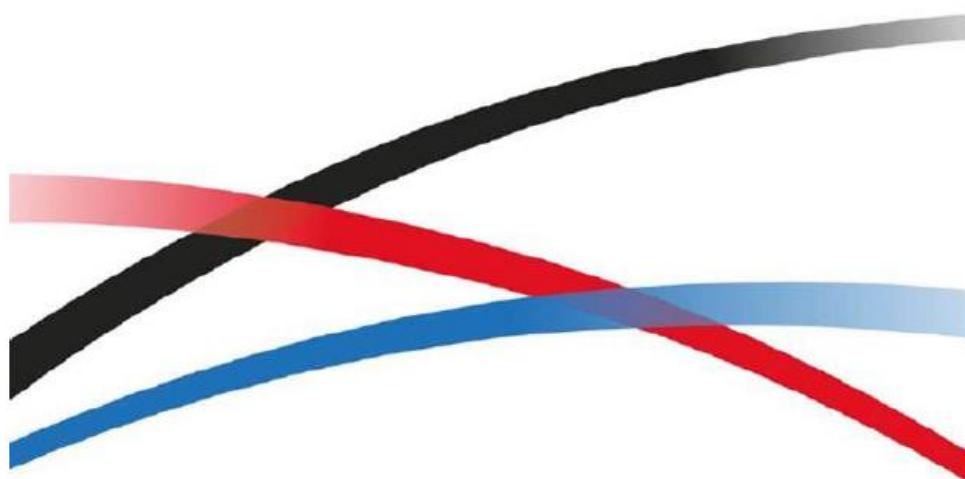


Instituto de Refrigeración

# Código de Buenas Prácticas

Para refrigerantes no inflamables, de baja toxicidad  
(Grupo A1)

2018



 **IOR.org.uk**  
REFRIGERATION AIR CONDITIONING HEAT PUMPS

Publicado por primera vez en	1999
Revisado	2008, 2009, 2015, 2018
Copyright	1999, 2008, 2015, 2018 Instituto de Refrigeración
ISBN	1 872719 11 2

Todos los derechos reservados

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación, o transmitida, en ninguna forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopiado, grabado o no, sin el previo permiso del Instituto de Refrigeración.

Esta publicación no pretende incluir todas las disposiciones necesarias de un contrato.

Publicado por	Instituto de Refrigeración Casa de Kelvin, 76 Mill Lane Carshalton, Surrey SM5 2JR Organización benéfica incorporada 1166869  Tel: +44 (0) 20 8647 7033  <a href="mailto:ior@ior.org.uk">ior@ior.org.uk</a> <a href="http://www.ior.org.uk">www.ior.org.uk</a>
---------------	--

## Prefacio

Este Código de Buenas Prácticas ha sido preparado por el Instituto de Refrigeración y ratificado por su Comité Técnico y la Junta de Fideicomisarios. El Código se proporciona de forma gratuita a los miembros para su exclusivo uso personal o profesional. Los no miembros pueden adquirir del IOR una copia en Pdf. en [www.ior.org.uk](http://www.ior.org.uk).

El Código está dirigido a todos los interesados en sistemas frigoríficos por compresión de vapor que utilizan refrigerantes del grupo A1 según se define en la Sección 1. Por "todos" entiéndase todas las personas responsables de la propiedad, la consultoría, el diseño, la construcción, la instalación, la puesta en servicio, la operación, el mantenimiento, la inspección, la reparación, modificación o prueba de un sistema frigorífico. Préstese especial atención a la mayor responsabilidad definida por los reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo. En particular, cuando un sistema ha sido modificado o reparado, debe confirmarse la integridad del sistema ensayando al menos las secciones modificadas o reparadas junto con otras partes del sistema que no puedan aislarse de éstas. Conforme al Reglamento de Equipos a Presión (REP), se deben llevar a cabo los correspondientes informes y certificados de inspección y, de conformidad con los reglamentos de Atmósferas Explosivas, deben observarse los diversos requisitos asociados con la evaluación del riesgo, la reducción del riesgo, la clasificación de zonas, el etiquetado de equipos, etc. El REP y el Reglamento europeo sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero de 2014 (Reglamento F-Gas) imponen ciertas obligaciones al «usuario» de los equipos de refrigeración.

