

I GAS REFRIGERANTI |

Prodotti ecosostenibili per l'impiego nella climatizzazione e nella refrigerazione

Dai gas altamente lesivi dell'ozono (CFC e HCFC) a quelli ad alto potenziale di riscaldamento globale (HFC) sino ai gas a basso impatto ambientale (HFO)

DI CLAUDIO ROCCA* E STEFANO PEDERNESCHI**

Dai tempi dell'entrata in vigore del protocollo di Montreal (1989) i Paesi aderenti si sono impegnati a ridurre progressivamente la produzione e il consumo di sostanze dannose per la fascia d'ozono stratosferico, e abbiamo assistito a una costante evoluzione dei gas impiegati nella produzione del freddo allo scopo di garantire il miglior *mixing* tra efficienza energetica, rispetto ambientale, livello di sicurezza (tossicità e infiammabilità), e contenimento dei costi di produzione, installazione e manutenzione degli impianti.

GAS E AMBIENTE

Va detto che a tutt'oggi nessuno dei prodotti disponibili è in grado di ottimizzare contemporaneamente tutti questi fattori e, quindi, sono diverse le soluzioni applicabili ai vari ambiti della climatizzazione e della refrigerazione. L'analisi delle caratteristiche dei gas refrigeranti di ultima generazione ci fa comunque comprendere i progressi realizzati. Le sigle dei gas citati fanno sempre riferimento alla denominazione ASHRAE. Dopo un lungo periodo di uso massiccio dei gas CFC o clorofluorocarburi (R12, R502) e dei gas HCFC o idroclorofluorocarburi (R22) nella tecnica del freddo e in altri settori, ad esempio come propellente degli aerosol, il loro uso è stato progressivamente vietato fino al bando definitivo che per i Paesi UE risale al 1° gennaio 2015. Si fa notare che non è mai stata sancita la dismissione degli impianti di refrigerazione a R22, ma all'atto pratico non è più possibile eseguire manutenzioni con rabbocchi di questo gas, anche se riciclato, da quella data. I lunghissimi tempi di attuazione dei principi di Montreal '89, ribaditi in maniera ancora più incisiva da Kyoto '97, con ulteriore impulso verso impianti di refrigerazione compresi gli HVAC a basso impatto ambientale, hanno consentito la sostituzione o il retrofit di una parte degli impianti con gas compatibili e consentiti. Va detto però che CFC e HCFC hanno rappresentato per molto tempo gran parte delle **ODS** (*Ozone Depleting Substances*) distruttrici delle



molecole O₃ dell'ozono e il danneggiamento provocato all'ozonofera è una delle cause principali dell'effetto serra che ha portato ai drammatici mutamenti climatici di cui la biosfera sta pagando le conseguenze. Purtroppo ancora oggi vengono utilizzati perché sono oggetto di mercato illegale.

LA FAMIGLIA DEGLI HFC

L'evoluzione dei gas refrigeranti arriva quindi alla generazione degli HFC o idrofluorocarburi nelle cui molecole è finalmente sparito il Cloro disgregatore dell'ozono. I gas R410A, R404A, R407C, R134a si propongono come naturali sostituti dei precedenti. A cavallo degli anni 2000 hanno grande diffusione e largo impiego nella applicazioni della climatizzazione e refrigerazione. Soprattutto l'R410A, una miscela zeotropica al 50% di R32 e 50% di R125, ha acquisito un ruolo dominante nel condizionamento (split e multisplit, sistemi a volume/fluxo di refrigerante variabile, macchine frigorifere con compressori scroll di potenza elevata), che lo vede attualmente come il gas più impiegato in queste applicazioni; l'R134a ha avuto un ruolo importante nei sistemi a bassa pressione e nel condizionamento degli autoveicoli, anche se nei paesi UE quest'ultimo utilizzo è vietato dal 2011. Contemporaneamente i gas refrigeranti hanno cominciato a essere valutati con indicatori specifici del loro impatto ambientale. I parametri **ODP** (*Ozone Depleting Potential*) e più ancora **GWP** (*Global Warming Potential*) diventano importanti nella valutazione complessiva di un gas. Tutti gli HFC sopra citati hanno GWP elevati: 1430 per R134a, 1774 per R407C, 2088 per R410A, 3922 per R404A. Quindi, nonostante si confermino le loro buone caratteristiche dal punto di vista dell'efficienza,

