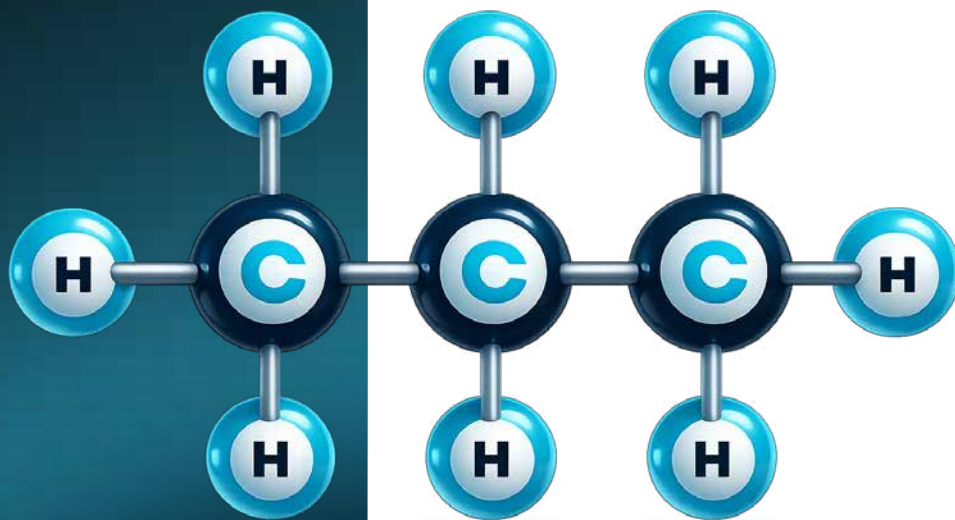




WHITE PAPER

R290

IL FUTURO DEI REFRIGERANTI



INDICE

1	INTRODUZIONE	p. 4
2	EVOLUZIONE STORICA DEI REFRIGERANTI	p. 5
2.1	L'EPOCA DEI SINTETICI: CFC, HCFC, HFC	p. 5
2.2	FINE XX SECOLO-OGGI: HFC, HFO E RITORNO AI NATURALI	p. 5
2.3	QUADRO NORMATIVO INTERNAZIONALE E REGIONALE	p. 5
2.4	PFAS E TFA: IMPLICAZIONI AMBIENTALI E NORMATIVE	p. 8
2.5	SOSTENIBILITÀ APPLICATA AI REFRIGERANTI: IL TRIANGOLO E IL MODELLO DELLE SETTE FORZE	p. 8
2.6	TENDENZE TECNOLOGICHE E APPLICATIVE	p. 9
2.7	PROSPETTIVE FUTURE, ADOZIONE REGIONALE E SCENARI DI SVILUPPO	p. 10
2.8	CONCLUSIONI	p. 10
3	REQUISITI INSTALLATIVI PER I PRODOTTI CHE UTILIZZANO I NUOVI REFRIGERANTI A3: IL FOCUS SU R290	p. 11
3.1	INTRODUZIONE	p. 11
3.2	DIRETTIVA ATEX	p. 11
3.3	INSTALLAZIONE DELLE UNITÀ	p. 12
3.4	SICUREZZE INTERNE	p. 13
3.5	SEQUENZA DI ALLARME E SUA GESTIONE	p. 13
3.6	ESEMPI DI INSTALLAZIONE CONFORMI	p. 14
3.7	ESEMPI DI INSTALLAZIONE NON CONFORMI	p. 15
4	IL VALORE DIFFERENZIANTE DI HIREF: PRESTAZIONI, SOSTENIBILITÀ E AMPLIAMENTO DEI MERCATI	p. 16
4.1	VISIONE E POSIZIONAMENTO NELLA TRANSIZIONE AI REFRIGERANTI NATURALI	p. 16
4.2	PRESTAZIONI ENERGETICHE E RIDUZIONE DEL TEWI	p. 16
4.3	AMPLIAMENTO DEI SETTORI DI MERCATO	p. 17
4.4	BENEFICI PER PROGETTISTI, INSTALLATORI ED END-USER	p. 17
4.5	CASI APPLICATIVI E SCENARI D'USO HIREF CON R290	p. 17
5	SINTESI E PROSPETTIVE FUTURE	p. 19

1 INTRODUZIONE

La scelta dei refrigeranti rappresenta oggi un nodo centrale non solo per la transizione ecologica del settore HVAC/R (Heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration), ma anche per la competitività delle imprese, la sicurezza degli operatori e la salute ambientale. Il presente white paper evidenzia la rapida trasformazione in atto nei fluidi frigorigeni utilizzati nel settore HVAC: dal superamento dei refrigeranti ad alto impatto ambientale alla riscoperta dei "naturali", passando per la regolamentazione stringente su PFAS e i rischi associati alle nuove miscele HFC/HFO. Questo documento offre una mappatura approfondita e critica di questi processi, integrando i principali riferimenti legislativi internazionali e le nuove prassi ingegneristiche e gestionali.

2 EVOLUZIONE STORICA DEI REFRIGERANTI

2.1 L'epoca dei sintetici: CFC, HCFC, HFC

Negli anni '30 del XX secolo vengono introdotti i clorofluorocarburi (CFC) e successivamente gli idroclorofluorocarburi (HCFC), composti stabili, non tossici e non infiammabili. I CFC e HCFC, tuttavia, sono responsabili rispettivamente della distruzione dell'ozono stratosferico e dell'effetto serra, portando ad accordi internazionali per la loro riduzione ed eliminazione.

2.2 Fine XX secolo–oggi: HFC, HFO e ritorno ai naturali

A partire dagli anni '90, la pressione normativa e scientifica porta all'adozione degli idrofluorocarburi (HFC), caratterizzati da ODP (Ozone Depletion Potential) nullo ma GWP (Global Warming Potential) spesso elevato. Più recentemente hanno preso piede le idrofluoroolefine (HFO), con GWP molto basso, ma oggetto di discussione per la possibile formazione di sottoprodotti come TFA (acido trifluoroacetico) e il loro inserimento nella famiglia PFAS. Parallelamente è in atto un ritorno ai refrigeranti naturali—CO₂, ammoniaca, idrocarburi—spinti sia dall'innovazione sia dall'obbligo normativo internazionale.

» Timeline storica dei refrigeranti

Periodo	Tipologia prevalente	Principali refrigeranti	Caratteristiche	Impatto ambientale
1830 - 1930	Naturali	NH ₃ , CO ₂ , SO ₂ , etere	Tossici / Infiammabili	GWP basso / Nulla
1930 - 1990	Sintetici	CFC, HCFC	Non tossici / Sicuri	ODP e GWP alti
1990 - 2010	Sintetici a minore impatto	HFC	Non ozono lesivi	GWP elevato
2010 - Oggi	Nuovi sintetici / Naturali di ritorno	HFO, CO ₂ , NH ₃ , R290	GWP basso, ODP zero	GWP molto basso

La timeline riflette un'evoluzione guidata da esigenze tecniche, sicurezza e soprattutto regolamentazione, con una ciclica riscoperta dei refrigeranti naturali arricchiti dall'innovazione impiantistica.

