y contracción de largos trayectos de tubería.

Las tuberías en los sistemas de refrigeración deben diseñarse e instalarse para minimizar la probabilidad de que los golpes de líquido (choque hidráulico) dañen el sistema.

Las válvulas solenoides deben estar posicionadas correctamente en la tubería para evitar los golpes de líquido.

Las tuberías y componentes de acero deben estar protegidos contra la corrosión con un recubrimiento a prueba de óxido antes de aplicar cualquier aislamiento.

NOTA 2: La protección contra la corrosión debe cumplir con la norma ISO 12944-1 (para tuberías de acero).

Los elementos de la tubería flexible deben estar protegidos contra daños mecánicos, esfuerzo excesivo por torsión, u otras fuerzas. Se deben revisar regularmente para evitar daños mecánicos.

#### **15.3.9. Tuberías en ductos o fosos**

Cuando las tuberías de refrigerante compartan un ducto con otros servicios, se deben tomar medidas para evitar daños debido a la interacción entre los mismos.

No debe haber tuberías de refrigerante en las rutas de ventilación o de aire acondicionado cuando éstas se utilicen también como rutas de evacuación.

No se deben ubicar tuberías en fosos de elevación u otros fosos que contengan objetos en movimiento.

#### **15.3.10. Ubicación de las tuberías**

Se debe proporcionar el espacio suficiente para el aislamiento de tuberías cuando sea necesario.

Las tuberías que se encuentren fuera de la sala de máquinas o del recinto deben estar protegidas contra posibles daños accidentales.

La tubería con uniones desmontables que no estén protegida contra desconexiones no debe estar ubicada en los corredores públicos, vestíbulos, escaleras, descansos de escaleras, entradas, salidas, ni en ningún ducto o foso que tenga aberturas sin protección para dichos lugares.

Una excepción a lo anterior es la tubería que no tiene uniones desmontables, válvulas, o controles en el mismo y que esté protegida contra daños accidentales. Las tuberías que no tengan uniones desmontables, válvulas, o controles y que estén protegidas contra daños accidentales se pueden instalar en corredores públicos, escaleras, o vestíbulos siempre que no se encuentren a menos de 2,2 m por encima del suelo.

Las tuberías que pasen a través de las paredes y techos resistentes al fuego deben sellarse de manera tal que sea consistente con la clasificación de incendio de la partición.

#### **15.3.11. Accesibilidad de las tuberías y las uniones**

La distancia alrededor de la tubería debe ser suficiente para permitir el mantenimiento rutinario del aislamiento, la barrera de vapor, y los componentes, la revisión de las uniones de las tuberías, y la reparación de fugas.

Todas las uniones desmontables deben ser de fácil acceso para la inspección.

#### **15.3.12. Tuberías para accesorios y medidas**

Las tuberías, incluyendo las tuberías flexibles, para la conexión de dispositivos de medición, control, y seguridad deben ser lo suficientemente fuertes en relación a la presión máxima permisible y deben instalarse de tal manera que se minimice la vibración y corrosión.

Los tubos de conexión de los dispositivos de medición, control, y seguridad deben estar conectados y enrutados de manera que se pueda evitar tanto como sea posible la recolección de líquido, aceite, o suciedad.

Se requiere un diámetro nominal interno mínimo de 4 mm (0,157 pulgadas) para las tuberías de conexión de dispositivos de conmutación de seguridad. Excepción: los dispositivos de conmutación de seguridad que requieren una tubería de conexión con un diámetro más pequeño con el fin de amortiguar las pulsaciones. Si se requiere dicha amortiguación para garantizar el funcionamiento del dispositivo, entonces la tubería de conexión debe realizarse lo más alta como sea posible en el tanque o tubería para evitar la entrada de aceite o líquido en la tubería.

## **15.4. DISPOSITIVOS DE CIERRE**

#### **15.4.1. Válvulas de aislamiento**

Los sistemas de refrigeración deben estar provistos de suficientes válvulas de aislamiento para minimizar el peligro y la pérdida de refrigerante, en particular, durante la reparación y/o mantenimiento.

#### **15.4.2. Válvulas de accionamiento manual**

Las válvulas de accionamiento manual que puedan requerir operación instantánea, tales como, apagado de emergencia, deben estar provistas de una manija o palanca de accionamiento.

#### **15.4.3. Cambio de empaquetadura/sello**

Si no es posible apretar o cambiar la empaquetadura/sellado(s) mientras que la válvula está expuesta a la presión del sistema, debe ser posible aislar la válvula del sistema o se deben elaborar medidas para evacuar el refrigerante de la parte del sistema donde la válvula esté ubicada.

#### **15.4.4. Áreas de liberación de alto riesgo**

Las válvulas de cierre automático o cierre rápido deben instalarse donde exista un riesgo mayor de liberación de refrigerante a la atmosfera, tales como, en puntos de drenaje de aceite.

Cuando las instrucciones de servicios requieran drenaje regular de aceite, se deben desarrollar y aplicar las instrucciones escritas para el drenaje de aceite con el fin de reducir al mínimo el riesgo de emisión de refrigerante a la atmosfera.

#### **15.4.5. Ubicación de dispositivos de cierre**

Los dispositivos de accionamiento manual no deben ser instalados en espacios reducidos

### **15.5. CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN**

¿Se refiere a los dispositivos de cierre?

#### **15.5.1. Generalidades**

La presión de ajuste de un dispositivo limitador de presión debe ser igual o inferior a la presión de diseño del lado de alta si no se proporciona un dispositivo de liberación de presión. Si se proporciona un dispositivo de liberación de presión, la presión de ajuste del dispositivo limitador de presión debe ser de 90 % o menor que aquella de la configuración del dispositivo de liberación de presión.

#### **15.5.2. Liberación de presión a la atmosfera desde el lado de baja presión**

Un dispositivo de liberación de alta presión puede realizar la liberación al lado de baja presión si se cumplen las siguientes condiciones.

- La ruta de liberación entre el lado de alta y el lado de baja del sistema no puede cerrarse excepto como se especifica en el numeral 15.9.4.
- Un dispositivo de liberación de presión que haga la liberación a la atmosfera está instalado en el lado de baja presión.

- La configuración de la presión del dispositivo de liberación de baja presión es menor o igual a la presión de diseño del lado de baja presión.

## **15.6. DISPOSITIVOS DE CONMUTACIÓN DE SEGURIDAD PARA LIMITAR LA PRESIÓN**

### ***15.6.1. Dispositivos de conmutación de seguridad electromecánicos para limitar la presión***

Los dispositivos de conmutación de seguridad electromecánicos deben estar de acuerdo con la norma IEC 60730-2-6. Si estos se usan para proteger el sistema de refrigeración contra la presión excesiva, no deben utilizarse con otros fines.

### ***15.6.2. Conmutación de seguridad electrónica para limitar la presión***

Los dispositivos electrónicos no deben usarse como dispositivos de conmutación de seguridad para limitar la presión a menos que cumplan los requisitos de la norma ISO 13849-1.

### ***15.6.3. Ubicación de los dispositivos de conmutación de seguridad***

Los dispositivos de conmutación de seguridad para limitar la presión y los limitadores de presión homologados instalados en el lado de alta presión deben estar protegidos contra las pulsaciones que puedan ocurrir. Esto se puede obtener mediante la aplicación de los métodos de construcción apropiados, la aplicación de un dispositivo de amortiguación, o mediante el uso de tubos de conexión reducidos.

NOTA 1: El corte de presión de seguridad homologado, el corte de presión homologado, y los limitadores de presión homologados se consideran como dispositivos de conmutación de seguridad para limitar la presión, como se define en la norma NTC 6228-1.

NOTA 2: Se puede utilizar un dispositivo de conmutación de seguridad para limitar la presión con el fin de detener más de un elemento imponente de presión si el dispositivo de conmutación de seguridad cumple con los requisitos anteriormente mencionados. Los dispositivos de conmutación de seguridad para limitar la presión deben estar ubicados de manera tal que el cambio de configuración se pueda realizar únicamente mediante el uso de una herramienta.

En caso de un reinicio automático después de una falla de suministro eléctrico, se deben disponer de los medios para evitar situaciones de peligro. Una falla de energía eléctrica a los dispositivos de conmutación de seguridad para limitar la presión o al microprocesador/computador, si se utiliza en el circuito de seguridad, debe detener el compresor.

Considero que hay muchos detalles que no aportan mucho.

## **15.7. CÁLCULOS DEL TAMAÑO PARA LOS DISPOSITIVOS DE LIBERACIÓN DE PRESIÓN**

### ***15.7.1. Cálculos***

La capacidad de descarga requerida mínima del dispositivo de liberación de presión o tapón fusible para cada tanque de presión debe ser determinada por las Fórmulas (1) y (2):

- para un tanque cilíndrico:

$$C = f \times D \times L$$

- para un tanque no cilíndrico:

$$C = f \times (S/3)$$

en donde

C es la capacidad de descarga requerida mínima del dispositivo de liberación, en kilogramos de aire por segundo (kg/s);

D es el diámetro exterior del tanque, en metros;

L es la longitud del tanque, en metros;

f es el factor dependiente del tipo de refrigerante, en kilogramos segundo por metro cuadrado;

S es la superficie externa de un tanque de presión no cilíndrico, en metros cuadrados (Intercambiador de calor tipo placa)

NOTA 1: Cuando se utilizan materiales combustibles dentro de una distancia de 6,1 m de un tanque de presión, multiplique el valor de **f por 2,5**

NOTA 2: La fórmula se basa en condiciones de fuego en configuraciones de válvula de liberación específicos. Cálculos más generales para otras circunstancias, tales como, fuentes de calor internas o configuraciones de válvulas de liberación diferentes, se encuentran detallados en la norma EN 13136.

Algunos valores del factor f, el cual depende del tipo de refrigerante, se encuentran en las siguientes tablas cuando se utilizan en el lado de bajo de un sistema de cascada de carga limitada o en la para otras aplicaciones.

**Valor de f dependiendo del tipo de refrigerante (cuando se utiliza en el lado bajo de un sistema de cascada de carga limitada)**

Refrigerante	Valor de $f^a$ kg s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup>
R-23, R-170, R-744, R-1150, R-508A, R-508B	0,082
R-13, R-13B1, R-503	0,163
R-14	0,203

<sup>a</sup> Valores basados de ASHRAE 15:2010.

**Valor de f dependiendo del tipo de refrigerante (para otras aplicaciones)**

Refrigerante	Valor de $f^a$ kg s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup>
R-717	0,041
R-11, R-32, R-113, R-123, R-142b, R-152a, R-290, R-600, R-600a,	0,082
R-12, R-22, R-114, R-124, R-134a, R-401A, R-401B, R-401C, R-405A, R-406A, R-407C, R-407D, R-407E, R-409A, R-409B, R-411A, R-411B, R-411C, R-412A, R-414A, R-414B, R-500, R-1270,	0,131

R-143a, R-402B, R-403A, R-407A, R-408A, R-413 <sup>a</sup>	0,163
R-115, R-402A, R-403B, R-404A, R-407B, R-410A, R-410B, R-502, R-507A, R-509 <sup>a</sup>	0,203
<sup>a</sup> Valores basados de ASHRAE 15:2010.	

Cuando se utiliza un dispositivo de liberación de presión o tapón fusible para proteger a más de un tanque de presión, la capacidad requerida debe ser la suma de las capacidades requeridas para cada tanque de presión.

### **15.7.2. Tapones fusibles**

El tapón fusible se utiliza para proteger el sistema de refrigeración contra la sobrepresión en caso de una fuente de calor externa excesiva como lo es el fuego. Si un tapón fusible está instalado en el tanque de presión o en cualquier otra parte que esté protegiendo, se debe poner en una sección donde el refrigerante sobrecalentado no afecte su correcto funcionamiento. Los fusibles tapón no deben estar cubiertos por aislamiento térmico.

Las descargas de los tapones de fusible deben ocurrir de manera que no se ponga en peligro a personas y la propiedad a causa del refrigerante liberado.

Los fusibles tapón sólo se pueden usar cuando se utilizan los refrigerantes A1 y A2L.

Los fusibles tapón no deben utilizarse como el único dispositivo de liberación de presión entre un componente que contiene refrigerante y la atmósfera para los sistemas con una carga de refrigerante superior a 2,5 kg del grupo de refrigerantes A1 y A2L.

### **15.7.3. Disco de ruptura**

Un disco de ruptura de liberación a la atmósfera solo se puede usar en series con una válvula de liberación de presión y que esté ubicada en la parte de entrada de la válvula de liberación de presión. Se deben realizar las disposiciones para indicar la acumulación de presión entre el disco de ruptura y la válvula de liberación debido a fugas a lo largo de la parte anterior del dispositivo. El disco de ruptura instalado delante de una válvula de liberación de presión no debe ser más pequeño que la entrada de la válvula de liberación de presión. El disco de ruptura debe estar construido de manera que ninguna pieza del disco roto obstruya la válvula de liberación de presión o impida el flujo de refrigerante.

En caso del compresor centrífugo de baja presión (presión máxima permisible menor de 0,2 MPa), se permite un disco de ruptura como dispositivo de liberación sin una válvula de liberación de presión.

### **15.7.4. Capacidad de descarga**

La capacidad de descarga nominal de un disco de ruptura o un tapón fusible de descarga a la atmósfera bajo condiciones de flujo críticas, en kilogramos de aire por segundo (kg/s), debe ser determinada por las Fórmulas (3) y (4):

$$C = 1,09 \times 10^{-6} P_1 d^2 \quad (3)$$

$$d = 958,7(C / P_1)^{0,5} \quad (4)$$

en donde,

C es la capacidad de descarga nominal, en kilogramos por segundo;

d es el menor del diámetro interno de la tubería de entrada, bridas de retención, tapón fusible, y disco de ruptura, en milímetros.

Para los discos de ruptura,  $P_1$  es la presión manométrica nominal  $\times 1,1 + 101,33$  (kPa).

Para los fusibles tapón,  $P_1$  es la presión de saturación absoluta que corresponde al punto de fusión de la temperatura estampada del tapón fusible o la presión crítica del refrigerante utilizado, cualquiera que sea inferior, en kilopascales.

La capacidad de descarga del disco de ruptura debe calcularse de acuerdo con la norma ISO 4126-2.

La capacidad de descarga de las válvulas de seguridad debe determinarse de acuerdo con los ensayos en la norma ISO 4126-1.

