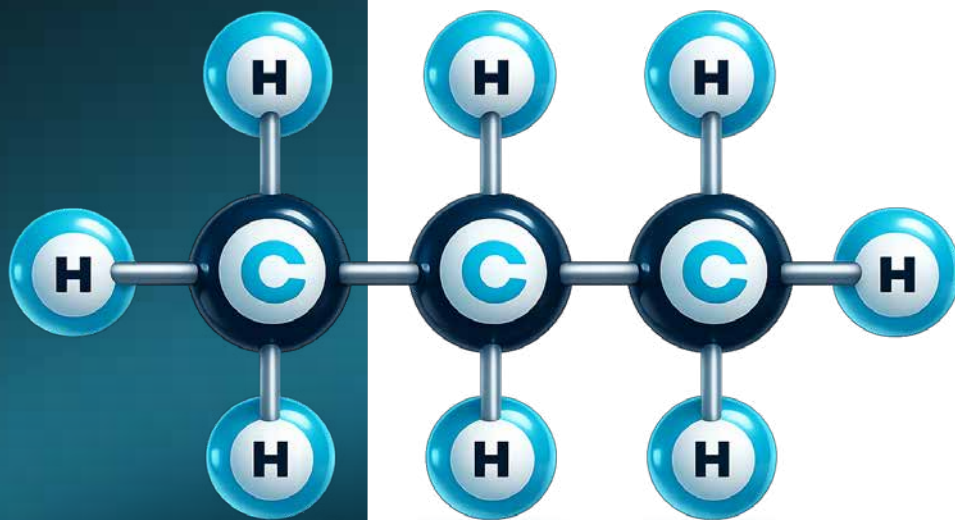


 HiRef

LIBRO BLANCO

R290

EL FUTURO DE LOS REFRIGERANTES



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	p. 4
2	EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS REFRIGERANTES	p. 5
2.1	LA ÉPOCA DE LOS SINTÉTICOS: CFC, HCFC, HFC	p. 5
2.2	FINALES DEL SIGLO XX HASTA LA ACTUALIDAD: HFC, HFO Y REGRESO A LOS NATURALES	p. 5
2.3	MARCO NORMATIVO INTERNACIONAL Y REGIONAL	p. 5
2.4	PFAS Y TFA: IMPLICACIONES AMBIENTALES Y NORMATIVAS	p. 8
2.5	SOSTENIBILIDAD APLICADA A LOS REFRIGERANTES: EL TRIÁNGULO Y EL MODELO DE LAS SIETE FUERZAS	p. 8
2.6	TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y DE APLICACIÓN	p. 9
2.7	PERSPECTIVAS FUTURAS, ADOPCIÓN REGIONAL Y ESCENARIOS DE DESARROLLO	p. 10
2.8	CONCLUSIONES	p. 10
3	REQUISITOS DE INSTALACIÓN PARA LOS PRODUCTOS QUE UTILIZAN LOS NUEVOS REFRIGERANTES A3: CENTRADO EN EL R290	p. 11
3.1	INTRODUCCIÓN	p. 11
3.2	DIRECTIVA ATEX	p. 11
3.3	INSTALACIÓN DE LA UNIDAD	p. 12
3.4	SEGURIDAD INTERNA	p. 13
3.5	SECUENCIA DE ALARMA Y SU GESTIÓN	p. 13
3.6	EJEMPLOS DE INSTALACIÓN CONFORME	p. 14
3.7	EJEMPLOS DE INSTALACIÓN NO CONFORME	p. 15
4	EL VALOR DIFERENCIADOR DE HIREF: RENDIMIENTO, SOSTENIBILIDAD Y EXPANSIÓN DE LOS MERCADOS	p. 16
4.1	VISIÓN Y POSICIONAMIENTO EN LA TRANSICIÓN HACIA LOS REFRIGERANTES NATURALES	p. 16
4.2	RENDIMIENTO ENERGÉTICO Y REDUCCIÓN DEL TEWI ..	p. 16
4.3	AMPLIACIÓN DE LOS SECTORES DE MERCADO	p. 17
4.4	BENEFICIOS PARA PROYECTISTAS, INSTALADORES Y USUARIOS FINALES	p. 17
4.5	CASOS DE APLICACIÓN Y ESCENARIOS DE USO HIREF CON R290	p. 17
5	SÍNTESIS Y PERSPECTIVAS FUTURAS	p. 19

1 INTRODUCCIÓN

La elección de los refrigerantes representa actualmente un tema central no solo para la transición ecológica del sector HVAC/R (Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado y Refrigeración), sino también para la competitividad de las empresas, la seguridad de los operadores y la salud ambiental. El presente libro blanco destaca la rápida transformación que se está produciendo en los refrigerantes utilizados en el sector HVAC: desde la superación de los refrigerantes de alto impacto ambiental hasta el redescubrimiento de los «naturales», pasando por la estricta regulación sobre los PFAS y los riesgos asociados a las nuevas mezclas de HFC/HFO. Este documento ofrece un análisis detallado y crítico de estos procesos, integrando las principales referencias legislativas internacionales y las nuevas prácticas de ingeniería y gestión.

2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS REFRIGERANTES

2.1 La época de los sintéticos: CFC, HCFC, HFC

En la década de los 30, se introdujeron los clorofluorocarbonos (CFC) y, posteriormente, los hidroclofluorocarbonos (HCFC), compuestos estables, no tóxicos y no inflamables. Sin embargo, los CFC y los HCFC son responsables de la destrucción del ozono estratosférico y del efecto invernadero, respectivamente, lo que ha dado lugar a acuerdos internacionales para su reducción y eliminación.

2.2 Finales del siglo XX hasta la actualidad: HFC, HFO y regreso a los naturales

A partir de la década de los 90, la presión normativa y científica lleva a adoptar los hidrofluorocarbonos (HFC), caracterizados por un potencial de agotamiento del ozono (PAO) nulo, pero con un potencial de calentamiento global (PCG) a menudo elevado. Recientemente, han ganado terreno las hidrofluoroolefinas (HFO), con un PCG muy bajo, pero objeto de debate por la posible formación de subproductos como el TFA (ácido trifluoroacético) y su inclusión en la familia de los PFAS. Al mismo tiempo, se está produciendo un retorno a los refrigerantes naturales –CO₂, amoníaco, hidrocarburos– impulsado tanto por la innovación como por la obligación normativa internacional.

» Línea del tiempo de la evolución de los refrigerantes

Período	Tipo predominante	Principales refrigerantes	Características	Impacto ambiental
1830 - 1930	Naturales	NH ₃ , CO ₂ , SO ₂ , éteres	Tóxicos / Inflamables	PCG bajo / Nulo
1930 - 1990	Sintéticos	CFC, HCFC	No tóxicos / Seguros	PAO y PCG altos
1990 - 2010	Sintéticos con menor impacto	HFC	No perjudiciales para el ozono	PCG alto
2010 - Hoy	Nuevos sintéticos / Regreso a los Refrigerantes Naturales	HFO, CO ₂ , NH ₃ , R290	PCG bajo, PAO cero	PCG muy bajo

La línea de tiempo refleja una evolución impulsada por las necesidades técnicas, la seguridad y, sobre todo, la normativa, con un redescubrimiento cíclico de los refrigerantes naturales que mejoran por la innovación en los sistemas.

