

# Normas Internacionales de Seguridad para los Sistemas de Aire Acondicionado, Refrigeración y Bombas de Calor

Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza  
y Seguridad Nuclear

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

de la República Federal de Alemania

Como empresa de propiedad federal, la GIZ apoya al Gobierno alemán en la consecución de sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

**Publicado por:**

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas registradas  
Bonn y Eschborn

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn, Alemania  
T +49 61 96 79-1022  
F +49 61 96 79-80 1022

E [proklima@giz.de](mailto:proklima@giz.de)  
I [www.giz.de/proklima](http://www.giz.de/proklima)  
I [www.green-cooling-initiative.org](http://www.green-cooling-initiative.org)

**Proyecto:**

Iniciativa de Refrigeración Verde

**Responsable:**

Nika Greger, GIZ GmbH, Director del Proyecto Iniciativa de Refrigeración Verde

**Autor:**

Dr Daniel Colbourne (c/o HEAT GmbH)

**Traducción:**

Angloservicios S.A.S.

**Revisión de pares:**

Dr Sukumar Devotta

**Agradecimientos por comentarios y apoyo**

Philipp Denzinger, Joana Cortes Kollert, Nicole Mueller and Lena Bareiß (GIZ GmbH)

**Diseño/formato:**

Iris Christmann, cmuk, Wiesbaden

**Créditos/fuentes de las fotografías:**

Portada: © nikomsoltwaer/stock.adobe.com; Página 3: © Rawpixel.com/Shutterstock.com;  
Página 5, 7: © Andrii Zhezhera/Shutterstock.com; Página 10: © Rawpixel.com/Shutterstock.com;  
Página 11: © Olga Kashubin/shutterstock.com; Páginas 13, 14: © A\_stockphoto/shutterstock.com;  
Página 19: © Nick Starichenko/Shutterstock.com; Página 21: © nikomsoltwae – adobe.stock.com;  
Página 24: © Nengloveyou/Shutterstock.com; Página 27: © manine9/ Shutterstock.com; Página 28:  
© Adisa/Shutterstock.com; Página 29: © KeongDaGrea /Shutterstock.com; Página 36: © Mehmet  
Cetin / Shutterstock.com

**Referencias a URL:**

La presente publicación contiene referencias a páginas web externas.

Los contenidos de las páginas externas mencionadas son responsabilidad exclusiva del respectivo proveedor. Al incluir una referencia por primera vez, la GIZ ha comprobado que los contenidos ajenos no den lugar a eventuales responsabilidades civiles o penales. Sin embargo, no puede esperarse un control permanente de los contenidos de las referencias a páginas externas sin que existan indicios concretos de una infracción de índole legal. Cuando la GIZ constate o sea informada por terceros que una página externa a la que ha remitido da lugar a responsabilidades civiles o penales, eliminará de inmediato la referencia a dicha página. La GIZ se desvincula expresamente de tales contenidos.

**Por encargo de**

Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear  
Division KI II 7 Financiación Climática Internacional,  
Iniciativa Climática Internacional  
11055 Berlin, Alemania  
T +49 30 18 305-0  
F +49 30 18 305-43 75

E [KI117@bmub.bund.de](mailto:KI117@bmub.bund.de)  
I [www.bmub.bund.de](http://www.bmub.bund.de)

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

**Impresión y Distribución:**

Druckriegel, Frankfurt

Impreso en papel 100% reciclado, certificado de acuerdo a las normas FSC.

Eschborn, octubre de 2018

**Normas Internacionales de Seguridad para  
los Sistemas de Aire Acondicionado,  
Refrigeración y Bombas de Calor**

## → Resumen

Con el fin de cumplir con las obligaciones de la Enmienda de Kigali en virtud del Protocolo de Montreal, los países deben adoptar refrigerantes con bajo potencial de calentamiento global (PCG). Los refrigerantes naturales como los hidrocarburos, el dióxido de carbono y el amoníaco son opciones adecuadas, pero presentan otros riesgos de seguridad en comparación con los refrigerantes convencionales HCFC y HFC, de modo que hay una mayor necesidad de introducir normas de seguridad apropiadas. Las normas internacionales de seguridad vigentes para los Sistemas de Aire Acondicionado, Refrigeración y Bombas de Calor (ACR&HP, por sus siglas en inglés) representan barreras significativas hacia la implementación de refrigerantes naturales mediante los límites de tamaño de carga del refrigerante obstructivo.

Se ha demostrado una correlación positiva entre la cantidad de refrigerante y la capacidad de refrigeración para los refrigerantes naturales, por lo que existe una necesidad explícita de modificar las normas internacionales de seguridad para permitir mayores tamaños de carga. Con el fin de contrarrestar el aumento de los riesgos de inflamabilidad asociados con una carga mayor permitida, se pueden establecer medidas de seguridad adicionales para mitigar el riesgo en los sistemas ACR&HP. Estas medidas incluyen mejorar la hermeticidad del sistema, garantizar el flujo de aire suficiente, adoptar el diseño de alojamiento de equipos y la inclusión de válvulas.

Es crucial que cualquier modificación a las normas de seguridad existentes o a los requisitos de las normas de seguridad totalmente nuevas sea inicialmente voluntaria, ya que los requisitos son onerosos por naturaleza. Después de un periodo de prueba de carácter voluntario, las normas se pueden establecer posteriormente como requisitos obligatorios. Con base en la experiencia obtenida durante los últimos 20 años o más, se estima que tardará de cinco a diez años para que se publiquen las normas nuevas o revisadas. Dicho tiempo no es consistente con las necesidades que tiene la industria de implementar alternativas con bajo PCG en un plazo que permita cumplir con las obligaciones previstas en el Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali.

El presente documento ha sido elaborado bajo la Iniciativa de Refrigeración Verde (GCI, por sus siglas en inglés), la cual es financiada por la Iniciativa Climática Internacional (IKI, por sus siglas en alemán) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU, por sus siglas en alemán).

Este documento busca proporcionar a los responsables de formular las políticas, a las autoridades legales y a los representantes del sector privado una descripción general y orientación sobre las normas internacionales de seguridad para los sistemas ACR&HP, dirigidas en particular a los países en desarrollo que pretenden expandir el uso de refrigerantes respetuosos con el medio ambiente de manera segura. El documento identifica lo que actualmente es viable con los requisitos estándar de seguridad existentes y las posibilidades que existen para disminuir las barreras y mejorar las normas de seguridad para el futuro. En particular, se abordan los siguientes aspectos:

- Normas de seguridad clave aplicables a los sistemas ACR&HP;
- Cómo pueden implementarse dichas normas de seguridad;
- Obligaciones técnicas procedentes de las diferentes normas de seguridad;
- Opciones y oportunidades para mejorar las normas de seguridad a nivel internacional y/o nacional.

## → Abreviaturas

ACR&HP	Aire Acondicionado, Refrigeración y Bombas de Calor
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CEN	Comité Europeo de Normalización
CENELEC	Comité Europeo de Normalización Electrotécnica
GCI	Iniciativa de Refrigeración Verde
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
HC	Hidrocarburo
HCFC	Hidroclorofluorocarburo
HFC	Hidrofluorocarburo
ISO	Organización Internacional de Normalización
LII	Límite Inferior de Inflamabilidad
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



## → Tabla de contenido

Resumen.....	02
<b>1</b> Introducción.....	05
<b>2</b> Descripción general y selección de las normas de seguridad relevantes para los sistemas ACR&HP 11.....	07
<b>3</b> Relación entre las normas de seguridad y los reglamentos nacionales.....	11
<b>4</b> Requisitos actuales para los sistemas que usan refrigerantes inflamables.....	14
<b>5</b> Recomendación sobre las normas de seguridad modificadas para refrigerantes naturales, específicamente los refrigerantes de hidrocarburo.....	19
<b>6</b> Avanzando en las Normas de Seguridad Nacional e Internacional.....	24
<b>7</b> Referencias.....	29

## → Lista de tablas

<b>Tabla 1:</b> Alcance de las diferentes normas regionales e internacionales de seguridad para los sistemas ACR&HP.....	08
<b>Tabla 2:</b> Obligaciones técnicas generales bajo las normas de seguridad para los sistemas ACR&HP.....	15
<b>Tabla 3:</b> Límites de tamaño de carga del refrigerante para los HC de acuerdo a las normas de seguridad para los sistemas ACR&HP.....	16
<b>Tabla 4:</b> Rango de capacidad aproximado para los diferentes tipos de aplicaciones que usan HC, R744 o R717.....	18
<b>Tabla 5:</b> Intervenciones para resolver las normas de seguridad obstructivas.....	26

## → Lista de figuras

<b>Figura 1:</b> Ejemplo de la relación entre la carga de refrigerante y la capacidad de refrigeración en función de la eficiencia estacional de una unidad de aire acondicionado (Relación Estacional de Eficiencia Energética (SEER, por sus siglas en inglés)) con R290.....	09
<b>Figura 2:</b> Ejemplo de la relación entre el tamaño de la habitación y los límites de carga del refrigerante.....	17
<b>Figura 3:</b> Comparación de los diferentes métodos de tamaño de carga alternativos y aquellos en las normas actuales para un sistema R290 (propano) en diferentes tamaños de habitaciones.....	23
<b>Figura 4:</b> Diagrama de flujo que identifica las decisiones principales y los pasos para abordar la normas de seguridad nacional.....	27



→ INTRODUCCIÓN

## 1. Introducción

Existe una tendencia significativa hacia la aplicación de refrigerantes naturales como alternativas con bajo potencial de calentamiento global (PCG) para sustituir las sustancias que agotan el ozono (SAO) y los hidrofluorocarburos (HFC) convencionales con un alto PCG. Varios países ya han ratificado la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal para reducir los HFC, la cual se adoptó el 15 de octubre de 2016. Se espera que la Enmienda entre en vigor el 1 de enero de 2019.