## **15.8. TUBERÍA DE DESCARGA DE LOS DISPOSITIVOS DE LIBERACIÓN DE PRESIÓN**

### **15.8.1. Generalidades**

Las descargas de los dispositivos de liberación de presión deben ocurrir para que de esta manera no se ponga en peligro a las personas y la propiedad a causa del refrigerante liberado.

El tamaño de la tubería de descarga de un dispositivo de liberación de presión no debe ser inferior al tamaño de la salida del dispositivo de liberación de presión. El tamaño y la longitud equivalente máxima de tuberías de descarga comunes posteriores a cada dos o más dispositivos de liberación deben regirse por la suma de las capacidades de descarga de todos los dispositivos de liberación que se espera realicen descargas al mismo tiempo, en la configuración de presión más baja de cualquier dispositivo de liberación que esté haciendo descarga dentro de la tubería, teniendo en cuenta la caída de presión en todas las secciones posteriores.

NOTA: Se puede difundir el refrigerante en el aire por medios adecuados, pero lejos de cualquier entrada de aire a la instalación del cliente, o se puede descargar dentro de una cantidad adecuada de una sustancia absorbente apropiada.

Se deben considerar los efectos adversos, tales como, el peligro de que se acumule agua y se congele en las tuberías de descarga de liberación o la acumulación de suciedad o polvo, o en el caso de sistemas de CO<sub>2</sub>, obstrucción de la descarga por causa de CO<sub>2</sub> sólido.

El diámetro interno de la tubería de descarga debe ser mayor que el diámetro requerido del dispositivo de liberación de presión.

La conexión de las líneas de descarga a los dispositivos de descarga debe configurarse de manera que sea posible el ensayo de hermeticidad individual (tales como, el acceso para la detección de fugas de refrigerante) de los dispositivos de descarga.



### **15.8.2. Dispositivo indicador para dispositivos de liberación de presión**

Para los sistemas con una carga mínima de 300 kg de refrigerante, se debe proporcionar un dispositivo indicador para verificar si la válvula de liberación ha descargado en la atmósfera.

## **15.9. APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN**

### **15.9.1. Generalidades**

Se deben proporcionar dispositivos de protección tanto para el sistema de refrigeración como para el circuito de transmisión de calor secundario.

Si se utilizan dispositivos de liberación de presión para evitar la presión excesiva en los lados de alta presión de los sistemas de una o dos fases durante la operación, se debe usar un dispositivo de conmutación de seguridad para limitar la presión (véase 15.9.2.) con el fin de detener el elemento imponente de presión antes de que opere cualquier dispositivo de liberación de presión. Para liberar la presión excesiva se debería usar preferiblemente una válvula de liberación de presión que libere al lado de baja presión del sistema hacia una válvula de seguridad que libere hacia la atmósfera.

### **15.9.2 Protección del sistema de refrigeración contra la presión excesiva**

Se deben proporcionar dispositivos de seguridad para cada sistema de refrigeración.

### **15.9.3 Válvulas de rebose**

Cuando un dispositivo de liberación de presión, con la excepción de un dispositivo de liberación del compresor, realice la descarga desde una fase de presión alta a una presión baja del sistema, el diseño y capacidad de dicho dispositivo de liberación de presión debe tener en cuenta la asignación para la contrapresión.

Las características de la válvula de rebose deben ser tales que la presión durante la liberación no sea mayor que la presión que ocurre con un dispositivo de liberación de presión de liberación hacia la atmósfera.

La capacidad de liberación de los dispositivos de liberación de presión en el lado de baja presión del sistema debe proteger todos los tanques conectados, compresores, y bombas sujetas a presión excesiva al mismo tiempo.

### **15.9.4 Aislamiento y ubicación de los dispositivos de protección para los sistemas de refrigeración**

Los dispositivos de liberación de presión deben ser instalados en o a una proximidad a las partes del sistema de refrigeración al cual protegen. Los dispositivos de liberación de presión deben ser de fácil acceso y estar conectados, a excepción de los dispositivos de protección contra los efectos de la expansión de líquido, por encima del nivel del refrigerante líquido.

No debe haber válvulas de aislamiento en la línea de entrada o salida de un dispositivo de liberación de presión, excepto como se especifica a continuación.

Cuando se utiliza un dispositivo de liberación de presión simple de instalación externa para liberar al lado de baja presión del sistema, se deben proporcionar los medios por los cuales

el dispositivo pueda ser retirado sin perder una cantidad significativa de refrigerante. Se debe disponer de dispositivos de cierre en la parte frontal y trasera de la válvula de rebose.

Los dispositivos de cierre deben estar protegidos cuando estén abiertos al uso no autorizado por medio de un sello de plomo o un equivalente. Dicho sello debe estar marcado de forma clara con la identificación de una persona competente. Las líneas de rebose de las válvulas de rebose deben conducirse al costado de baja presión del sistema a través de la ruta más corta.

NOTA: Los dispositivos de liberación de presión de descarga hacia la atmósfera se pueden instalar paralelo a los dispositivos de liberación de presión de rebose para proteger el sistema contra la presión excesiva resultante de fuentes de calor externas.

#### **15.9.5 Protección del sistema secundario de enfriamiento y calefacción**

Si el intercambiador de calor entre el sistema de refrigeración y el sistema de enfriamiento y calefacción secundario se puede cerrar de modo que pueda ocurrir un aumento en la presión, entonces el intercambiador de calor debe estar protegido en el lado secundario por medio de un dispositivo de liberación de presión configurado a una presión no superior a la PS del lado secundario. Cuando el sistema contiene un intercambiador de calor secundario, el intercambiador de calor no debe permitir la liberación del refrigerante en las áreas servidas por el fluido de transferencia de calor secundario debido a una avería del evaporador o de la pared del condensador. Los siguientes cumplen con este requisito.

- Un separador automático de aire/refrigerante que se instale en el circuito secundario en la tubería de salida del evaporador o del condensador y a un nivel alto con relación al intercambiador de calor. El separador de aire/refrigerante debe tener suficiente capacidad de flujo para descargar el refrigerante que pueda ser liberado a través del intercambiador de calor. El separador de aire debe descargar el refrigerante dentro del revestimiento de la unidad de ventilado o al exterior. Se debe asegurar la ventilación para minimizar los riesgos de peligro.
- Un intercambiador de calor de doble pared que se instale entre los circuitos primario y secundario con el fin de evitar, tener escapes de refrigerante en el circuito secundario, en caso de fugas.
- La presión del circuito secundario es siempre mayor que la presión del circuito primario en el área de contacto.

Cuando el refrigerante primario es soluble en el fluido secundario, debe instalarse un detector automático y conectarse a un sistema de alarma.

Considero este articulado con mucha información ilustrativa difícil de comprobar y poco útil en el reglamento por falta de parámetros y valores de referencia en las comprobaciones.

## **15.10 INSTRUMENTOS DE INDICACIÓN Y MEDICIÓN**

### **15.10.1 Generalidades**

Los sistemas de refrigeración deben estar equipados con los instrumentos de indicación y medición necesarios para ensayos, operación, y servicio como se especifica en esta norma.

### **15.10.2 Disposición de los indicadores de presión del refrigerante**

Para los sistemas que contienen más de 10,0 kg de refrigerante, se deben prever conexiones indicadoras de presión para cada lado de presión o fase de presión distinta (siendo opcional la instalación de indicadores de presión permanentes)

Cuando un manómetro está instalado en el lado de alta de un sistema de refrigeración, su marcación debe estar graduada a un mínimo de 1,2 veces la presión del diseño.

Si se proporciona un filtro de aceite reemplazable en el sistema de lubricación del compresor de tipo abierto, se debe disponer de un manómetro de presión de aceite para detectar la presión de lubricación insuficiente.

Los tanques de presión con un volumen interno neto de 100 L o mayor, los cuales estén provistos con dispositivos de cierre en la entrada y salida y que puedan tener refrigerante líquido, deben disponer de una conexión indicadora de presión.

Los componentes que contienen refrigerante y que se limpian o descongelan en el estado tibio o caliente y bajo control manual deben estar equipados con un(os) indicador(es) de presión. Cuando se utiliza un manómetro de presión, su marcación debe estar graduada a por lo menos 1,2 veces la presión de saturación del refrigerante a la temperatura alcanzada durante el proceso de limpieza o descongelamiento.

### **15.10.3 Indicadores de nivel de líquido**

Los receptores de refrigerante en sistemas que contengan más de

- 100 kg del grupo de refrigerantes A1, según la norma ISO 817,
  - 25 kg del grupo de refrigerantes A2, B1, o B2, según la norma ISO 817, y
  - 2,5 kg del grupo de refrigerantes A3 o B3, según la norma ISO 817
- y los que pueden ser aislados deben estar provistos

*Un solo párrafo puede ilustrar la aplicación de la norma ISO 817.*

## **15.11 MANEJO SEGURO DE LOS EQUIPOS**

El equipo de refrigeración debe estar diseñado para permitir el manejo seguro del mismo.

## **15.12 REQUISITOS ELÉCTRICOS**

El diseño del equipo eléctrico debe cumplir con la serie de normas IEC 60335 o IEC 60204-1.

## **15.13 PROTECCIÓN CONTRA PARTES MÓVILES**

El equipo debe cumplir con la serie de normas IEC 60335 o IEC 60204-1 y la norma ISO 12100 para que las partes móviles no constituyan un riesgo para las personas. A menos que se especifique lo contrario, todas las partes móviles (tales como, las aspas de

ventilador, turbinas, poleas, y correas) que, en caso de contacto accidental, podrían causar lesiones corporales, deben estar protegidas contra el contacto accidental por medio de un recinto o una rejilla que requiera el uso de herramientas para ser removida o instalada de forma permanente.

#### **15.14 CONDICIONES DE REPOSO DURANTE EL TRANSPORTE**

La presión de las partes protegidas por un dispositivo de liberación de presión no debe exceder 0,9 veces la configuración de dicho dispositivo durante el transporte.

La presión debe calcularse o probarse asumiendo que el sistema podría estar sujeto a la temperatura de transporte más alta por un periodo de 12 h.

¿Quién debe cumplir con este requisito?

#### **15.15 PROTECCIÓN CONTRA SUPERFICIES CALIENTES**

El equipo debe cumplir con la serie de normas IEC 60335 o IEC 60204-1 en combinación con los siguientes requisitos para que las superficies calientes no constituyan un peligro para las personas.

Las temperaturas en superficies que puedan estar expuestas a fugas de refrigerantes no deben exceder la temperatura de autoignición a excepción de los refrigerantes A1, B1, A2L, y B2L.

Para los refrigerantes A1, B1, A2L, y B2L, las superficies calientes no deben exceder una temperatura de 700 °C o la temperatura de autoignición, la que sea más alta.

#### **15.16 PROTECCIÓN CONTRA PELIGROS DE EXPLOSIÓN**

Los sistemas de refrigeración que usan refrigerantes A2, A3, B2, o B3 deben estar contruidos de manera que cualquier fuga de refrigerante no fluirá o se estancará y causará peligros de incendio o explosión en áreas cercanas al sistema donde están instalados los componentes eléctricos que podrían ser una fuente de ignición y podrían funcionar bajo condiciones normales o en caso de una fuga.

Los componentes separados tales como los termostatos, que están cargados con menos de 0,5 g de gas inflamable, no se consideran como causantes de peligro de incendio o explosión en caso de fuga de gas dentro del componente mismo.

Todos los componentes eléctricos que puedan ser una fuente de ignición y que podrían funcionar en condiciones normales o en el caso de fuga deben estar ubicados en un recinto que cumpla las siguientes condiciones:

- cumplimiento con la norma IEC 60079-15 con respecto a los requisitos complementarios para recintos de respiración restringida que protejan equipos que produzcan arcos, chispas, o superficies calientes;
- demostración de cumplimiento con la norma IEC 60079-15 con respecto a los requisitos complementarios generales para equipos que producen arcos, chispas, o superficies calientes.

NOTA 1: La norma IEC 60079–15:2010, 22.5.3.1 es para aparatos sellados o encapsulados, pero aquí el ensayo también se puede usar para recintos más grandes que 100 cm<sup>3</sup>. El Anexo H proporciona un método de evaluación que cumple con los requisitos de la norma IEC 60079-10-1.

No se consideran como una fuente de ignición los componentes y aparatos que cumplan con los numerales 16 a 22 de la norma IEC 60079-15:2010 o el refrigerante usado, o una norma aplicable, que haga los componentes eléctricos adecuados para su uso en las zonas 2, 1, o 0, como se define en la norma IEC 60079-14.

NOTA 2: La corriente de ensayo para un componente de conmutación es una corriente nominal del componente o la carga real que va a ser cambiada, la que sea mayor.

## 15.17 REQUISITOS PARA RECINTOS VENTILADOS

Cuando se utiliza refrigerante inflamable, se deben emplear recintos ventilados para evitar peligros de explosión.

El fabricante debe especificar el ducto de ventilación por el tamaño y el número de curvas. El recinto del artefacto debe proporcionar el flujo de aire entre el espacio y el interior del recinto del artefacto.

La medida de presión negativa en el interior del recinto del artefacto debe ser 20 Pa o más y la tasa de flujo al exterior debe ser de al menos  $Q_{min}$  con un flujo de ventilación mínimo de 2 m<sup>3</sup>/h. Ningún componente debe restringir el área de flujo del ducto de ventilación.

$Q_{min}$  debe calcularse de la siguiente manera:

$$Q_{min} = 15 \times s \times (m/p) > 2 \text{ m}^3 / \text{h} \quad (5)$$

en donde

$Q_{min}$  es el flujo del volumen de la ventilación, en metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h);

15 es la constante de conversión de la tasa de fuga de 4 min a una tasa de fuga pesada (h<sup>-1</sup>);

s es 4 (factor de seguridad);

m es la masa de carga del refrigerante, en kilogramos (kg);

p es la densidad del refrigerante a una presión atmosférica a 25 °C, en kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>).

El cumplimiento debe ser determinado mediante ensayo.

El sistema de ventilación debe operar de la siguiente manera.

- Debe estar en funcionamiento todo el tiempo; el flujo de aire debe ser monitoreado continuamente, y el artefacto o el compresor del motor se apaga dentro de 10 s en caso de que el flujo de aire se reduzca por debajo de  $Q_{min}$ .