2.3 Quadro normativo internazionale e regionale

2.3.1 Il protocollo di Montreal e l'Emendamento di Kigali

Il Protocollo di Montreal (1987), pietra miliare nella lotta contro l'esaurimento dell'ozono, ha imposto l'eliminazione progressiva di CFC e HCFC. L'Emendamento di Kigali (2016) ha esteso la disciplina anche agli HFC, fissando obiettivi di phase-down dell'80-85% entro il 2047 per la maggior parte delle economie

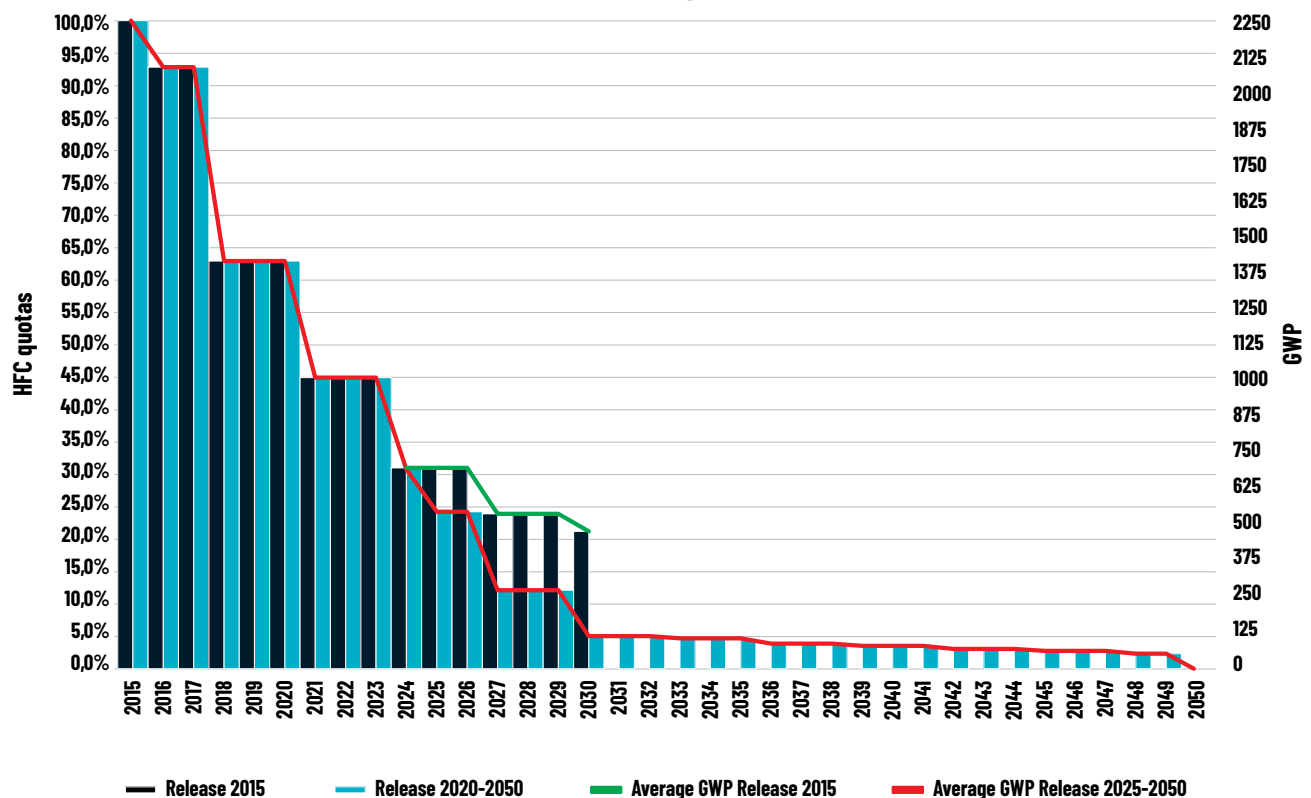
sviluppate e un calendario differenziato per i Paesi in via di sviluppo.

2.3.2 Il regolamento F-Gas in Europa: Regolamenti UE 517/2014 e 573/2024

L'UE ha introdotto la più avanzata e restrittiva normativa sui gas fluorurati ("F Gas Regulation"), con il Regolamento 517/2014 e, da marzo 2024, con il nuovo Regolamento (UE) 573/2024. Le principali novità sono:

- Riduzione progressiva delle quote complessive di HFC in CO₂ equivalente, raggiungendo il 24% nel 2027 e il 21% nel 2030 (rispetto al periodo base)
- Limiti stringenti di GWP per la commercializzazione di nuove apparecchiature (es. GWP <150 dal 2027 per piccoli impianti)
- Contenimento obbligatorio delle perdite, registri elettronici, certificazione e formazione obbligatoria per gli operatori
- Incentivo forte all'adozione di refrigeranti naturali e HFO a GWP molto basso

HFC phase down F-gas 2025-2050



» Divieti a partire dal 1° gennaio 2025

Unità monoblocco ≤ 12 kW	2027: GWP < 150 2032: refrigeranti naturali
Unità monoblocco ≤ 50 kW	2027: GWP < 150
Unità monoblocco > 50 kW	2030: GWP < 150
Chiller ≤ 12 kW	2027: GWP < 150 2032: refrigeranti naturali
Chiller > 12 kW	2027: GWP < 750
Split aria/acqua ≤ 12 kW	2027: GWP < 150 2035: refrigeranti naturali
Split > 12 kW	2029: GWP < 750 2032: GWP < 150

» Tabella refrigeranti disponibili dal 1° gennaio 2026

REFRIGERANTE	GWP (AR4)	CLASSE INFIAMMABILITA'
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

2.3.3 Gli Stati Uniti: AIM Act, SNAP ed EPA

La normativa statunitense si basa sull'American Innovation and Manufacturing (AIM) Act (2020), che impone il phase-down degli HFC dell'85% entro il 2036 rispetto ai livelli baseline, e sulle regole SNAP (Significant New Alternatives Policy) dell'EPA che approvano nuove alternative a basso GWP (incluso l'uso regolato dei refrigeranti A2L).

» Riduzione uso refrigeranti HFC globale (UE, USA, Kigali)

REGIONE	DATA AVVIO	1° TAGLIO QUOTA	2° TAGLIO	OBIETTIVO FINALE
UE (F Gas 517/2014 e 573/24)	2015	-7% (2016)	-37% (2018-2020)	-79% (2030), phase-out 2050
USA (AIM Act)	2022	-10%	-30% (2024)	-85% (2036)
Emendamento Kigali	2019-2024	Varie fasi		80-85% (2047; 2048 per Asia/MEA)

La tabella mostra come la transizione normativa sia in corso su scala globale, con tagli progressivi delle quote di HFC disponibili.