Los refrigerantes alternativos con bajo PCG incluyen refrigerantes sintéticos y naturales. Por lo general, las alternativas sintéticas incluyen algunos HFC saturados, HFC insaturados e hidroclorofluorocarburos (HCFC) insaturados y mezclas del mismo; mientras que éstos poseen algunas características atractivas, una gran parte muestra propiedades termo físicas insuficientes que requieren de una mayor inversión para poder mantener cierto rendimiento del sistema. Además, las presiones de vapor saturado de la mayoría de los HFC y HCFC son bastante bajas y requieren de componentes más grandes del sistema para poder ajustar la capacidad de refrigeración o calentamiento de los refrigerantes existentes; por lo tanto, el costo relativamente alto de estos fluorocarburos insaturados es excesivo debido a los elevados costos de materiales y la mayor carga de refrigerante respectiva. Estos problemas se pueden solucionar hasta cierto punto si se mezclan con los HFC existentes; sin embargo, en muchos casos resulta en mezclas de refrigerante con un alto PCG y/o deslizamiento de temperatura inapropiados.

Los refrigerantes naturales, incluyendo los hidrocarburos (HC), el dióxido de carbono (R744) y el amoníaco (R717), tienen excelentes propiedades termo físicas en comparación con los refrigerantes fluorados, los cuales corresponden a un alto potencial de rendimiento del sistema y son relativamente económicos. Por otro lado, los HC, R744 y R717 presentan otros riesgos para la seguridad en comparación con los refrigerantes HCFC y HFC convencionales. Por lo tanto, hay una creciente necesidad de implementar las normas de seguridad. Sin embargo, se reconoce que las normas internacionales de seguridad actuales para las aplicaciones de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor (ACR&HP) presentan algunas limitaciones, principalmente en cuanto a los límites de la cantidad de refrigerante permitido en los sistemas.

Las normas de seguridad son especialmente importantes con respecto al uso y a las restricciones de uso de los refrigerantes en los sistemas ACR&HP. Esto se identificó como uno de los principales obstáculos para incluir los refrigerantes respetuosos con el medio ambiente en un estudio sobre las barreras para las alternativas con bajo PCG en los países incluidos en el Artículo 5 (Colbourne, 2010) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), aunque también aplica para los países no incluidos en el Artículo 5. Las razones para estas limitaciones se deben en gran medida al predominio histórico de los refrigerantes no inflamables y de baja toxicidad, a la inercia asociada con la modificación de las normas de seguridad (y los puntos de vista de las partes interesadas), así como también a los intereses de las partes involucradas con intereses comerciales en las tecnologías competidoras.

El presente documento busca introducir el tema sobre las normas internacionales de seguridad para los sistemas ACR&HP, dirigidas en particular a los países en desarrollo que pretenden expandir el uso de refrigerantes respetuosos con el medio ambiente de manera segura. Éste identifica lo que actualmente es viable con los requisitos estándar de seguridad existentes y las posibilidades que existen para disminuir las barreras y mejorar las normas de seguridad para el futuro. En particular, se abordan los siguientes aspectos:

- Normas de seguridad clave aplicables a los sistemas ACR&HP;
  - Cómo pueden implementarse dichas normas de seguridad;
  - Obligaciones técnicas procedentes de las diferentes normas de seguridad;
  - Opciones y oportunidades para mejorar las normas de seguridad a nivel internacional y/o nacional.
-





→ DESCRIPCIÓN GENERAL Y SELECCIÓN  
DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD RELEVANTES  
PARA LOS SISTEMAS ACR&HP

## 2. Descripción general y selección de las normas de seguridad relevantes para los sistemas ACR&HP

En el contexto del sector ACR&HP, hay dos organizaciones internacionales de normalización que publican normas de seguridad relevantes: la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI). De la misma manera, a nivel europeo (regional) hay organizaciones similares: el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), los cuales publican normas comparables que abarcan ampliamente el mismo alcance y requisitos con respecto a aquellos de la ISO y la CEI.<sup>1</sup>

La Tabla 1 resume las normas regionales e internacionales claves y sus alcances. Aquellos que figuran en la tabla se categorizan como “verticales” o normas del producto y “horizontales” o normas del grupo. En términos generales, las normas verticales predominan sobre las normas horizontales, ya que éstas se prevén desarrollar de manera específica para tipos de productos determinados y, por lo tanto, sus requisitos son más precisos para ciertos casos. En consecuencia, se asume que las normas horizontales abarcan todo lo que las normas verticales no manejan. Es decir que éstas incluyen requisitos más genéricos y generales con base en características y prácticas comunes de cualquier equipo, instalación y actividad técnica de ACR&HP.

Sin embargo, las barreras entre las normas verticales y horizontales no son rígidas y los diseñadores, fabricantes, instaladores y contratistas son quienes definen en última instancia cuál norma es la más adecuada para cada situación.<sup>2</sup> En muchos casos, es posible que los requisitos más adecuados a seguir sean la combinación de aquellos dentro de las diferentes secciones de las normas horizontales y verticales. Asimismo, los requisitos dentro de cualquier norma pueden ser deficientes en ciertas medidas (quizás debido a su contenido desactualizado), y pueda que prevalezca otra orientación mejorada. Desde luego, es inadecuado considerar las normas nacionales e internacionales como definitivas.

**Tabla 1: Alcance de las diferentes normas regionales e internacionales de seguridad para los sistemas ACR&HP**

Sector	Vertical (Normas del producto)			(Normas del grupo)
	IEC 60335-2-24	IEC 60335-2-40	IEC 60335-2-89	ISO 5149-1,-2,-3,-4
	EN 60335-2-24	EN 60335-2-40	EN 60335-2-89	EN 378-1,-2,-3,-4
Refrigeración doméstica	×			
Refrigeración comercial			×	×
Sistemas industriales				×
Refrigeración de transporte				×
Aires acondicionados y bombas de calor Aire-Aire			×	×
Bombas de calor para calentar agua			×	×
Enfriadores			×	×

<sup>1</sup> El Acuerdo de Viena y el Acuerdo de Frankfurt confirman el objetivo para coordinar el desarrollo de las normas CEN e ISO y el desarrollo de las normas CENELEC y CEI respectivamente. Además de ayudar a armonizar las normas a nivel regional e internacional, también minimiza la repetición del trabajo técnico.

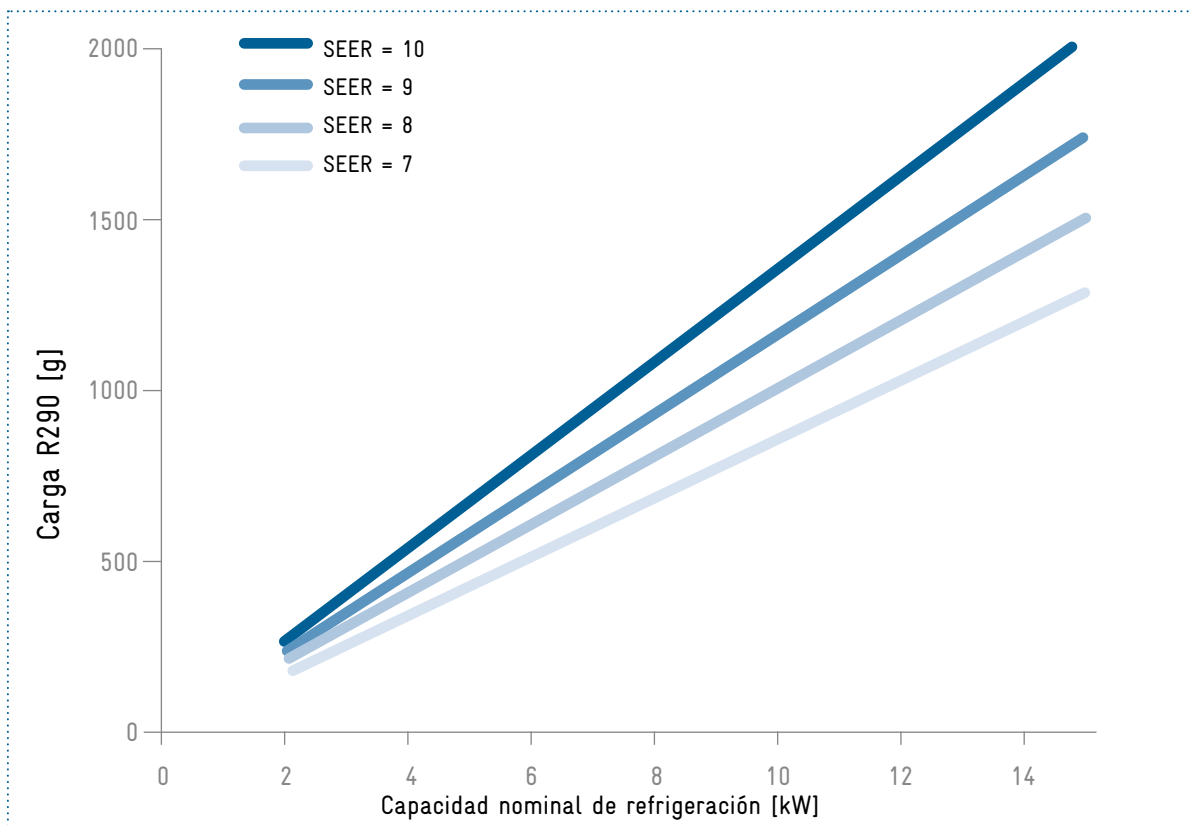
<sup>2</sup> Siempre que una norma específica no haya sido ordenada por la legislación nacional.

En muchos casos, los países adoptarán las normas ISO y CEI como normas nacionales, que son básicamente una copia de las normas internacionales, aunque también es común que los países adopten las normas internacionales pero con modificaciones nacionales. En otros países, las normas de seguridad se han desarrollado de manera independiente a las normas internacionales y, por lo tanto, contienen requisitos con diferencias significativas.