El objetivo de este Código es complementar y reforzar las especificaciones de la norma EN 378: 2016 y otras normas relevantes a las que se hace referencia en este Código y sus Apéndices. En ningún caso este Código pretende entrar en conflicto con las normas británicas, europeas o internacionales y, cuando ya existan normas pertinentes, sus recomendaciones han sido reconocidas e incorporadas, según corresponda.

### Guía de selección de refrigerantes

La eficiencia energética de los sistemas frigoríficos se rige por las leyes de la física y por la practicidad. La practicidad engloba los costes, el ciclo de vida, la seguridad, los requisitos legislativos, la elección del refrigerante y el mantenimiento. La eficiencia no solo depende de la elección del refrigerante, sino también de un buen diseño, la selección de un sistema apropiado y un buen mantenimiento. Una buena eficiencia es vital para minimizar las emisiones indirectas de carbono a través del consumo de energía.

Para maximizar la eficiencia, se debe prestar atención a los siguientes puntos:

- Minimizar las necesidades de refrigeración y reducir la potencia frigorífica. Este es el primer paso y más importante: un sistema no puede considerarse eficiente si su potencia frigorífica no es necesaria.
- Diseño global del sistema. Por ejemplo, la selección del ciclo más adecuado, o dividiendo la carga a diferentes temperaturas en diferentes niveles de presión de aspiración, etc.
- Filosofía de control. Considerando las condiciones de operación "fuera de diseño" que son mucho más frecuentes que el "punto de diseño", evitando el control de presión de descarga, evitando el funcionamiento de compresores a carga parcial, y evitando elementos accesorios a velocidad fija como bombas y ventiladores, etc.
- Optimizar la eficiencia de los componentes individuales. Por ejemplo, la superficie de los intercambiadores de calor, la selección de compresores eficientes, etc.
- Operar, supervisar y mantener la planta para mejorar la eficiencia.

### **Publicaciones de IOR**

IOR publica códigos de buenas prácticas de seguridad específicos para los siguientes tipos de refrigerantes:

- Refrigerantes no inflamables de baja toxicidad (Grupo A1)
- Refrigerantes inflamables de baja toxicidad (Grupo A2L, A2 y A3)
- Dióxido de carbono R744
- Amoníaco R717

El IOR también edita periódicamente guías técnicas sobre las características, el diseño, la instalación, el servicio y el uso de buenas prácticas de todos los refrigerantes. La política del IOR es promover el uso responsable de refrigerantes para beneficio público. La política de uso responsable de refrigerante pone un gran énfasis en la eliminación de las fuentes de fuga, la eficiencia del sistema en general y el coste del ciclo de vida.

### **Interpretación y actualizaciones**

Las aclaraciones sobre el significado de este Código o de cualquier parte del mismo serán responsabilidad de la Junta de Fideicomisarios del Instituto de Refrigeración vigente en ese momento, o de la persona o personas que nominaran. El Instituto de Refrigeración agradece todos los comentarios y sugerencias relacionados con este u otros Códigos de Buenas Prácticas para que las futuras versiones puedan mejorarse. El contenido del Código es revisado periódicamente por el IOR y, según proceda, se publicarán las oportunas revisiones.