2.3 Marco normativo internacional y regional

2.3.1 El Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali

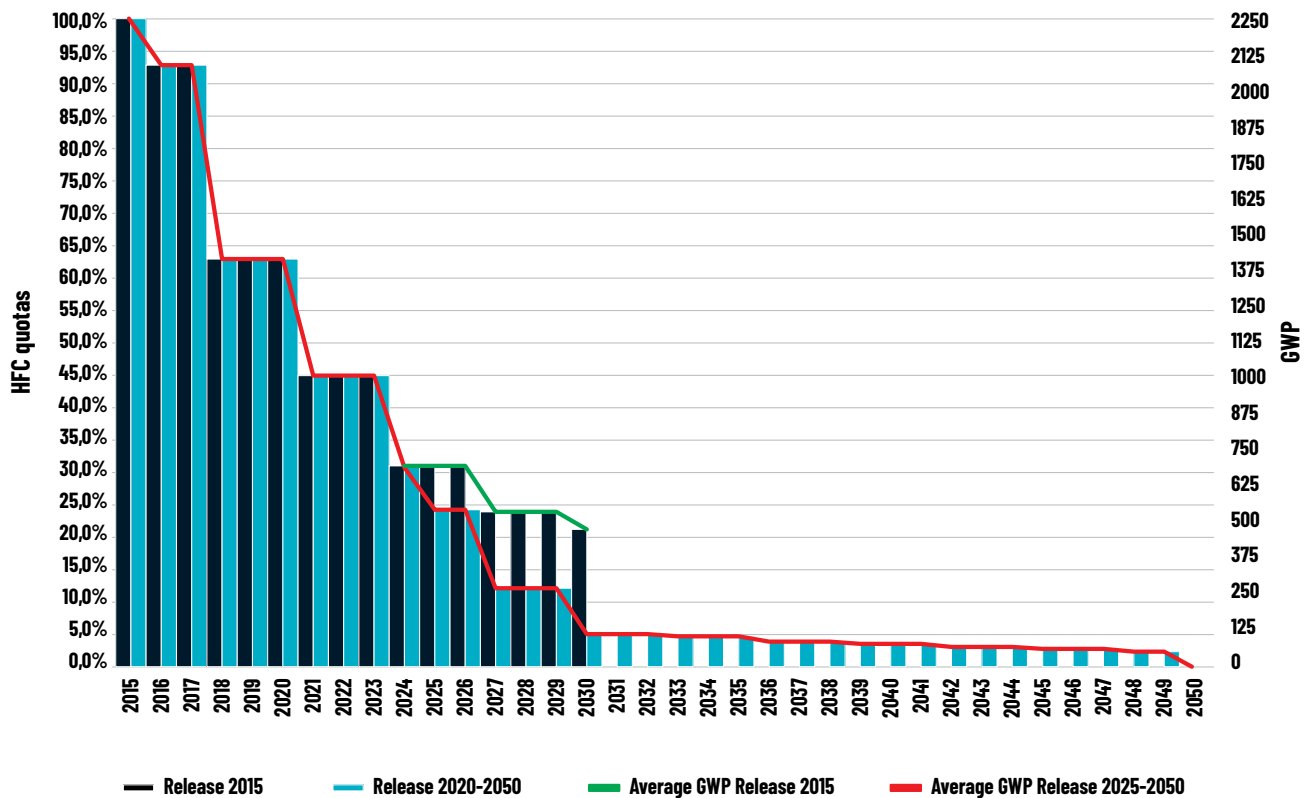
El Protocolo de Montreal (1987), hito fundamental en la lucha contra el agotamiento de la capa de ozono, impuso la eliminación gradual de los CFC y los HCFC. La Enmienda de Kigali (2016) amplió la normativa también a los HFC, fijando objetivos de reducción gradual del 80-85 % para 2047 en la mayoría de las economías desarrolladas y un calendario diferenciado para los países en desarrollo.

2.3.2 El reglamento sobre gases fluorados (F-Gas) en Europa: Reglamentos (UE) 517/2014 y 573/2024

La UE ha introducido la normativa más avanzada y restrictiva sobre gases fluorados («Reglamento F-Gas»), con el Reglamento (UE) 517/2014 y, a partir de marzo de 2024, con el nuevo Reglamento (UE) 573/2024. Las principales novedades son:

- La reducción gradual de las cuotas totales de HFC en equivalente de CO₂, alcanzando el 24 % en 2027 y el 21 % en 2030 (en comparación con el período de referencia);
- Los límites estrictos de PCG para la comercialización de nuevos equipos (p. ej., PCG <150 a partir de 2027 para instalaciones pequeñas);
- La contención obligatoria de fugas, la conservación de registros electrónicos, la certificación y formación obligatoria para los operadores;
- Un fuerte incentivo para la adopción de refrigerantes naturales y HFO con PCG muy bajo.

HFC phase down F-gas 2025-2050



» Prohibiciones a partir del 1 de enero de 2025

Unidad monobloc ≤ 12 kW	2027: GWP < 150 2032: refrigerantes naturales
Unidad monobloc ≤ 50 kW	2027: GWP < 150
Unidad monobloc > 50 kW	2030: GWP < 150
Enfriadora ≤ 12 kW	2027: GWP < 150 2032: refrigerantes naturales
Enfriadora > 12 kW	2027: GWP < 750
Split aire/agua ≤ 12 kW	2027: GWP < 150 2035: refrigerantes naturales
Split > 12 kW	2029: GWP < 750 2032: GWP < 150

2.3.3 Estados Unidos: AIM Act, SNAP y EPA

La normativa estadounidense se basa sobre la American Innovation and Manufacturing (AIM) Act (2020), que impone una reducción gradual de los HFC del 85 % para 2036 con respecto a los niveles de referencia, y sobre las normas SNAP (Significant New Alternatives Policy) de EPA, que aprueban nuevas alternativas con bajo PCG (incluido el uso regulado de refrigerantes A2L).

» Tabla de refrigerantes disponibles a partir del 1 de enero de 2026

REFRIGERANTE	GWP (AR4)	CLASE DE INFLAMABILIDAD
R410A	2088	A1
R134a	1430	A1
R513A	572	A1
R454B	467	A2L
R515B	299	A1
R454C	149	A2L
R1234ze	6	A2L
R1233zd	5	A2L
R290	3	A3
R600a	3	A3
R601a	3	A3
R744 (CO ₂)	0	A1

» Reducción global del uso de refrigerantes HFC (UE, EE.UU., Kigali)

REGIÓN	FECHA DE INICIO	1.ª REDUCCIÓN DE CUOTAS	2.ª REDUCCIÓN	OBJETIVO FINAL
UE (Reglamento F-Gas 517/2014(573/24))	2015	-7% (2016)	-37% (2018-2020)	-79 % (2030), eliminación progresiva en 2050
USA (AIM Act)	2022	-10%	-30% (2024)	-85% (2036)
Enmienda de Kigali	2019-2024	Varias fases		80-85 % (2047; 2048 para Asia/ MEA)

La tabla muestra cómo la transición normativa está en marcha a escala global, con recortes progresivos de las cuotas de HFC disponibles.