Aunque las normas de seguridad que se enumeran en la Tabla 1 son aplicables específicamente a los sistemas ACR&HP, rara vez pueden utilizarse de manera aislada. Hay una variedad de otras normas que abordan los temas de seguridad relacionados con los equipos, componentes y métodos que se pueden aplicar de manera genérica para diferentes fines. De este modo, las normas de seguridad para ACR&HP aplican con frecuencia estos tipos de normas para abordar problemas tales como dispositivos de seguridad, seguridad contra la inflamabilidad, recipientes a presión, equipos eléctricos, controles, entre otros. Entre los numerosos tipos de requisitos que se abordan en las normas de seguridad para ACR&HP, el aspecto más importante para la aplicación de alternativas con bajo PCG es el límite de tamaño de carga del refrigerante; y esto es fundamental cuando se relaciona con el uso de HC. En particular, los tamaños de carga de los sistemas con refrigerantes inflamables se deben optimizar para poder mantener los niveles de seguridad aceptables mientras se asegura una alta eficiencia energética. A continuación la Figura 1 muestra cómo la capacidad de refrigeración de una unidad de aire acondicionado se relaciona con la carga de refrigerante respecto a una serie de diferentes eficiencias estacionales. El diagrama destaca la dependencia del rendimiento del sistema y la carga de refrigerante que se requiere. Una mayor eficiencia estacional requiere un mayor tamaño de carga.

La introducción de tecnologías de eficiencia energética con refrigerantes bajos en PCG requiere de una serie de normas técnicas que abarquen de manera adecuada la inflamabilidad/tamaño de carga y la eficiencia energética.

**Figura 1: Ejemplo de la relación entre la carga de refrigerante y la capacidad de refrigeración en función de la eficiencia estacional de una unidad de aire acondicionado (Relación Estacional de Eficiencia Energética (SEER, por sus siglas en inglés)) con R290**



Además de las normas de seguridad para ACR&HP mencionadas anteriormente, existe un conjunto de otras normas de seguridad, específicas para los equipos ACR&HP y también para los conceptos generales que son usualmente aplicables y que afectan los equipos ACR&HP. Las normas internacionales y nacionales abordan:

- Seguridad general de compresores y bombas (ej., IEC 60225-2-34, EN 809, IEC 60204-1, EN 1012, EN 12693)
- Seguridad de presión en los recipientes y componentes del sistema (ej., ISO 4126, EN 1736, EN 12178, EN 12263, EN 12284, EN 13136, EN 13445, EN 14276)
- Hermeticidad de los componentes y las conexiones (ej., ISO 14903, EN 16084)
- Aptitud del personal (ej., EN 13313)
- Compatibilidad electromagnética (ej., EN 61000 – series)
- Seguridad general de la maquinaria (ej., ISO 12100, EN ISO 13849-1)
- Evaluación del riesgo de equipos que usan gases inflamables (ej., ISO 817, IEC 60079-20-1)
- Detección de gases (ej., EN 14624, IEC 60079-29-series, EN 50402)
- Clasificación de áreas peligrosas (ej., EN 60079-10-1)
- Uso de equipos eléctricos en áreas potencialmente inflamables (ej., IEC 60079-0, IEC 60079-1, IEC 60079-2, IEC 60079-5, IEC 60079-6, IEC 60079-7, IEC 60079-11, IEC 60079-13, IEC 60079-14, IEC 60079-15, IEC 60079-17, IEC 60079-18, IEC 60079-19, IEC 60079-25, IEC 60079-26, IEC60079-32, IEC 60079-33)

Muchas de estas normas pueden influenciar la facilidad y el costo de operación cuando se aplican a los sistemas ACR&HP que usan alternativas con bajo PCG. Cabe resaltar que varias normas pueden ser obligatorias o tienen un estado legal que va más allá de las normas ACR&HP determinadas.





→ RELACIÓN ENTRE LAS NORMAS DE SEGURIDAD  
Y LOS REGLAMENTOS NACIONALES

### 3. Relación entre las normas de seguridad y los reglamentos nacionales

La forma, la importancia y el estado de las normas de seguridad difieren significativamente entre países. Como consecuencia, las opiniones de las partes interesadas sobre la importancia de las normas son igualmente diversas. A nivel mundial, aplican las siguientes variaciones:

- **Para las normas de seguridad, los países**

- Desarrollan sus propias normas de seguridad de manera independiente;
- Adoptan las normas internacionales (o regionales) como normas nacionales sin modificarlas;
- Adoptan normas internacionales (o regionales) como normas nacionales con modificaciones;
- No tienen normas nacionales pero usan las normas de otros países.

- **El estado de las normas de seguridad puede ser**

- Completamente voluntario;
- Ordenado por una legislación nacional;
- Considerado para cumplir con ciertas legislaciones;
- Ampliamente voluntario excepto por acuerdos contractuales celebrados por dos o más partes.

- **El cumplimiento de las normas de seguridad puede ser**

- Por autocertificación;
- Evaluado únicamente por un organismo de certificación de terceros;
- Supervisado por sistemas de vigilancia del mercado;
- Verificado por al menos una institución gubernamental.



Es evidente que no es tan sencillo ilustrar situaciones normales o establecer generalizaciones sobre cómo las normas de seguridad se manejan en la mayoría de los países.

Sin embargo, la mayoría de los países emplean en general los reglamentos de seguridad aplicables que manejan cuestiones como la seguridad de presión, la toxicidad, la seguridad eléctrica, la inflamabilidad y protección contra explosiones, la seguridad general de la maquinaria y la seguridad de los edificios, entre otros. Las implicaciones de estos también pueden variar: los reglamentos pueden invocar normas de seguridad para enfrentar o aclarar ciertas cuestiones, dichos reglamentos se pueden basar en las normas de seguridad con el fin de formular el concepto de seguridad, o en algunos casos pueden entrar en conflicto directo con las normas de seguridad.

Por lo general, la legislación en materia de salud y seguridad de un país determinado consagra la responsabilidad sobre el producto y, por ende, cualquier producto en el mercado debe cumplir con dicha legislación. En pocas ocasiones, la legislación nacional puede invocar normas de seguridad de manera explícita; sin embargo, en la mayoría de los países las normas de seguridad brindan sólo una interpretación para satisfacer los requisitos de la legislación nacional. Por lo tanto, siempre que cualquier norma de seguridad nueva no genere conflictos con la legislación nacional que regule el uso, la aplicación y el manejo de gases inflamables no podrá, en principio, ocasionar problemas de responsabilidad sobre el producto. Por cierto, tal legislación generalmente indica que los equipos y las instalaciones deben ser “seguros” y, por consiguiente, le permite al usuario que realice las evaluaciones de riesgo previstas y demuestre que se ha alcanzado un nivel de seguridad suficiente. De hecho, el mismo enfoque también aplica para el uso de normas de seguridad; ya que ninguna norma puede abordar de manera integral cada conjunto de características y circunstancias de los equipos e instalaciones ACR&HP, el fabricante y el instalador tienen la obligación de tener en cuenta todas las peculiaridades relevantes que posiblemente no se aborden adecuadamente con la norma. Esto aplica para todo tipo de peligros – eléctricos, de presión, mecánicos, de toxicidad, etc. – que sean aplicables al equipo. Al realizar la evaluación de riesgo, la parte interesada debe buscar los datos empíricos más relevantes y confiables, junto con las herramientas y técnicas apropiadas para analizar el riesgo relacionado con el equipo/instalación con el fin de ayudar a determinar si la propuesta de diseño y construcción cumple con algún nivel de seguridad de referencia. Esto es independiente de cualquier requisito especificado dentro de las normas de seguridad aplicables.

En cuanto a los posibles obstáculos al comercio, el Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio (OMC) sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) intenta garantizar que los reglamentos, las normas, las pruebas y los procedimientos de certificación no generen obstáculos innecesarios. Siempre que un determinado país no publique una norma de seguridad (obligatoria) que sea más estricta y restrictiva que, por ejemplo, una norma internacional; entonces, es posible que la laxitud en los límites de tamaño de carga (que pueden contrarrestarse con las contramedidas adecuadas) no genere conflictos con los OTC.

---



→ REQUISITOS ACTUALES PARA LOS SISTEMAS  
QUE USAN REFRIGERANTES INFLAMABLES



## 4. Requisitos actuales para los sistemas que usan refrigerantes inflamables

Las normas de seguridad para ACR&HP abarcan una amplia variedad de peligros asociados con los sistemas y equipos ACR&HP. Cabe resaltar que estas normas de seguridad no solo se enfocan en las cargas de refrigerantes, sino también en muchas otras cuestiones. Los aspectos relacionados con la seguridad de los refrigerantes representan un porcentaje de estos peligros y de los requisitos de diseño, construcción y manejo asociados. La Tabla 2 proporciona un resumen de los temas más importantes que manejan las normas de seguridad para ACR&HP, las cuales se ven afectadas por la elección de refrigerante.

La Tabla 2 demuestra que varios aspectos en el diseño y la construcción pueden verse afectados por el tipo de refrigerante. Asimismo, dichos requisitos pueden influenciar de manera potencial el costo de los sistemas y la conveniencia para los fabricantes e instaladores. Sin embargo, los límites de tamaño de carga del

**Tabla 2: Obligaciones técnicas generales bajo las normas de seguridad para los sistemas ACR&HP**

Categoría	IEC 60335-2-24	IEC 60335-2-89	IEC 60335-2-40	ISO 5149-1, -2, -3, -4
	EN 60335-2-24	EN 60335-2-89	EN 60335-2-40	EN 378-1, -2, -3, -4
Alcance	Refrigeradores domésticos, congeladores y máquinas de hacer hielo	Electrodomésticos comerciales y gabinetes con una unidad de condensación y un único compresor	Fábricas que hacen unidades completas de aire acondicionado, bombas de calor, deshumidificadores y unidades parciales	Todos los sistemas comerciales e industriales de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor
Límites sobre la cantidad de carga de refrigerante	150 g de refrigerante inflamable  No hay límites para R744  R717 está fuera de alcance	150 g de refrigerante inflamable  No hay límites para R744  R717 está fuera de alcance	Aprox. 1 kg de HC en un sistema directo interno (dependiendo del tamaño de la habitación) y 5 kg afuera o en un cercamiento especial  No hay límites para R744  R717 está fuera de alcance	1 kg, 1.5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg de HC y sin límite, dependiendo del tipo de sistema o tamaño de la habitación  No hay límites para R744 ni se limita por el tamaño de la habitación  No hay límites para R717 si está afuera o en un cuarto de máquinas
Marcado	Requiere símbolos de inflamabilidad o de advertencia de alta presión, según corresponda			
Resistencia a la presión	Especifica las pruebas de presión para los sistemas y componentes (donde corresponda)			
Equipos eléctricos	Especifica los requisitos de diseño, construcción y pruebas			Se refiere a las normas adecuadas
Fuentes de ignición	Describe lo que se debe considerar y cómo prevenir una fuente potencial de ignición, incluyendo la opción de un método de prueba (aplica para todo las normas, excepto ISO 5149)			
Información e instrucciones	Los detalles sobre la instalación, el uso, el servicio, el mantenimiento y la eliminación de los equipos para que los usuarios, operarios y técnicos sepan cómo manejar los riesgos de inflamabilidad			
Hermeticidad del sistema	Por lo general, los sistemas se deben fabricar como sistemas "sellados" o "herméticamente sellados" en caso de que se usen refrigerantes inflamables en interiores (ej. con o sin un número limitado de conexiones o accesorios mecánicos reutilizables)			
Dispositivos limitadores de descarga de presión	La necesidad que tienen los dispositivos adicionales de limitar o aliviar el exceso de presión puede aplicar a los sistemas más pequeños en caso de que se usen refrigerantes inflamables			
Sistemas secundarios/indirectos	Se requiere que los componentes adicionales para circuitos secundarios o indirectos (como aquellos que usan agua o salmuera) ventilen una fuga que se ocasionó desde el evaporador hasta el circuito secundario, si el circuito de refrigerante primario excede cierto tamaño de carga			