- Debe encenderse por medio de un sensor de gas refrigerante antes de que alcance 25 % del Límite de Inflamabilidad Baja (LFL por sus siglas en inglés). El sensor debe estar debidamente ubicado, teniendo en cuenta la densidad del refrigerante, y se debe probar periódicamente según las instrucciones del fabricante. Se revisa y detecta periódicamente el flujo de aire en caso que éste disminuya por debajo de  $Q_{min}$ .

## **ARTÍCULO 16. PRUEBAS PUESTA A PUNTO**

### **16.1 GENERALIDADES**

Antes de poner en servicio cualquier sistema de refrigeración, todos los componentes o el sistema de refrigeración completo debe pasar los siguientes ensayos:

- a) ensayo de resistencia a la presión;
- b) ensayo de hermeticidad;
- c) ensayo funcional de dispositivos de conmutación de seguridad para limitar la presión;
- d) ensayo de conformidad de la instalación completa.

Se debe poder acceder a las uniones para su inspección mientras están en curso el ensayo de resistencia a la presión y el ensayo de hermeticidad.

Después del ensayo de resistencia a la presión y el ensayo de hermeticidad y antes que se inicie el sistema por primera vez, se debe realizar el ensayo funcional de todos los circuitos de seguridad eléctrica.

Se deben registrar los resultados de dichos ensayos.

### **16.2 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA PRESIÓN**

Si las tuberías y las uniones de las tuberías no se ensayan de antemano, los siguientes requisitos aplican para la tubería restante y para las uniones de las tuberías que no hayan sido probadas previamente.

Para la tubería restante y las uniones de tubería de la categoría II o superior, tal como se define en el Anexo C de la norma NTC 6228-2, se debe aplicar una de los siguientes ensayos.

- Ensayo individual de resistencia a la presión a un mínimo de  $1,43 \times PS$ .

- La tubería restante y las uniones de tuberías tienen que soportar el ensayo de resistencia a la presión a un mínimo de  $1,1 \times PS$ . Adicionalmente, el 10 % de las uniones permanentes de la categoría II o superior deben someterse a un ensayo no destructivo.

NOTA 1: Se consideran los ensayos de resistencia a la presión al  $1,1 \times PS$  cuando los ensayos de resistencia a la presión en  $1,43 \times PS$  pueden ser dañinos para el sistema. Este procedimiento solo aplica en caso de que otros procedimientos sean dañinos para el sistema.

Si la categoría de la tubería restante y las uniones de tubería es menor que o igual a la categoría I, como se define en el Anexo C de la norma NTC 6228-2, entonces se debe aplicar uno de los siguientes ensayos.

- Realizar uno de los ensayos requeridos para la tubería y las uniones de tuberías de la categoría II o superior.
- Probar la tubería restante y las uniones de tuberías a un mínimo de  $1,1 \times PS$ .
- Homologar la tubería restante y las uniones de tuberías como se describe en el numeral 16.1. en combinación con el ensayo de hermeticidad como se describe en el numeral 16.3.

Si la categoría de la tubería restante y las uniones de tuberías es inferior o igual a la categoría I (como se define en el Anexo C de la norma NTC 6228-2) y la unidad cumple los requisitos del Anexo D de la norma NTC 6228-2, entonces es suficiente un ensayo de hermeticidad como se describe en el numeral 16.3.

Para el ensayo de resistencia a la presión, se pueden remover, de ser necesario, los dispositivos de liberación de presión y los dispositivos de control.

Para la conexión de dichas partes, se requiere un ensayo de hermeticidad si las partes se conectadas de nuevo al equipo después del ensayo de resistencia a la presión.

La presión máxima permisible se puede especificar por separado para cada sección en el sistema. En este caso, la presión de ensayo puede ser diferente para cada sección.

Durante este ensayo, el lado de presión baja de los compresores no debería ser sometido a ensayos de presiones en exceso de PS en el lado de baja presión como lo define el fabricante.

El ensayo en el ensamblaje debe realizarse por medio de gas no peligroso. No debe utilizarse oxígeno. No debe utilizarse aire para sistemas instalados en el sitio.

NOTA 2: Se prefiere el nitrógeno libre de oxígeno para este ensayo.

## **16.3 PRUEBAS DE HERMETICIDAD**

### **16.3.1 Generalidades**

El sistema debe ser probado contra fugas en su totalidad o en partes de acuerdo con este numeral, ya sea antes de salir de la fábrica si ha sido ensamblado en fábrica, o en el sitio

si ha sido ensamblado o cargado en sitio, si es necesario en fases a medida que se completa el sistema.

Se emplean diferentes técnicas para probar que no haya fugas dependiendo de las condiciones de producción, tales como, presión con gas inerte y trazas de gas radioactivo. Con el fin de evitar la emisión de cualquier sustancia peligrosa, se debe realizar el ensayo utilizando gas inerte tal como nitrógeno, helio, o dióxido de carbono. No se debe utilizar aire, oxígeno, acetileno, o hidrocarburos por razones de seguridad. Se deben evitar las mezclas de aire y gas ya que ciertas mezclas pueden ser peligrosas.

NOTA: Se puede utilizar un procedimiento de vacío para obtener una indicación aproximada de hermeticidad.

El constructor debe aplicar un método de ensayo para alcanzar los resultados equivalentes a los requisitos de los numerales 16.3.1. o 16.3.2.

**16.3.2 Para los sistemas autónomos con carga de refrigerante menor que 5 kg que se ponen a ensayo con refrigerante en el sistema**

No deben detectarse fugas en los siguientes casos.

a) Para las uniones hechas en fábrica:

- las uniones en sistemas sellados deben ser probadas con equipo de detección con una capacidad de 3 gramos por año de refrigerante o mejor, bajo una presión de al menos  $0,25 \times PS$ ;
- las uniones en otros sistemas deben ser probadas con equipo de detección con una capacidad de 5 gramos por año de refrigerante o mejor, bajo una presión de al menos  $0,25 \times PS$ .

b) Para uniones hechas en el sitio de instalación:

- Las uniones deben ser probadas con un equipo de detección con una capacidad de 5 gramos por año de refrigerante o mejor; con el equipo en reposo y en operación o bajo una presión de por lo menos estas condiciones de reposo u operación.

El procedimiento de detención de fugas debe tener en cuenta el tiempo de respuesta del equipo y la distancia máxima entre la fuga y el equipo de prueba de fugas.

Las instrucciones correspondientes tienen que ser dadas por el fabricante del equipo de pruebas de fugas.

Cuando el sistema no se ensaya en las presiones mencionadas anteriormente o no se ensaya con refrigerante puro, el constructor debe demostrar que el método de ensayo aplicado es equivalente a los requisitos anteriores.

El equipo de detección debe calibrarse regularmente de acuerdo con las instrucciones de su fabricante. Cada fuga que se detecte debe ser reparada y debe ponerse el ensayo de hermeticidad nuevamente.

**16.3.3 Para sistemas no cubiertos por el numeral 16.3.2**

Los ensayos no deben llevarse a cabo utilizando refrigerante como medio de ensayo.



### **16.3.3.1 Ensayo de fábrica**

Todas las partes que contienen refrigerante o los sistemas de unidad deben ser probados y demostrados como herméticos por el fabricante a no menos de la presión de diseño para la cual están calificados. El responsable del montaje debe demostrar mediante certificado de conformidad de producto que estas partes cumplen con requerimientos de ensayo.

### **16.3.3.2 Criterios de aceptación**

Para los refrigerantes con un Potencial de Calentamiento Global (GWP por sus iniciales en inglés) > 150, el criterio de aceptación para este ensayo es que no debe detectarse ninguna fuga cuando se utilice un equipo de detección con una capacidad de  $10^{-6}$  Pa• m<sup>3</sup>/s o superior; tales como, un rastreador de helio.

Para refrigerantes con un GWP < 150, el criterio de aceptación para este ensayo es que no deben detectarse fugas cuando se utilice un equipo de detección con una capacidad de  $10^{-3}$  Pa• m<sup>3</sup>/s o superior, tales como, la aplicación de un surfactante a la superficie exterior.

Cualquier fuga que se detecte a este nivel debe repararse y ponerse a ensayo nuevamente.

### **16.3.3.3 Ensayos en sitio**

Todas las secciones del sistema que se construyan en el sitio de instalación deben ser sometidas a ensayo de hermeticidad antes de que se cargue la planta con refrigerante. El procedimiento de ensayo en el sitio y los criterios de aceptación deben cumplir con los requisitos de 16.3.3.1 y 16.3.3.2. Los elementos que ya hayan sido puestos a ensayos de hermeticidad y que se puedan aislar de manera segura del ensayo en sitio no necesitan ser probados nuevamente.

## **16.4 ENSAYO DE LA INSTALACIÓN COMPLETA ANTES DE PONERLA EN OPERACIÓN**

### **16.4.1 Generalidades**

Antes que se ponga en funcionamiento el sistema de refrigeración, la instalación completa, debe revisarse con los planos de instalación, los diagramas de flujo, y los diagramas de tuberías e instrumentación del sistema y esquemas eléctricos.

### **16.4.2 Verificación del sistema de refrigeración**

La verificación de un sistema de refrigeración debe incluir los siguientes elementos:

- a) verificación de la documentación relacionada al equipo de presión
- b) verificación de los dispositivos de seguridad;
- c) verificación de que las uniones permanentes de la tubería estén de acuerdo con la documentación del diseño;
- d) verificación de las tuberías con el diseño;
- e) verificación y documentación del alineamiento de los acoplamientos de ejes de compresores abiertos, bombas, ventiladores, etc., con su propulsión (motor eléctrico o motor);

- f) verificación del registro del ensayo de hermeticidad del sistema de refrigeración;
- g) inspección visual del sistema de refrigeración.

Esta verificación debe documentarse (véase el numeral 18.2).

### **16.4.3 Verificación de los dispositivos de seguridad**

#### **16.4.3.1 Instalación**

Se debe realizar una verificación para garantizar que los dispositivos de seguridad necesarios para el sistema de refrigeración sean instalados y estén en funcionamiento y que la presión a la cual dichos dispositivos operan ha sido elegida para garantizar la seguridad del sistema.

#### **16.4.3.2 Cumplimiento de las normas apropiadas**

Se debe verificar que los dispositivos de seguridad cumplan con las normas apropiadas y que hayan sido sometidos a ensayos y estén certificados por el fabricante.

NOTA: Esto no implica que cada dispositivo esté acompañado de un certificado.

#### **16.4.3.3 Dispositivos de conmutación de seguridad para limitar la presión**

Se debe realizar una verificación, cuando sea apropiado, de que los dispositivos de conmutación para limitar la presión estén funcionando y estén ajustados correctamente.

#### **16.4.3.4 Válvulas de liberación de presión externa**

Las válvulas de liberación de presión externa deben verificarse para comprobar que la presión de ajuste correcta es como está marcada en la válvula o se especifica en una placa de datos.

#### **16.4.3.5 Discos de ruptura**

Debe verificarse la marcación de la presión de ruptura nominal correcta de los discos de ruptura (excluyendo los discos internos).

#### **16.4.3.6 Fusibles tapón**

Debe verificarse la marcación de la temperatura de fusión correcta de los fusibles tapón.

#### **16.4.4 Tubería del refrigerante**

Se debe realizar una verificación, cuando sea apropiado, de que la tubería del sistema de refrigeración ha sido instalada en conformidad con los planos, especificaciones, y normas apropiadas.

#### **16.4.5 Verificación visual de la instalación completa**

La verificación visual de la instalación completa debe realizarse de acuerdo con el Anexo A establecido en la NTC 628-2.

## **ARTÍCULO 17. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN**

### **17.1 GENERALIDADES**

Cada sistema de refrigeración debe someterse a mantenimiento preventivo, instrucciones de acuerdo con lo establecido en la NTC 6228-2.

La persona responsable del sistema de refrigeración debe garantizar que al sistema se le haga inspección, supervisión y mantenimiento con regularidad.

Los sistemas deberán someterse a inspección de fugas de acuerdo con el anexo D de la NTC 6228-4. Los resultados de la inspección y las medidas tomadas posteriormente deben incluirse en la bitácora.

## **17.2 MANTENIMIENTO**

El mantenimiento debe realizarse de manera que:

- a) se eviten los accidentes del personal;
- b) se evite el daño a los bienes;
- c) los componentes del sistema permanezcan en buen estado de funcionamiento;
- d) se mantengan el propósito y la disponibilidad del sistema;
- e) se detecten y reparten las fugas de refrigerante o aceite;
- f) se minimice la pérdida de energía.

El alcance y el horario del mantenimiento deben describirse en su totalidad en el manual de instrucciones de acuerdo con la NTC 6228-2.

Si la línea de descarga de un dispositivo de alivio de presión está conectada a una línea de descarga común y la válvula se desmonta temporalmente debido a la realización de pruebas y mantenimiento, las terminaciones que se conectan al colector común de descarga deben cerrarse.

Cuando se utiliza un sistema secundario de enfriamiento o calefacción, debe comprobarse de forma periódica la composición del medio de transferencia de calor, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se deben hacer pruebas e inspección para verificar si existe refrigerante del circuito primario en el sistema secundario.

Se deben realizar con regularidad pruebas e inspecciones para detectar fugas, y revisión del equipo de seguridad de acuerdo con el anexo D de la NTC 6228-4.

El drenaje del aceite de un sistema de refrigeración debe llevarse a cabo de manera segura de acuerdo con el manual de instrucciones de acuerdo con el procedimiento establecido en el anexo A de la NTC 6228-4.

## **17.3 REPARACIÓN**

Las reparaciones en los componentes que contienen refrigerante deben llevarse a cabo en el siguiente orden, si aplica:

- a) realizar un análisis de peligros y una evaluación de riesgos para la reparación de que se trate;
- b) dar instrucciones al personal de mantenimiento;
- c) recuperar el refrigerante y vaciar el sistema.
- c) desconectar y proteger los componentes que se repararán (tales como, compresor, tanque de presión, tubería);
- d) limpiar y purgar (tales como, con nitrógeno);
- e) autorizar la reparación;
- f) realizar la reparación;
- g) probar y verificar los componentes reparados (prueba de presión, prueba de fugas, prueba de funcionamiento), de acuerdo con la NTC 6228-2;
- h) realizar vacío al sistema y recargar con refrigerante.