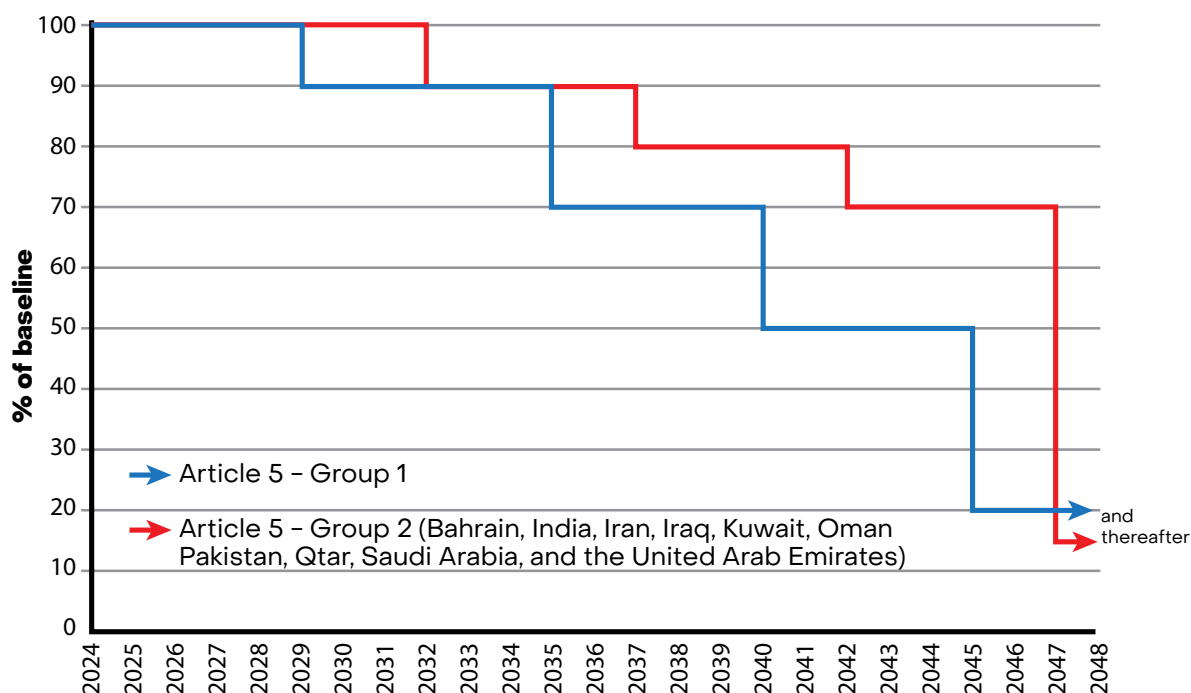
» Kigali Amendment

2.3.4 Kigali Amendment

Emendamento di Kigali: Phase-down degli HFC nei Paesi A5 e non A5

Baseline e riduzione graduale come CO ₂ e	Paesi A5 (Paesi in via di sviluppo) – Gruppo 1	Paesi A5 (Paesi in via di sviluppo) – Gruppo 2	Paesi non A5 (Paesi sviluppati)
Formula baseline	Consumo medio di HFC per il periodo 2020–2022 + 65% della baseline HCFC	Consumo medio di HFC per il periodo 2024–2026 + 65% della baseline HCFC	Consumo medio di HFC per il periodo 2011–2013 + 15% della baseline HCFC
Freeze	2024	2028	-
1° step	2029 - 10%	2032 - 10%	2019 - 10%
2° step	2035 - 30%	2037 - 20%	2024 - 40%
3° step	2040 - 50%	2042 - 30%	2029 - 70%
4° step	-	-	2034 - 80%
Plateau	2045 - 80%	2047 - 85%	2036 - 85%

» Phase-down schedule



* Per Bielorussia, Federazione Russa, Kazakistan, Tagikistan e Uzbekistan, il componente HCFC della baseline è pari al 25% e sono previsti tre step iniziali differenti:

- riduzione del 5% nel 2020,
- riduzione del 35% nel 2025 e
- riduzione dell'85% entro la fine del 2036.

Gruppo 1: Parti dell'Articolo 5 che non fanno parte del Gruppo 2.

Gruppo 2: Paesi con Alte Temperature Ambientali (HAT – High Ambient Temperatures): Bahrein, India, Repubblica Islamica dell'Iran, Iraq, Kuwait, Oman, Pakistan, Qatar, Arabia Saudita ed Emirati Arabi Uniti.

2.3.5 Regolamento REACH e restrizione PFAS in Europa

Contemporaneamente, l'iniziativa REACH mira a una restrizione ampia dei PFAS, coprendo oltre 10.000 sostanze, inclusi molti refrigeranti fluorurati di nuova generazione. La proposta prevede periodi transitori, deroghe tecniche difficili da negoziare e rischia di escludere dal mercato anche i fluoropolimeri a basso rischio, criticamente usati in componentistica e sigillature.

2.3.6 La regolamentazione sui PFAS negli USA e altrove

Gli USA stanno valutando analoghe restrizioni, mentre Maine ha già fissato per il 2040 il divieto di vendere refrigeranti con PFAS intenzionalmente aggiunti. La visione su PFAS e sui prodotti di degradazione come TFA è eterogenea tra le diverse giurisdizioni.

2.3.7 Dall'Ottocento ai primi del Novecento: i refrigeranti naturali

I sistemi di refrigerazione nascono nel XIX secolo con l'utilizzo di fluidi naturali come ammoniaca (R717), anidride carbonica (R744), etere, acido solforoso e cloruro di metile. Questi refrigeranti, pur risultando efficienti sul piano termodinamico, presentavano forti rischi di tossicità e infiammabilità, che nel tempo portarono a cercare alternative più sicure per applicazioni residenziali e commerciali.

2.4 PFAS e TFA: implicazioni ambientali e normative

2.4.1 PFAS: cosa sono, dove si trovano e rischi ambientali

I PFAS, sostanze per- e polifluoroalchiliche, comprendono polimeri (PTFE, PVDF ecc.) e i refrigeranti fluorurati, inclusi HFO e le loro miscele. Si distinguono per la persistenza (resistono alla degradazione), la mobilità ambientale e l'accumulo, soprattutto

nei corpi idrici. I rischi sono principalmente associati agli effetti cronici su ambiente e salute umana, e alla difficoltà di bonifica.

2.4.2 PFAS nei refrigeranti e impatto sulle tecnologie HVAC/R

I PFAS trovano ampia applicazione:

- Come refrigeranti (molti HFC/HFO e miscele);
- Nei materiali di componentistica (guarnizioni, valvole, tenute, lubrificanti a base PTFE e PFPE) La proposta di restrizione REACH, se adottata senza deroghe tecniche, avrebbe effetti devastanti sull'industria e rischia di bloccare più del 90% delle applicazioni attuali negli impianti RACHP.

2.4.3 TFA e HFO: sottoprodotti e criticità

Il TFA (acido trifluoroacetico), sottoprodotto della degradazione di HFO, è molto persistente e solubile, con rischi di accrescimento nei corpi idrici e impatti non ancora pienamente conosciuti. L'uso allargato delle miscele HFC/HFO, pur rappresentando una misura contro il riscaldamento globale, potrebbe portare alla formazione diffusa di TFA, con possibili ricadute di lungo periodo su ambiente e salute.

» Impatti ambientali e regolatori dei PFAS e TFA

Sostanza / Applicazione	Impatto ambientale / Persistenza	Stato normativo attuale
PFAS nei refrigeranti	Estrema persistenza; mobilità	Proposta UE di restrizione totale
HFO (es. R1234yf, R1234ze)	I prodotti di degradazione come TFA sono persistenti, solubili	Sorvegliati e in attesa di limite
Fluoropolimeri tecnici	Persistenza, ma non tossicità né bioaccumulo	Alcune deroghe in discussione

Il quadro regolatorio richiede una valutazione più fine tra rischio reale, prestazioni irreversibili e sostenibilità di filiera.

2.5 Sostenibilità applicata ai refrigeranti: il triangolo e il modello delle sette Forze

2.5.1 Il triangolo sostenibile: sicurezza, impatto ambientale, costo

Nel panorama moderno dei refrigeranti, la sostenibilità non si esprime solo come GWP e ODP. Il "triangolo della sostenibilità", identifica tre fattori chiave:

- Sicurezza: tossicità, infiammabilità, pressione operativa
 - Impatto ambientale: ODP, GWP, potenziale TFA/PFAS
 - Costo: investimento iniziale, consumi, costo ciclo di vita
- L'obiettivo è trovare il miglior compromesso tra questi parametri, tenendo conto delle specificità applicative e regolatorie.

2.5.2 Il modello delle sette forze nella scelta dei refrigeranti HVAC/R

Le decisioni sulla selezione dei refrigeranti devono integrare:

1. Normative/pressioni regolatorie (Kigali, F Gas, AIM Act, REACH)
2. Sicurezza (infiammabilità, tossicità)
3. Efficienza energetica (COP, EER)
4. Compatibilità e facilità di retrofit
5. Costo e disponibilità del refrigerante
6. Impatto ambientale allargato (ODP, GWP, produzione TFA/PFAS)

7. Innovazione tecnologica (strumentazioni, controlli, soluzioni smart)

Questa griglia consente di valutare la sostenibilità di ogni soluzione in rapporto a tutti gli stakeholder della filiera.

» Modello delle sette forze (Schema)

Forza	Impatto sulla scelta refrigerante
Normativa	Compliance, restrizioni, deroga, futuro disponibile
Sicurezza operativa	Rischi incendio/esplosione/tossicità, requisiti tecnici
Efficienza energetica	TEWI globale dell'impianto, COP, sistemi di recupero calore
Compatibilità/Retrofit	Facilità di conversione impianti, conoscenze tecniche
Costo e disponibilità	Prezzo, catena logistica, manutenzione e sostituzioni
Impatto ambientale esteso	ODP, GWP, rischio TFA/PFAS/accumulo suolo/acqua, smaltimento
Innovazione	Nuove architetture, digitalizzazione, monitoraggio smart

2.6 Tendenze tecnologiche e applicative

2.6.1 Refrigeranti A2L e A3: caratteristiche, sicurezza e normative

A2L (BASSA INFIAMMABILITÀ): HFO & R32

I refrigeranti A2L sono identificati da bassa tossicità e lieve infiammabilità (LFL superiore, L = bassa velocità di combustione). Tipici esempi: R1234yf, R32, R454B. Disponibili grazie all'introduzione di nuove norme di sicurezza (EN 378, IEC 60335), offrono prestazioni termiche paragonabili agli HFC, con GWP <150-700 e migliore efficienza energetica rispetto a molti naturali, con rischi gestibili attraverso layout e componentistica aggiornata.