Categoría	IEC 60335-2-24	IEC 60335-2-89	IEC 60335-2-40	ISO 5149-1, -2, -3, -4
	EN 60335-2-24	EN 60335-2-89	EN 60335-2-40	EN 378-1, -2, -3, -4
Alcance	Refrigeradores domésticos, congeladores y máquinas de hacer hielo	Electrodomésticos comerciales y gabinetes con una unidad de condensación y un único compresor	Fábricas que hacen unidades completas de aire acondicionado, bombas de calor, deshumidificadores y unidades parciales	Todos los sistemas comerciales e industriales de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor
Sensores de gas	n/a	Los sensores de gas pueden requerirse para iniciar las medidas de mitigación tales como ventilación, alarmas, suministros eléctricos de terminación, entre otras. Estas medidas pueden ser aplicables a los sistemas que usan refrigerantes inflamables en los cuartos de máquinas o incluso para los sistemas que están en los espacios ocupados		
Construcción de cuartos de máquinas o cercamientos ventilados	n/a	Los cuartos de máquinas o cercamientos especiales pueden tener ciertos requisitos si se usan refrigerantes inflamables, tales como el número y la apertura de puertas, resistencia de paredes contra incendios, hermeticidad y tasas mínimas del flujo de aire, entre otros.		

refrigerante son, en última instancia, los requisitos más importantes dentro de las normas de seguridad en términos de viabilidad para la aplicación de refrigerantes naturales. Este es, en particular, el caso de los HC. La Tabla 3 resume los límites de tamaño de carga para los HC dentro de las normas de seguridad vigentes.

**Tabla 3: Límites de tamaño de carga del refrigerante para los HC de acuerdo a las normas de seguridad para los sistemas ACR&HP**

Equipo/aplicación	Vertical (60335-2-24, -40, -89)		Horizontal (ISO 5149-1, EN 378-1)	
	Carga máxima	Carga permitida	Carga máxima	Carga permitida
Refrigeración doméstica	0.15 kg	0.15 kg		
<b>Refrigeración comercial</b>				
• Equipos autónomos	0.15 kg	0.15 kg	1.5 kg	$0.008 \times V_{rm}$
• Unidades de condensación	0.15 kg	0.15 kg	1.5 kg	$0.008 \times V_{rm}$
• Systèmes centralisés			1.5 kg	$0.008 \times V_{rm}$
Réfrigération dans les transports			1.5 kg; 2.5 kg	1.5 kg; 2.5 kg
Refrigeración de gran tamaño			2.5, 10, 25 kg, sin límite	$0.008 \times V_{rm}$
<b>Aire acondicionado y bombas de calor</b>				
• Integrados y pequeños	0.3 kg	$0.01 \times V_{rm}$	0,3 kg	$0.01 \times V_{rm}$
• Mini-split	1 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$	1,5 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$
• Multi-split	1 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$	1,5 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$
• Split por conducto	1 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$	1,5 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$
• Conductos de uso comercial	1 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$	1,5 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$
• Bombas de calor para calentar agua	1 kg, 5 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}$	1,5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg, aucune limite	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$
• Bombas de calor para calentar espacios	1 kg, 5 kg	$0.04 \times h \times A_{rm}$	1,5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg, aucune limite	$0.04 \times h \times A_{rm}^{0.5}$
<b>Enfriadores</b>				
• Desplazamiento positivo	1 kg, 5 kg	1 kg, 5 kg	1.5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg, sin límite	
• Centrífugos			1.5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg, sin límite	

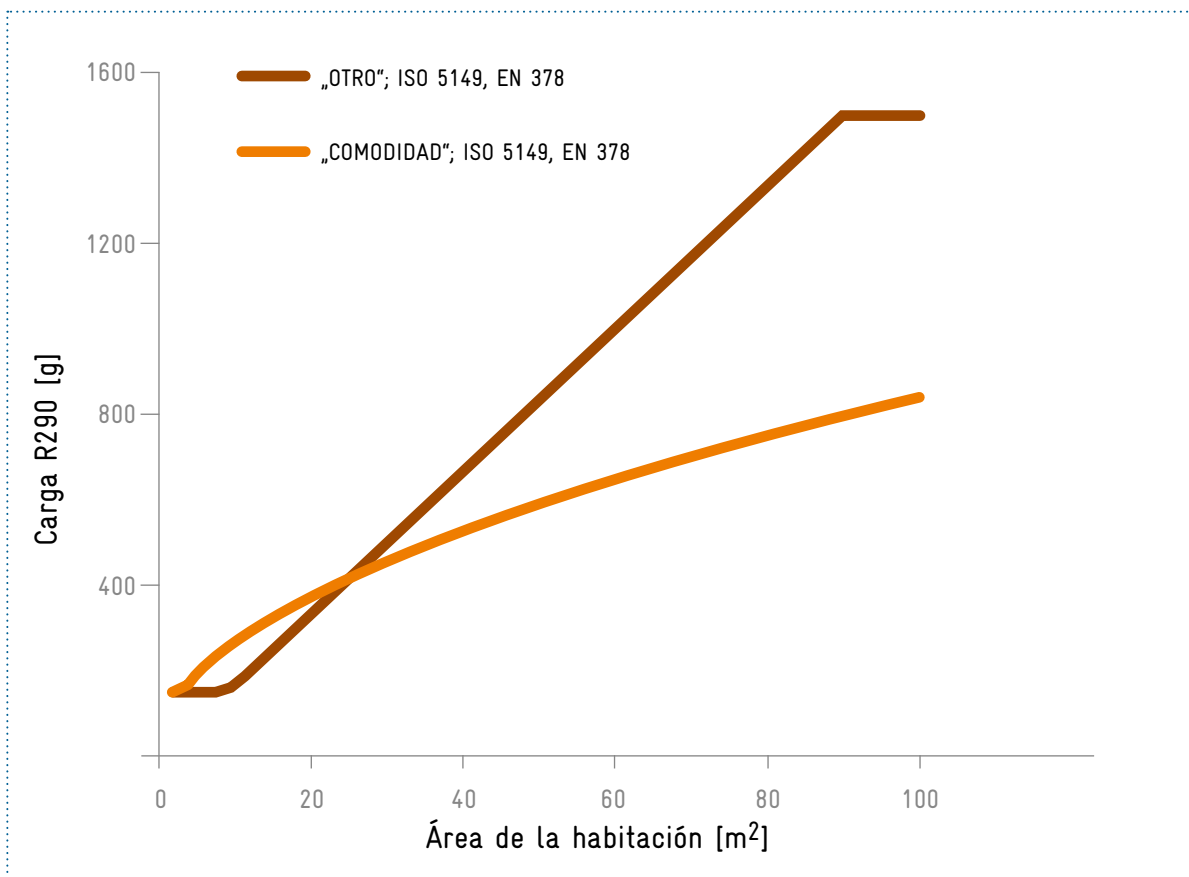
Donde:  $V_{rm}$  = volumen de la habitación (en  $m^3$ );  $A_{rm}$  = área de la habitación (en  $m^2$ ) y  $h$  = altura de instalación de la unidad (en  $m$ )

Como se mencionó anteriormente, las normas actuales de seguridad se basan en dos tipos de limitaciones para las cantidades de carga de refrigerante: (i) la carga máxima que es el límite global de acuerdo a la aplicación y la ubicación del sistema, y (ii) la carga permitida en función del tamaño de la habitación y, en algunos casos, a la altura de instalación del equipo.

En la Figura 2 se ilustra un ejemplo con base a la refrigeración comercial bajo las normas horizontales. Con una masa de R290 por debajo de 150 g, no hay relación con el tamaño de la habitación. Por encima de 150 g, la carga permitida está en función del tamaño de la habitación, hasta que se alcanza la carga máxima de 1500 g, luego de que el incremento del tamaño de la habitación no permita más R290.

Los límites superiores de carga máxima (ej., 1.5 kg en el ejemplo anterior) son en general valores arbitrarios asignados para asegurar que las cantidades utilizadas en los sistemas no se extiendan a cantidades descontroladas. Sin embargo, en la práctica, los límites superiores de carga máxima descritos por las normas vigentes crean de vez en cuando una barrera significativa para la selección y aplicación de HC en la mayoría de los subsectores ACR&HP. Por ejemplo, la mayoría de los gabinetes sencillos de refrigeración comercial y equipos de aire acondicionado requieren menos de 1.5 kg de R290 y las bombas de calor usualmente no necesitan más de 5 kg. Además de los sistemas centralizados de refrigeración comercial y los grandes sistemas de aire acondicionado multi-split (ej. Flujo Variable del Refrigerante (VRF, por sus siglas en inglés)) donde decenas de kilogramos de HC serían inadecuadas, las únicas aplicaciones donde los límites superiores de carga máxima han presentado inconvenientes son para los sistemas tipo split por conducto de uso comercial y por conducto en "azotea".