2018

## Índice

SECCIÓN 1 – ALCANCE Y LIMITACIONES .....	008
SECCIÓN 2 – PRINCIPALES PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES	
2.1 Propiedades físicas .....	010
2.1.1 Solubilidad de la humedad .....	011
2.1.2 Lubricantes .....	011
2.1.3 Compatibilidad de materiales .....	011
2.1.4 Selección del refrigerante .....	011
2.2 PROPIEDADES QUÍMICAS Y RIESGOS POTENCIALES .....	011
2.2.1 Reactividad .....	012
2.2.2 Descomposición térmica .....	012
2.2.3 Inhalación .....	012
2.2.4 Contacto directo .....	013
2.2.5 Fuentes potenciales de fugas de refrigerante .....	013
2.2.6 Trabajos en caliente .....	013
2.2.7 Trabajos en espacios confinados .....	013
2.2.8 Corrosión .....	014
SECCIÓN 3 – DISEÑO DE COMPONENTES	
3.1 GENERALIDADES .....	019
3.2 DISEÑO DE COMPONENTES Y PRESIONES DE PRUEBA .....	019
3.3 Compresores .....	022
3.3.1 General .....	022
3.3.2 Criterios de diseño .....	022
3.3.3 Prueba de presión .....	023
3.3.4 Datos de la placa de identificación .....	023
3.4 Recipientes a presión e intercambiadores de calor .....	024
3.4.1 General .....	024
3.4.2 Presiones de diseño .....	024
3.4.3 Ensayos de presiones .....	024
3.4.4 Datos de la placa de identificación .....	024
3.4.5 Recipientes a presión .....	024
3.4.6 Intercambiadores de calor de carcasa y tubo .....	024
3.4.7 Intercambiadores de serpentín o aleta .....	025
3.4.8 Intercambiadores de calor de placa y placa & carcasa .....	025
3.5 Bombas para trasiego para refrigerante líquido .....	025
3.5.1 Criterios de diseño .....	025
3.5.2 Prueba de presión .....	026
3.5.3 Datos de la placa de identificación .....	026
3.6 Válvulas para el control de refrigerante y dispositivo de detección .....	026
3.6.1 General .....	026
3.6.2 Diseño de presión y temperatura .....	027
3.6.3 Pruebas de fabricación .....	027
3.6.4 Datos de la placa de identificación .....	027
3.6.5 Válvulas de cierre .....	027
3.6.6 Indicación de nivel de líquido .....	028

#### SECCIÓN 4 – DISEÑO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA

4.1 General .....	029
4.2 Selección de material .....	029
4.3 Sistemas de tuberías de acero .....	029
4.3.1 Materiales de tuberías .....	029
4.3.2 Conexión de tuberías .....	030
4.3.3 Soporte de tuberías y perchas .....	031
4.4 Sistema de tubería de cobre .....	032
4.4.1 Material .....	032
4.4.2 Conexión de tuberías .....	032
4.4.3 Soportes de tuberías y colgadores .....	033
4.5 Localización e instalación de las tuberías .....	034
4.6 Disposición de válvulas de aislamiento .....	035
4.7 Instrumentación .....	035
4.7.1 General .....	035
4.7.2 Disposición de los indicadores de presión .....	035
4.7.3 Indicadores de nivel de líquidos en los recipientes de refrigerantes .....	035
4.7.4 Visores de nivel de líquido .....	036
4.8 Protección contra el exceso de presión .....	036
4.9 Efecto contra la protección del medio ambiente .....	036
4.10 Notificación a las autoridades locales .....	036
4.11 Detección de refrigerante .....	036
4.12 Sistema de etiquetado .....	037
4.13 Carga de refrigerante permitida .....	037

#### SECCIÓN 5 – PRUEBA DEL SISTEMA

5.1 General .....	038
5.2 Procedimiento de la prueba de resistencia .....	038
5.3 Procedimiento de la prueba de estanqueidad .....	039
5.4 Pruebas certificadas .....	040

#### SECCIÓN 6 – PUESTA EN MARCHA DE NUEVAS INSTALACIONES

6.1 General .....	041
6.2 Evacuación y deshidratación .....	041
6.3 Carga .....	042
6.4 Dispositivos de protección .....	042