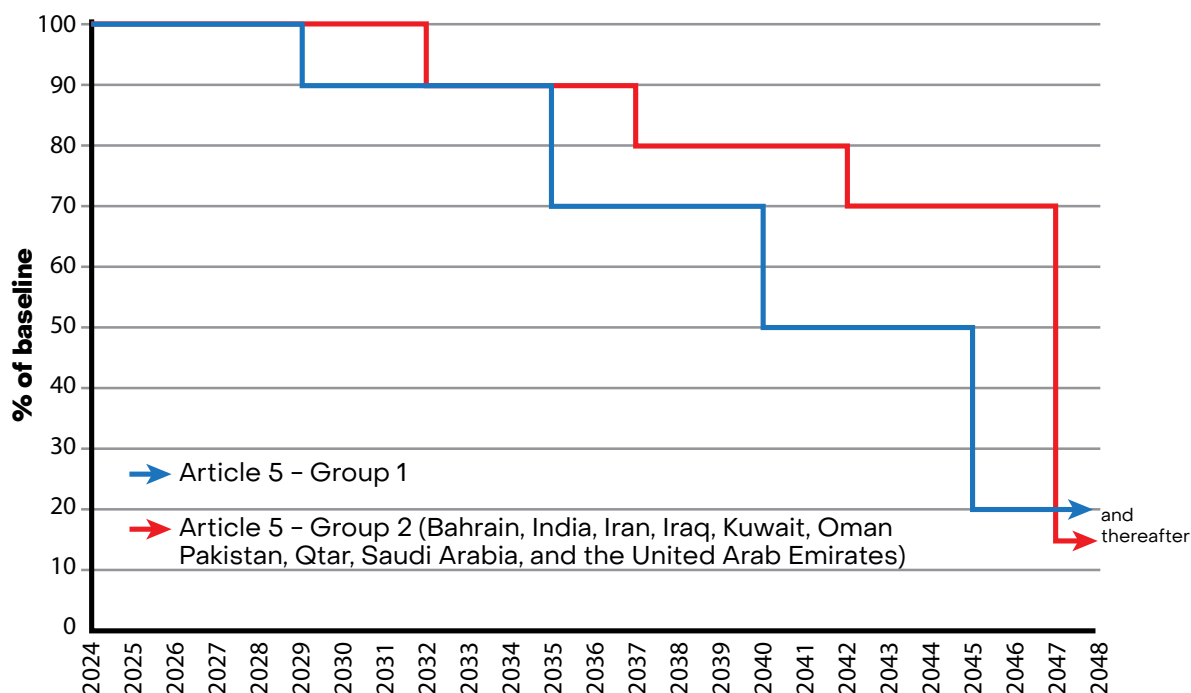
2.3.4 Enmienda de Kigali

Enmienda de Kigali: Eliminación gradual de los HFC en los países A5 y no A5

» Enmienda de Kigali

Nivel de referencia y reducción gradual como CO ₂ e	Países A5 (países en desarrollo) – Grupo 1	Países A5 (países en desarrollo) – Grupo 2	Países no A5 (países desarrollados)
Fórmula de nivel de referencia	Consumo medio de HFC para el periodo 2020–2022 + 65 % del nivel de referencia de HCFC	Consumo medio de HFC para el periodo 2024–2026 + 65 % del nivel de referencia de HCFC	Consumo medio de HFC para el periodo 2011–2013 + 15 % del nivel de referencia de HCFC
Freeze	2024	2028	-
1.ª etapa	2029 - 10%	2032 - 10%	2019 - 10%
2.ª etapa	2035 - 30%	2037 - 20%	2024 - 40%
3.ª etapa	2040 - 50%	2042 - 30%	2029 - 70%
4.ª etapa	-	-	2034 - 80%
Plateau	2045 - 80%	2047 - 85%	2036 - 85%

» Calendario de eliminación gradual



* En el caso de Bielorrusia, la Federación de Rusia, Kazajistán, Tayikistán y Uzbekistán, el componente de HCFC de la línea de base es del 25 % y se prevén tres etapas iniciales diferentes:

- una reducción del 5 % en 2020,
- una reducción del 35 % en 2025 y
- una reducción del 85 % para finales de 2036.

Grupo 1: Partes del artículo 5 que no forman parte del Grupo 2.

Grupo 2: Países con altas temperaturas ambientales (HAT – High Ambient Temperatures): Baréin, India, República Islámica de Irán, Iraq, Kuwait, Omán, Pakistán, Qatar, Arabia Saudí y Emiratos Árabes Unidos.

2.3.5 Reglamento REACH y restricción de los PFAS en Europa

Al mismo tiempo, la iniciativa REACH tiene como objetivo una amplia restricción de los PFAS, que abarca más de 10.000 sustancias, incluidos muchos refrigerantes fluorados de nueva generación. La propuesta prevé períodos transitorios y excepciones técnicas difíciles de negociar, y corre el riesgo de excluir del mercado incluso a los fluoropolímeros de bajo riesgo, que se utilizan de forma crítica en componentes y sellados.

2.3.6 La normativa sobre los PFAS en EE.UU. y otros países

EE.UU. está estudiando restricciones similares, mientras que Maine ya ha fijado para 2040 la prohibición de vender refrigerantes con PFAS añadidos intencionadamente. La visión sobre los PFAS y sus productos de degradación, como el TFA, diverge entre las distintas jurisdicciones.

2.3.7 Desde el siglo XIX hasta principios del siglo XX: los refrigerantes naturales

Los sistemas de refrigeración surgieron en el siglo XIX con el uso de fluidos naturales como el amoníaco (R717), el dióxido de carbono (R744), el éter, el ácido sulfúrico y el cloruro de metilo. Estos refrigerantes, aunque resultaban eficientes desde el punto de vista termodinámico, presentaban altos riesgos de toxicidad e inflamabilidad, lo que llevó, con el correr del tiempo, a buscar alternativas más seguras para aplicaciones residenciales y comerciales.

2.4 PFAS y TFA: implicaciones ambientales y normativas

2.4.1 PFAS: qué son, dónde se encuentran y riesgos ambientales

Los PFAS, perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas, incluyen polímeros (PTFE, PVDF, etc.) y refrigerantes fluorados, incluidos los HFO y sus mezclas. Se caracterizan por su persistencia (resisten la degradación), su movilidad en el medio ambiente y su bioacumulación, especialmente en el medio acuático. Los riesgos se asocian principalmente a los efectos crónicos sobre el medio ambiente y la salud humana, y a la dificultad de su remediación.

2.4.2 PFAS en los refrigerantes e impacto en las tecnologías HVAC/R

Los PFAS tienen una amplia aplicación:

- Como refrigerantes (muchos HFC/HFO y mezclas);
- En los materiales de componentes (juntas, válvulas, sellos, lubricantes a base de PTFE y PFPE). La propuesta de restricción REACH, si se adopta sin excepciones técnicas, tendría efectos devastadores sobre la industria y corre el riesgo de bloquear más del 90 % de las aplicaciones actuales en las instalaciones RACHP.

2.4.3 TFA y HFO: subproductos y aspectos críticos

El TFA (ácido trifluoroacético), subproducto de la degradación del HFO, es muy persistente y soluble, con riesgos de acumulación en el agua e impactos aún no plenamente conocidos. El uso extendido de mezclas de HFC/HFO, aunque represente una medida contra el calentamiento global, podría conducir a la formación difusa de TFA, con posibles repercusiones a largo plazo sobre el medio ambiente y la salud.

» Impactos ambientales y normativos de los PFAS y el TFA

Sustancia / Aplicación	Impacto ambiental / Persistencia	Situación normativa actual
PFAS en refrigerantes	Extrema persistencia; movilidad	Propuesta de la UE de restricción total
HFO (por ej., R1234yf, R1234ze)	Los productos de degradación, como el TFA, son persistentes y solubles	Bajo vigilancia y a la espera de un límite
Fluoropolímeros técnicos	Persistencia, pero sin toxicidad ni bioacumulación	Se están debatiendo algunas excepciones

El marco normativo exige una evaluación más precisa entre el riesgo real, el rendimiento irreversible y la sostenibilidad de la cadena de suministro.

2.5 Sostenibilidad aplicada a los refrigerantes: el triángulo y el modelo de las siete fuerzas

2.5.1 El triángulo de la sostenibilidad: seguridad, impacto ambiental, coste económico

En el panorama actual de los refrigerantes, la sostenibilidad no se expresa únicamente en términos de PCG y PAO. El «triángulo de la sostenibilidad» identifica tres factores clave:

- Seguridad: toxicidad, inflamabilidad, presión de funcionamiento

- Impacto ambiental: PAO, PCG, potencial de TFA/PFAS
- Coste económico: inversión inicial, consumo, coste del ciclo de vida

El objetivo es encontrar el mejor equilibrio entre estos parámetros, teniendo en cuenta las particularidades de aplicación y reglamentarias.

2.5.2 El modelo de las siete fuerzas en la elección de refrigerantes para HVAC/R

Las decisiones sobre la selección de refrigerantes deben integrar:

1. Normativas y presión regulatoria (Kigali, F-Gas, AIM Act, REACH)
2. Seguridad (inflamabilidad, toxicidad)
3. Eficiencia energética (COP, EER)
4. Compatibilidad y facilidad de readaptación
5. Coste y disponibilidad del refrigerante
6. Impacto ambiental expandido (PAO, PCG, producción de TFA/PFAS)

7. Innovación tecnológica (instrumentos, controles, soluciones inteligentes)

Esta tabla permite evaluar la sostenibilidad de cada solución en relación con todas las partes interesadas de la cadena de suministro.