NOTA: La soldadura fuerte o utilización de equipos que produzcan arco eléctrico y llamas requieren personal competente y procedimientos aprobados de soldadura fuerte o soldadura blanda.

Las fugas de refrigerante deben identificarse y repararse lo más pronto posible, por parte de una persona competente y el sistema solo debe ponerse en servicio nuevamente cuando se hayan reparado todas las fugas.

Durante cada mantenimiento periódico y después de cada reparación, según sea necesario, deben realizarse, al menos, las siguientes tareas:

- a) Se debe revisar todos los dispositivos de seguridad, control y medición, así como los sistemas de alarma, para verificar su correcto funcionamiento y que estén dentro del período de calibración.
- b) Se debe realizar las pruebas de fugas en la parte reparada relevante del sistema de refrigeración o en todo el sistema.
- c) aislar la carga y realizar vacío a la parte reparada del sistema de refrigeración.

El mantenimiento y la reparación que requieran del apoyo de otro personal calificado (como soldadores, electricistas o especialistas en medición y control) deben llevarse a cabo con la supervisión de una persona competente.

La soldadura fuerte y la soldadura blanda (de fusión) solo deben ser realizadas por personal competente y solo después de que en la sección se haya sido recuperado el refrigerante y retirado el aceite de acuerdo con un procedimiento aprobado.

El reemplazo de los componentes o los cambios al sistema de refrigeración deben ser ordenados y realizados por una persona competente o por un centro de servicios de reparación autorizado, para sistemas que no requieran mantenimiento periódico.

Cuando una válvula de alivio de presión que descarga a la atmósfera haya sido activada, debe ser reemplazada si no es hermética.

El procedimiento de vacío debe aplicarse como sigue. Se debe conectar una bomba estacionaria de vacío al sistema o a la parte correspondiente del sistema y se debe llevar a una presión absoluta de menos de 132Pa (1000 micrones). La presión así alcanzada debería mantenerse a este nivel durante un tiempo suficiente después de haber aislado la bomba del sistema, para asegurar que se ha eliminado toda humedad y que el sistema no tiene fugas. Para sistemas más pequeños es posible que sea necesaria una presión de vacío inferior. La persona competente que ejecute esta operación debe decidir cuándo se puede interrumpir el vacío y si debería repetirse el procedimiento. Al finalizar el procedimiento de vacío, el conjunto se puede recargar con el refrigerante que corresponda. Se debe facilitar un certificado del procedimiento de vacío y recarga. Dicho certificado indica el método utilizado, los resultados del procedimiento, las presiones aplicadas y la duración de la prueba. Se da la misma validez a una documentación similar en la bitácora.

## **17.4 CAMBIO DEL TIPO DE REFRIGERANTE**

### **17.4.1 Generalidades**

En el evento de un cambio del tipo de refrigerante utilizado en el sistema de refrigeración, se deben seguir los siguientes pasos de planificación y ejecución, y se debe asegurar la conformidad con los requisitos aplicables de las NTC 6228-1, NTC 6228-2 y NTC 6228-3, según proceda:

### **17.4.2 Planificación del cambio del tipo de refrigerante**

Antes de cambiar el tipo de refrigerante, se debe elaborar un plan. Este debe incluir, al menos, las siguientes acciones:

- a) verificar que el sistema de refrigeración y sus componentes sean adecuados para el cambio de tipo de refrigerante;
- b) examinar todos los materiales utilizados en el sistema de refrigeración para garantizar que sean compatibles con el nuevo tipo de refrigerante.
- c) determinar si el tipo de lubricante existente es adecuado para la utilización con el nuevo tipo de refrigerante;
- d) verificar que no se supere la presión máxima permisible del sistema (PS);
- e) verificar que la capacidad de descarga requerida de la válvula de alivio sea adecuada para el nuevo tipo de refrigerante.
- f) verificar que la capacidad normal actual del motor y sus protecciones sean adecuados para el nuevo tipo de refrigerante;
- g) verificar que el receptor (recibidor) de líquido sea suficientemente grande para la carga del nuevo refrigerante;

h) si el nuevo refrigerante tiene una clasificación de seguridad diferente, asegurarse de que están previstas las consecuencias del cambio de clasificación del refrigerante.

NOTA: Debería buscarse orientación del fabricante original del equipo, el fabricante del nuevo refrigerante y el fabricante del lubricante con respecto a la adecuación del equipo para el cambio de tipo de refrigerante, según sea apropiado.

#### **17.4.3 Ejecución del cambio del tipo de refrigerante**

Siga las recomendaciones del fabricante del equipo, el fabricante del compresor, el proveedor del refrigerante o aplique el siguiente procedimiento, de acuerdo con el plan desarrollado en concordancia con el numeral 18.1:

- a) elaborar un registro completo de los parámetros operativos del sistema para establecer el desempeño de referencia;
- b) reparar cualquier problema identificado en el paso a)
- c) realizar una revisión exhaustiva de fugas e identificar cualquier unión o sello que sea reemplazado;
- d) recuperar el refrigerante original de acuerdo con el numeral 17.5.2;
- e) drenar el lubricante;
- f) verificar si el lubricante se encuentra en buen estado. De no ser así, eliminar los residuos de lubricante del sistema;
- g) cambiar las uniones, sellos, dispositivos de indicación y control, filtros secadores, filtros de aceite, y válvulas de alivio, según sea necesario.
- h) realizar vacío al sistema hasta alcanzar 132 Pa de presión absoluta o una presión menor;
- i) cargar el lubricante;
- j) cargar el refrigerante;
- k) ajustar los dispositivos de indicación y control, incluyendo modificaciones de software, si se requieren;
- l) modificar todas las señalizaciones y registros con respecto al tipo de refrigerante utilizado, incluyendo la bitácora y la documentación que se encuentra en el sitio de operación;
- m) realizar una nueva verificación exhaustiva de fugas y reparación de cualquier unión o sello, según se requiera;
- n) realizar un registrar completo de los parámetros operativos del sistema para compararlos con el desempeño de referencia.

### **17.5 REQUISITOS PARA LA RECUPERACIÓN, REUTILIZACIÓN, APROVECHAMIENTO, VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN**

### **17.5.1 Requisitos generales**

#### **17.5.1.1 Disposición**

La disposición de sistemas de refrigeración y sus partes debe realizarse de acuerdo con la normativa técnica colombiana traída de la NTC 6228-4.

#### **17.5.1.2 Partes de los sistemas de refrigeración**

La recuperación, reutilización y/o disposición de todas las partes de los sistemas de refrigeración, tales como, refrigerante, aceite, medio de transferencia de calor, filtro, secador, material de aislamiento debe realizarse de forma adecuada de acuerdo con la reglamentación nacional (véase el numeral 6.5 de la NTC 6228-4).

#### **17.5.1.3 Refrigerantes**

Todos los refrigerantes deben recuperarse para ser reutilizados, o deben ser aprovechados y valorizados (regenerados) para su reutilización, o se debe hacer su disposición de acuerdo con la reglamentación nacional (véase el numeral 6.5 de la NTC 6228-4).

#### **17.5.1.4 Manejo**

El manejo del refrigerante debe decidirse antes de retirarlo del sistema de refrigeración o el equipo de acuerdo con el anexo C de la NTC 6228-4

Dicha decisión debe basarse en consideraciones que incluyen:

- el historial del sistema de refrigeración;
- el tipo y la disposición del refrigerante en el sistema de refrigeración;
- el motivo para retirar el refrigerante del sistema de refrigeración;
- la condición del sistema de refrigeración o del equipo, y si debe volver a ser puesto en servicio.

### **17.5.2 Requisitos para la recuperación y reutilización del refrigerante**

#### **17.5.2.1 Generalidades**

Las instrucciones para el tratamiento del refrigerante recuperado antes de la reutilización deben aplicar a todo tipo de refrigerante.

#### **17.5.2.2 Recuperación para la reutilización general**

Los refrigerantes recuperados que se prevé reutilizar en sistemas de refrigeración diferentes deben ser regenerados y deben cumplir con la especificación apropiada para refrigerantes nuevos.

NOTA: En la norma AHRI 700:2011 se resumen los criterios de aprobación y reprobación.

La aceptabilidad debe determinarse antes de la reutilización del refrigerante.

#### **17.5.2.3 Recuperación para la reutilización en el mismo sistema o en uno similar**

##### **17.5.2.3.1 Para la reutilización en el mismo sistema**

Para refrigerantes halocarbonados, se deben realizar las siguientes pruebas:

a) Prueba de acidez.

La prueba de acidez sirve para detectar cualquier compuesto que se ionice como ácido. Se puede realizar por titulación, para lo cual se requiere de una muestra de entre 100 g y 120

g y tiene un límite de detección inferior de  $0,1 \times 10^{-6}$  por masa (como el HCl), o se puede utilizar un kit analizador de acidez específico para refrigerantes.

Si no se pasa la prueba de acidez, la carga total de refrigerante debe someterse a un proceso de reducción de contaminantes separando el aceite y no condensables a través de filtros secadores o a un proceso de regeneración, y se debe reemplazar el filtro(s) secador(es) del sistema de refrigeración.

NOTA 1: En la norma AHRI 700:2011 se resumen los criterios de aprobación y reprobación.

Normalmente, no se requiere realizar dicha prueba, si la recuperación es de un sistema de refrigeración durante su fabricación.

NOTA 2: El refrigerante recuperado de un sistema de refrigeración (tales como, sobrecarga retirada, refrigerante retirado para mantenimiento del sistema, reparación local no contaminante, ajuste importante o reemplazo de un componente) normalmente puede ser devuelto al mismo sistema.

Cuando un sistema de refrigeración ha salido de servicio debido a un alto nivel de contaminación del refrigerante o quema del compresor, el refrigerante debe regenerarse o disponerse de manera adecuada.

Cuando se recarga el refrigerante al sistema de refrigeración, deberían seguirse los procedimientos de recuperación y carga especificados en esta parte de la NTC 6228.

b) Prueba de humedad.

Se debe utilizar la titulación colorimétrica de Karl Fischer para determinar el contenido de agua de los refrigerantes. Este método puede utilizarse para refrigerantes líquidos o gaseosos a temperatura ambiente. Para todos los refrigerantes, la muestra para el análisis de agua debe tomarse de la fase líquida del contenedor al que se le aplicará la prueba.

Si no se supera la prueba de humedad, la totalidad de la carga de refrigerante debe someterse a un proceso de reducción de contaminantes separando el aceite y no condensables a través de filtros secadores o a un proceso de regeneración, y el filtro secador (o filtros secadores) del sistema de refrigeración debe reemplazarse.

#### **17.5.2.3.2 Para la utilización en un sistema similar**

La utilización de refrigerante al cual se le ha reducido los contaminantes en un sistema de refrigeración con función y componentes similares debe cumplir con los siguientes requisitos:

- al sistema le presta servicio la persona o empresa competente que realizó el proceso de reducción de los contaminantes del refrigerante;
- el equipo para reducir los contaminantes cumple con los requisitos del numeral 17.5.2.4;
- el historial del refrigerante y del sistema de refrigeración, se conoce desde la fecha de puesta en servicio;
- la persona o empresa competente informa a la parte interesada cuando se utiliza refrigerante que ha sido sometido a un proceso de reducción de contaminantes, su procedencia y el resultado de las pruebas o del análisis, si es necesario.



Para los refrigerantes halocarbonados, las pruebas se llevan a cabo de acuerdo con el numeral 17.5.2.3.1. a).

Un refrigerante con reducción de contaminantes debe cumplir con las especificaciones del Anexo B.

#### **17.5.2.4 Requisitos para el equipo de recuperación y reducción de contaminantes de refrigerante y procedimientos**

El equipo de recuperación y para reducir los contaminantes debe cumplir con la norma IEC 60335-2-104 y, para refrigerantes halocarbonados, con la norma ISO 11650.

El equipo debe ser inspeccionado con regularidad para verificar que el equipo y los instrumentos estén en buenas condiciones de mantenimiento y en buen estado. Al equipo y a los instrumentos se les deben hacer pruebas de función y deben ser calibrados con regularidad.

### **17.5.3 Requisitos para transferencia, transporte y almacenamiento del refrigerante**

#### **17.5.3.1 Generalidades**

Se deben seguir prácticas de seguridad apropiadas durante la transferencia del refrigerante de un sistema de refrigeración a un contenedor de refrigerante para transporte o almacenamiento.

#### **17.5.3.2 Traspase del refrigerante**

La recuperación del refrigerante debe llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos de traspase del refrigerante como se expone a continuación.

a) Si el compresor del sistema de refrigeración no puede utilizarse para el traspase, el equipo de recuperación del refrigerante debe conectarse al sistema de refrigeración para transferir el refrigerante a otra parte del sistema de refrigeración o a un contenedor aparte.

b) Antes de un mantenimiento, una reparación, etc. que implique la apertura del sistema, la presión del sistema de refrigeración, o de las partes relevantes, debe ser reducida, mediante la transferencia del refrigerante, a:

- 60kPa (0,6 bar)<sup>2</sup> absoluto para un sistema de refrigeración, o sistema de partes, con volumen interno de hasta 0,2 m<sup>3</sup> inclusive;

- 30kPa (0,3 bar)<sup>3</sup> absoluto para un sistema de refrigeración, o sistema de partes, con volumen interno mayor que 0,2 m<sup>3</sup>.

A partir de ahí, la presión puede reducirse más utilizando una bomba de vacío antes de romper el vacío con nitrógeno seco libre de oxígeno.

c) Antes de proceder a descartar un sistema de refrigeración, el sistema o sus partes deben ser evacuadas a una presión de:

- 60 kPa (0,6 bar) absoluto para un sistema de refrigeración con un volumen interno de hasta 0,2 m<sup>3</sup> inclusive;

- 30 kPa (0,3 bar) absoluto para un sistema de refrigeración con un volumen interno mayor que 0,2 m<sup>3</sup>.

Las anteriores presiones aplican a una temperatura ambiente de 20 °C. Para otras temperaturas, la presión necesitará corregirse, según corresponda.

El tiempo necesario para la transferencia o para desocupar el sistema depende de la presión. Solo debería detenerse cuando la presión deje de aumentar y permanezca constante, y la totalidad del sistema esté a temperatura ambiente.

### **17.5.3.3 Almacenamiento**

Los refrigerantes deben almacenarse de acuerdo con el anexo C de la NTC 6228-4.