A3 (ALTA INFIAMMABILITÀ): IDROCARBURI

Gli idrocarburi (R290 - propano, R600a) sono altamente infiammabili, con limiti normativi di carica e variazioni progettuali richieste dalla EN 378 e dalle direttive ATEX. Sono, tuttavia, insuperabili per GWP (pari a 3) ed efficienza nelle apparecchiature di piccola e media taglia.

2.6.2 CO2 transcritica: tecnologia e applicazioni

I sistemi transcritici a CO₂ (R744) sono ormai diffusi nella refrigerazione commerciale e industriale in Europa, Nord America, Giappone e Australia. Caratteristiche chiave sono:

- GWP = 1 (nessun effetto serra significativo);
- Alta pressione operativa (90-130 bar), richiede progettazione e controllo avanzati;
- Recupero calore molto efficiente ("heat reclaim");
- Prestazioni molto interessanti in climi temperati/freddi, ma migliorate anche nei climi caldi grazie a tecnologie come eiettori, compressione parallela e chillbooster.

2.6.3 Idrocarburi (propano R290, isobutano R600a): potenzialità e limiti

Gli idrocarburi, naturali e a impatto GWP vicino a zero, sono perfetti per refrigerazione domestica, commerciale di piccola taglia, pompe di calore monoblocco e piccole macchine industriali. Limiti: obblighi di sicurezza stringenti (A3), necessità di componenti ignifughi e formazione degli operatori, tipicamente limiti alla quantità di carica installabile.

2.6.4 HFO e miscele HFC/HFO: tendenze, prospettive e limiti

Gli HFO sono molto promettenti per basso GWP e buona compatibilità, ma la loro leggera infiammabilità e la possibilità di generare TFA li mantengono sotto sorveglianza normativa. Ampio utilizzo anche nelle miscele HFC/HFO (ad es. R454B), che servono da soluzioni di transizione garantendo compatibilità, minori costi di retrofit e migliore efficienza rispetto ai sistemi legacy, ma restando a rischio in caso di ban PFAS.

» Tabella comparativa dei principali refrigeranti per applicazioni HVAC/R

Refrigerante	Classe sicurezza	ODP	GWP	Applicazioni principali	Vantaggi	Limiti
CO ₂ (R744)	A1	0	1	GDO, industria food, pompe di calore	Nessun impatto climatico, sicuro	Alte pressioni, complessità/efficienza
Propano (R290)	A3	0	3	Piccola media potenza, chiller, pompe di calore	Altissima efficienza, costo basso	Inflammabile, limiti di carica, sicurezza
R32	A2L	0	675	Pompe di calore, condizionamento	Alta efficienza, pressione simile R410A	V. infiammabile, GWP moderatamente alto
R1234yf/ze	A2L	0	4/7	Automotive, piccola refrigerazione, chiller	GWP molto basso, compatibile	Leggera infiammabilità, possibile TFA?
R410A (HFC)	A1	0	2088	Sistemi legacy, in fase di phase-out	Non infiammabile, prestazioni note	Elevato GWP, restrizione normativa
R454B	A2L	0	531-700	Retrofit, commerciali	Compatibilità impianti, GWP medio	Leggera infiammabilità, PFAS in futuro?
R454C	A2L	0	147	Pompe di calore, condizionamento, commerciali	GWP basso	Glide, leggera infiammabilità, PFAS in futuro?

» Matrice di applicazioni refrigeranti, efficienza e limiti

Applicazione	Preferenza refrigerante	Motivazione principale
Aria condizionata residenziale	R32, R290, HFO	Efficienza, GWP, sicurezza
Data center	HFO, CO ₂	Efficienza, GWP, sicurezza
Refrigerazione commerciale	CO ₂ , R290, HFO-HFC/HFO blends	Normativa GWP, efficienza
Refrigerazione industriale	NH ₃ , CO ₂	Performance, zero ODP/GWP
Automotive	R1234yf, CO ₂	Normativa, compatibilità tecnica

2.7 Prospettive future, adozione regionale e scenari di sviluppo

2.7.1 Europa

L'Europa continua a guidare la transizione con il più restrittivo (e anticipato) phase-down degli HFC, l'adozione accelerata di CO₂ e idrocarburi, la pressione su PFAS e la promozione dei refrigeranti naturali anche in contesti di medio-grande scala. Le nuove regole F Gas 2024/573 e la proposta REACH sui PFAS rappresentano un cambio di paradigma: nei prossimi 5-10 anni la quasi totalità delle nuove installazioni dovrà essere compatibile con refrigeranti non fluorurati o con HFO specifici non PFAS.

2.7.2 Stati Uniti

Il phase-down HFC prosegue un'agenda serrata fino all'85% al 2036. L'AIM Act e le regole SNAP amplieranno il range di refrigeranti A2L e naturali accettati, sebbene le barriere normative locali (state regulation) e il quadro PFAS siano ancora in evoluzione. Le grandi catene di GDO e food processer spingono verso CO₂, NH₃ e idrocarburi anche negli USA.

2.7.3 Asia e mercati emergenti

Tempi di adozione più gradualmente, ma la pressione delle multinazionali HVAC/R, la presenza di produttori di primaria importanza e la convergenza ai parametri di Kigali fanno prevedere una rapida accelerazione già dal 2026-2028, in particolare in Cina e Sud-Est Asiatico, sia per la GDO sia per i settori industriali. In India, Gulf e Africa, le roadmap Kigali sono più dilatate.

2.7.4 Applicazioni: tendenze per settore

- Refrigerazione commerciale/retail: CO₂ ormai mainstream in Europa, crescente anche negli USA. Rapida ascesa degli idrocarburi per "plug-in".
- Refrigerazione industriale: ammoniaca e CO₂ consolidano il loro primato anche nel "cold storage", food e beverage, farmaceutico.
- Aria condizionata: R32 e HFO in Asia e USA; in Europa, transizione verso R290 (propano) per impianti piccoli/medi e obbligo di GWP <150 nel 2027.
- Automotive: R1234yf e CO₂, crescente attenzione al ciclo di vita e all'efficienza energetica globale.
- Datacenter: HFO (R1234ze) prevalentemente e CO₂ seppur limitata per chiller di grande potenza. R513A e R454B per soluzione drop-in e costi di investimento più contenuti.

- Dominio dei "naturali" (CO₂, propano, ammoniaca) in quasi tutte le nuove applicazioni, specialmente in Europa e nel settore industriale/commerciale.
- Crescita delle soluzioni A2L (R454B, HFO, blend) grazie a severe misure di sicurezza, ma con scadenza fissata dall'evoluzione normativa europea sui PFAS.
- Graduale ma inarrestabile messa al bando dei refrigeranti fluorurati ad alto impatto, sia nell'UE sia in USA e paesi avanzati, con rapida estensione ai mercati emergenti.

Le sfide rimangono: sicurezza, formazione, costi di transizione, presenza di impianti obsoleti che richiedono soluzioni tecniche ed economiche di compromesso, in attesa di una generazione di refrigeranti e sistemi HVAC/R realmente "future-proof", ad alto rendimento e rispettosi dell'ambiente e della salute collettiva. L'innovazione, supportata da una visione normativa globale, rappresenta la strada maestra.

2.8 Conclusioni

Il mondo dei refrigeranti sta vivendo la fase di transizione più rapida e profonda della sua storia. Normative comunitarie e nazionali sempre più stringenti, preoccupazioni per PFAS e TFA, e la pressione dell'urgenza climatica impongono un cambio tecnologico e gestionale irreversibile. La selezione del refrigerante non può più avvenire solo sulla base del GWP, ma va pesata nel triangolo sicurezza-ambiente-costi.