» Modelo de las siete fuerzas (Esquema)

Fuerza	Impacto en la elección del refrigerante
Normativa	Cumplimiento normativo, restricciones, excepciones, disponibilidad futura
Seguridad de funcionamiento	Riesgos de incendio/explosión/toxicidad, requisitos técnicos
Eficiencia energética	TEWI global del sistema, COP, sistemas de recuperación de calor
Compatibilidad/Readaptación	Facilidad de conversión de las instalaciones, conocimientos técnicos
Coste y disponibilidad	Precio, cadena logística, mantenimiento y sustituciones
Impacto ambiental expandido	PAO, PCG, riesgo de TFA/PFAS/acumulación en suelo/agua, eliminación
Innovación	Nuevas arquitecturas, digitalización, monitorización inteligente

2.6 Tendencias tecnológicas y de aplicación

2.6.1 Refrigerantes A2L y A3: características, seguridad y normativa

A2L (BAJA INFLAMABILIDAD): HFO Y R32

Los refrigerantes A2L se caracterizan por su baja toxicidad y su baja inflamabilidad (LFL superior, L = baja velocidad de combustión). Ejemplos típicos: R1234yf, R32, R454B. Disponibles gracias a la introducción de nuevas normas de seguridad (EN 378, IEC 60335), ofrecen un rendimiento térmico comparable al de los HFC, con un PCG <150-700 y una mayor eficiencia energética que muchos refrigerantes naturales, con riesgos que se manejan mediante el layout y componentes actualizados.

» Tabla comparativa de los principales refrigerantes para aplicaciones de HVAC/R

Refrigerante	Clase de seguridad	ODP	GWP	Aplicaciones principales	Ventajas	Límites
CO ₂ (R744)	A1	0	1	Gran distribución, industria alimentaria, bombas de calor	Sin impacto climático, seguro	Altas presiones, complejidad/eficiencia
Propano (R290)	A3	0	3	Potencia pequeña-media, enfriadoras, bombas de calor	Eficiencia muy alta, bajo coste	Inflamable, límites de carga, seguridad
R32	A2L	0	675	Bombas de calor, acondicionamiento	Alta eficiencia, presión similar a la del R410A	Ligeramente inflamable, PCG moderadamente alto
R1234yf/ze	A2L	0	4/7	Automoción, pequeña refrigeración, enfriadoras	PCG muy bajo, compatible	Ligeramente inflamable, ¿posible TFA?
R410A (HFC)	A1	0	2088	Sistemas heredados, en fase de eliminación	No inflamable, rendimiento conocido	PCG alto, restricción normativa
R454B	A2L	0	531-700	Readaptación, comerciales	Compatibilidad sistemas, PCG medio	Ligeramente inflamable, ¿PFAS en el futuro?
R454C	A2L	0	147	Bombas de calor, acondicionamiento, aplicaciones comerciales	PCG bajo	Deslizamiento de temperatura (Glide), ligeramente inflamable, ¿PFAS en el futuro?

» Matriz de aplicaciones de refrigerantes, eficiencia y límites

Aplicación	Refrigerante preferido	Motivo principal
------------	------------------------	------------------

A3 (ALTA INFLAMABILIDAD): HIDROCARBUROS

Los hidrocarburos (R290 - propano, R600a) son altamente inflamables, con límites normativos de carga y variaciones de proyecto exigidos por la norma EN 378 y las directivas ATEX. Sin embargo, son insuperables en cuanto a PCG (igual a 3) y eficiencia en equipos de tamaño pequeño y mediano.

2.6.2 CO2 transcrito: tecnología y aplicaciones

Los sistemas transcritos de CO₂ (R744) están ya muy extendidos en el frío comercial e industrial en Europa, Norteamérica, Japón y Australia. Sus características clave son:

- PCG = 1 (sin efecto invernadero significativo);
- Alta presión de funcionamiento (90-130 bar), requiere un diseño y un control avanzados;
- Recuperación de calor muy eficiente («heat reclaim»);
- Rendimiento muy interesante en climas templados/fríos, pero mejorado también en climas cálidos gracias a tecnologías como los eyectores, la compresión paralela y el chillbooster.

2.6.3 Hidrocarburos (propano R290, isobutano R600a): potencial y límites

Los hidrocarburos, naturales y con un impacto de PCG cercano de cero, son perfectos para la refrigeración doméstica, el frío comercial de tamaño pequeño, las bombas de calor monobloc y las pequeñas máquinas industriales. Límites: estrictos requisitos de seguridad (A3), necesidad de componentes ignífugos y formación de los operadores, y, por lo general, límites en la cantidad de carga instalable.

2.6.4 HFO y mezclas de HFC/HFO: tendencias, perspectivas y límites

Los HFO son muy prometedores por su bajo PCG y su buena compatibilidad, sin embargo, su ligera inflamabilidad y la posibilidad de generar TFA hacen que sigan estando sujetos a una estricta vigilancia normativa. También se utilizan ampliamente en mezclas de HFC/HFO (por ejemplo, R454B), que sirven como soluciones de transición al garantizar compatibilidad, menores costes de readaptación y mayor eficiencia en comparación con los sistemas heredados, pero siguen estando en riesgo en caso de que se prohíban los PFAS.

Aire acondicionado residencial	R32, R290, HFO	Eficiencia, PCG, seguridad
Data center	HFO, CO ₂	Eficiencia, PCG, seguridad
Refrigeración comercial	CO ₂ , R290, HFO-HFC/HFO blends	Normativa PCG, eficiencia
Refrigeración industrial	NH ₃ , CO ₂	Performance, zero ODP/GWP
Automoción	R1234yf, CO ₂	Normativa, compatibilidad técnica

2.7 Perspectivas futuras, adopción regional y escenarios de desarrollo

2.7.1 Europa

Europa sigue liderando la transición con la eliminación más restrictiva (y anticipada) de los HFC, la adopción acelerada del CO₂ e hidrocarburos, la presión sobre los PFAS y la promoción de los refrigerantes naturales también en contextos de mediana y gran escala. Las nuevas normas F-Gas 2024/573 y la propuesta REACH sobre los PFAS representan un cambio de paradigma: en los próximos 5-10 años, la casi totalidad de las nuevas instalaciones deberá ser compatible con refrigerantes no fluorados o con HFO específicos que no sean PFAS.

2.7.2 Estados unidos

La eliminación gradual de los HFC sigue un calendario estricto hasta alcanzar el 85 % en 2036. La AIM Act y las normas SNAP ampliarán la gama de refrigerantes A2L y naturales aceptados, aunque las barreras normativas locales (regulación estatal) y el marco de los PFAS siguen en evolución. Las grandes cadenas de distribución y los food processors impulsan el uso de CO₂, NH₃ e hidrocarburos también en EE.UU.

2.7.3 Asia y mercados emergentes

Los plazos de adopción son más graduales, pero la presión de las multinacionales de HVAC/R, la presencia de fabricantes de primer orden y la convergencia hacia los parámetros de Kigali hacen prever una rápida aceleración ya a partir de 2026-2028, en particular en China y el Sudeste Asiático, tanto para la gran distribución como para los sectores industriales. En la India, el Golfo y África, las hojas de ruta de Kigali son más amplias.

2.7.4 Aplicaciones: tendencias por sector

- Refrigeración comercial/minorista: El CO₂ es el más utilizado en Europa, está creciendo también en EE.UU. Rápido aumento de los hidrocarburos para los sistemas «plug-in».
- Refrigeración industrial: el amoníaco y el CO₂ consolidan su liderazgo también en el almacenamiento en frío, en el sector de la alimentación y las bebidas y el farmacéutico.
- Aire acondicionado: R32 y HFO en Asia y EE.UU.; en Europa, transición hacia el R290 (propano) para instalaciones pequeñas/medianas y obligación de un PCG <150 en 2027.
- Automoción: R1234yf y CO₂, atención creciente al ciclo de vida y a la eficiencia energética global.
- Data center: HFO (R1234ze) es predominante y CO₂, aunque de forma limitada, para enfriadoras de alta potencia. R513A y R454B para soluciones drop-in y costes de inversión más contenidos.

2.8 Conclusiones

El mundo de los refrigerantes está viviendo la fase de transición más rápida y profunda de su historia. Las normativas comunitarias y nacionales cada vez más estrictas, las preocupaciones por los PFAS y los TFA, y la presión de la emergencia climática imponen un cambio tecnológico y de gestión irreversible. La selección del refrigerante ya no puede basarse únicamente en el PCG, sino que debe sopesarse en el triángulo seguridad-ambiente-coste.