NOTA: El sitio de almacenamiento debería estar seco y protegido del clima para minimizar la corrosión de los contenedores del refrigerante.

### **17.5.4 Requisitos del equipo de recuperación**

#### **17.5.4.1 Generalidades**

El equipo de recuperación extrae refrigerante/aceite del sistema de refrigeración y lo trasvase a un contenedor de manera segura y debe tener sello hermético para evitar fugas.

NOTA: El equipo puede estar equipado con filtros secadores reemplazables para eliminar la humedad, el ácido, las partículas y otros contaminantes.

#### **17.5.4.2 Requisitos para el equipo de recuperación**

A una temperatura correspondiente de 20 °C, el equipo de recuperación debe tener la capacidad de operar a una presión final de:

- a) 60kPa (0,6 bar) absoluto si se utiliza para un sistema de refrigeración con un volumen interno de hasta 0,2 m<sup>3</sup> inclusive;
- b) 30kPa (0,3 bar) absoluto si se utiliza para un sistema de refrigeración con un volumen interno mayor que 0,2 m<sup>3</sup>.

Cuando se sustituyan los filtros secadores reemplazables del equipo de recuperación, la sección que contiene los filtros debería aislarse y el refrigerante debería transferirse a un contenedor de almacenamiento adecuado antes de abrir la carcasa del filtro. Cualquier residuo de aire introducido al equipo de recuperación durante el cambio debería retirarse mediante vacío y no mediante barrido o purga con el refrigerante.

Muchos de los requisitos y recomendaciones de este artículo son propios de manejo, operación y mantenimiento que considero se deben registrar en bitácoras o documentos de registro verificables por un inspector. Sugiero que se pueden condensar en un articulado más reducido.

## **ARTÍCULO 18. MARCADO Y DOCUMENTACIÓN**

### **18.1 MARCADO**

#### **18.1.1 Generalidades**

El equipo debe cumplir con los requisitos para marcado en el numeral 18.1 y documentación en el numeral 18.2.

El equipo que está bajo el alcance y cumpla con la norma IEC 60335-2-24, IEC 60335-2-40, o IEC 60335-2-89 se considera que cumple con los requisitos para marcado previstos en el numeral 18.1 y documentación en el numeral 18.2.

Todo sistema de refrigeración y sus componentes principales deben ser identificables mediante el marcado. Esta marca debe estar siempre visible. Para los sistemas de refrigeración sellados con carga limitada, el condensador y el evaporador no necesitan ser marcados.

Los dispositivos de cierre y los dispositivos de control principal deben estar claramente etiquetados.

Los puntos de acceso para reparación de equipos que funcionen con refrigerantes inflamables deben estar marcados con el símbolo de fuego de acuerdo con la norma ISO 7010:2011, W021.

### **18.1.2 Sistemas de Refrigeración**

Se debe ubicar una placa de identificación claramente legible cerca o sobre el sistema de refrigeración.

La placa de identificación debe incluir como mínimo la siguiente información:

- a) el nombre o identificación del instalador o fabricante;
- b) el modelo, número de serie o número de referencia;
- c) el año de fabricación;

NOTA: El año de fabricación puede hacer parte del número de serie y toda la información puede ser parte de la placa de identificación del equipo y puede encontrarse codificada.

- d) la designación numérica del refrigerante de acuerdo con la norma ISO 817 (véase también el Anexo B de la norma NTC 6228-1);
- e) la carga del refrigerante;
- f) la presión máxima permisible, los lados de alta y baja presión;
- g) al utilizar refrigerantes inflamables, se debe mostrar el símbolo de la llama de acuerdo con el W021 de la norma ISO 7010:2011, con una altura mínima de 10 mm y no es necesario que el símbolo sea a color.

### **18.1.3 Tuberías y válvulas**

La tubería ensamblada e instalada en el sitio se debe marcar con una codificación de color. Esto no es requerido si el flujo de la tubería es obvio en su apariencia.

Cuando la seguridad de las personas o de la propiedad pueda verse afectada por la liberación del contenido de la tubería, es necesario adjuntar las etiquetas que identifican el contenido y las etiquetas de identificación de riesgos de acuerdo con las regulaciones nacionales a la tubería cercana a las válvulas y donde se atraviesan los muros.

Se debe marcar la tubería de descarga proveniente de las válvulas de liberación de presión. Se deben marcar las líneas de recolección para las válvulas de rebose si el flujo de la tubería no es evidente.

Se deben marcar las válvulas que permiten el aislamiento de partes del sistema de refrigeración.

Los dispositivos de cierre y los dispositivos de control principales se deben etiquetar claramente, en caso de que no sea obvio lo que controlan.

Los dispositivos de cierre principales y los controles para refrigerantes y servicios (gas, aire, agua y electricidad) se deben marcar según su función.

NOTA 1: Los códigos pueden ser utilizados para identificar los dispositivos siempre y cuando se ubique una clave para los códigos cerca de los dispositivos.

NOTA 2: Se deberían marcar los dispositivos que solo pueden ser operados por personal autorizado.

## **18.2 DOCUMENTACIÓN**

### ***18.2.1 Documentación del sistema instalado***

Se deben registrar los resultados de los ensayos.

El instalador debe proporcionar un certificado en el cual se confirme que el sistema se ha instalado conforme a los requisitos de diseño y declare como quedó la configuración de los dispositivos de control y seguridad, si son ajustables, después de la puesta en marcha.

### ***18.2.2 Documentación en el sitio de operación***

Igualmente, el instalador debe proporcionar la documentación debidamente protegida que se ubicará cerca al sitio de operación del sistema de refrigeración y debe poderse leer claramente.

NOTA: En el caso de los sistemas divididos o multivididos, la unidad externa puede considerarse como el sitio de operación.

La documentación en el sitio de operación debe incluir por lo menos la siguiente información:

- a) el nombre, dirección y número de teléfono del instalador, el departamento de servicios del instalador, el departamento de servicios de la parte interesada o, en cualquier caso, el de la persona a cargo del sistema de refrigeración y la dirección y números de teléfono del departamento de bomberos, policía, hospitales y unidades de quemados;
- b) la naturaleza del refrigerante indicando su fórmula química y su designación numérica (véase el Anexo B de la NTC 6228-1);
- c) las instrucciones de apagado del sistema de refrigeración en caso de emergencia;
- d) las presiones máximas permisibles;
- e) los detalles de inflamabilidad si se utiliza un refrigerante inflamable (refrigerante de los grupos A2, A3, B2, B3);
- f) los detalles de toxicidad en caso de utilizar un refrigerante tóxico (refrigerante de los grupos B1, B2, B3).

### **18.2.3 Manual de instrucciones**

El fabricante o el instalador debe proporcionar un número apropiado de manuales de instrucción o folletos, así como las instrucciones de seguridad.

Los manuales de instrucción para los equipos se deben suministrar en el idioma (o idiomas) del país en el que se usará el equipo.

El manual de instrucciones debe incluir por lo menos la siguiente información, si se considera relevante:

- a) el propósito del sistema;
- b) la descripción de la maquinaria y el equipo;
- c) el diagrama esquemático del sistema de refrigeración y el diagrama de circuitos eléctricos;
- d) las instrucciones relacionadas con el encendido, suspensión y reposo del sistema y las partes del mismo;
- e) las instrucciones respecto a la eliminación de fluidos y equipos operativos;
- f) las causas de los defectos más comunes y las medidas a tomar, tales como, instrucciones referentes a la detección de fugas por parte del personal autorizado y la necesidad de contactar técnicos de mantenimiento competentes en caso de fuga o avería;
- g) las precauciones que se deben tomar para prevenir el congelamiento de agua en los condensadores, enfriadoras de agua, etc. a bajas temperaturas ambiente o debido a la reducción normal en la presión/ temperatura del sistema;
- h) las precauciones a tomar al levantar o transportar los sistemas o partes de ellos;
- i) la totalidad de la información mostrada en la documentación del sitio de operación, de ser necesario;
- j) una referencia sobre medidas de protección, implementos de primeros auxilios y procedimientos a seguir en caso de emergencia, tales como, fuga, incendio, explosión;
- k) las instrucciones para el mantenimiento de todo el sistema con un cronograma para el mantenimiento preventivo relacionado con las fugas (véase la norma ISO 5149-4);
- l) las instrucciones respecto a la carga y descarga del refrigerante;
- m) las instrucciones relacionadas con el manejo del refrigerante y los riesgos asociados a éste;
- n) las instrucciones concernientes al funcionamiento y mantenimiento del equipo de seguridad, protección y primeros auxilios, dispositivos de alarma y lámparas de indicación;
- o) una guía para la elaboración del libro de registro, de acuerdo con el numeral 18.2.5;
- p) los certificados exigidos. La parte interesada debe describir los procedimientos de emergencia que se deben tomar en caso de alteraciones y accidentes de otras índoles.

#### **18.2.4 Diagramas**

Para sistemas complejos para los cuales es difícil observar la función de cada componente, se debe mostrar un diagrama de la tubería e instrumentos del sistema de refrigeración sobre o cerca de la tarjeta de fábrica que identifica los dispositivos de cierre y control.

#### **18.2.5 Libro de registro**

Cuando la carga del refrigerante sobrepasa los 3 kg, se debe preparar un libro de registro luego de que el instalador finalice la instalación del sistema. Dicho registro se debe actualizar regularmente según se especifica en la norma ISO 5149-4.

Como mínimo se debe registrar la siguiente información en el registro:

- a) los detalles de las labores de mantenimiento y reparación;
- b) las cantidades y tipo de refrigerante (nuevo, reutilizado, reciclado) que se ha cargado en cada ocasión y las cantidades de refrigerante que se han transferido del sistema en cada ocasión (véase también la norma ISO 5149-4);
- c) los resultados de cualquier análisis de un refrigerante reutilizado;
- d) el origen del refrigerante reutilizado;
- e) los cambios y remplazos de los componentes del sistema;
- f) el resultado de todos los ensayos periódicos de rutina;
- g) los periodos significativos fuera de uso.

El libro de registro se debe mantener ya sea en la sala de máquinas o debe almacenarse la información en un computador de propiedad de la parte interesada con una copia impresa en la sala de máquinas en cuyo caso la información debe estar disponible para la persona competente que preste un servicio o lleve a cabo un ensayo.

## **CAPITULO 4. REQUISITOS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA**

### **ARTÍCULO 19. CONSIDERACIONES GENERALES**

Los sistemas de producción y distribución de energía térmica que prestan servicios de climatización de espacios o productos térmicos, que estén conformados por una central de producción y una red de líneas de vapor o de agua caliente o fría hasta la acometida del cliente, deberán cumplir con los requisitos de diseño y dimensionado según lo descrito en el artículo 20.

El diseño, instalación y operación de un sistema de energía de distrito debe adecuarse para su operación en el territorio nacional. El proveedor de energía de distrito es responsable de garantizar que el distrito térmico, una vez esté operativo, sea capaz de:

- a. Suministrar la carga de energía térmica de diseño.

El proveedor del Distrito Térmico (DT) debe operar el sistema bajo los siguientes principios fundamentales:

- a. Los requerimientos de energía térmica de los clientes, serán satisfechos en todo momento, de acuerdo con lo establecido entre las partes.
- b. Debe minimizarse la interrupción del servicio cumpliendo en todo momento con el índice de eficiencia concertado entre las partes.
- c. El consumo de energía y agua debe optimizarse cumpliendo en todo momento los índices de eficiencia concertado entre las partes.
- d. El impacto ambiental, a la salud de las personas y la seguridad debe ser minimizado cumpliendo asimismo las regulaciones aplicables y los índices de eficiencia definidos anteriormente.

## **19.1 RESPONSABILIDADES**

### **19.1.1 Proveedor de energía térmica**

El proveedor de energía térmica de distrito es responsable de proporcionar un servicio de constante y fiable a cada cliente. El proveedor además es responsable de operar los siguientes elementos:

- La planta de generación de energía térmica (agua fría, helada o caliente o vapor).
- Las tuberías desde la planta de generación hasta el punto de entrada del cliente (punto de entrega).
- Las válvulas de aislamiento de la instalación del cliente en el lado de la interconexión del distrito.
- El tratamiento químico y el agua de reposición desde el sistema del distrito.
- El intercambiador de calor y las válvulas en la interconexión del cliente.
- Los controles, incluida la válvula de control de la temperatura del agua de retorno, el contador de energía y los transmisores de temperatura y presión para controlar y supervisar el flujo a través de la interconexión.
- La planta de generación debería proporcionar los transmisores de temperatura en el lado del cliente de la interconexión.
- Mantenimiento y calibración de todos los equipos de la planta de generación de energía térmica.

### **19.1.2 Cliente**

El cliente es responsable de custodiar el producto térmico (agua fría, helada o caliente o vapor) desde el punto de entrega y de utilizarlo de forma eficiente.

El cliente es responsable de proporcionar los siguientes elementos:

- Espacio para el equipo de ETS (estación de transferencia de energía por sus siglas en inglés) para su mantenimiento y funcionamiento, incluyendo, pero no limitado a:
  - Conexiones de agua potable para el llenado y lavado del sistema

- Desagües de suelo para el drenaje del condensado y del agua del sistema al alcantarillado sanitario
  - Alimentación de energía para los controles de la planta de generación de energía térmica y los equipos del cliente
  - Eliminación de todo el material peligroso del lugar
- Válvulas de aislamiento desde el lado del cliente
  - Acceso al personal de planta de generación de energía térmica para inspeccionar y mantener sus equipos.
  - Un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado de tamaño y diseño para suministrar la mayor temperatura posible del agua de retorno a la planta de generación de energía térmica.
  - Materiales y equipos con sus certificados de calidad de producto.
  - Bombas para la circulación de agua fría en instalación del cliente, compensación de expansión y controles.
  - Tratamiento químico y reposición del agua desde el lado del cliente del sistema
  - Limpieza y lavado de todas las tuberías antes de activar la interconexión del enfriamiento en el distrito térmico.
  - Puesta en marcha adecuada de todos los equipos y dispositivos instalados por el cliente.
  - Mantenimiento y calibración de todos los equipos propiedad del cliente.