#### SECCIÓN 7 – INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

7.1 General .....	043
7.2 Registro del sistema .....	044
7.3 Inspección de rutina .....	044
7.3.1 General .....	044
7.3.2 Registro del rendimiento del sistema .....	045
7.3.3 Tubería .....	045
7.3.4 Compresores .....	045
7.3.5 Condensadores y evaporadores .....	046
7.3.6 Bombas de líquido .....	047
7.3.7 Dispositivos de alivio de presión y controles de presión .....	048
7.4 Inspección mayor .....	048

7.4.1 Sistema .....	048
7.4.2 Tuberías .....	049
7.4.3 Compresores .....	049
7.4.4 Recipientes a presión e intercambiadores de calor .....	050
7.4.5 Bombas de refrigerante .....	051
7.4.6 Válvulas de cierre, válvulas de seguridad y dispositivos de control .....	051
7.5 Examen del sistema a presión .....	053
7.5.1 General .....	053
7.5.2 Recipientes e intercambiadores de calor no aislados .....	053
7.5.3 Recipientes e intercambiadores de calor aislados .....	054
7.5.4 Intercambiadores de calor de superficie extendida y baterías de aleta .....	055
7.5.5 Intercambiadores de calor de placas .....	055
7.5.6 Tuberías .....	055
7.5.7 Ensayo de resistencia a la presión .....	055
7.5.8 Extensión del ensayo de estanqueidad .....	056

#### SECCIÓN 8 – DOCUMENTACIÓN

8.1 General .....	057
8.2 Evaluación de riesgos .....	057
8.3 Archivo de seguridad y salud .....	057
8.4 Libro de registro de exámenes periódicos .....	057
8.5 Registros de puesta en marcha .....	058
8.6 Inventario de refrigerante y requisitos del Reglamento Fgas .....	058
8.7 Provisiones de contingencia .....	059
8.8 Registro y documentación del sistema .....	059
8.9 Registro del sistema .....	060
8.10 Manuales de instrucciones .....	060

#### SECCIÓN 9 – DESMANTELAMIENTO

9.1 General .....	062
9.2 Refrigerante recuperado .....	062
9.2.1 General .....	062
9.2.2 Recuperación del refrigerante .....	062
9.2.3 Recuperación para el reciclado a otro sistema .....	063
9.2.4 Recuperación para reprocesado o eliminación .....	063

#### SECCIÓN 10 – REFERENCIAS, NORMAS Y LEGISLACIÓN (todos los refrigerantes) .....

APÉNDICE A – Definiciones (Aplicadas a todos los refrigerantes) .....	069
APÉNDICE B – Procedimiento de prueba de resistencia y presión máxima admisible .....	072
APÉNDICE C – Procedimiento de prueba de presión de resistencia neumática .....	074
APÉNDICE D – Datos de marcado de la placa de identificación .....	076
APÉNDICE E – Manipulación transporte y almacenamiento de botellas de refrigerante .....	078
APÉNDICE F – Puesta en servicio de nuevas instalaciones .....	080
APÉNDICE G – Salas de máquinas y equipamiento auxiliar de seguridad .....	087
APÉNDICE H – Frecuencias típicas de revisiones y mantenimiento .....	090
APÉNDICE I – Detalles de muestra para el registro .....	093
APÉNDICE J – Modelo de datos de operación del compresor y registro del sistema .....	094
APÉNDICE K – Política de IOR sobre la elección de refrigerante .....	096



## Sección 1 - Introducción

### 1.1 Alcance

El objetivo de este Código de Buenas Prácticas es definir los requisitos mínimos de seguridad en el diseño, construcción e instalación, puesta en servicio, inspección y mantenimiento de los sistemas frigoríficos por compresión de vapor que utilizan refrigerantes no inflamables de baja toxicidad. Estos se clasifican como refrigerantes del Grupo A1 en refrigerantes ISO 817: 2014. Designación y clasificación de seguridad según se define en EN 378: 2016 Sistemas frigoríficos y bombas de calor-Requisitos ambientales. Los requisitos específicos implícitos en el uso de refrigerantes inflamables y ligeramente inflamables se describen en el Código de prácticas de seguridad del Instituto de refrigeración para refrigerantes inflamables de baja toxicidad.