El futuro a corto y medio plazo se delinea así:

- Predominio de los «naturales» (CO₂, propano, amoníaco) en casi todas las nuevas aplicaciones, especialmente en Europa y en el sector industrial/comercial.
- Crecimiento de las soluciones A2L (R454B, HFO, mezclas) gracias a estrictas medidas de seguridad, pero con una fecha límite fijada por la evolución de la normativa europea sobre PFAS.
- Prohibición gradual pero inexorable de los refrigerantes fluorados de alto impacto, tanto en la UE como en EE.UU. y los países avanzados, con una rápida extensión a los mercados emergentes.

Los desafíos persisten: seguridad, formación, costes de transición, presencia de instalaciones obsoletas que requieren soluciones técnicas y económicas de compromiso, a la espera de una generación de refrigerantes y sistemas HVAC/R verdaderamente «a prueba de futuro», de alto rendimiento y respetuosos con el medio ambiente y la salud pública. La innovación, respaldada por una visión normativa global, representa el camino a seguir.

3 REQUISITOS DE INSTALACIÓN PARA LOS PRODUCTOS QUE UTILIZAN LOS NUEVOS REFRIGERANTES A3: CENTRADO EN EL R290

3.1 Introducción

Las unidades HiRef cargadas con refrigerante R290 se han desarrollado de conformidad con la normativa europea aplicable, en particular la norma EN378-3.

El presente documento tiene como objetivo servir de directriz para el diseñador y el instalador en la instalación y el uso de equipos que contienen refrigerantes altamente inflamables y explosivos (categoría A3 según la norma ISO 817:2014).

3.2 Directiva ATEX

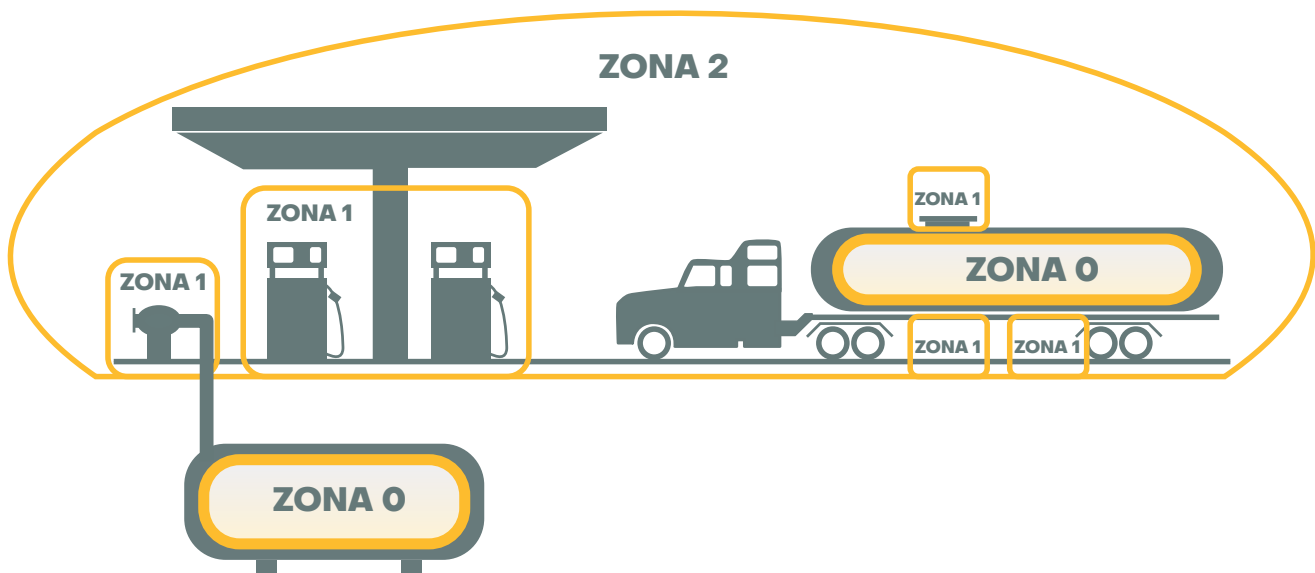
La Directiva ATEX 2014/34/UE establece los requisitos mínimos de salud y seguridad para los lugares de trabajo con presencia de atmósferas potencialmente explosivas. En concreto, los divide en zonas en función de la probabilidad de que haya una atmósfera explosiva y especifica los criterios para seleccionar los productos en dichas zonas.

» Símbolo ATEX



» CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE INSTALACIÓN

Zona	Descripción	Presencia de gas
Zona 0	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.	> 1000 horas / año
Zona 1	Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.	10 a 1000 horas / año
Zona 2	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.	< 10 horas / año

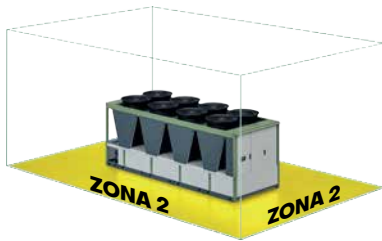


En general, los sistemas de climatización son rígidos y las uniones utilizadas entre las partes que contienen refrigerante suelen ser «duraderas y técnicamente estancas», según la definición de la norma EN 1127-1:2019. La zona ATEX generada tras la fuga de refrigerante de uno de estos sistemas se clasifica como zona de tipo 2.

El uso de detectores de gas consolida el concepto de «duraderas y técnicamente estancas», ya que monitorizan la estanqueidad de las uniones. Si se detecta una fuga, todos los componentes con

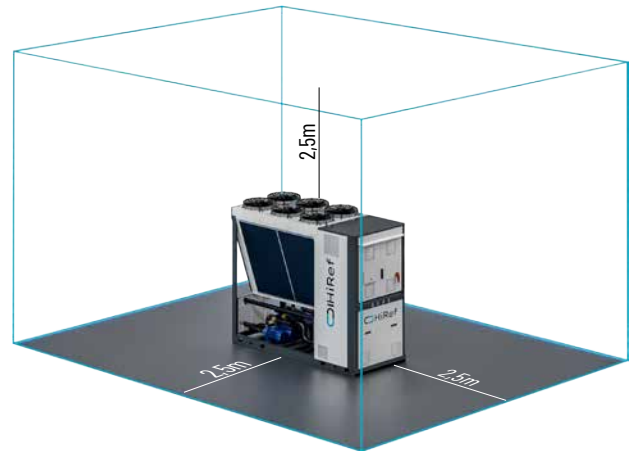
fuentes de ignición deben ser detenidos conforme a las normas de seguridad.

Ejemplo de zona ATEX para una bomba de calor



terminantemente prohibido fumar, utilizar llamas abiertas o realizar cualquier trabajo que pueda generar llamas, arcos o chispas.

Área de seguridad: ejemplo de instalación individual

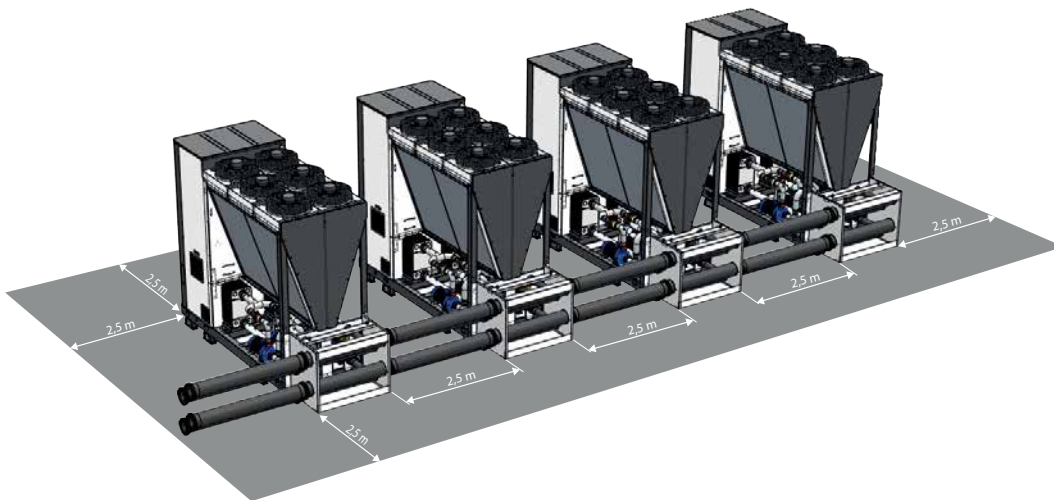


3.3 Instalación de la unidad

Las unidades cargadas con gas A3 (altamente inflamable) deben instalarse lejos de desagües, alcantarillas, canales de drenaje y cualquier otro elemento que pueda servir como vía de escape para posibles fugas de dicho gas, el cual debe considerarse siempre INFLAMABLE y más pesado que el aire.