## **19.2 SEGURIDAD**

### **19.2.1 Control de flujos hidráulicos**

En aquellas plantas donde se utilice agua potable como agua de aporte junto con aguas residuales tratadas, el sistema de aporte de agua de las torres de enfriamiento incluirá control de flujos hidráulicos con las siguientes características:

- a. Se deberán emplear dispositivos de prevención de reflujo.
- b. El sistema de agua no potable debe ser debidamente identificado mediante marcaje y etiquetado según la norma ASME A13.1-2015.

## **19.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA**

### **19.3.1 Disposición y arreglo de equipos**

Se debe mantener la máxima eficiencia del sistema de distribución del circuito de las enfriadoras de agua, acorde con los requerimientos de diseño. Se debe disponer las tuberías de forma que todas las enfriadoras de agua reciban la misma temperatura del agua de retorno.

Se deben dimensionar las tuberías de forma que el funcionamiento a carga parcial no provoque un aumento del caudal más allá del caudal aceptable para la enfriadora de agua



cuando un cierto número de bombas del sistema se han desenergizado y, en consecuencia, se reduzcan las pérdidas por fricción en el sistema.

Cuando sea posible la disposición en serie sobre la disposición en paralelo de las enfriadoras de agua, se deberá preferir, con el fin aumentar la eficiencia global del módulo de enfriamiento de la enfriadora de agua.

Las torres de enfriamiento deben ser instaladas con variadores de velocidad que reduzcan la velocidad de los ventiladores en condiciones de carga parcial, con el objetivo de minimizar su consumo energético.

Las bombas de condensación deben instalarse con dispositivos que reduzcan su consumo energético.

Para minimizar el consumo de energía de bombeo, el caudal debe reducirse al mínimo posible.

## **19.4 CONTROL DEL IMPACTO AMBIENTAL**

### ***19.4.1 Cumplimiento de normativa ambiental***

El proveedor de energía de distrito debe obtener la aprobación de las autoridades pertinentes para la construcción y operación del sistema DT.

Cualquier emisión al aire, vertimiento al recurso hídrico o disposición final al suelo, proveniente del sistema de DT debe cumplir con la normativa ambiental vigente.

Los diseñadores de la planta de distrito deben comprobar la idoneidad del o los refrigerantes a utilizar en la instalación, con los proveedores y las autoridades competentes.

Las sustancias tóxicas deben manipularse y eliminarse de acuerdo con la legislación ambiental vigente.

Las instalaciones de aire acondicionado, torres de enfriamiento, sistemas de distribución y evacuación de agua y demás servicios de la instalación del cliente serán instalados adoptando las medidas preventivas necesarias de ubicación y aislamiento que garanticen que no se superen los estándares máximos permisibles de emisión de ruido contemplados por la regulación aplicable.

Los responsables de O&M deben limitar la liberación de gases efecto invernadero o sustancias agotadoras de la capa de ozono, relacionadas con la descarga de emisiones a la atmósfera de refrigerantes, de acuerdo con la normativa ambiental vigente.

### ***19.4.2 Plan de monitoreo ambiental***

El proveedor de energía de distrito debe preparar e implementar un plan de monitoreo que incluya, pero no esté limitado, a los siguientes elementos:

- Calidad del agua.
- Calidad del aire y emisiones.
-

- Olores.
  - Ruidos y vibraciones.
  - Fugas de refrigerante.
- Efluentes residuales.
- Residuos líquidos tóxicos.
- Sustancias peligrosas.
- Productos químicos de tratamiento del agua.
  - Residuos sólidos tóxicos

### **19.4.3 Gestión del agua**

#### **19.4.3.1 Planes de disipación de calor**

Los proveedores de DT deben implementar alternativas de disipación de calor durante la vida útil de la planta. Los medios de disipación del calor pueden ser el aire, el mar, un río o el agua subterránea.

En aquellas plantas con acceso a agua de mar o río, puede considerarse el uso de sistemas de condensación por agua de estas fuentes naturales para evacuar el calor producido por las enfriadoras de agua.

Se deberán emplear sistemas de filtrado y tratamiento de agua para asegurar la adecuada calidad del agua, tanto para uso o descarga al ambiente.

La toma y descarga de agua deberán realizarse en cumplimiento con la legislación ambiental vigente.

Los materiales de los sistemas de bombeo, filtrado y condensación deberán seleccionarse para evitar la corrosión.

#### **19.4.3.2. Tratamiento de agua**

##### **19.4.3.2.1 Agua fría**

Se debe emplear un sistema de dosificación automático para la distribución del inhibidor de corrosión. El sistema de control de la planta de DT debe monitorizar el agua fría de aportación y controlar la bomba de dosificación del inhibidor de corrosión en base al caudal de agua de aportación.

##### **19.4.3.2.2 Sistemas de condensación por agua**

Deben incorporarse sistemas de electrocloración en sistemas de condensación por agua de mar para mantener los equipos limpios y evitar el crecimiento biológico. Deberá hacerse una adecuada selección de materiales para evitar la corrosión e incompatibilidad de los mismos con el cloro y agua de mar.

##### **19.4.3.2.3 Consumo de agua fría de aportación**

El consumo de agua fría de aportación anual debe ser inferior al 2% del volumen total medio de agua fría del sistema DT. El consumo de agua no incluye las pérdidas de agua fría debidas a interrupciones planeadas del servicio o circunstancias de fuerza mayor.

#### **19.4.3.2.4 Calidad de agua de circulación en torres de enfriamiento**

La calidad del agua de circulación en las torres de enfriamiento debe ser tal que limite a 200 unidades por mililitro de agua recirculada la formación de colonias de bacterias aerobias heterótrofas en todo tipo de planta.

#### **19.4.3.2.5 Reducción de gérmenes y contaminantes en sistemas hidráulicos**

Todos los sistemas hidráulicos y accesorios que distribuyen agua, incluyendo, torres de enfriamiento, condensadores evaporativos, sistemas de agua caliente y fría, redes de agua potable, tanques de agua, bombas de circulación y uniones, deben ser periódicamente mantenidos, limpiados, desinfectados y comprobados para minimizar el riesgo de gérmenes y contaminantes.

## **ARTICULO 20. DISEÑO Y DIMENSIONADO E INSTALACIÓN**

### **20.1 PLANTAS DE DISTRITO TÉRMICO**

Los siguientes requerimientos mínimos aplicarán a todas las plantas nuevas.

#### **20.1.1. Redundancia**

La redundancia debe ser considerado proveedor de DT durante la fase de diseño para minimizar la interrupción del servicio y satisfacer los requerimientos de disponibilidad concertados entre las partes.

- a. Una planta de DT debe ser diseñada con redundancia (n+1) para el equipamiento eléctrico y para todos los sistemas de seguridad.
- b. Una planta de DT debe servir con redundancia (n+1) en bombas de agua fría o de condensación, tal que la demanda total de la planta pueda ser satisfecha con un alimentador fuera de servicio.
- c. La planta de DT debe ser diseñada con sistemas de protección contra el fuego conforme a la regulación vigente.

El diseño y dimensionamiento del DT debe tener en cuenta, además de la redundancia de los equipos que componen el sistema, futuras ampliaciones que requieran de un incremento en la capacidad de enfriamiento del DT

#### **20.1.2. Bombas de distribución**

Las bombas de distribución primaria o secundaria deben incorporar dispositivos de bombeo de flujo variable o constante de acuerdo con los requerimientos de diseño, y ser controladas con el objetivo de mantener el mínimo diferencial de presión con el cliente hidráulicamente más remoto.

La disposición del bombeo y el tipo de bombas utilizadas deben diseñarse con el fin de no afectar negativamente al consumo de energía de la enfriadora de agua, ni perjudicar su rendimiento.

Independientemente de la configuración de bombeo, el caudal de cambio del agua enfriada o del agua del condensador a través de una enfriadora de agua de caudal variable debe confirmarse con el fabricante.

### **20.1.3. Tamaño de las tuberías**

Las tuberías internas de la planta de DT deben dimensionarse para controlar la velocidad máxima del flujo o caída de presión y minimizar ruidos y niveles de erosión.

### **20.1.4. Sistemas de enfriamiento**

El sistema de enfriamiento, incluyendo, pero no limitado a redes de tubería, almacenamiento de refrigerante, válvulas de alivio de seguridad, sistemas de alarma, ventilación de emergencia y detección de fugas de refrigerantes deben ser diseñados conforme a los requerimientos establecidos en este reglamento.

#### **20.1.4.1.3 Selección de la enfriadora de agua, cantidad y tamaño:**

Las enfriadoras de agua deben seleccionarse para satisfacer tanto las cargas de enfriamiento máximas (máxima eficiencia operativa) como las mínimas y todas las cargas parciales intermedias.

Las enfriadoras de agua se deben seleccionar de tal manera que las pérdidas de carga sean iguales, cuando existen diferencias de presión y caudal, por tamaños desiguales de enfriadora de agua en una planta.

#### **20.1.4.1.4 Disposiciones y arreglo de enfriadoras de agua**

El sistema de distribución de una enfriadora de agua, debe cumplir con las condiciones de diseño y procurar la máxima eficiencia del sistema.

Se deben disponer las tuberías de forma que todas las enfriadoras de agua reciban la misma temperatura del agua de retorno.

Deben dimensionarse las tuberías de forma que el funcionamiento a carga parcial no provoque un aumento del caudal más allá del caudal aceptable para la enfriadora de agua cuando un cierto número de bombas del sistema se han desenergizado y, en consecuencia, se reduzcan las pérdidas por fricción en el sistema.

#### **20.1.4.2 Sala de máquinas:**

Un sistema de evacuación de refrigerante debe estar diseñado para activarse a la detección de una fuga de refrigerante.

Los monitores de refrigerante deben estar situados junto a los refrigerantes para detectar cualquier fuga y activar el ventilador de evacuación refrigerantes.

Las aberturas de evacuación de refrigerante deben estar situadas a unas 12 pulgadas (0,305 m) por encima del suelo de acabado, ya que la mayoría de los refrigerantes son más pesados que el aire.

El caudal de aire necesario para evacuar el refrigerante de la sala de máquinas se basa en el volumen de refrigerante de la enfriadora de agua individual de mayor capacidad y debe estimarse de la siguiente manera:

$$Q = 100 \times G^{0.5}$$

donde:

Q = flujo de aire, cfm

G = masa de refrigerante en la enfriadora de agua de mayor capacidad, lbm

$$Q = 70 \times G^{0.5}$$

donde:

Q = flujo de aire, L/s

G = masa de refrigerante en la enfriadora de agua de mayor capacidad, en kg

Los índices de ventilación de una sala de máquinas de acuerdo con la norma ASHRAE 15 (2016a), debe ser al menos 0,5 cfm/pie<sup>2</sup> (2,54 L/s-m<sup>2</sup>) en la superficie de la sala de máquinas o 20 cfm (9,5 L/s) en la sala de máquinas o 20 cfm (9,5 L/s) por persona.

Además, se debe contar con un caudal de aire del exterior, para evitar un aumento de la temperatura máxima de 18°F (10°C) por encima de la temperatura del aire de entrada o de la temperatura recomendada por los proveedores de equipos instalados.

Por otro lado, se deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Contar con espacios libres para el servicio, el mantenimiento y el funcionamiento y un mínimo de 2,2 m (7,25 pies) de altura libre por debajo de los equipos situados sobre pasillos.
- Disponer de puertas cortafuegos bien ajustadas y sin aberturas que permitan el paso de fugas de refrigerante.
- Al menos una puerta debe abrirse al exterior o a través de un vestíbulo al aire libre.
- Las paredes, los suelos y los techos deberán ser herméticos y tener una resistencia al fuego de al menos una hora.
- Las alarmas visuales y acústicas se activarán al detectar el refrigerante.
- Deberán considerarse alarmas multinivel con avisos hasta que se detecte el umbral para iniciar finalmente el modo de purga de refrigerante.
- No se permite la combustión con llama abierta o con dispositivos que produzcan llamas en la sala de máquinas, a menos que el aire de combustión esté sellado y conducido directamente desde el exterior.
- No hay flujo de aire hacia o desde un espacio ocupado que pase por la sala de máquinas.
- El control remoto de los equipos mecánicos de la sala de máquinas debe estar situado inmediatamente fuera de la sala para desconectar los equipos en caso de emergencia.
- Los ventiladores deben estar en un circuito de alimentación separado y tener un interruptor de control inmediatamente fuera de la sala de máquinas.

Cuando se utilicen enfriadora de agua de absorción de combustión directa con enfriadoras de agua por compresión de vapor, los dos tipos diferentes de enfriadora de agua deben

estar en salas separadas para evitar la exposición del vapor de refrigerante a los quemadores de llama abierta.

#### **20.1.5. Torre de enfriamiento**

La selección de la torre debe tener en cuenta la carga térmica a disipar, la temperatura del agua caliente de entrada, la temperatura del agua fría de salida y la temperatura del bulbo húmedo de diseño.

Los materiales y la construcción de las aspas del ventilador deben ser capaces de soportar el efecto corrosivo del entorno.

El diseño debe tener en cuenta las zonas adyacentes por las que migrarán la columna de vapor, dado los efectos del agua dura en acristalamiento adyacentes, o acabados de los automóviles cercanos.

El diseño debe considerar los materiales apropiados del sistema para todos los equipos que entran en contacto con el agua de mar. Los tubos de las enfriadoras de agua deben ser de acero inoxidable o de titanio, las torres de enfriamiento deben ser de fibra de vidrio y los accesorios de acero inoxidable. acero inoxidable o titanio, las torres de enfriamiento deben ser de fibra de vidrio con herrajes de acero inoxidable y las bombas del condensador deben ser de acero inoxidable dúplex.

Las tuberías del condensador y del agua de reposición no deben ser ferrosas y deben ser adecuadas para el agua de mar.

#### **20.1.6. Almacenamiento de energía térmica**

Toda planta nueva de capacidad térmica igual o superior a 500 TR debe incluir almacenamientos de energía térmica (TES) con una capacidad de, al menos, el 20% de la capacidad de diseño de la planta.

Para todas aquellas nuevas plantas con TES, el almacenamiento debe ser de agua estratificada, excepto en aquellos casos donde por limitaciones de espacio o estéticas no se permitan almacenamientos de agua estratificada.

El tamaño del tanque(s) debe ser dimensionado, como mínimo, para igualar el perfil de carga térmica proyectada del día pico asociado la planta de DT.

Las paredes del tanque deben ser construidas con el requerido espesor y aislamiento para prevenir condensación en las paredes del tanque y limitar la transferencia de temperatura inferior a un 1% de la capacidad del tanque durante un ciclo de 24 horas.