**Figura 2: Ejemplo de la relación entre el tamaño de la habitación y los límites de carga del refrigerante (para una altura "cómoda" de 2 m de la unidad de instalación en interiores)**



Con base en los límites de tamaño de carga mencionados en la Tabla 3 y teniendo en cuenta las necesidades normales de los refrigerantes para alcanzar cierta capacidad de refrigeración en varios niveles de temperatura y cargas térmicas asociadas, en la Tabla 4 se ilustra una aproximación de los rangos de capacidad del sistema ACR&HP.

**Tabla 4: Rango de capacidad aproximado para los diferentes tipos de aplicaciones que usan HC, R744 o R717**

Equipo/aplicación	Capacidad máxima aproximada con refrigerante alternativo (kW) <sup>3</sup>		
	HC (R290, R600a, etc.)	R744*	R717
Refrigeración doméstica	Sin límite	Sin límite	Sin límite (por absorción)
<b>Refrigeración comercial</b>			
• Equipos autónomos	1 a 15	Sin límite	No se permite
• Unidades de condensación	5 a 10	Sin límite	No se permite
• Sistemas centralizados	2 a 4	Sin límite	No se permite
Refrigeración de transporte	6 a 15	Sin límite	No aplica
Refrigeración de gran tamaño	60 a sin límite	Sin límite	Sin límite
<b>Aire acondicionado y bombas de calor</b>			
• Integrados y pequeños	4 a 10	Sin límite	No se permite
• Mini-split (sin conducto)	hasta 10	Sin límite	No se permite
• Multi-Split	3 a 6	Sin límite	No se permite
• Split por conducto	10 a 20	Sin límite	No se permite
• Conductos de uso comercial	10 a 20	Sin límite	No se permite
Bombas de calor para agua caliente/espacios (doméstico)	10 a 50	Sin límite	No se permite
• Bombas de calor (comercial)	50 a sin límite	Sin límite	No se permite
<b>Enfriadores</b>			
Desplazamiento positivo	150 a sin límite	Sin límite	Sin límite
Centrífugos	25 a sin límite	Sin límite	No aplica

\* Se debe tener en cuenta la degradación de la capacidad y la eficiencia a temperaturas ambiente de moderadas a altas.

<sup>3</sup> Los valores se basan en tamaños de carga específicos aproximados por Kw de refrigeración (o calentamiento) para aire acondicionado, niveles de temperatura de enfriamiento o de congelador, ya sea que el equipo se encuentre dentro o fuera y de acuerdo con los límites de tamaño de carga de las normas de seguridad citadas.



→ RECOMENDACIÓN SOBRE LAS NORMAS DE SEGURIDAD MODIFICADAS PARA REFRIGERANTES NATURALES, ESPECÍFICAMENTE PARA LOS REFRIGERANTES DE HIDROCARBURO

## 5. Recomendación sobre las normas de seguridad modificadas para refrigerantes naturales, específicamente para los refrigerantes de hidrocarburo

La carga de refrigerante permitida de los refrigerantes HC es contenciosa. En algunas aplicaciones – tales como la refrigeración comercial – la cantidad de refrigerante se puede limitar debido al tamaño de una tienda (por ejemplo, una vitrina en una tienda de barrio). Esto puede inhibir la aplicabilidad de, por ejemplo, la refrigeración comercial a mayor escala en tiendas más pequeñas. En las aplicaciones de aire acondicionado donde la capacidad de refrigeración deseada de un aire acondicionado es fuertemente influenciada por el tamaño de la habitación, algunos modelos pueden requerir más refrigerante del que está permitido (es decir, para suministrar la capacidad de refrigeración deseada para el tamaño de dicha habitación). Con el fin de ayudar a resolver dichas limitaciones, se pueden aplicar medidas de mitigación de seguridad adicionales a los sistemas ACR&HP y así contrarrestar el riesgo de inflamabilidad potencialmente elevado asociado por lo general a una cantidad de carga mayor (por ejemplo, por tamaño de la habitación). Dichas medidas de mitigación incluyen:

- Mejorar la hermeticidad del sistema, más allá de la práctica normal prevista;
- Adoptar el diseño de alojamiento de equipos para ayudar a dispersar las fugas mejor que las asumidas con los diseños de alojamiento convencional;
- Garantizar una tasa de flujo de aire suficiente dentro de la habitación, para asegurar que el refrigerante filtrado no se estanque en el suelo y que su concentración permanezca por debajo del límite inferior de inflamabilidad (LII);
- Inclusión de válvulas u otros componentes para limitar la cantidad de refrigerante liberado en caso de una fuga.

Las últimas dos medidas se pueden aplicar junto con algún modo de indicación de fuga (por ejemplo, sensores de gas, detección ultrasónica o parámetros del sistema), de modo que se puedan activar bajo demanda.

La siguiente información suministra una ilustración práctica de cómo se pueden aplicar dichas medidas.

### HERMETICIDAD MEJORADA

Actualmente, los límites de carga permitidos se basan en el supuesto de que el refrigerante presenta fugas de forma instantánea y a una tasa muy rápida (una fuga "catastrófica"). Se desarrollarán concentraciones más altas dentro de la habitación y con el objetivo de evitar que dichas concentraciones alcancen el límite inferior de inflamabilidad (LII), se limita en consecuencia la masa del refrigerante, ya que una tasa de fuga más elevada le da al refrigerante menos tiempo para diluirse en el aire circundante.

Las normas de seguridad actuales no imponen medidas para evitar que dichas fugas ocurran. Por lo tanto, si se implementaran tales medidas de "hermeticidad mejorada", se podría descartar eficazmente la probabilidad de fugas "catastróficas". Por consiguiente, si se prevé una fuga relativamente lenta, entonces el refrigerante se diluiría de manera más fácil en el aire circundante, y una cantidad mayor de refrigerante liberado se puede tolerar hasta que se produzca una concentración potencialmente inflamable.

Aunque no es práctico cuantificar una relación directa entre ciertas medidas implementadas y una tasa esperada de fuga, la experiencia y la lógica en ingeniería ayudan a suministrar algunas aproximaciones. Por lo tanto, si todas las partes del sistema que contienen refrigerante y que se encuentran dentro del edificio están diseñadas de modo que: (i) dentro del alojamiento del equipo se elimina la posibilidad de

---

daño de un impacto mecánico externo, (ii) se previene la fricción y el desgaste interno de las partes, (iii) la configuración de la tubería es tal que las resonancias potencialmente perjudiciales no ocurren en la tubería, y (iv) se previene el agrietamiento debido a la formación de hielo o al daño del ventilador, no pueden ocurrir grandes fugas de forma instantánea.

Las investigaciones demuestran que bajo estas circunstancias el refrigerante se puede fugar aproximadamente 2 – 3 veces más de lo que la fórmula de carga permitida indicó (por ejemplo, la Tabla 3) antes de que se exceda el LII (por ejemplo, Cleaver et al., 1994; Colbourne y Suen, 2018; Li, 2014; Zhang et al., 2013).

### SISTEMAS CON FLUJO DE AIRE INTEGRAL

Los tamaños de carga permitidos se basan en el supuesto de que el aire de la habitación está en reposo, de manera que la única razón por la que una fuga se mezclaría con el aire es a través de la dinámica del refrigerante liberado en sí. Es evidente que siempre hay algo de flujo de aire (benéfico) produciéndose en todos los espacios ocupados, pero como en algunas ocasiones el flujo de aire es insignificante, se ha ignorado hasta el momento cualquier beneficio posible a las liberaciones de refrigerante.

Sin embargo, los sistemas ACR&HP usan por lo general ventiladores para distribuir el aire que éste ha enfriado o calentado fuera del equipo y usualmente en todo el espacio en que se instala. Si este flujo de aire se puede garantizar cuando se necesite, se puede tener en cuenta en la disolución de un refrigerante filtrado. La presencia de flujo de aire forzado – ya sea de manera continua o iniciado por algún medio de detección de fugas – mejora de forma dramática la disolución de una liberación de refrigerante y, por lo tanto, se puede tolerar una cantidad mucho más grande de refrigerante antes de que se produzca una concentración inflamable.



En última instancia, si el flujo de aire suministrado por el ventilador dentro de la unidad que almacena las partes que contienen refrigerante opera de manera continua o es iniciado por un sensor, tal como un detector de gas, cualquier refrigerante filtrado puede mezclarse casi de manera homogénea con la habitación. En consecuencia, se puede permitir una masa más grande de refrigerante para un tamaño determinado de la habitación.

### DETERMINACIÓN DE LA CARGA POR MEDIO DE UNA PRUEBA

Los límites de tamaño de carga permitida junto con las normas actuales se basan en gran parte en las mediciones limitadas de las liberaciones "idealizadas", es decir, donde un refrigerante entra al entorno bajo condiciones que son esencialmente desfavorables para mezclarse con el aire, provocando así concentraciones más elevadas y, por lo tanto, requiriendo un límite sobre la cantidad.

Las recientes investigaciones (Colbourne y Suen, 2014; 2016) demostraron que las dimensiones y la configuración de la carcasa dentro de la cual se ubican las partes que contienen refrigerante pueden influir considerablemente en la disolución de la fuga. Por lo tanto, una carcasa bien diseñada puede ayudar a incrementar la disolución de la fuga en hasta un factor de cinco, en comparación con un caso "idealizado". En términos generales, una cantidad mayor correspondiente de refrigerante se puede liberar hasta que se alcance una concentración inflamable. Sin embargo, la influencia tiene gran complejidad y la relación entre las características de la carcasa y la concentración de refrigerante resultante no se pueden aproximar fácilmente. Por tanto, se podría usar una prueba individual.

Para un diseño de carcasa determinado, se pueden simular las fugas y se mide la concentración de refrigerante en el suelo que rodea la unidad y se puede determinar la carga aceptable de refrigerante (para una tasa de fuga asumida) de acuerdo con la cantidad que asegure que una cierta concentración no se exceda o se exceda por un periodo de tiempo determinado.