El Dióxido de Carbono es un refrigerante A1, sin embargo, debido a sus propiedades particulares, este se aborda separadamente en otro Código de Prácticas de Seguridad del Instituto de Refrigeración.

Este Código de Buenas Prácticas está destinado a aplicarse en el Reino Unido en sistemas donde los motores que accionan los compresores tienen una potencia total instalada de más de 25 kW, incluidos los compresores de reserva, aunque la mayoría de las disposiciones pueden aplicarse a sistemas más pequeños. También se aplica a sistemas donde se sustituye el tipo de refrigerante y a sistemas reinstalados. Cualquier modificación o reparación en sistemas dentro del alcance de este Código deberá también cumplir con sus requisitos.

Todas las presiones mínimas especificadas en este Código están relacionadas con las temperaturas de diseño aplicables a los sistemas frigoríficos instalados en el Reino Unido. Algunos sistemas, incluidos los utilizados como bombas de calor, pueden estar sujetos a presiones apreciablemente más altas que los mínimos especificados y deben diseñarse en consecuencia.

Las definiciones que figuran en el Apéndice A de este Código junto con las de la EN 378: 2016 Parte 1 se aplican a lo largo de este documento.

La legislación en materia de Seguridad y Salud en el Reino Unido no exige que el diseño y la construcción de sistemas frigoríficos se ajusten a ninguna norma de seguridad nacional o internacional específica, ni deben cumplir los requisitos de este Código de prácticas. Serían admisibles desviaciones respecto de la norma si se puede demostrar que el diseño proporciona un nivel equivalente de seguridad y está de acuerdo con las reglamentaciones y directivas pertinentes. Sin embargo, los términos de un contrato de suministro de equipos podrían exigir la conformidad con una especificación que a su vez citara ciertas normas públicas o códigos de práctica, en cuyo caso la no conformidad constituiría un incumplimiento del contrato.

El Código tiene un enfoque general y para un sistema particular, el usuario —si fuera necesario buscando asesoramiento especializado— debe considerar si las condiciones de diseño, la carga, la tecnología particular utilizada o el entorno deben requerir requisitos adicionales o modificaciones respecto de los expresados en este documento.

El mantenimiento relacionado con el control y la corrección de los efectos del desgaste para mantener unas condiciones operativas debe llevarse a cabo de acuerdo con los manuales de instrucciones del fabricante. Este documento no aborda específicamente dicho mantenimiento, sino que se refiere al mantenimiento en la medida en que fomenta la seguridad.

### 1.2 Limitaciones

A lo largo de este Código, los tiempos verbales se han utilizado de la siguiente manera:



Cuando se utiliza el tiempo presente o futuro (p. e. "debe" o "deberá") referido a un requisito específico, ese requisito debe ser obligatorio.

Cuando se utiliza el tiempo condicional (p. e. "debería") referido a un requisito específico, ese requisito no pretende ser obligatorio, pero se recomienda como una buena práctica.

Este Código de Buenas Prácticas se refiere principalmente a aquellas partes de un sistema frigorífico que están permanente o intermitentemente en contacto con el refrigerante. Para otros componentes o elementos que forman parte del sistema, se debería consultar las normas o códigos pertinentes que cubren los componentes y materiales respectivos.

Este Código de Buenas Prácticas no se aplica a refrigerantes de los grupos A2L, A2, A3 y B2, tal como se define en la norma EN 378:2016. No se aplica a los sistemas frigoríficos instalados en vehículos, barcos o aviones.

Los requisitos específicos para los sistemas que utilizan dióxido de carbono, refrigerantes inflamables o amoníaco se tratan separadamente en sus respectivos Códigos de Buenas Prácticas, también publicados por el Instituto de Refrigeración.