Il futuro a breve e medio termine vede:

3 REQUISITI INSTALLATIVI PER I PRODOTTI CHE UTILIZZANO I NUOVI REFRIGERANTI A3: IL FOCUS SU R290

3.1 Introduzione

Le unità HiRef caricate con refrigerante R290 sono sviluppate nel rispetto delle normative europee applicabili, in particolare EN378-3.

Il presente documento ha lo scopo di linea guida per il progettista e l'installatore nell'installazione e utilizzo di apparecchiature contenenti refrigeranti ad alta infiammabilità ed esplosivi (A3 secondo la norma ISO 817:2014).

3.2 Direttiva ATEX

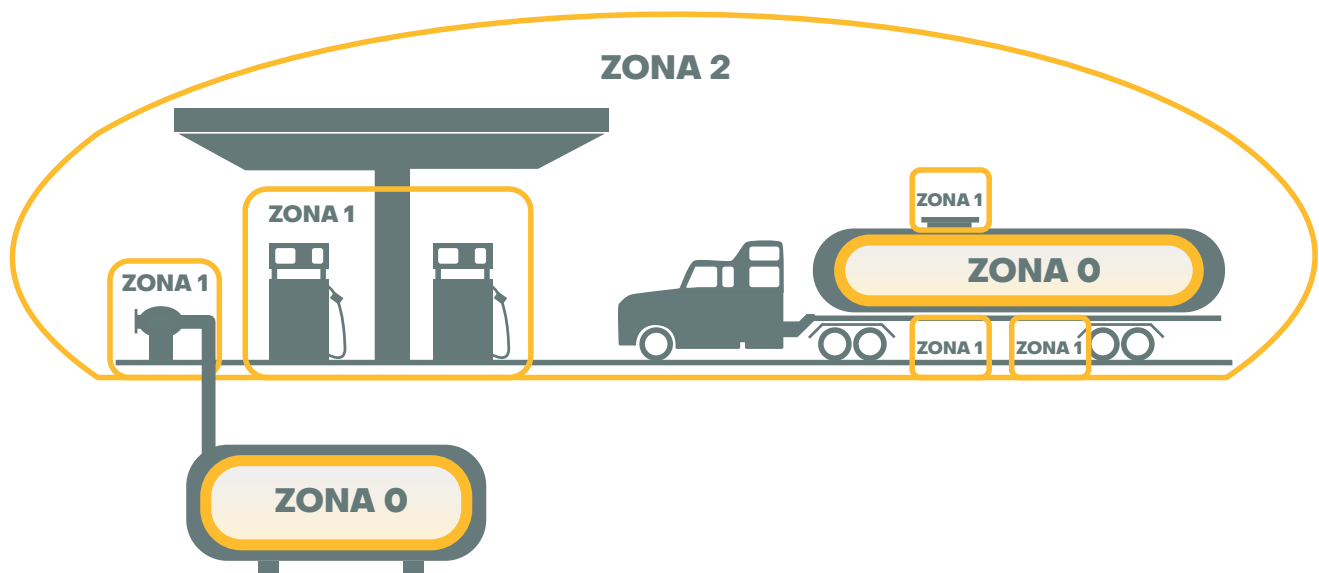
La Direttiva ATEX 2014/34/UE definisce i requisiti minimi in materia di salute e sicurezza dei luoghi di lavoro con presenza di atmosfere potenzialmente esplosive; in particolare li suddivide in zone, in funzione della probabilità di presenza di atmosfera esplosiva e specifica i criteri in base ai quali i prodotti vengono scelti all'interno di dette zone.

» Simbolo ATEX

	Simbolo zone Atex. Direttiva Atex 1999/29/CE
--	---

» CLASSIFICAZIONE ZONE DI INSTALLAZIONE

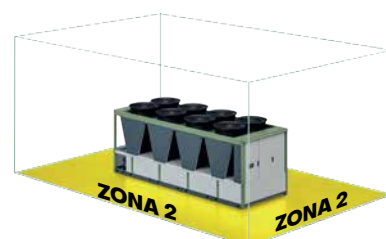
Zona	Descrizione	Presenza Gas
Zona 0	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o spesso un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.	> 1000 ore / anno
Zona 1	Area in cui durante le normali attività è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia.	10 a 1000 ore / anno
Zona 2	Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia e, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata.	< 10 ore / anno



In generale, i sistemi HVAC sono rigidi e le giunzioni utilizzate tra le parti contenenti il refrigerante sono di solito "durevolmente e tecnicamente a tenuta" secondo la definizione della norma EN 1127-1:2019. La zona ATEX che si genera dopo la perdita di refrigerante di uno di questi sistemi è classificabile come zona di tipo 2.

L'uso di rilevatori di gas consolida il concetto di "durevolmente e tecnicamente a tenuta" in quanto monitora i giunti per la loro tenuta. Se viene rilevata una perdita, tutti i componenti con fonti di innesco devono essere arrestati in base agli standard di sicurezza.

Esempio zona Atex per una pompa di calore

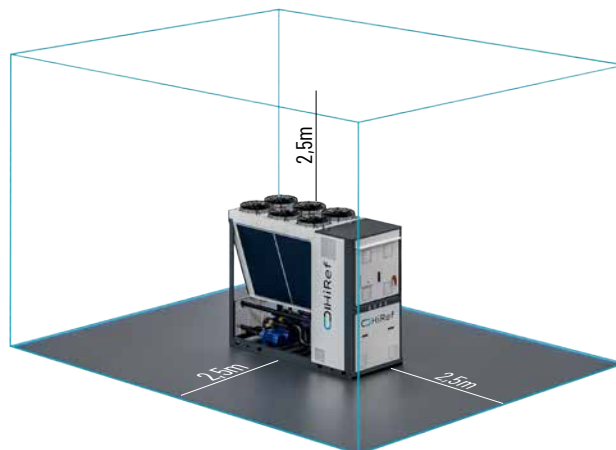


3.3 Installazione delle unità

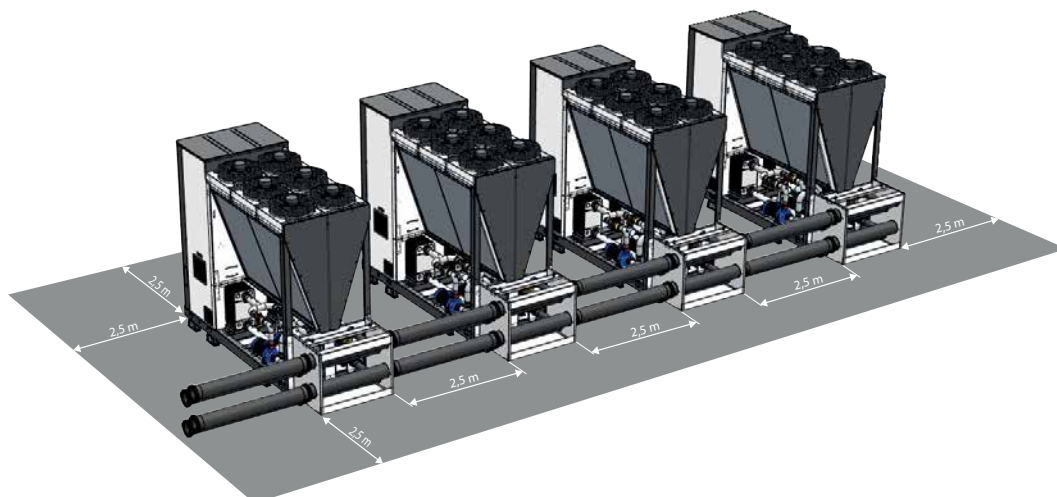
Le unità caricate con gas A3 (altamente infiammabile) devono essere installate lontano da scarichi, tombini, canali di drenaggio e qualsiasi altro elemento che possa fungere da via di fuga per eventuali perdite dei suddetti gas, i quali devono sempre essere considerati INFIAMMABILI e più pesanti dell'aria.