Tenga en cuenta que este enfoque se puede combinar con otras medidas de mitigación. Por ejemplo, si el sistema se diseña para la hermeticidad mejorada, se puede reducir la tasa de liberación de la prueba. Por otro lado, si se pretende que el flujo de aire sea continuo, entonces la prueba se puede llevar a cabo con el ventilador de la unidad en funcionamiento.

### SISTEMA CON CARGA LIMITADA DE LIBERACIÓN

Los límites de tamaño de carga existentes asumen que la cantidad total "cargada" del refrigerante se fuga. Sin embargo, esto no es posible ya que el refrigerante permanece en la tubería y los componentes a presión atmosférica, y éste es absorbido en el aceite del compresor al final de una fuga. Dependiendo del tamaño de sistema, el tipo de aceite, el refrigerante, etc., esta retención pasiva de carga se puede igualar aproximadamente al 3% y 15% de la carga total.

Además, se pueden implementar válvulas de cierre dentro del sistema para limitar de forma activa la cantidad de refrigerante que podría liberarse. La arquitectura del sistema, la funcionalidad de control, las condiciones de funcionamiento, la ubicación de la fuga, entre otras, todas ellas influyen, pero se puede prevenir que aproximadamente del 30% al 95% de la cantidad nominal de carga se libere.

Sin importar que la situación sea pasiva o activa, es necesario establecer un método de prueba riguroso para determinar la cantidad real de refrigerante que puede fugarse, considerando los diferentes modos y condiciones de funcionamiento.

Por lo tanto, para determinar el tamaño mínimo de la habitación dentro de la cual se puede instalar el sistema, debe considerarse la cantidad real de refrigerante liberada del sistema; como se determinó por algún procedimiento de prueba estandarizado.

---



### ABORDAR LAS FUENTES POTENCIALES DE IGNICIÓN

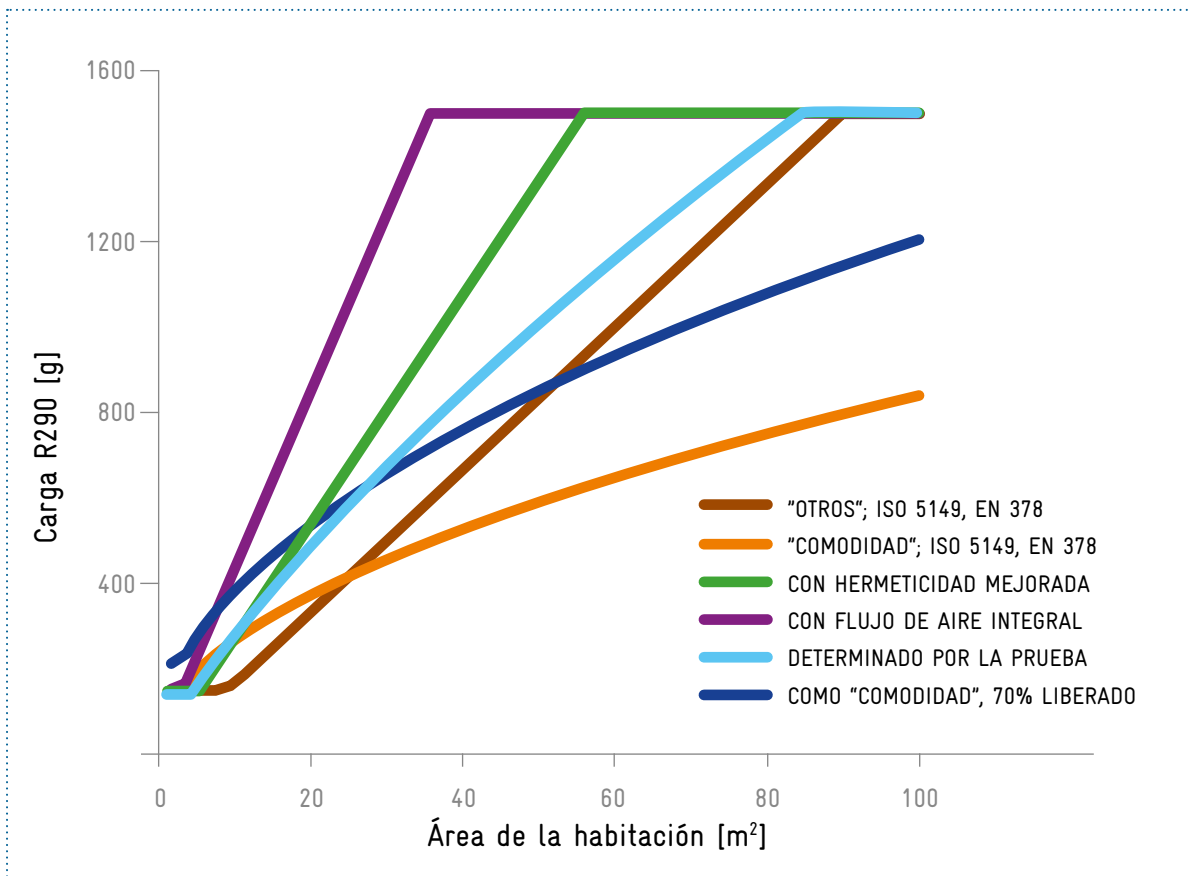
Actualmente, ninguna de las normas internacionales de seguridad aborda el manejo de fuentes potenciales de ignición de forma consistente con las normas establecidas para la protección contra la ignición de gases inflamables. Esto se refiere específicamente a la serie CEI / EN 60079 de las normas. La norma ISO 5149 pasa por alto la situación y la norma EC 6035-2-40 y -89 la abordan de forma parcial, pero de una manera que no es consistente con las metodologías establecidas. En este contexto, es necesario revisar las tres normas internacionales.

La versión actual de la norma EN 378 incluye un enfoque y una metodología para abordar el manejo de fuentes potenciales de ignición, aunque actualmente los requisitos están incompletos y requieren mejoras.

### PANORAMA GENERAL

A continuación, la Figura 3 compara las posibilidades con base a los conceptos descritos anteriormente contra los límites de tamaño de carga existentes dentro de las normas de seguridad actuales. Los límites específicos dentro de la figura se basan en ciertas suposiciones usadas con fines ilustrativos, y se deben concluir las constantes y los factores reales. Sin embargo, en la gráfica se puede observar que las mejoras sustanciales y la flexibilidad en los tamaños de carga permitida pueden lograrse a través de diferentes enfoques como se describió anteriormente.

**Figura 3: Comparación de los diferentes métodos de tamaño de carga alternativos y aquellos en las normas actuales para un sistema R290 (propano) en diferentes tamaños de habitaciones**



*(Tenga en cuenta que la "altura de instalación" del aire acondicionado y de la hermeticidad mejorada es de 2 metros y la curva para "determinada por la prueba" es aproximada con base a las pruebas con una unidad interior de aire acondicionado a 2 metros).*



→ AVANCES EN LAS NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES DE SEGURIDAD

## 6. Avances en las Normas Nacionales e Internacionales de Seguridad

Como se explicó anteriormente, con el fin de cumplir con las obligaciones nacionales bajo la Enmienda de Kigali, es necesario que los sistemas ACR&HP usen refrigerantes con bajo PCG. Por otro lado, las normas de seguridad actuales plantean barreras sustantivas para la implementación de dichos refrigerantes – principalmente los HC – mediante límites de tamaño de carga del refrigerante obstructivo. Por lo tanto, existe una necesidad explícita de modificar estas normas de seguridad para que se permitan mayores tamaños de carga, junto con la guía de cómo aplicarlos de manera segura.

Actualmente, se está trabajando en todas las normas cruciales de seguridad IEC / EN 60335-2-89, IEC / EN 60335-2-40, ISO 5149 y EN 378 con el fin de realizar revisiones y/o modificaciones. Algunas de las partes interesadas están trabajando en el mejoramiento de los límites de tamaño de carga. En resumen:

- Para la norma IEC 60335-2-89, el Grupo de Trabajo 4 (WG, por sus iniciales en inglés) está trabajando en definir la cantidad máxima de refrigerante inflamable para los electrodomésticos junto con las medidas para mantener el nivel de seguridad equivalente a partir del límite de 150 g;
- Para la norma IEC 60335-2-40, el WG 16 está abordando requisitos de tamaño de carga mejorados para los refrigerantes A2 y A3 basándose en limitar la cantidad de refrigerante que pueda liberarse en caso de una fuga, en dispersar de manera efectiva una fuga por medio del flujo de aire de la unidad y en incrementar la carga permitida siempre que el sistema sea construido con medidas para mejorar la hermeticidad;
- Para la norma ISO 5149, el WG 1 está considerando una serie de requisitos adicionales para aprobar mayores cargas permitidas;
- Para la norma EN 378, el WG 6 está realizando modificaciones para cubrir una serie de medidas diferentes con el fin de ayudar a los HC a que puedan aplicarse de forma más amplia.

Las discusiones están en progreso y surgen nuevas investigaciones de manera constante. Sin embargo, dichas actividades requieren de mucho tiempo y son prolongadas debido a los procedimientos establecidos para el desarrollo de normas, así como a puntos de vista contradictorios con las partes involucradas en tecnologías competitivas. El plazo de la publicación de los nuevos requisitos oscila entre cinco y diez años; dicho plazo es consistente con las necesidades que tiene la industria de implementar refrigerantes de bajo PCG a tiempo para cumplir con las obligaciones del Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali.

Además, se pueden considerar los mecanismos de los países interesados en abordar dichas barreras a nivel nacional y/o regional. El medio apropiado para resolver los obstáculos puede variar ligeramente, ya que las circunstancias locales varían. La Tabla 5 suministra una indicación de los tipos de intervenciones necesarias, dependiendo del origen de la norma nacional de seguridad y su estado legal.