En tanques de agua estratificada, el difusor debe ser diseñado para resistir daños ante golpes de ariete que puedan ser provocados en cualquier parte del sistema hidráulico de la planta.

Cuando se utiliza el almacenamiento de energía térmica estratificado de agua helada, se debe tener cuidado de mantener la temperatura del agua enfriada por encima de los 39,2 °F (4 °C) para permitir una estratificación de temperatura adecuada dentro del tanque debido a las diferencias de densidad del agua.

La selección de la capacidad óptima (incluida la capacidad total de almacenamiento, así como las tasas máximas de carga y descarga) de un sistema almacenamiento de energía térmica, debe tener en cuenta:

- Las cargas de enfriamiento máximas actuales y futuras
- Perfiles de carga de enfriamiento actuales y futuros de 24 h de pico de diseño (o 7 días de pico de diseño semanal)
- Tipo, estado de funcionamiento, capacidad de temperatura y capacidad de las enfriadoras de agua existentes (si las hay)
- Nivel requerido o deseado de redundancia del sistema de enfriamiento

Se debe garantizar que un control de carga del sistema de almacenamiento de energía térmica, de tal manera que se garantice una capacidad requerida para satisfacer las cargas de punta o controlar a una carga excesiva de las enfriadoras de agua.

#### **20.1.7. Sistemas de calefacción**

Para el caso de plantas centrales de calefacción (agua caliente o vapor) o cualquier tipo de caldera, un incinerador de residuos, una fuente geotérmica, energía térmica solar, o bombas de calor, con fines de climatización, se deben cumplir las siguientes consideraciones.

Las calderas utilizadas deben cumplir el código de calderas y recipientes a presión de la ASME BPVC. .

La selección de calderas debe basarse en una revisión de los siguientes parámetros:

- Potencia calorífica bruta de la caldera
- Cámara de combustión (volumen del horno) y tipo de quemador
- Patrón de flujo interno de los productos de la combustión
- Requisitos de aire de combustión y ventilación
- Disponibilidad/capacidad del combustible
- Eficiencia a carga parcial frente a carga completa (coste del ciclo de vida)
- Superficie total de transferencia de calor
- Peso o volumen del contenido de agua
- Necesidad de energía auxiliar
- Disposiciones de limpieza y acceso de servicio para las áreas del lado del fuego y del lado del agua
- Requisitos de espacio y disposición de las tuberías
- Requisitos de tratamiento del agua
- Capacidades del personal operativo y requisitos de mantenimiento/operación
- Requisitos reglamentarios sobre emisiones y uso/almacenamiento de combustible

#### **20.1.8. Sistemas auxiliares de calefacción**

Receptores de condensación, filtros y equipos de suministro de químicos deben estar accesibles para su correcta manipulación, mantenimiento y operación.

Dependiendo de la temperatura, presión y calidad del medio de calefacción, el tratamiento del agua puede requerir descalcificadores, alcalinizadores y/o desmineralizantes en sistemas con operaciones a altas temperaturas y presiones.

Los equipos de control medioambiental tales como precipitadores electroestáticos, filtros de mangas y depuradores deben cumplir con los estándares de emisión de operaciones con combustión de carbón y residuos sólidos.

#### **20.1.9. Sistemas de control, automatización y medida**

El sistema de control y monitorización de la planta de DT debe ser un sistema de grado industrial con controladores.

El sistema debe ser diseñado para proporcionar monitorización de procesos, control y resolución de problemas de acuerdo con la capacidad del DT.

El sistema de control y monitorización de la planta de DT debe ser capaz de monitorizar y controlar todos los equipos mecánicos y eléctricos, incluidos los sistemas de tratamiento de agua.

Medidores eléctricos deben ser instalados para medir, representar y almacenar información de consumo eléctrico horario de la planta y demanda eléctrica instantánea pico durante el día, mes y año.

Medidores de energía térmica deben ser instalados para medir, representar y almacenar información de la producción energética horaria de la planta y demanda energética instantánea pico.

Medidores de caudal deben ser instalados para medir, representar y almacenar información horaria de:

- Caudal de suministro de agua fría a la red del Distrito Térmico.
- Caudal de agua fría de aporte de las torres de enfriamiento.
- Purgado de agua de las torres de enfriamiento.
- Consumo de aguas residuales tratadas.
- Consumo de agua potable.
- Agua de mar para aporte de las torres de enfriamiento o enfriamiento directo de condensadores de la enfriadora de agua.

El sistema debe ser capaz de medir, representar y almacenar datos horarios del consumo energético de cada minorista o cliente de DT.

El proveedor de DT debe mantener registros computacionales de datos horarios de las principales variables de proceso, estados de las alarmas y consumo energético y de agua durante como periodo de tiempo de al menos 2 años.

La mayoría de los equipos eléctricos, incluyendo la sala de medición de entrada, la sala de transformadores, los equipos de conmutación y las salas de generadores, deben encontrarse en la planta baja por razones de acceso y de los equipos de ventilación.

En aplicaciones específicas o porque la instalación se encuentre en zonas susceptibles a las inundaciones o a las mareas, algunas de las salas mencionadas pueden estar situadas en plantas distintas de las inferiores.

Se debe evitar que las salas eléctricas estén situadas directamente debajo de los depósitos de agua o de las tuberías de desagüe que dan servicio a los pisos superiores.



Los centros de control de motores deben estar cerca de las correspondientes torres de enfriamiento y bombas. Lo ideal es que los arrancadores de las enfriadoras de agua, si no están montados en una unidad, se sitúen en el vestíbulo de las enfriadoras de agua o en las salas adyacentes, de forma que se disponga del recorrido más corto de los conductos eléctricos hasta las enfriadoras de agua.

El sistema de control debe ser capaz de optimizar todos los sistemas mecánicos, eléctricos y de fontanería disponibles y las operaciones de los equipos. El sistema de supervisión y control también debe identificar las interfaces y las relaciones con otros sistemas y dispositivos de control.

Los componentes principales del sistema de control deben instalarse normalmente en una sala de control con aire acondicionado y temperatura regulada, y conectarse a una fuente de alimentación UPS/de emergencia.

Las dimensiones y la ubicación de la sala de control deben ser seleccionadas para garantizar:

- Espacio requerido para el mobiliario de la sala, incluyendo, entre otros, la consola, las sillas, el armario de almacenamiento, etc.
- Que los operadores puedan ver directamente la sala principal de la planta a través de una pared de cristal
- Alojamiento del panel principal de control/comunicación, routers de red/teléfono, etc.
- En la sala de control debe haber avisos de alarma acústicos y visuales, además de un interruptor de silencio de alarma y un botón de prueba de lámparas.

El operario debería poder anular cualquier operación del equipo con fines de prueba o para el funcionamiento manual. Sin embargo, todas las salvaguardias y precauciones de funcionamiento deben gobernar automáticamente dichas operaciones para evitar los errores humanos que provoquen daños en los equipos o accidentes de funcionamiento.

La lógica de control debe tener en cuenta el consumo mínimo de energía y los costes basados en la nivelación de la carga y/o la reducción de los picos a una temperatura mínima del bulbo húmedo en el exterior, en el sistema de almacenamiento de energía (TES).

**Hay indicaciones y requerimientos que no se pueden comprobar.**

## **20.2 RED DE DISTRIBUCIÓN DEL DISTRITO TÉRMICO**

Los requerimientos mínimos de esta sección son aplicables a toda red de tuberías nuevas, conductos de distribución y extensiones de redes de distribución existentes.

Asimismo, estos requerimientos son aplicables tanto a instalaciones del proveedor de DT como a la red de tuberías de distribución abarcando parte de las instalaciones del cliente de DT.

En un sistema de distribución enterrado se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Mantener un entorno seco para el aislamiento térmico cuando se utiliza.

- Proporcionar protección contra la corrosión para todas las partes metálicas del sistema enterrado.
- Proporcionar un entorno seco para los accesorios como válvulas, desagües, y rejillas de ventilación.

Se debe cumplir con criterios establecidos en los siguientes estándares relacionados con el material del sistema de distribución:

Hierro

Estándares: ASTM A53/A53M (2012a), ASTM A106A/106M (2011), AWWA C200 (2012).

Cobre

Estándares: ASTM B88 (2009a).

Hierro Dúctil

Estándar: AWWA C151 (2009) [AWWA: American Water Works Association]

Tubería de cemento

Estándares: AWWA C300 (2011a), AWWA C301 (2007a), AWWA C302 (2011b), AWWA C303 (2008a).

FRP (por sus siglas en inglés: Fiberglass-reinforced plastic) Plástico reforzado con fibra de vidrio

Estándares: AWWA C950 (2013), ASTM D2996 (2007) e1.

PVC

Estándares: AWWA C900 (2007b), AWWA C905 (2010), ASTM D1785 (2012c), ASTM D2241 (2009b).

Polietileno y Polietileno de alta densidad

Estándares: AWWA C901(2008b), AWWA C906 (2007c)

Polipropileno:

Estándar ASTM D5857 – 17

Tubería plástica flexible preaislada:

Estándar ASTM F2165

### **20.2.1. Integridad de la red de distribución**

Las tuberías de distribución deben ser diseñadas para una vida útil esperada de al menos 30 años.

El control automático y las válvulas de aislamiento no deben ser de cerrado rápido o de cerrado por fallo a menos que suministros requeridos sean instalados para mitigar posibles situaciones de golpe de ariete ante tales condiciones.

El diseño de las tuberías de distribución debe incorporar, en localizaciones estratégicas, válvulas de aislamiento para facilitar la reparación de la red de distribución minimizando la interrupción del servicio.

Deben efectuarse cálculos de análisis de esfuerzos para confirmar que los esfuerzos térmicos producidos en la red de DT como resultados de la diferencia de temperatura desde el arranque hasta la operación, presión en la tubería y peso muerto, satisface el código ANSI/ASME B31.1 Power Piping.

Deben efectuarse pruebas de presión hidrostática de redes enterradas conforme con los requerimientos más actualizados del código ANSI/ASME B31.1 Power Piping.

Toda red de distribución enterrada debe ser limpiada mediante agua a presión o limpieza mecánica antes de ser puesta en servicio.

Se deben realizar pruebas de presión del sistema para verificar la existencia de fugas.

El procedimiento de prueba de presión debe realizarse de acuerdo con el tipo de material de las tuberías.

Un sistema con protección catódica debe estar aislado eléctricamente en todos los puntos en los que la tubería esté conectada a las tuberías de la instalación del cliente o de acceso (pozo de registro) y en los que un sistema nuevo esté conectado a un sistema existente.

#### **20.2.2. Ganancias de calor (pérdidas térmicas)**

La red de DT debe ser diseñada con una ganancia de calor anual inferior a 4% de la energía térmica de enfriamiento anual del sistema DT.

Los cálculos de ganancias de calor deben llevarse a cabo para determinar los requerimientos de aislamiento mínimo de la red y satisfacer que la temperatura de suministro de agua fría requerida se mantiene bajo todas las condiciones de carga de enfriamiento.

#### **20.2.3. Instalación de la red de distribución**

La profundidad mínima de enterramiento de la red de distribución subterránea debe estar en conformidad con la legislación vigente y con las recomendaciones del fabricante de las tuberías para mantener la integridad de las mismas bajo las condiciones requeridas de cargas de tráfico.

La anchura de las zanjas para la red dependerá del tipo del sistema y el servicio proporcionado: suministro de frío, calefacción o agua helada.

Con el fin de asegurar la disponibilidad de suministro del sistema DT y permitir posibles reparaciones, no deben situarse otras instalaciones sobre o por debajo la red de distribución en la misma zanja.

Para facilitar la localización y reparación de fugas y limitar los daños causados por las mismas, o realizar reparaciones de emergencia, los pozos de registro los puntos de acceso generalmente deben estar espaciados a no más de 150 m (500 pies) de distancia;

La bóveda de la válvula debe estar dispuesta en tres dimensiones, teniendo en cuenta el espacio necesario para el espacio de pie del trabajador, las oscilaciones de la llave, el tamaño de los operadores de la válvula, la variación entre los fabricantes en el tamaño de

los accesorios, y todas las demás variaciones que las especificaciones permiten con respecto a cualquier elemento colocado en la bóveda.

El acceso a la bóveda debe ser adecuado para cumplir con los requisitos de entrada a espacios confinados donde existan.

La disposición de las tuberías y accesorios debe permitir un fácil acceso para el mantenimiento sin que el personal de mantenimiento tenga que arrastrarse por debajo o entre otras tuberías.

Dentro del diseño de las redes de agua helada y condensación del distrito térmico, se deben contemplar la ubicación de las válvulas de aislamiento necesarias, de tal manera que se puedan manipular cuando se realicen trabajos de mantenimiento, reparación o aislamiento de los diferentes circuitos que hagan parte de la red de distribución

El diseño debe incluir espacios de trabajo despejados para el personal de mantenimiento, de modo que puedan trabajar eficazmente y, si es necesario, salir rápidamente.

Los planos de ingeniería deben mostrar el grosor del aislamiento de las tuberías a escala, de tal manera que se proporcione información veraz sobre el espacio real disponible.

#### ***20.2.4. Dimensionado de la red de distribución***

Debe llevarse a cabo análisis hidráulico para asegurar que el diferencial de presión mínimo requerido está disponible bajo todas las condiciones de operación.

#### ***20.2.5. Red de distribución para calefacción***

Los medios más comunes para la distribución de calefacción son agua caliente y vapor. En sistemas de tuberías de plástico, la máxima temperatura de operación se encuentra limitada a 95 °C y a una presión de 4-6 bar (dependiendo del tamaño de la tubería y de la temperatura operativa). Para propósitos de diseño, se consideran permisibles pérdidas de presión de 100 Pa/m para líneas principales de distribución y 250 Pa/m para las ramificaciones. El sistema de distribución del distrito térmico se diseñará considerando, entre otros, los estándares EN 253, EN 448, EN 488, EN 489, EN 1394, DIN 16892/16893, EN ISO 15875-1 y DIN 4726.

### **20.3 CONEXIÓN CON INSTALACIONES DEL CLIENTE**

Estos requerimientos aplican a instalaciones nuevas, modificadas o ampliadas, a menos que se especifique otra cosa.