La distancia mínima que debe mantenerse con respecto a estos requisitos es de 2,5 metros. Dentro de esta zona de seguridad, está

Área de seguridad: ejemplo de instalación múltiple



⚠ ATENCIÓN

Si se instalan varias máquinas juntas, la distancia mínima entre ellas debe ser de 2,5 metros. Esta distancia puede reducirse a 1,5 metros siempre que, en caso de alarma de fuga de refrigerante en alguna de las unidades, se desconecten todas las máquinas. Para que esta función sea posible, es necesaria una interconexión eléctrica entre las unidades del grupo, que debe ser realizada EXCLUSIVAMENTE por personal y centros de asistencia autorizados (previa formación específica al respecto).

1. Espacios de instalación adecuados y calculados en función de la carga de refrigerante del circuito con mayor volumen;
2. Ventilación mecánica ATEX;
3. Detección de fugas de refrigerante en el ambiente;
4. Restricción del acceso a la sala de máquinas y señalización con carteles específicos;
5. Dispositivos de parada de emergencia situados fuera de la sala.

3.3.1 Instalación de unidades en interiores

En caso de instalación de unidades con refrigerantes A2L/A3 en interiores, la norma de referencia para determinar las medidas de seguridad que deben aplicarse en la sala de máquinas es la EN378-3. En particular, el proyectista deberá prever:

3.4 Seguridad interna

3.4.1 Canalización de las válvulas de seguridad

El circuito frigorífico de la unidad está equipado con **válvulas de seguridad**, para la alta y la baja presión. El punto de conexión de las válvulas y sus respectivas dimensiones se indican en los planos detallados adjuntos a estas instrucciones.

El instalador/usuario final deberá crear una tubería de igual o mayor tamaño que la salida de las válvulas de seguridad, para **alejarse del punto de descarga de la máquina y de otros elementos potencialmente desencadenantes (con una distancia mínima de 4 metros en todas direcciones desde el punto de emisión)**.

El punto de emisión debe orientarse hacia arriba y protegerse con un tapón desmontable u otro elemento que permita la salida de los gases expulsados e impida la entrada de lluvia, insectos o contaminantes en la tubería.

Es preferible colocar el punto de purga por encima del techo, a una altura mínima de 5 m sobre el nivel del suelo.

Si la longitud total de la tubería es especialmente larga (>10 m en total), se recomienda prever una ligera inclinación (1%) en los tramos horizontales. Para facilitar el drenaje del posible condensado es necesario crear un sifón cerca del punto de desagüe, tal y como se muestra en la siguiente imagen, y perforar un orificio en su base.

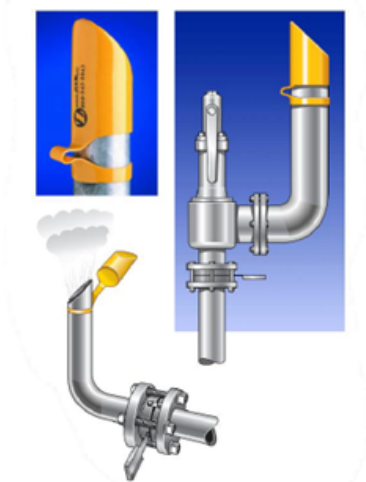


Imagen con fines meramente ilustrativos.

3.4.2 Alimentación eléctrica de la unidad

Las unidades cargadas con un refrigerante clasificado A3 (normalmente R290, un refrigerante altamente inflamable) están equipadas con dos líneas de alimentación eléctrica: una PRINCIPAL para el funcionamiento de las unidades y otra AUXILIAR para alimentar los dispositivos de seguridad (descritos a continuación):

- sistema de ventilación del compartimento del compresor;
- sensor de detección de LEL (límite inferior de explosividad) en el interior.

3.4.3 Accesorios hidráulicos

Con el fin de evitar que, en caso de rotura del intercambiador, el refrigerante contamine el circuito hidráulico, es obligatoria la instalación de un dispositivo de desgasificación o de una purga.



3.5 Secuencia de alarma y su gestión

En caso de fuga de refrigerante, los sensores se han configurado para:

1. emitir una señal de alarma al alcanzar una concentración del 10 % del LEL;
2. enviar una señal de apagado al alcanzar el 20 % del LEL;

La señal de apagado activará un enclavamiento de seguridad con el sistema de alimentación situado aguas arriba de la unidad. Dicho bloqueo cortará de forma segura y eficaz la alimentación PRINCIPAL, provocando así el apagado y la parada de la unidad; solo permanecerá activa la alimentación AUXILIAR, que mantendrá activa tanto la ventilación en el interior de la(s) caja(s) del compresor como el funcionamiento de los sensores LEL.

Siga las siguientes instrucciones si los sensores instalados en la máquina o en proximidad de ella indican una fuga de refrigerante: En caso de alarma por alcanzar el primer umbral del LEL (10 %), significa que la unidad está perdiendo una cantidad limitada de refrigerante, pero que la situación relativa al riesgo de explosión no es crítica. La fuga de refrigerante, aunque sea limitada, es, no obstante, una situación que:

- provocará una dispersión progresiva de la carga de refrigerante y, por lo tanto, a medio plazo la unidad llegará a un estado en el que ya no podrá desempeñar su función; es necesario que el usuario tome las precauciones oportunas para gestionar el proceso al que está conectada la unidad;
- la situación podría agravarse si el punto por donde se produce la fuga del gas refrigerante se ampliara (por ejemplo, debido a un fenómeno de erosión);

En cualquier caso, el usuario:

- deberá contactar con el servicio de asistencia técnica;
- no se debe acercar ni pararse cerca de la unidad

Es necesario disponer de una señalización remota de alarma de refrigerante (además de la presente con 3 ledes –rojo, blanco y verde– en el panel frontal del cuadro eléctrico), para que no sea necesario acercarse a la máquina en caso de alarma. Esta señal a distancia puede hacerse:

- mediante una pantalla a distancia, disponible como accesorio y que se puede comprar en cualquier momento contactando con el Centro de Postventa de Hiref;
- mediante una lectura de las alarmas de la unidad a través de la comunicación a distancia (por ejemplo, a través de ModBus o Ethernet) y colocando a distancia de la unidad una señal de peligro especial que se active en caso de alarma.

⚠ ATENCIÓN

En caso de que se alcance el segundo umbral del LEL (20 %), significa que la unidad tiene una fuga de una cantidad significativa de refrigerante, y la situación relativa al riesgo de explosión puede volverse crítica.

El bloqueo de seguridad instalado en el sistema de alimentación PRINCIPAL provocará la parada y el apagado completo de la unidad (excepto por los sensores y la ventilación de la caja de compresores).

En cualquier caso, el usuario:

- deberá contactar con el servicio de asistencia técnica;
- no se debe acercar ni pararse cerca de la unidad.