## Sección 2 – Principales propiedades de los refrigerantes

### 2.1 Propiedades físicas

La Tabla 1 muestra algunas de las propiedades físicas importantes para los refrigerantes de baja toxicidad no inflamables más comunes. El punto de ebullición indica el tipo de aplicación para la cual se debería usar el refrigerante. El límite práctico del refrigerante indica la carga de refrigerante admisible relacionada con el espacio más pequeño ocupado por humanos, tal como se define en la EN 378: 2016. El límite de exposición profesional (LEP) indica la concentración de refrigerante en la atmósfera permitida para la exposición continua durante un día laboral de ocho horas. La importancia del LEP es que los dispositivos de detección de refrigerante se deberían configurar para alertar sobre concentraciones de refrigerantes no inflamables de baja toxicidad que se acercan al LEP.

Las autoridades en materia de Seguridad y Salud admiten que una empresa recomiende un límite de exposición profesional "interno" para su uso en el lugar de trabajo, siempre que se base en una evaluación de riesgos adecuada y que quede claro que estos son a título orientativo y no necesariamente estándares de Seguridad y Salud (ver Tabla 1).

La elección del refrigerante influye en el diseño y en las presiones de prueba adecuadas para el sistema frigorífico. La Tabla 2 muestra las presiones mínimas de diseño y de ensayo del sistema para los refrigerantes a las temperaturas de referencia indicadas en la EN 378: 2016 Parte 2, Tabla 2 y Apéndice B de este Código.

La figura siguiente muestra la relación de temperatura y presión de una selección de diferentes refrigerantes, incluido el R134a, que es un refrigerante no inflamable de baja toxicidad cubierto por este Código.

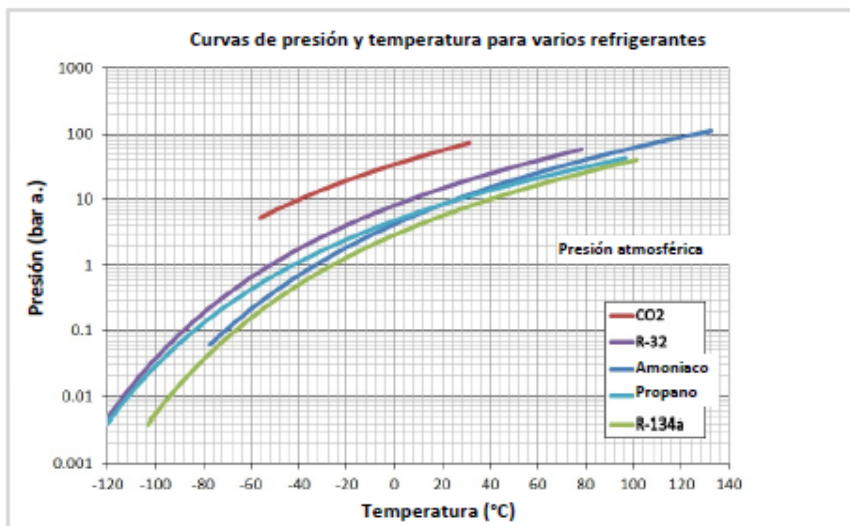


Figura 1. Relación presión temperatura para varios refrigerantes

## Apéndice A – Definiciones

Las palabras y sus significados en los códigos de refrigerante del IOR son generalmente compatibles con los definidos y utilizados en la BS EN 378-1: 2016. La lista de definiciones a continuación es común a todos los códigos de refrigeración del IOR.