---

Tabla 5: Intervenciones para resolver las normas de seguridad obstructivas

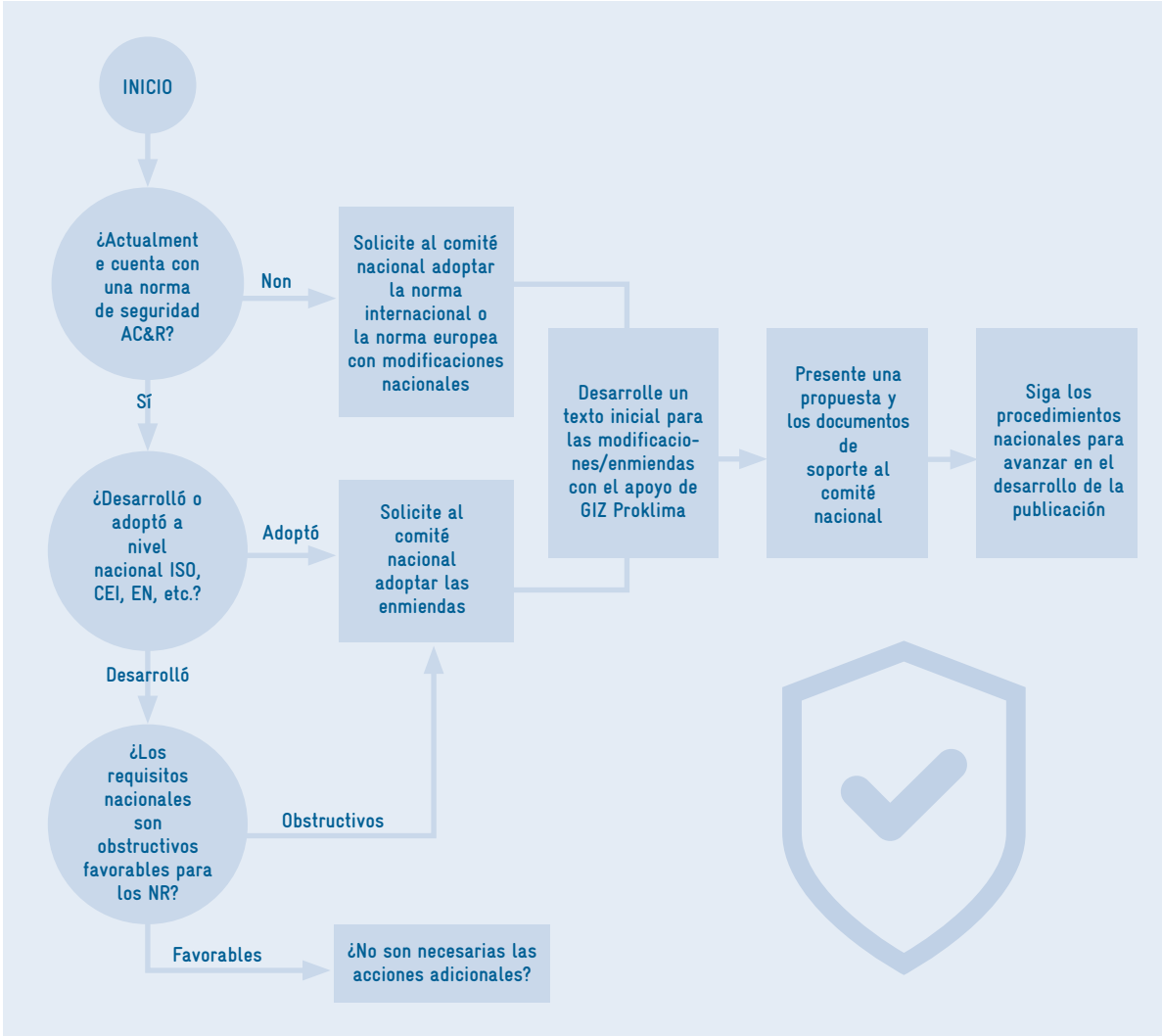
Origen de la norma nacional de seguridad	Estado de las normas de seguridad		
	Norma voluntaria	La norma es impuesta por la ley	La norma ofrece un mecanismo para cumplir con la ley
Norma nacional propia	Modificar la norma a nivel nacional	Modificar la norma nacional consultando a la autoridad responsable de dicha legislación	Modificar la norma nacional con controles cruzados respecto a las obligaciones de dicha legislación
Copia de la norma internacional	Implementar modificaciones nacionales a la versión internacional	Modificar la norma consultando a la autoridad responsable de dicha legislación	Modificar la norma con controles cruzados respecto a las obligaciones de dicha legislación
Norma internacional con cambios nacionales	Implementar modificaciones nacionales (adicionales) a la versión internacional	Modificar la norma consultando a la autoridad responsable de dicha legislación	Modificar la norma con controles cruzados respecto a las obligaciones de dicha legislación
Ninguno; usa la norma de otro país	Adoptar la norma de otro país a nivel nacional y aplicar la modificación nacional	No aplica	No aplica
No usa la norma actualmente	Adoptar otra norma nacional o internacional y aplicar modificaciones nacionales	No aplica	No aplica

En caso de que la norma de seguridad aplicable carezca de requisitos suficientes necesarios para el uso amplio de refrigerantes naturales, se necesitará cierto grado de intervención para, por ejemplo, introducir requisitos consistentes con las recomendaciones de la sección 5. Siempre que la norma existente sea un documento desarrollado a nivel nacional, una copia de una norma internacional o una con cambios determinados nacionalmente, se puede y se deben realizar modificaciones adicionales. En los casos donde actualmente no existe una norma nacional, se puede adoptar y, por consiguiente, modificar una norma adecuada. En el evento de que una norma nacional sea estipulada por la legislación nacional, se debe llevar a cabo cualquier modificación consultando a la autoridad nacional competente para asegurar que no surjan conflictos con las regulaciones. Un enfoque similar aplica donde la norma no es obligatoria pero se reconoce como una de muchas opciones legales de cumplimiento con una regulación nacional.

En todas estas circunstancias, las normas de seguridad específicas en uso afectan los pasos necesarios.<sup>4</sup> Si la norma de seguridad existente es la norma horizontal ISO 5149, entonces tales modificaciones se pueden implementar con relativa facilidad. Si la norma es EN 378 – o donde no hay una norma actual – entonces la norma EN 378 junto con las modificaciones indicadas en la Sección 5 también se pueden implementar sin mucha complicación. Por otro lado, si las normas verticales IEC 60335-2-40 e IEC 60335-2-89 están en uso, es probable que un trabajo adicional importante ayude a alinearlas con las diversas opciones identificadas en la Sección 5. En última instancia, la situación de cada país debe abordarse caso por caso. El diagrama de flujo en la Figura 4 identifica las decisiones y los pasos clave a considerar al abordar estos asuntos a nivel nacional.

<sup>4</sup> Si los países han adoptado ciertas normas que contienen restricciones amplias tales como la UL 484 o ASHRAE-15, las cuales representan obstáculos considerables a los refrigerantes naturales de bajo PCG, entonces se requiere un trabajo adicional para resolver dichos obstáculos.

Figura 4: Diagrama de flujo que identifica las decisiones principales y los pasos para abordar la normas de seguridad nacional



En conclusión, los países que ordenan normas de seguridad deben garantizar sus procesos internos, permitiéndoles cambiar y modificar libremente las normas nacionales o las adopciones nacionales de las normas internacionales de seguridad para que se ajusten a sus necesidades y circunstancias nacionales. Esto es crucial si se quiere permitir un uso más amplio de alternativas potencialmente inflamables con bajo PCG a fin de cumplir con las mejoras exigentes en eficiencia energética y disminuir el impacto climático y ambiental de los refrigerantes (Munzinger et al., 2016).

De conformidad con cualquier modificación a las normas de seguridad, también es apropiado abordar estos asuntos dentro de la legislación nacional. En particular, garantizar que:

- Las normas nacionales de seguridad en materia de construcción no entren en conflicto con los requisitos de las normas de seguridad modificadas;
- Cualquier modificación sea consistente con las normas nacionales en materia de presión, inflamabilidad, toxicidad, seguridad eléctrica y de máquinas;
- El conocimiento y la experiencia suficientes en materia de asuntos técnicos que aquí se abordan ya estén disponibles para que los expertos nacionales los puedan consultar.

De manera crítica, cualquier cambio a las normas de seguridad no debe ser obligatorio en la primera etapa, ya que la naturaleza de estos requisitos tiende a ser bastante onerosa. Después del periodo de prueba inicial de las normas desarrolladas de manera voluntaria, éstas pueden establecerse posteriormente como normas obligatorias tras las mejoras y las pruebas prácticas, etc.

Con el fin de cumplir con las obligaciones de la Enmienda de Kigali en virtud del Protocolo de Montreal, los países deben garantizar que las normas de seguridad dejen de imponer barreras a la implementación de refrigerantes naturales, por medio de límites de tamaño de carga de refrigerante obstructivo. Con el propósito de neutralizar el incremento de los riesgos de inflamabilidad asociados con una carga permitida más grande, se pueden introducir medidas de seguridad adicionales para mitigar el riesgo en el diseño y la construcción del sistema, tales como mejorar la hermeticidad del sistema, garantizar el flujo de aire suficiente, adoptar el diseño de alojamiento de equipos y la inclusión de válvulas.





→ REFERENCIAS

## 7. Referencias

Clark, E. and Wagner, S., OzonAction, United Nations Environment Programme (2016) 'The Kigali Amendment to the Montreal Protocol: HFC Phase-down'. [En línea]. Recuperado de:  
[http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7809-e-Factsheet\\_Kigali\\_Amendment\\_to\\_MP.pdf](http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7809-e-Factsheet_Kigali_Amendment_to_MP.pdf)

Cleaver, R.P., Marshall, M.R., Linden, P.F. 1994. The build-up of concentration within a single enclosed volume following a release of natural gas. J. Hazardous Materials, Vol. 36 pp. 226-209.

Colbourne D., Suen K. O. Assessment of factors affecting R290 concentrations arising from leaks in room air conditioners. Proc. 13th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants (GL2018). Valencia, Spain, June 2018.

Colbourne D., Suen K. O. R290 concentrations arising from leaks in commercial refrigeration cabinets. Proc. 12th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants (GL2016). Édimbourg, United Kingdom, August 21st-24th 2016.