La distanza minima da mantenere rispetto a tali prescrizioni è di 2,5 metri; all'interno di questa zona di sicurezza, è severamente vietato fumare, utilizzare fiamme libere o svolgere qualsiasi lavoro che possa generare fiamme, archi o scintille.

Area di sicurezza - esempio installazione singola



Area di sicurezza - esempio installazione multipla



ATTENZIONE

In caso di installazione di più macchine ravvicinate, la distanza minima tra le unità deve essere di 2,5 metri. Tale distanza può essere ridotta a 1,5 metri a condizione che, in caso di allarme per fuga di refrigerante su una qualsiasi delle unità, tutte le macchine vengano disalimentate. Per rendere possibile questa funzione è necessaria un'interconnessione elettrica tra le unità del gruppo, da realizzarsi **ESCLUSIVAMENTE** a cura di personale e dei centri assistenza autorizzati (previa formazione specifica in merito).

4. Contingentazione degli accessi alla sala macchina e segnalazione con appositi cartelli;
5. Dispositivi di arresto di emergenza esterni al locale.

3.3.1 Installazione di unità in locali interni

In caso di installazione di unità con refrigeranti A2L/A3 in locali interni la norma di riferimento per determinare le sicurezze da applicare nella sala macchina è la EN378-3.

In particolare, il progettista dovrà prevedere:

1. Spazi di installazione adeguati e calcolati sulla base della carica di refrigerante del circuito con volume maggiore;
2. Ventilazione meccanica ATEX;
3. Rilevazione fughe refrigerante in ambiente;

3.4 Sicurezze interne

3.4.1 Convogliamento delle valvole di sicurezza

Il circuito frigorifero dell'unità è dotato di **valvole di sicurezza**, sia per il lato ad alta pressione che per il lato a bassa pressione; il punto di connessione delle valvole e le loro rispettive dimensioni sono indicati nei disegni dettagliati allegati a queste istruzioni.

L'installatore/utente finale deve creare un tubo di dimensioni uguali o maggiori rispetto all'uscita delle valvole di sicurezza, così da **condurre il punto di scarico lontano dalla macchina e da altri elementi potenzialmente scatenanti (distanza minima di 4 metri in tutte le direzioni dal punto di emissione)**.

Il punto di emissione deve essere orientato verso l'alto (e quindi protetto con un tappo removibile o un altro elemento che, pur consentendo il deflusso di eventuali gas espulsi, impedisca l'ingresso di pioggia, insetti o contaminanti nel tubo).

È preferibile posizionare il punto di sfogo sopra il tetto, ad un'altezza di almeno 5m dal livello del suolo.

Se la lunghezza della tubazione è particolarmente lunga (>10m in totale), è consigliabile prevedere una leggera inclinazione (1%) nelle sezioni orizzontali per facilitare il deflusso di eventuale condensa ed è necessario creare un sifone in prossimità del punto di scarico come da immagine seguente e praticare un foro sulla base dello stesso.

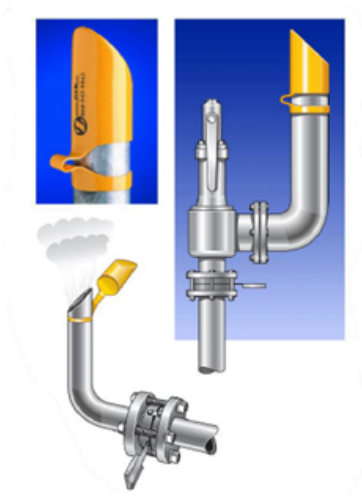


Immagine a pure scopo indicativo.

3.4.2 Alimentazione elettrica dell'unità

Le unità caricate con un refrigerante classificato A3 (tipicamente R290, refrigerante altamente infiammabile), sono dotate di una doppia linea di alimentazione elettrica: una PRINCIPALE per il funzionamento delle unità e una AUSILIARIA per alimentare i dispositivi di sicurezza (descritti di seguito):

- sistema di ventilazione del vano compressori;
- sensore di rilevamento LEL (Lower Explosive Limit) all'interno.

3.4.3 Accessori idraulici

Per prevenire il rischio che, in caso di rottura dello scambiatore, il refrigerante possa contaminare il circuito idraulico, è obbligatoria l'installazione di un dispositivo di degasaggio o di uno sfogo.



3.5 Sequenza di allarme e sua gestione

In caso di perdita di refrigerante, i sensori sono impostati in modo da:

1. fornire un segnale di allarme al raggiungimento di una concentrazione del 10% del LEL;
2. fornire un segnale di spegnimento al raggiungimento del 20% del LEL.

Il segnale di spegnimento realizzerà un interblocco di sicurezza con il sistema di alimentazione a monte dell'unità. Tale interblocco toglierà in maniera sicura ed efficace l'alimentazione PRINCIPALE, portando quindi allo spegnimento e arresto dell'unità; rimarrà attiva la sola alimentazione AUSILIARIA che manterrà attiva sia la ventilazione all'interno del/dei box compressore/i sia la funzionalità dei sensori LEL.

Seguire le seguenti istruzioni in caso di segnalazione di perdita di refrigerante da parte dei sensori installati a bordo macchina o eventualmente presenti in prossimità della macchina:

In caso di allarme per raggiungimento prima soglia del LEL (10%), significa che l'unità sta perdendo una quantità limitata di refrigerante, ma che la situazione relativa al rischio di esplosione non è critica. La perdita di refrigerante, seppure limitata, è tuttavia una situazione che:

- porterà ad una progressiva dispersione della carica del refrigerante e quindi l'unità nel medio termine arriverà a una condizione tale per cui non potrà più svolgere la sua funzione; è necessario per l'utilizzatore prendere le opportune precauzioni per gestire il processo a cui è collegata l'unità;
- potrebbe volgere verso una situazione più grave, qualora il punto da cui si sta liberando il gas refrigerante si allargasse (ad esempio per un fenomeno di erosione);

In ogni caso l'utilizzatore:

- dovrà contattare l'assistenza tecnica;
 - non dovrà avvicinarsi né sostare in prossimità dell'unità.
- È necessario disporre di una segnalazione remota di allarme refrigerante (oltre a quella presente con 3 LED rosso bianco e verde fronte pannello quadro elettrico), affinché non sia necessario avvicinarsi alla macchina in caso di allarme. Tale segnalazione remota può essere eseguita:
- tramite display remoto, disponibile come opzione e acquistabile in ogni momento contattando il centro post-vendita HiRef;
 - attraverso una lettura degli allarmi dell'unità tramite comunicazione remota (es. via ModBus o Ethernet) e

predisponendo a distanza dall'unità apposita segnalazione di pericolo da attivare in caso di allarme.

⚠ ATTENZIONE

In caso di raggiungimento della seconda soglia del LEL (20%), significa che l'unità sta perdendo una quantità di refrigerante significativa, e la situazione relativa al rischio di esplosione può divenire critica.

L'interblocco di sicurezza realizzato sul sistema di alimentazione PRINCIPALE porterà all'arresto e spegnimento completo dell'unità (salvo sensori e ventilazione del box compressori).

In ogni caso l'utilizzatore:

- dovrà contattare l'assistenza tecnica;
- non dovrà avvicinarsi né sostare in prossimità dell'unità.

L'assistenza tecnica, quando allertata per qualsiasi tipologia di allarme:

- dovrà approcciare l'attività di verifica e manutenzione operando sempre mediante dispositivi portatili di rilevazione del LFL/LEL; è vietato operare manutenzioni sull'unità finché è presente sempre una concentrazione superiore al 5% del LFL (la misura va fatta campionando i vari punti dell'unità, in particolare le zone inferiori del box compressori e del vano batterie di condensazione);
- quando il livello LFL è perciò inferiore al 5%, si dovrà procedere con lo svuotamento completo dell'unità dal fluido refrigerante; solo a svuotamento completato e ferme restando le prescrizioni precedenti, sarà possibile eseguire interventi di riparazione e/o ripristino della tenuta dell'unità;
- una volta eseguita la riparazione e/o ripristino della tenuta dell'unità, sarà possibile procedere a un nuovo riempimento e alla successiva rimessa in servizio.