Junta soldada	Una unión obtenida mediante la combinación de partes metálicas con aleaciones que se funden a temperaturas superiores a 450 ° C pero menores que las temperaturas de fusión de las partes unidas.
Sistema en cascada	Dos o más circuitos frigoríficos independientes en los que el condensador de uno de los circuitos descarga el calor directamente al evaporador de otro.
Batería o intercambiador de calor	Componente del sistema frigorífico construido a partir de tuberías o de tubos conectados adecuadamente y que sirve como intercambiador de calor (por ejemplo, evaporador o condensador).
Puesta en marcha	La disposición para el funcionamiento y la regulación de una instalación completa desde su fase de montaje final hasta el estado de operación completo con el fin de garantizar un funcionamiento seguro y fiable en las condiciones de diseño. Esto incluye mantener un registro de prestaciones y la configuración de los controles y dispositivos de seguridad.
Personas Competentes	La competencia es la capacidad de realizar satisfactoriamente y de manera segura las actividades relacionadas con la tarea dada. Los niveles de competencia se definen en EN13313. Competencias del personal para sistemas frigoríficos y bombas de calor. Consulte a PSSR para la definición legal de una persona competente
Enfriador de gas/Gascooler	Un intercambiador de calor en un sistema transcrito en el que el refrigerante supercrítico se enfría mediante la eliminación de calor
Colector	Un componente de tubería o tubo de un sistema frigorífico al que se conectan otros tubos
Límite inferior de inflamabilidad (LFL)	Concentración mínima de refrigerante que es capaz de propagar una llama dentro de una mezcla homogénea de refrigerante y aire.
Sala de máquinas	Cuarto o espacio cerrado, con ventilación mecánica, separado de las áreas públicas y no accesible al público, destinado a contener componentes del sistema frigorífico.
Incondensables	Gases no condensables que pueden estar presentes inadvertidamente en un sistema frigorífico.
Límites de exposición laboral	La concentración en el aire de una sustancia a la que se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente diariamente sin que ello afecte a su salud. Se llama la atención sobre la Regulación 2 del Reglamento de Control de Sustancias Peligrosas para la Salud de 2002 y el Ejecutivo de Salud y Seguridad Nota de orientación sobre higiene ambiental EH40 / 4.
Espacio ocupado	Espacio en un edificio que está delimitado por paredes, pisos y techos y que es ocupado por personas durante un período significativo. En aquellos casos en los que los espacios alrededor del espacio ocupado son, por construcción o diseño, no son estancos con respecto a este, entonces estos pueden ser considerados parte del espacio ocupado, por ejemplo, falsos techos, conductos, tabiques móviles y puertas con rejillas.  Las salas de máquinas como se definen en BS EN 378: 2016 no se clasifican como espacios ocupados

## Apéndice K - Política de IOR sobre la elección de refrigerantes

El IOR proporciona una gama de Notas de orientación sobre las características, el diseño, la instalación, el servicio y el uso de buenas prácticas de todos los refrigerantes. La política de IOR es promover el uso responsable de refrigerantes, para el beneficio público. Una política responsable de uso de refrigerante pone un gran énfasis en la eliminación de las fuentes de fuga, la eficiencia del sistema en general y el costo para la propiedad durante el ciclo de vida.

### Selección y eficiencia de refrigerantes

La eficiencia energética de los sistemas frigoríficos se rige por las leyes de la física y por la viabilidad. La viabilidad abarca el coste, el ciclo de vida, la seguridad, los requisitos legislativos, la elección del refrigerante y el mantenimiento. La eficiencia no solo depende de la elección del refrigerante, sino también de un buen diseño, la selección de un sistema apropiado y un buen mantenimiento. La eficiencia es vital para minimizar las emisiones indirectas de carbono a través del uso de energía.

Para maximizar la eficiencia, se debe prestar atención a lo siguiente:

- Minimizar las necesidades de refrigeración y reducir la carga de enfriamiento. Este es el primer paso más importante: un sistema no puede considerarse eficiente si las cargas frigoríficas no son necesarias.
- Diseño general del sistema. Por ejemplo, el ciclo más apropiado, dividiendo cargas a diferentes temperaturas en diferentes niveles de aspiración, etc.
- Filosofía de control. Incluyendo las condiciones de operación "fuera de diseño" que son mucho más comunes que el "punto de diseño", evitando el control fijo de presión de condensación, evitando los compresores a carga parcial, evitando los sistemas de velocidad fija en bombas y ventiladores, etc.
- Optimizando los componentes individuales para mayor eficiencia. Por ejemplo, el tamaño de los intercambiadores de calor, la selección del compresor para la eficiencia, etc.
- Operar, monitorizar y mantener la planta para lograr la mejor eficiencia.