Debe realizarse un análisis de tratamiento químico (independientemente del tipo de conexión) para determinar la compatibilidad de cada lado del sistema (distrito y cliente) antes de la energización.

También deben proporcionarse bridas de aislamiento catódico; normalmente estas bridas se situarán en el punto en el que el sistema de distribución de agua helada entre por primera vez a la instalación del cliente.

### **20.3.2. Conexión directa**

Las válvulas de control deben corresponder a la presión diferencial de diseño de los sistemas con distribución de presión variable debido a las variaciones de la carga.

Las válvulas de control de la unidad terminal deben tener un diseño de dos vías y ser de alta calidad (válvula de bola independiente de la presión o caracterizada) para poder estrangular el flujo a través de los serpentines de enfriamiento, manteniendo la autoridad de la válvula de control.

Además, deben eliminarse todos los desvíos dentro del sistema de agua fría del cliente, incluida una válvula de 3 vías al final del sistema para evitar la marcha muerta de la bomba.

Cuando se utilicen bombas en la instalación del cliente, todas las conexiones en serie entre las bombas del sistema de distrito deben eliminarse o examinarse detenidamente y comprobar que los controles de las bombas, para que el retorno del sistema de distrito funcione a una presión más alta que la del suministro del sistema de distribución y evite alteraciones de los patrones normales de flujo.

### **20.3.3. Conexión indirecta**

Para conexiones indirectas, los intercambiadores de calor de placas y bastidor deben ser certificados conforme con el programa de certificación AHRI de intercambiadores de calor líquido-líquido.

Se proporciona una anulación si la temperatura de suministro del agua en el lado del cliente llega a ser demasiado alta para proporcionar el confort o la deshumidificación requeridas de acuerdo con el diseño.

La selección de los equipos para la conexión con la instalación del cliente, especialmente los intercambiadores de calor, se debe:

- Dimensionar la capacidad de la unidad para que se ajuste a la carga dada y a la reducción de carga estimada.
- Verificar la temperatura de agua helada existente en la instalación del cliente en relación con las temperaturas de suministro de agua helada previstas en el distrito. Evaluar la naturaleza crítica de la carga/operación/proceso para abordar la fiabilidad y la redundancia.
- En el caso de clientes con cargas críticas, debe considerarse la posibilidad de utilizar varios intercambiadores de calor, cada uno de los cuales debe tener la capacidad de satisfacer totalmente la carga cuando una unidad esté fuera de servicio.
- Los intercambiadores de calor separados deben ser capaces de aislarse automáticamente durante las condiciones de baja carga para aumentar el rendimiento de la carga parcial.
- Determinar las condiciones de diseño de temperatura y presión del cliente, de acuerdo con los materiales de las juntas de los intercambiadores de calor de placas y sus límites de presión y temperatura.
- Todos los intercambiadores de calor deben ser dimensionados teniendo en cuenta su futura expansión. Al seleccionar los intercambiadores de calor, se deben tener en cuenta que las temperaturas de aproximación más cercanas o las bajas caídas de presión requieren más superficie de transferencia de calor y ocupan más espacio.

- Deben instalarse filtros delante de cualquier intercambiador de calor y válvula de control para evitar que los residuos ensucien las superficies.

#### **20.3.4. Control del flujo de agua fría**

En la conexión indirecta con las instalaciones del cliente, se debe contar con válvulas de control de caudal modulante en el lado del sistema DT que permitan controlar la temperatura del agua fría de suministro al lado del cliente.

Se debe asegurar las condiciones de bienestar de todas las edificaciones conectadas al sistema DT, mediante válvulas de control de flujo del lado DT, las cuales deben ser capaces de limitar el caudal al máximo caudal de agua fría contratado.

Es obligatorio el uso de válvulas de control de caudal de dos vías modulantes, en la estación de transferencia de energía, en el lado de la planta.

En toda conexión directa e indirecta con las instalaciones del cliente, los grandes baipases empleados en operaciones de puesta en marcha, deben ser desinstalados una vez el equipamiento de la estación de transferencia de energía que está operativo.

Se deben evitar líneas de baipás directo. En el caso de requerir un baipás, este debe incluir válvulas de aislamiento redundantes para mitigar la posibilidad de flujo desviado no deseado.

Todos los actuadores de las válvulas de control deben tardar más de 60 s en cerrarse desde su apertura total para mitigar los transitorios de presión o los golpes de ariete, que se producen cuando las válvulas se cierran más rápidamente.

Los actuadores también deben estar dimensionados para cerrar contra la presión prevista del sistema, de modo que los asientos de las válvulas no se vean forzados a abrirse, forzando así la derivación del agua y degradando el diferencial de temperatura.

La instalación de clientes cercanos a la central puede requerir válvulas reductoras de presión adicionales antes de las válvulas de control.

Los actuadores electrónicos de las válvulas de control deben permanecer en una posición fija cuando se produzca un corte de energía y deben poder accionarse manualmente.

Los actuadores de las válvulas de control neumáticas deben cerrarse al perder la presión del aire.

Todas las válvulas de control de agua helada deben fallar en la posición cerrada.

Las válvulas deben cerrarse lentamente, ya que un cierre rápido en condiciones de carga máxima puede causar golpes de ariete perjudiciales.

Los sensores y sus transmisores deben tener un rango de precisión acorde con la precisión del caudalímetro.

Cuando se controla el caudal de retorno, debe estudiarse detenidamente el impacto en la capacidad del cliente para deshumidificar adecuadamente con una temperatura de entrada elevada en la batería.

Las mediciones de temperatura deben realizarse con sensores situados en los pozos para poder cambiarlos.

Si la presión del agua suministrada al cliente es demasiado alta para su uso directo, debe reducirse.

Toda el agua helada entregada por un DT a los clientes debe ser medida.

El contador debe estar dimensionado con precisión para las cargas previstas y no sobredimensionado, ya que esto provocará imprecisiones.

Los contadores suelen probarse de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

#### **20.3.5. Bajo diferencial de temperatura**

El diseñador debe establecer la temperatura de retorno de diseño basándose en lo que se espera que sea la temperatura del agua de salida del cliente. La selección de una temperatura de diseño bastante alta en comparación con la que alcanzará el sistema (bajo diferencial de temperatura) da lugar a que las tuberías y el bombeo no cumplan con el tamaño para servir a esas condiciones.

El sistema debe diseñarse con la flexibilidad adecuada para funcionar en todas las condiciones posibles, incluidas las bajas temperaturas del agua de retorno.

Hay demasiados detalles que requieren un alto conocimiento de estos equipos y no hay distinción de aplicación por capacidades y otras variables, adicionalmente se recurre a otras normas complementarias (ASME, etc.) que tienen un alto nivel de exigencia, inspectores acreditados, laboratorios y otros requerimientos avalados por entidades de su propio sistema.

## **ARTICULO 21. PUESTA EN SERVICIO**

Con anterioridad al inicio de la construcción de un sistema DT, los proveedores de DT deben emitir al regulador un plan integrado de puesta en marcha del sistema completo de DT, incluyendo planta(s) de DT, red de distribución y estaciones de transferencia de energía.

Durante la construcción de un DT, el proveedor debe solicitar los siguientes insumos al contratista responsabilizado de la construcción:

- Listado de equipamiento.
- Planos completos de la construcción/instalación.
- Manuales de operación y mantenimiento de todos los equipos y sistemas.

Los resultados de la puesta en marcha deben ser almacenados y estar disponibles para su inspección.

Antes de iniciar la operación de un sistema DT, los proveedores de DT deben implementar una puesta en marcha integrada del sistema de DT completo, incluyendo planta(s) de DT, red de distribución y estaciones de transferencia de energía.

## **21.1. DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA**

Los distritos térmicos deben ser operados para minimizar la interrupción del servicio.

Durante el primer año de operación, el nivel de disponibilidad aceptable es 99.5 %.

Puede ser razonable registrar cifras de disponibilidad algo más bajas para enfriadoras de agua individuales u otros equipos primarios, pero esto es así siempre que el DT tenga la capacidad redundante necesaria para garantizar el mayor valor para la entrega global del sistema.

## **ARTICULO 22. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (O&M)**

### **22.1 GENERALIDADES**

Las malas prácticas de O&M pueden conducir a instalaciones inseguras que pongan en peligro no sólo al personal del DT, sino también al público en general.

Los programas de operación y mantenimiento deben organizarse de forma que su ejecución forme parte de la rutina diaria.

Se deben establecer procedimientos documentados y materiales de orientación asociados para garantizar, como mínimo, la continuidad con los cambios de personal.

Deben elaborarse listas de comprobación de los equipos que cubran los procedimientos de puesta en marcha, parada y funcionamiento normal y de emergencia.

Los procedimientos de la planta de distrito térmico deben estar documentados y ser fácilmente accesibles, para que los miembros del equipo de operaciones encargados de prestar el servicio tengan los medios para hacerlo.

Es deber del personal de O&M familiarizarse con las características de los refrigerantes y estar atento a que se apliquen y cumplan todas las salvaguardas y procedimientos requeridos.

En el mantenimiento de las instalaciones que implican excavaciones bóvedas y pozos de registro, el trabajo está en estrecho contacto con el público y se requiere un nivel adicional de vigilancia y protección para mantener la seguridad de los transeúntes y de otras personas, además de la del personal.

La documentación del programa de O&M de incluir la descripción de al menos, los siguientes elementos:

- Los principales componentes y equipos,
- La puesta en marcha, la parada, la secuencia de los equipos y el funcionamiento con carga parcial,
- Los procedimientos para hacer frente a las contingencias del sistema,
- Las listas de comprobación del operador



En los casos en que se implemente un sistema informático de gestión para garantizar que el mantenimiento se programe y realice, la eficacia de un sistema de software, debe verificarse en función de la integridad, validez y exactitud de los datos que se introducen en él, y del mismo modo, la atención a la ejecución y el cierre del trabajo en el sistema.

## **22.2 OPERACIÓN**

### **22.2.1 Planta de Distrito**

El personal de O&M que tiene la responsabilidad de operar y mantener las enfriadoras de agua de absorción debe recibir una formación y calificación específica de la unidad por parte del fabricante o una persona competente.

Por turno o diariamente, las actividades típicas de operación deben incluir el monitoreo de la temperatura, la presión, el caudal del proceso y otros parámetros para asegurar que están dentro de los puntos de ajuste especificados.

Algunos parámetros, como las toneladas de enfriamiento producidas, el suministro de agua refrigerada, la electricidad, el combustible y/o el vapor consumido, el consumo de agua de reposición de condensación y otras variables, deben ser registrados por los operadores, al menos una vez por turno.

Los operadores deben supervisar periódicamente el tratamiento del agua, tanto si se trata de un servicio interno como de un contratista especializado o un proveedor de servicios externo.

Los sistemas que utilizan torres de enfriamiento abiertas, en particular, deben someterse a pruebas para comprobar que la dosificación y las concentraciones de los agentes químicos son las adecuadas para mitigar las incrustaciones y la corrosión, así como el crecimiento biológico.

También se deben realizar visitas periódicas a las torres y a los elementos auxiliares relacionados con estas, inspeccionando la lubricación adecuada, la vibración de las bombas y los ventiladores, la acumulación excesiva de residuos, limos u otros contaminantes en las cubiertas, los sumideros y los depósitos, el funcionamiento correcto de los dispositivos operados por flotadores y las unidades de detección electrónica, los daños o la suciedad en el relleno de la torre, la niebla excesiva y el estado general del sistema.

Los responsables de O&M deben limitar la liberación de gases efecto invernadero o sustancias agotadoras de la capa de ozono, relacionadas con la descarga de emisiones a la atmósfera de refrigerantes, de acuerdo con la normativa ambiental vigente.

Se deben mantener procedimientos y registros de almacenamiento, manipulación, transferencia y eliminación de refrigerantes.

Se debe contar con procedimientos de supervisión para la detección de fugas de refrigerante.

## **22.3 MANTENIMIENTO**

Se debe contar con un programa de mantenimiento, teniendo en cuenta, al menos, los siguientes elementos:

- tipo de equipo utilizado
- el entorno de funcionamiento
- la edad de la planta te
- condiciones climáticas
- tareas de comprobación y ajuste de la calidad del agua,
- la limpieza/sustitución de los filtros de aire, agua, combustible y aceite lubricante y el mantenimiento de las válvulas.
- mantenimiento preventivo de acuerdo con la durabilidad, la fiabilidad, la eficiencia y la seguridad son los principales objetivos.
- mantenimiento basado en la condición mediante la inspección y el monitoreo manual y automatizado para establecer la condición actual de los equipos.
- índices de estado y rendimiento para optimizar los intervalos de reparación.
- proyecciones basadas en la estadística
- pruebas no destructivas, (imágenes infrarrojas, medición de la temperatura y medición y el análisis de las vibraciones)
- la evaluación de riesgos también

### **22.3.1 Planta de Distrito**

De acuerdo con el programa de mantenimiento se deberá hacer seguimiento frecuente al menos a los siguientes elementos:

- Fugas de refrigerante de los equipos en funcionamiento
- Limpieza de condensadores durante un período de inactividad
- Pruebas de corrientes parásitas en los tubos de los condensadores
- Sólidos Totales Disueltos (TDS) en el agua circulada mantenidos dentro de los límites aceptables dictados por los fabricantes de las enfriadoras de agua y de las torres de enfriamiento.

### **22.3.2 Red de Distribución**

El mantenimiento rutinario de la red de distribución debe incluir al menos los siguientes elementos:

- Pruebas de presión en todas las tuberías para verificar su integridad durante la instalación y durante la vida útil de las mismas.
- Verificación de las condiciones de aislamiento de la red
- Comprobación y el ajuste de la calidad del agua,
- Limpieza y sustitución de los filtros de aire, agua, combustible y aceite lubricante
- Mantenimiento de las válvulas.

- Verificación de la operación de las bombas de sumidero y de suelos/vertederos/rejillas de desagüe
- Inspección de las paredes del pozo de registro, así como las penetraciones para las tuberías de agua fría y/o los servicios públicos (eléctricos, de comunicación, de drenaje forzado, etc.) para detectar fugas de agua subterránea
- Inspección cualquier fuga en las tuberías de transporte.
- Verificación de la estructura del pozo de registro, identificando grietas en el hormigón u óxido en la armadura de acero, etc.

Considero que hay demasiado detalles y exigencias que dificultan su comprobación.

BORRADOR