3.6 Esempi di installazione CONFORMI



3.7 Esempi di installazione NON CONFORMI



In questo caso, HiRef non ha autorizzato l'avviamento e ha richiesto all'installatore di interconnettere elettricamente le unità. In caso di allarme su una qualsiasi delle unità presenti in sito, tutte le unità vengono automaticamente disalimentate. Rimane attiva esclusivamente l'alimentazione dei sistemi di sicurezza, quali i sensori di rilevamento delle fughe di refrigerante e il sistema di ventilazione di emergenza.

4 IL VALORE DIFFERENZIANTE DI HIREF: PRESTAZIONI, SOSTENIBILITÀ E AMPLIAMENTO DEI MERCATI

Vediamo un futuro in cui il mondo dell'HVAC&R giocherà sempre di più un ruolo decisivo per lo sviluppo sostenibile.

Lavoriamo perché le risorse della terra siano preservate per le generazioni che verranno e per offrire loro la possibilità di realizzare la propria evoluzione personale.

Gli impianti, progettati ad hoc dopo uno studio approfondito, sono il risultato di dati che parlano di efficienza, innovazione e circolarità.

Crediamo nell'innovazione frutto della contaminazione con altri settori: ne assorbiamo i punti di forza con l'obiettivo di accrescere le nostre competenze e massimizziamo le performance. Le collaborazioni con i nostri partner e con le aziende del nostro Gruppo sono il nostro valore più importante e crediamo che, insieme, i consumi possano essere ottimizzati e il futuro possa essere completamente sostenibile.

Anticipiamo il cambiamento e andiamo oltre le soluzioni precostituite, grazie alla forza del pensiero laterale.

4.1 Visione e posizionamento nella transizione ai refrigeranti naturali

La vision di HiRef si fonda su un approccio integrato alla sostenibilità, che abbraccia la dimensione ambientale, economica e sociale. L'azienda ha scelto di puntare su refrigeranti naturali come il propano (R290) e la CO₂ (R744), riducendo drasticamente il Global Warming Potential (GWP) dei propri sistemi e promuovendo un modello di economia circolare. L'utilizzo di refrigeranti naturali come il R290 comporta sfide specifiche in termini di sicurezza, principalmente legate all'inflammabilità e alla gestione delle cariche di gas. Abbiamo affrontato queste criticità implementando una serie di soluzioni tecniche e procedurali che garantiscono la piena conformità alle normative europee e internazionali, in particolare la serie EN 378 e la direttiva ATEX. Questa strategia si traduce in una gamma di prodotti che non solo minimizzano le emissioni dirette di gas serra, ma ottimizzano anche le prestazioni energetiche lungo tutto il ciclo di vita, come confermato dall'applicazione di metodologie LCA (Life Cycle Assessment) e dal calcolo del TEWI (Total Equivalent Warming Impact).

Abbiamo saputo differenziarci dalla concorrenza grazie alla capacità di personalizzare le soluzioni, evitando l'approccio "a catalogo" e offrendo sistemi su misura per data center, industria, terziario e infrastrutture critiche. La flessibilità e la verticalità delle competenze interne, unite a una rete di aziende complementari (citiamo le altre aziende?), consentono di coprire un ampio spettro di applicazioni, dalla climatizzazione di precisione per ambienti IT fino al raffreddamento industriale e alla gestione energetica integrata (Energy Loop).

Sul piano internazionale, abbiamo consolidato la nostra presenza nei territori di EMEA, APAC, LATAM, Sud Africa con una strategia commerciale che valorizza sia la vendita diretta sia la collaborazione con distributori e filiali locali.

Infine, la fondazione di DataDom, specializzata in data center prefabbricati in container chiavi in mano, rappresenta un esempio di come HiRef stia ampliando il proprio portafoglio prodotti e servizi per rispondere alle nuove esigenze del mercato globale.

4.2 Prestazioni energetiche e riduzione del TEWI

Uno degli aspetti più rilevanti nella scelta dei refrigeranti naturali è il miglioramento delle prestazioni energetiche e la riduzione dell'impatto ambientale complessivo, misurato attraverso l'indice TEWI (Total Equivalent Warming Impact). HiRef ha sviluppato soluzioni che massimizzano l'efficienza energetica e minimizzano le emissioni dirette e indirette, offrendo vantaggi concreti rispetto ai refrigeranti tradizionali.

CALCOLO DEL TEWI

$TEWI [kgCO_2] = (\text{effetto diretto}) + (\text{effetto indiretto}) = m_r * GWP + mCO_2 * \tau * e$

con:

- m_r = massa di refrigerante dispersa in atmosfera durante il ciclo di vita della macchina [kg];
- GWP = potenziale di riscaldamento globale del refrigerante in riferimento al potenziale serra dell'anidride carbonica (che assume pertanto il valore $GWP = 1$) e solitamente su un arco temporale di 100 anni [$kgCO_2/kg$];
- mCO_2 = massa di CO₂ emessa per unità di energia elettrica [$kgCO_2/kWh$]; dipende dal sistema di produzione della singola nazione e più nel dettaglio dalla specifica fonte di approvvigionamento (fossile, rinnovabile);
- τ = ciclo di vita della macchina [anni];
- e = energia elettrica consumata annua [$kWh/anno$].

PROPRIETÀ TERMODINAMICHE DEL R290

Il propano (R290) si distingue per eccellenti proprietà termodinamiche:

- GWP estremamente basso, contro valori di 467 per R454B e 2088 per R410A;
- Pressioni operative inferiori rispetto a R454B e R410A, riducendo lo stress sui componenti e migliorando la durabilità degli impianti;
- Temperatura di mandata elevata, fino a 80°C, che consente la produzione di acqua calda sanitaria e per riscaldamento anche in impianti con radiatori tradizionali, ampliando le possibilità di riqualificazione energetica;
- COP (Coefficient of Performance) superiore in molte condizioni operative, con efficienza energetica maggiore del 5-20% rispetto ai refrigeranti sintetici.

TECNOLOGIE SINERGICHE

Nelle nostre unità con R290 integriamo tecnologie avanzate per ottimizzare le prestazioni energetiche:

- Ventilatori EC maggiorati: consentono una modulazione precisa della portata d'aria, riducendo i consumi (fino al 10% rispetto a ventilatori AC) e la rumorosità;
- Condensatori a batteria alettata con tubo da 7mm: aumentano l'efficienza dello scambio termico e permettono il funzionamento anche con alte temperature esterne permettendo di ridurre la carica di refrigerante (fino al 12%);
- Controllo elettronico evoluto con software proprietario: gestione intelligente dei carichi, integrazione con sistemi di supervisione, ottimizzazione del funzionamento in base alle condizioni operative;

- Compressori scroll inverter e on-off: alta efficienza, ridondanza/modulazione e controllo setpoint preciso riducendo il consumo energetico stagionale (fino al 15%).

4.3 Ampliamento dei settori di mercato

La transizione verso refrigeranti a basso GWP (R1234ze) e naturali come R290 sta ampliando significativamente i settori di mercato accessibili alle soluzioni HiRef. L'elevata efficienza, la flessibilità applicativa e la conformità normativa permettono di rispondere alle esigenze di una vasta gamma di clienti, dai data center all'industria manifatturiera, dal terziario avanzato alle infrastrutture critiche.

DATA CENTER E INFRASTRUTTURE IT

Il raffreddamento di data center rappresenta uno dei mercati più dinamici in evoluzione e strategici per HiRef. L'aumento della densità di potenza, la crescita esponenziale della domanda di dati e l'espansione dell'intelligenza artificiale impongono soluzioni di climatizzazione ad alta efficienza e basso impatto ambientale. HiRef offre sistemi per liquid cooling, chiller full inverter con refrigeranti a basso GWP e sistemi di gestione energetica avanzata (HiNode), garantendo PUE (Power Usage Effectiveness) molto bassi e massima affidabilità operativa.