El servicio técnico, cuando sea alertado por cualquier tipo de alarma:

- deberá abordar la actividad de verificación y mantenimiento utilizando siempre dispositivos portátiles de detección de LFL/LEL; está prohibido realizar operaciones de mantenimiento en la unidad mientras haya una concentración superior al 5 % del LFL (la medición deberá realizarse tomando muestras en varios puntos de la unidad, en particular en las zonas inferiores de la caja de compresores y del compartimento de las baterías de condensación);
- cuando el nivel LFL sea inferior al 5 %, se deberá proceder al vaciado completo del refrigerante de la unidad; solo una vez completado el vaciado y sin perjuicio de las prescripciones anteriores, será posible realizar operaciones de reparación y/o restablecimiento de la estanqueidad de la unidad;
- una vez realizada la reparación y/o el restablecimiento de la estanqueidad de la unidad, se podrá proceder a un nuevo llenado y a la posterior puesta en servicio.



3.6 Ejemplos de instalación CONFORME



3.7 Ejemplos de instalación NO CONFORME



En este caso, HiRef no ha autorizado la puesta en marcha y ha solicitado al instalador que ejecute las interconexiones eléctricas entre las unidades. En caso de alarma en cualquiera de las unidades presentes en la instalación, todas las unidades se desconectan de forma automática. Solo permanece activa la alimentación de los sistemas de seguridad, como los sensores de detección de fugas de refrigerante y el sistema de ventilación de emergencia.

4 EL VALOR DIFERENCIADOR DE HIREF: RENDIMIENTO, SOSTENIBILIDAD Y EXPANSIÓN DE LOS MERCADOS

Vemos un futuro en el que el mundo del HVAC/R desempeñará cada vez más un papel decisivo en el desarrollo sostenible.

Trabajamos para preservar los recursos de la tierra para las generaciones venideras y ofrecerles la oportunidad de realizar su propia evolución personal.

Los sistemas diseñados de forma específica tras un profundo estudio son el resultado de datos que hablan de eficiencia, innovación y circularidad.

Creemos en la innovación resultante de la contaminación con otros sectores: absorbemos sus puntos fuertes con el objetivo de aumentar nuestras competencias y maximizar el rendimiento. Las colaboraciones con nuestros partners y con las empresas del Grupo son nuestro valor más importante y creemos que, juntos, se pueden optimizar los consumos y el futuro pueda ser completamente sostenible.

Nos anticipamos al cambio y vamos más allá de las soluciones preconcebidas gracias al poder del pensamiento lateral.

4.1 Visión y posicionamiento en la transición hacia los refrigerantes naturales

La visión de HiRef se basa sobre un enfoque integrado de la sostenibilidad, que abarca las dimensiones ambiental, económica y social. La empresa ha decidido apostar por refrigerantes naturales como el propano (R290) y el CO₂ (R744), que reducen radicalmente el potencial de calentamiento global (PCG) de sus sistemas y promueven un modelo de economía circular. El uso de refrigerantes naturales como el R290 plantea retos específicos en materia de seguridad, relacionados principalmente con la inflamabilidad y la gestión de las cargas de gas. Hemos abordado estas dificultades implementando una serie de soluciones técnicas y de procedimientos que garantizan el pleno cumplimiento de las normativas europeas e internacionales, en particular la serie EN 378 y la Directiva ATEX.

Esta estrategia se traduce en una gama de productos que no solo minimizan las emisiones directas de gases de efecto invernadero, sino que también optimizan el rendimiento energético a lo largo de todo el ciclo de vida, tal y como confirman la aplicación de metodologías de ACV (Análisis del Ciclo de Vida) y el cálculo del TEWI (Impacto Equivalente Total de Calentamiento).

Hemos sabido diferenciarnos de la competencia gracias a nuestra capacidad para personalizar las soluciones, evitando el servicio «según catálogo» y ofreciendo sistemas a medida para data centers, la industria, el sector terciario e infraestructuras críticas. La flexibilidad y la verticalidad de nuestras competencias internas, junto con una red de empresas complementarias nos permiten cubrir un amplio espectro de aplicaciones, desde la climatización de precisión para entornos TI hasta la refrigeración industrial y la gestión energética integrada (Energy Loop).

A nivel internacional, hemos consolidado nuestra presencia en las regiones de EMEA, APAC, América Latina y Sudáfrica con una estrategia comercial que potencia tanto la venta directa como la colaboración con distribuidores y filiales locales.

Por último, la fundación de DataDom, especializada en data centers prefabricados en contenedores, llave en mano, representa un ejemplo de cómo HiRef está ampliando su cartera de productos y

servicios para responder a las nuevas necesidades del mercado global.

4.2 Rendimiento energético y reducción del TEWI

Uno de los aspectos más importantes al elegir refrigerantes naturales es la mejora del rendimiento energético y la reducción del impacto ambiental global, medido a través del índice TEWI (Total Equivalent Warming Impact). HiRef ha desarrollado soluciones que maximizan la eficiencia energética y minimizan las emisiones directas e indirectas, ofreciendo ventajas concretas con respecto a los refrigerantes tradicionales.

CÁLCULO DE LA TEWI

$TEWI [kgCO_2] = (\text{efecto directo}) + (\text{efecto indirecto}) = m_r * GWP + mCO_2 * \tau * e$

donde:

- m_r = masa de refrigerante liberada a la atmósfera a lo largo del ciclo de vida de la máquina [kg];
- GWP = PCG potencial de calentamiento global del refrigerante en relación con el potencial de efecto invernadero del dióxido de carbono (que, por lo tanto, toma el valor GWP = 1) y, por lo general, en un periodo de 100 años [kgCO₂/kg];
- mCO_2 = factor de emisión de CO₂ por unidad de energía eléctrica [kgCO₂/kWh]; depende del sistema de producción de cada país y, concretamente, de la fuente de suministro específica (fósil, renovable);
- τ = ciclo de vida de la máquina [años];
- e = consumo anual de energía del equipo [kWh/año].

PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL R290

El propano (R290) destaca por sus excelentes propiedades termodinámicas:

- PCG muy bajo, frente a los valores de 467 del R454B y 2088 del R410A;
- Presiones de funcionamiento inferiores a las del R454B y el R410A, lo que reduce la tensión sobre los componentes y mejora la durabilidad de los sistemas;
- Temperatura alta de impulsión, hasta 80 °C, lo que permite la producción de agua caliente sanitaria y para calefacción incluso en sistemas con radiadores tradicionales, ampliando las posibilidades de rehabilitación energética;
- COP (coeficiente de rendimiento) superior en muchas condiciones de funcionamiento, con una eficiencia energética entre un 5 % y un 20 % mayor que la de los refrigerantes sintéticos.

TECNOLOGÍAS SINÉRGICAS

En nuestras unidades con R290 integramos tecnologías avanzadas para optimizar el rendimiento energético:

- Ventiladores EC sobredimensionados: permiten una modulación precisa del caudal de aire, reduciendo el consumo (hasta un 10 % en comparación con los ventiladores AC) y el ruido;
- Condensadores de batería con aletas con tubo de 7 mm: aumentan la eficiencia del intercambio térmico y permiten el funcionamiento incluso con altas temperaturas exteriores, lo que contribuye a reducir la carga de refrigerante (hasta un 12 %);

- Control electrónico avanzado con software propietario: gestión inteligente de las cargas, integración con sistemas de supervisión, optimización del funcionamiento en función de las condiciones operativas;
- Compresores scroll inverter y on-off: alta eficiencia, redundancia/modulación y control preciso del setpoint, lo que disminuye el consumo energético estacional (hasta un 15 %).

4.3 Ampliación de los sectores de mercado

La transición hacia refrigerantes de bajo PCG (R1234ze) y naturales como el R290 está ampliando de forma significativa los sectores de mercado accesibles a las soluciones HiRef. La alta eficiencia, la flexibilidad de aplicación y el cumplimiento normativo permiten responder a las necesidades de una amplia gama de clientes, desde data centers hasta la industria manufacturera, pasando por el sector terciario avanzado y las infraestructuras críticas.

DATA CENTERS E INFRAESTRUCTURAS DE TI

La refrigeración de Data Centers representa uno de los mercados más dinámicos, en evolución y estratégicos para HiRef. El aumento de la densidad de potencia, el crecimiento exponencial de la demanda de datos y la expansión de la inteligencia artificial exigen soluciones de climatización de alta eficiencia y bajo impacto ambiental. HiRef ofrece sistemas de refrigeración por líquido, enfriadoras full inverter con refrigerantes de bajo PCG y sistemas de gestión energética avanzada (HiNode), garantizando un PUE (Power Usage Effectiveness) muy bajo y la máxima fiabilidad operativa.