dell'atossicità, della non infiammabilità e del basso costo, si è reso necessario ricercare nuovi gas con GWP più bassi, come dimostrato nella **Tabella 1** con cui già dal 2015 i Paesi UE e altri hanno introdotto divieti sotto la spinta di importanti iniziative come il Regolamento UE n. 517/2014 sui gas fluorurati a effetto serra e l'emendamento di Kigali 2016 al protocollo di Montreal per la riduzione graduale globale degli HFC.

I GAS A BASSO IMPATTO AMBIENTALE

La tutela dell'ambiente è stata negli ultimi anni il vero motore per il miglioramento delle caratteristiche dei gas refrigeranti e per lo sviluppo di nuovi prodotti. Partiamo dal R32, un refrigerante HFC puro già presente nel panorama dei gas come componente al 50% del R410A. Ha un valore di ODP nullo e di GWP 675 e, quindi, conforme ai valori massimi imposti dal Regolamento UE. Su questo gas hanno puntato molto i maggiori produttori che già negli anni 2012/2013 hanno cominciato a immettere sul mercato internazionale i sistemi di climatizzazione a uso principalmente residenziale funzionanti con questo

gas. È caratterizzato da una buona efficienza ed è classificato come A2L (blandamente infiammabile) secondo ISO 817:2014 e come fluido pericoloso di gruppo 1 secondo Direttiva PED per le attrezzature a pressione. In generale possiamo dire che l'R32 presenta un buon bilanciamento delle principali proprietà richieste a un refrigerante. Ma la vera nuova frontiera dei gas refrigeranti è costituita dai prodotti di IV generazione, gli HFO o idrofluoro-olefine, in grado di abbattere l'indice GWP a bassi valori, grazie alla presenza all'interno delle loro molecole di doppi legami carbonio-carbonio che le rende molto reattive a contatto con l'atmosfera, determinandone tempi brevi di dissoluzione. La prestazione ambientale è ulteriormente migliorata dalla buona efficienza sviluppata negli apparati che li utilizzano, favorendo risparmio energetico e conseguente riduzione delle emissioni. Possono essere impiegati nella refrigerazione e nella climatizzazione residenziale e industriale, oltre che nelle applicazioni automobilistiche. Hanno grande compatibilità con gli impianti esistenti e costituiscono un buon retrofit sotto l'aspetto funzionale e prestazionale. Sono utilizzati in forma pura o miscelati, classificati A2L a infiammabilità blanda e a bassa tossicità. Esaminiamo nel dettaglio le caratteristiche di alcuni di questi gas.

Gas R1234yf / R1234ze

Sono tipici HFO (formula C₃H₂F₄) da utilizzarsi puri o in miscela con HFC. Hanno GWP rispettivamente di 4 e 7 unità, sono classificati A2L a infiammabilità blanda. Il primo è già utilizzato come sostituto naturale del R134a (può essere impiegato nei climatizzatori auto senza modifiche al sistema: infatti è compatibile con il lubrificante POE e con i materiali normalmente impiegati). L'R1234yf inoltre può essere utilizzato in miscela al 56% con

R134a al 44% per formare il gas R513A, non tossico e non infiammabile, con riduzione del 56% del GWP (631). L'R1234ze si utilizza nei chiller per condizionamento e in quelli per refrigerazione, nella refrigerazione con compressori ermetici, nelle *vending-machine*, negli armadi e celle refrigerate oltre che come propellente per aerosol (**Figura 1**).