INDUSTRIA E PROCESSI PRODUTTIVI

Nel settore industriale, la richiesta di soluzioni HVAC è legata soprattutto ad esigenze di decarbonizzazione (European Green Deal) e ottimizzazione energetica. Le unità HiRef con R290 sono impiegate per il raffreddamento di processi, la climatizzazione di ambienti produttivi/commerciali e il recupero di calore, offrendo vantaggi in termini di riduzione dei costi operativi e conformità alle normative ambientali.

TERZIARIO AVANZATO E INFRASTRUTTURE CRITICHE

Le soluzioni HiRef trovano applicazione in edifici commerciali, ospedali, scuole, hotel, infrastrutture di telecomunicazione e trasporti. La capacità di produrre acqua calda a temperature elevate, la silenziosità e la modularità delle unità consentono di rispondere alle esigenze di comfort, sicurezza e sostenibilità richieste da questi settori.

4.4 Benefici per progettisti, installatori ed end-user

L'adozione delle soluzioni HiRef con refrigerante naturale R290 offre una serie di benefici concreti per tutti gli attori della filiera: progettisti, installatori, energy manager e utenti finali. Questi vantaggi si traducono in maggiore efficienza, riduzione dei costi, semplificazione delle procedure e miglioramento della sostenibilità ambientale.

BENEFICI PER I PROGETTISTI

- Ampia flessibilità progettuale: la modularità delle unità HiRef consente di adattare la soluzione alle specifiche esigenze del sito, con possibilità di personalizzazione e integrazione con sistemi di supervisione e gestione energetica;
- Conformità normativa garantita: le unità sono progettate in conformità alle normative EN 378, 2014/34/UE (ATEX),

semplificando la redazione dei progetti e la dichiarazione di conformità;

- Supporto tecnico e formazione: HiRef offre consulenza specialistica e corsi di formazione dedicati su R290, facilitando l'aggiornamento delle competenze e la gestione delle nuove tecnologie.

BENEFICI PER GLI INSTALLATORI

- **Procedure di installazione semplificate:** le unità monoblocco con R290 hanno il circuito frigorifero ermeticamente sigillato e sono progettate per minimizzare i rischi di perdita, riducendo l'analisi dei rischi in sito e la complessità delle operazioni;
- **Riduzione degli obblighi di controllo perdite:** grazie al basso GWP e alle quantità limitate di refrigerante, le unità con R290 sono spesso esenti dai controlli periodici obbligatori previsti per gli HFC, semplificando la gestione e riducendo i costi ricorrenti;
- **Formazione e certificazione:** HiRef promuove corsi di aggiornamento e certificazione per installatori e manutentori, in linea con le nuove normative europee e nazionali.

BENEFICI PER GLI END-USER

- Efficienza energetica maggiore: le unità con R290 garantiscono risparmi energetici fino al 20% rispetto alle soluzioni tradizionali, con conseguente riduzione dei costi di esercizio;
- Minore impatto ambientale: il GWP quasi nullo e la riduzione del TEWI contribuiscono alla sostenibilità ambientale e facilitano l'accesso a incentivi e certificazioni green;
- Versatilità applicativa: la capacità di produrre acqua calda a temperature elevate rende le soluzioni HiRef adatte anche a impianti esistenti con radiatori, semplificando la riqualificazione energetica;
- Riduzione dei rischi normativi e futuri costi di sostituzione: l'adozione di R290 anticipa le future restrizioni normative, evitando la necessità di sostituzioni a medio termine e proteggendo il valore dell'investimento.

In conclusione, le soluzioni HiRef con R290 rappresentano una scelta strategica per tutti gli attori della filiera HVAC, offrendo vantaggi tangibili in termini di efficienza, sicurezza, sostenibilità e conformità normativa.

4.5 Casi applicativi e scenari d'uso HiRef con R290

L'esperienza di HiRef nell'implementazione di soluzioni con refrigeranti naturali si traduce in una serie di casi applicativi di successo, che evidenziano la versatilità e l'efficacia delle tecnologie proposte. Di seguito vengono analizzati alcuni scenari d'uso significativi, con focus su data center, industria, terziario e riqualificazione energetica.

DATA CENTER IN EUROPA CENTRALE E NORD EUROPA

HiRef ha contribuito alla realizzazione di data center in Europa Centrale e del Nord, fornendo soluzioni innovative per il raffreddamento e la gestione energetica. Il progetto ha previsto l'installazione di chiller full inverter con refrigerante a basso GWP (R1234ze), sistemi di free cooling (glycol free) e gestione intelligente con HiNode. La configurazione N+1 e la ridondanza completa hanno garantito la continuità operativa, mentre l'adozione di tecnologie avanzate ha permesso di raggiungere PUE molto bassi (<1.20) e massima sostenibilità.

INDUSTRIA E PROCESSI PRODUTTIVI

Le unità HiRef con R290 sono impiegate per il raffreddamento di processi industriali, celle frigorifere, linee di produzione e ambienti ad alta densità di potenza. La modularità delle soluzioni e la possibilità di personalizzazione permettono di rispondere alle esigenze specifiche di ciascun cliente, garantendo efficienza energetica, sicurezza e conformità normativa.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI EDIFICI RESIDENZIALI E COMMERCIALI

Le pompe di calore HiRef con R290 sono utilizzate per la riqualificazione energetica di edifici esistenti, consentendo la sostituzione di caldaie tradizionali e l'integrazione con impianti a radiatori. La capacità di produrre acqua calda a temperature elevate e l'efficienza superiore facilitano l'accesso agli incentivi e la riduzione dei costi energetici.

APPLICAZIONI SPECIALI E PROGETTI INTERNAZIONALI

HiRef ha realizzato progetti di climatizzazione per infrastrutture di trasporto (metropolitana di Copenaghen), team di Formula 1 e grandi aziende del settore telecomunicazioni, tutte con chiller a CO₂, dimostrando la capacità di adattare le soluzioni con refrigeranti naturali a contesti altamente critici e normativamente complessi.

Questi casi applicativi dimostrano come le soluzioni HiRef a basso impatto ambientale siano in grado di rispondere alle sfide della transizione energetica, offrendo vantaggi concreti in termini di efficienza, sostenibilità e sicurezza in una vasta gamma di contesti operativi.

5 SINTESI E PROSPETTIVE FUTURE

Le soluzioni tecnologiche HiRef con refrigeranti naturali, in particolare R290 e CO₂, rappresentano lo stato dell'arte nel settore HVAC, con una combinazione di efficienza energetica, sicurezza, sostenibilità e flessibilità applicativa che risponde alle sfide della transizione energetica e della decarbonizzazione. La vision aziendale, l'architettura tecnica avanzata, la conformità normativa e i benefici per tutti gli stakeholder consolidano la posizione di HiRef come leader innovativo, pronto ad anticipare le esigenze di progettisti, energy manager e decisori tecnici in un mercato in rapida evoluzione.

L'adozione di R290 consente di ridurre drasticamente il GWP e il TEWI, migliorare le prestazioni energetiche, accedere a nuovi mercati e scenari applicativi, semplificare la gestione e la manutenzione degli impianti, e proteggere il valore degli investimenti nel lungo termine. La formazione e la certificazione degli operatori, unite alla consulenza specialistica offerta da HiRef, facilitano la transizione e garantiscono la sicurezza e la qualità delle installazioni.

In prospettiva, la continua evoluzione normativa, la crescita della domanda di soluzioni sostenibili e l'innovazione tecnologica aprono nuove opportunità per HiRef e per l'intero settore HVAC, con il propano (R290) destinato a diventare il refrigerante di riferimento per la climatizzazione del futuro.



Viale Spagna, 31/33 - 35020 Tribano (PD) - Italia
Tel. +39 049 9588511 - Fax +39 049 9588522
P.Iva e C.F. IT02191431200
info@hiref.it - www.hiref.it



/HiRef S.p.A.