INDUSTRIA Y PROCESOS PRODUCTIVOS

En el sector industrial, la demanda de soluciones HVAC se asocia sobre todo a las necesidades de descarbonización (Pacto Verde Europeo) y optimización energética. Las unidades HiRef con R290 se utilizan para la refrigeración de procesos, la climatización de entornos productivos/comerciales y la recuperación de calor, ofreciendo ventajas en términos de reducción de los costes operativos y cumplimiento de la normativa ambiental.

SECTOR TERCIARIO AVANZADO E INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS

Las soluciones HiRef se aplican en edificios comerciales, hospitales, escuelas, hoteles, infraestructuras de telecomunicaciones y transporte. La capacidad de producir agua caliente a altas temperaturas, el funcionamiento silencioso y la modularidad de las unidades permiten satisfacer las necesidades de confort, seguridad y sostenibilidad que exigen estos sectores.

4.4 Beneficios para proyectistas, instaladores y usuarios finales

La adopción de las soluciones HiRef con refrigerante natural R290 ofrece una serie de ventajas concretas para todos los actores de la cadena de suministro: proyectistas, instaladores, gestores energéticos y usuarios finales. Estas ventajas se traducen en una mayor eficiencia, una reducción de los costes, una simplificación de los procedimientos y una mejora de la sostenibilidad ambiental.

VENTAJAS PARA LOS PROYECTISTAS

- Amplia flexibilidad de diseño: la modularidad de las unidades HiRef permite adaptar la solución a las necesidades específicas de cada sitio, con posibilidad de personalización e integración con sistemas de supervisión y de gestión de energía;
- Cumplimiento normativo garantizado: las unidades están diseñadas de conformidad con las normas EN 378 y 2014/34/UE (ATEX), lo que simplifica la elaboración de los proyectos y la declaración de conformidad;
- Servicio de Asistencia Técnica y formación: HiRef ofrece asesoramiento especializado y cursos de formación específicos sobre el R290, que facilitan la actualización de competencias y la gestión de las nuevas tecnologías.

VENTAJAS PARA LOS INSTALADORES

- **Procedimientos de instalación simplificados:** las unidades monobloc con R290 tienen el circuito frigorífico sellado de forma hermética y su diseño minimiza los riesgos de fuga, reduciendo el análisis de riesgos in situ y la complejidad de las operaciones;
- **Reducción de las obligaciones de control de fugas:** gracias al bajo PCG y a las cantidades limitadas de refrigerante, las unidades con R290 suelen estar exentas de los controles periódicos obligatorios previstos para los HFC, ofreciendo una gestión más sencilla y reducción de los costes recurrentes;
- **Formación y certificación:** HiRef ofrece cursos de actualización y certificación para instaladores y técnicos de mantenimiento, que responden a las nuevas normativas europeas y nacionales.

VENTAJAS PARA LOS USUARIOS FINALES

- Mayor eficiencia energética: las unidades con R290 garantizan un ahorro energético de hasta un 20 % en comparación con las soluciones tradicionales, lo que se traduce en una reducción de los costes operativos;
- Menor impacto ambiental: el PCG casi nulo y la reducción del TEWI contribuyen a la sostenibilidad ambiental y facilitan el acceso a programas de incentivos y certificaciones ecológicas;
- Versatilidad de aplicación: por su capacidad de producir agua caliente a altas temperaturas, las soluciones HiRef también son adecuadas para sistemas existentes con radiadores, simplificando la rehabilitación energética;
- Reducción de los riesgos normativos y de los futuros costes de sustitución: la adopción del R290 se adelanta a las futuras restricciones normativas y evita la necesidad de sustituciones a medio plazo, protegiendo el valor de la inversión.

En resumen, las soluciones HiRef con R290 representan una elección estratégica para todos los actores de la cadena HVAC, ofreciendo ventajas tangibles en términos de eficiencia, seguridad, sostenibilidad y cumplimiento normativo.

4.5 Casos de aplicación y escenarios de uso HiRef con R290

La experiencia de HiRef en la implementación de soluciones con refrigerantes naturales se traduce en una serie de casos de aplicación exitosos, que destacan la versatilidad y la eficacia de las tecnologías propuestas. A continuación se analizan algunos escenarios de uso significativos, centrándose en los Data Centers, la industria, el sector terciario y la rehabilitación energética.

DATA CENTERS EN EUROPA CENTRAL Y DEL NORTE

HiRef ha contribuido a la construcción de Data Centers en Europa Central y del Norte, proporcionando soluciones innovadoras para la refrigeración y la gestión de energía. El proyecto ha previsto la instalación de enfriadoras full inverter con refrigerante de bajo PCG (R1234ze), sistemas free-cooling (sin glicol) y gestión inteligente con HiNode. La configuración N+1 y la redundancia completa han garantizado la continuidad operativa, mientras que la adopción de tecnologías avanzadas ha permitido alcanzar PUE muy bajos (<1,20) y la máxima sostenibilidad.

INDUSTRIA Y PROCESOS PRODUCTIVOS

Las unidades HiRef con R290 se utilizan para la refrigeración de procesos industriales, cámaras frigoríficas, líneas de producción y entornos con alta densidad de potencia. La modularidad de las soluciones y la posibilidad de personalización permiten responder a las necesidades específicas de cada cliente, garantizando eficiencia energética, seguridad y cumplimiento normativo.

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES

Las bombas de calor HiRef con R290 se utilizan para la rehabilitación energética de edificios existentes, permitiendo la sustitución de calderas tradicionales y la integración con sistemas de radiadores. La capacidad de producir agua caliente a altas temperaturas y la eficiencia superior facilitan el acceso a las ayudas y la reducción de los costes energéticos.

APLICACIONES ESPECIALES Y PROYECTOS INTERNACIONALES

HiRef ha llevado a cabo proyectos de climatización para infraestructuras de transporte (metro de Copenhague), equipos de Fórmula 1 y grandes empresas del sector de las telecomunicaciones, todos ellos con enfriadoras de CO₂, demostrando su capacidad para adaptar soluciones con refrigerantes naturales a contextos altamente críticos y complejos desde el punto de vista normativo. Estos casos de aplicación demuestran cómo las soluciones HiRef de bajo impacto ambiental son capaces de responder a los retos de la transición energética, ofreciendo ventajas concretas en términos de eficiencia, sostenibilidad y seguridad en una amplia gama de contextos operativos.

5 SÍNTESIS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Las soluciones tecnológicas de HiRef con refrigerantes naturales, en particular el R290 y el CO₂, representan lo último en tecnología en el sector HVAC, con una combinación de eficiencia energética, seguridad, sostenibilidad y flexibilidad de aplicación que responde a los retos de la transición energética y la descarbonización. La visión empresarial, la arquitectura técnica avanzada, el cumplimiento normativo y los beneficios para todas las partes interesadas consolidan la posición de HiRef como líder innovador, preparado para anticiparse a las necesidades de los proyectistas, los gestores energéticos y los responsables técnicos en un mercado en rápida evolución.

La adopción del R290 permite reducir radicalmente el PCG y el TEWI, mejorar el rendimiento energético, acceder a nuevos mercados y escenarios de aplicación, simplificar la gestión y el mantenimiento de las instalaciones, y proteger el valor de las inversiones a largo plazo. La formación y la certificación de los operadores, junto con el asesoramiento especializado que ofrece HiRef, facilitan la transición y garantizan la seguridad y la calidad de las instalaciones.

En esta perspectiva, la continua evolución normativa, el crecimiento de la demanda de soluciones sostenibles y la innovación tecnológica abren nuevas oportunidades para HiRef y para todo el sector HVAC, con el propano (R290) destinado a convertirse en el refrigerante de referencia para la climatización del futuro.



Viale Spagna, 31/33 - 35020 Tribano (Padova) - Italia
Tel. +39 049 9588511 - Fax +39 049 9588522
IT02191431200
info@hiref.it - www.hiref.it

  /HiRef S.p.A.