Colbourne, D., United Nations Environment Programme (2010) 'Barriers to the use of low-GWP refrigerants in developing countries and opportunities to overcome these'. [En línea]. Recuperado de:  
<http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7476-e-Report-low-GWPbarriers.pdf>

Colbourne, D; Suen, KO. 2014. Characterisation of a leak of flammable refrigerant within equipment enclosures. Proc. 11th IIR Gustav Lorentzen Conf., Hangzhou.

Li, T. X., 2014a. Indoor leakage test for safety of R-290 split type room air conditioner. Int. J. Refrig., Vol 40, 380-389.

Munzinger, P., Andres, D., Boos, D., Becker, C., Usinger, J., Papst, I., Heubes, J., Oppelt, D. and Röser, F. (2016) Advancing nationally determined contributions (NDCs) through climate-friendly refrigeration and air conditioning - Guidance for policymakers. [En línea]. Recuperado de:  
<https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2016-en-proklima-ndcs-through-refrigeration-guidance.pdf>

Zhang, W., Yang, Z., Li, J., Ren, C-X., Lv, D., Wang, J., Zhang, X., Wu, W., 2013. Research on the flammability hazards of an air conditioner using refrigerant R-290. Int. J. Refrig., Vol. 36, Issue 5, 1483-1494.

### NORMAS

EN 1012-3, Compressors and vacuum pumps – Safety requirements – Part 3: Process compressors

EN 12178:2003, Refrigerating systems and heat pumps – Liquid level indicating devices – Requirements, testing and marking

EN 12263, Refrigerating systems and heat pumps – Safety switching devices for limiting the pressure – Requirements and tests

EN 12263:1998, Refrigerating systems and heat pumps – Safety switching devices for limiting the pressure – Requirements and tests

EN 12284:2003, Refrigerating systems and heat pumps – Valves – Requirements, testing and marking

EN 12693:2008, Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements



- EN 13136:2013, Refrigerating systems and heat pumps – Pressure relief devices and their associated piping – Methods for calculation
- EN 13313:2010, Refrigerating systems and heat pumps – Competence of personnel
- EN 13445-1:2014, Unfired pressure vessels – Part 1: General
- EN 13445-2:2014, Unfired pressure vessels – Part 2: Materia
- EN 13445-4:2014, Unfired pressure vessels – Part 4: Fabrication
- EN 13445-5:2014, Unfired pressure vessels – Part 5: Inspection and testing
- EN 13445-6:2014, Unfired pressure vessels – Part 6: Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure parts constructed from spheroidal graphite cast iron
- EN 13445-8:2014, Unfired pressure vessels – Part 8: Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys
- EN 1366-2, Fire resistance tests for service installations – Part 2: Fire dampers
- EN 14276-1:2006+A1:2011, Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps – Part 1: Vessels – General requirements
- EN 14276-2, Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps – Part 2: Piping – General requirements
- EN 14276-2:2007+A1:2011, Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps – Part 2: Piping – General requirements
- EN 14624, Performance of portable leak detectors and of room monitors for halogenated refrigerants
- EN 1507, Ventilation for buildings – Sheet metal air ducts with rectangular section – Requirements for strength and leakage
- EN 16084:2011, Refrigerating systems and heat pumps – Qualification of tightness of components and joints
- EN 1736:2008, Refrigerating systems and heat pumps – Flexible pipe elements, vibration isolators, expansion joints and non-metallic tubes – Requirements, design and installation
- EN 378-1:2016, Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Basic requirements, definitions, classification and selection criteria
- EN 378-2:2016, Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Design, construction, testing, marking and documentation
- EN 378-3:2016, Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Installation site and personal protection
- EN 378-4:2016, Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Operation, maintenance, repair and recovery
- EN 50402:2005+A1:2008 Electrical apparatus for the detection and measurement of combustible or toxic gases or vapours or of oxygen. Requirements on the functional safety of fixed gas detection systems
-

- EN 60079-10-1, Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres
- EN 60079-15:2010, Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection “n” (IEC 60079-15:2010)
- EN 60204-1:2006, Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements
- EN 60335-1:2012, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements
- EN 60335-2-24:2013, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-24: Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice-makers
- EN 60335-2-24:2010, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-24: Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice makers (IEC 60335-2-24:2010)
- EN 60335-2-34:2013, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-34: Particular requirements for motor-compressors (IEC 60335-2-34:2012)
- EN 60335-2-40:2016, Safety of household and similar electrical appliances – Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers
- EN 60335-2-40:2003, Household and similar electrical appliances– Safety– Part 2-40: Pa
- EN 60335-2-89:2012, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant unit or compressor
- EN 60335-2-89:2010, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant condensing unit or compressor (IEC 60335-2-89:2010)
- EN 61000-6-1:2007, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments (IEC 61000-6-1:2005)
- EN 61000-6-2:2005, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments (IEC 61000-6-2:2005)
- EN 61000-6-3:2007, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments (IEC 61000-6-3:2006)
- EN 61000-6-4:2007, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments (IEC 61000-6-4:2006)
- EN 809, Pumps and pump units for liquids – Common safety requirements
- EN ISO 12100:2010, Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010)
- EN ISO 13849-1:2015, Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design (ISO 13849-1:2015)
- EN ISO 14122-2: Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 2: Working platforms and walkways (ISO 14122-2)
- EN ISO 4126-1:2013, Safety devices for protection against excessive pressure – Part 1: Safety valves (ISO 4126-1:2013)
-

EN ISO 4126-2:2003, Safety devices for protection against excessive pressure – Part 2: Bursting disc safety devices (ISO 4126-2:2003)

EN ISO 6708:1995, Pipework components – Definition and selection of DN (nominal size) (ISO 6708:1995)

EN 1861:1998, Refrigerating systems and heat pumps – System flow diagrams and piping and instrument diagrams – Layout and symbols

European Commission (2016) 'REPORT FROM THE COMMISSION on barriers posed by codes, standards and legislation to using climate-friendly technologies in the refrigeration, air conditioning, heat pumps and foam sectors'. [En línea]. Recuperado de:

<http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ EN/COM-2016-749-F1-EN-MAIN.PDF>

European Commission (2017) Pressure Equipment Directive. [En línea]. Recuperado de:

[https://ec.europa.eu/growth/sectors/pressure-gas/pressure-equipment/directive\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/pressure-gas/pressure-equipment/directive_en)

IEC 60079-0:2011, Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements

IEC 60079-1:2014, Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures “d”

IEC 60079-10-1:2015, Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres

IEC 60079-11:2011, Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety “i”

IEC 60079-13:2010, Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room “p”

IEC 60079-14:2013, Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection

IEC 60079-15:2010, Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection “n”

IEC 60079-17:2013, Explosive atmospheres – Part 17: Electrical installations inspection and maintenance

IEC 60079-18:2014, Explosive atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”

IEC 60079-19:2010+AMD1:2015 Explosive atmospheres – Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation

IEC 60079-2:2014, Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure “p”

IEC 60079-25:2010, Explosive atmospheres – Part 25: Intrinsically safe electrical systems

IEC 60079-26:2014, Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with Equipment Protection Level (EPL) Ga

IEC 60079-29-1:2016, Explosive atmospheres – Part 29-1: Gas detectors – Performance requirements of detectors for flammable gases

IEC 60079-29-2:2015, Explosive atmospheres – Part 29-2: Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen

IEC 60079-29-3:2014, Explosive atmospheres – Part 29-3: Gas detectors – Guidance on functional safety of fixed gas detection systems

IEC 60079-29-4:2009, Explosive atmospheres – Part 29-4: Gas detectors – Performance requirements of open path detectors for flammable gases

IEC 60079-32:2015, Explosive atmospheres – Part 32: Electrostatics hazards

---

- IEC 60079-33:2012, Explosive atmospheres – Part 33: Equipment protection by special protection ‘s’
- IEC 60079-5:2015, Explosive atmospheres – Part 5: Equipment protection by powder filling “q”
- IEC 60079-6:2015, Explosive atmospheres – Part 6: Equipment protection by liquid immersion “o”
- IEC 60079-7:2015, Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e”
- IEC 60335-2-24: 2013, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-24: Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice-makers
- IEC 60335-2-40: 2016, Safety of household and similar electrical appliances – Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers
- IEC 60335-2-89: 2012, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant unit or compressor
- IEC TS 60079-39:2015 Explosive atmospheres – Part 39: Intrinsically safe systems with electronically controlled spark duration limitation
- ISO 12100:2010 Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction
- ISO 13043: Road vehicles – Refrigerant systems used in mobile air conditioning systems (MAC) – Safety requirements
- ISO 13043:2011, Road vehicles – Refrigerant systems used in mobile air conditioning systems (MAC) – Safety requirements
- ISO 14903: Refrigerating systems and heat pumps – Qualification of tightness of components and joints IEC 60204-1, Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements
- ISO 4126-1: Safety devices for protection against excessive pressure – Part 1: Safety valves
- ISO 4126-2: Safety devices for protection against excessive pressure – Part 2: Bursting disc safety devices
- ISO 5149-1: Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Part 1: Definitions, classification and selection criteria
- ISO 5149-2: 2014, Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation
- ISO 5149-3: 2014, Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Part 3: Installation site
- ISO 5149-4: Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Part 4: Operation, maintenance, repair and recovery
- ISO 817: Refrigerants – Designation and safety classification ISO 817:2014, Refrigerants – Designation and safety classification
-

**LOS DETALLES COMPLETOS DE LAS NORMAS SE PUEDEN CONSULTAR EN LOS SIGUIENTES ENLACES:**

Comité Europeo de Normalización Electrónica (CENELEC):

[https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:103:0:::FSP\\_LANG\\_ID:25](https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:103:0:::FSP_LANG_ID:25)

Comité Europeo de Normalización (CEN):

<https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=CENWEB:105::RESET>

Comisión Electrotécnica Internacional (CEI):


[http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:105:0:::FSP\\_LANG\\_ID:25](http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:105:0:::FSP_LANG_ID:25)

Organización Internacional de Normalización (ISO):

<https://www.iso.org/search/x/>







Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas registradas  
Bonn y Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40  
53113 Bonn, Alemania  
T +49 228 44 60-0  
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5  
65760 Eschborn, Alemania  
T +49 61 96 79-0  
F +49 61 96 79-11 15

E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)