Gas R454A

Questo gas risulta molto importante nella sostituzione dell'R404A (altissimo GWP) per impieghi di refrigerazione. Ha indice GWP di 239 unità, è classificato A2L a infiammabilità blanda.

Gas R454B

L'R454B è composto dal 69% di R32 e dal 31% di R1234yf ed è classificato come A2L (non tossico, ma lievemente infiammabile), gruppo di sicurezza PED 1. Ha un indice GWP di 466 unità.

GAS NATURALI E IDROCARBURI

Gli ultimi fluidi a cui diamo spazio sono i refrigeranti naturali e gli idrocarburi. Fra i primi si citano la CO₂-R744 e l'ammoniaca NH₃-R717. La prima sembrerebbe un'ottima soluzione sotto l'aspetto ambientale (ODP nullo, GWP = 1), ma le elevate pressioni di esercizio richiedono un'impiantistica complessa e costosa; non dà la possibilità di eseguire retrofit su impianti esistenti, il suo impiego è condizionato dal clima del sito di installazione ed è influenzato dalle alte temperature esterne. L'ammoniaca è anch'essa un refrigerante naturale in grado di garantire alta efficienza energetica; risulta però estremamente tossica e infiammabile, richiedendo per l'installazione e manutenzione degli impianti personale idoneo a operare su questo fluido. Anche gli idrocarburi possono essere impiegati come fluidi refrigeranti: il propano (R290) e il propilene (R1270) hanno bassissimi GWP, rispettivamente di 3 e 2 unità, hanno un'ottima efficienza energetica unita a un basso costo. Presentano però il problema dell'elevata infiammabilità con classificazione A3 che ne limita l'impiego solo a determinate condizioni, anche se di recente alcuni costruttori hanno dedicato molta attenzione all'R290.

CONCLUSIONI

L'aumento della temperatura globale del pianeta sta portando a un incremento delle esigenze di refrigerazione a livello mondiale; la necessità di utilizzo di energia pulita derivante da fonti rinnovabili sta richiedendo un uso sempre maggiore dei sistemi in pompa di calore a ciclo di compressione di vapori ad azionamento elettrico. La ricerca sui gas refrigeranti, già in corso da oltre un decennio, non si deve fermare e dovrà consentire anche ai paesi in via di sviluppo di accedere a tecnologie *green*, al fine di debellare la piaga del mercato e dell'uso illegale di quelli vietati.

*PRESIDENTE ORDINE INGEGNERI DI MANTOVA
**COORDINATORE COMMISSIONE SISTEMI ENERGETICI ORDINE INGEGNERI DI MANTOVA
E MEMBRO COMMISSIONE IMPIANTI CROIL

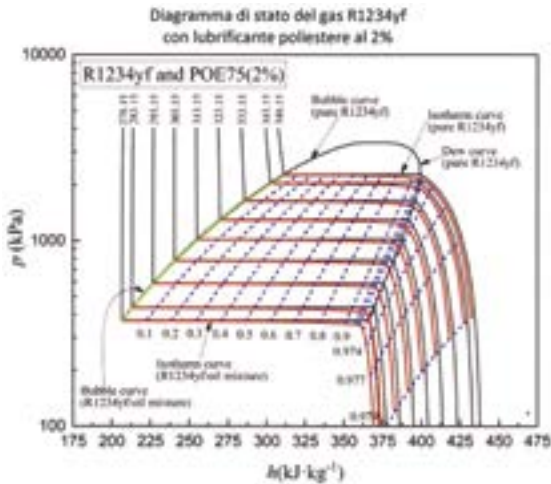


Figura 1. Diagramma di stato R1234yf

Tabella 1		
Tabella principali "Divieti" in funzione del GWP		
Apparecchiature ed Impianti	GWP	Data
Frigoriferi domestici e congelatori contenenti HFC	≥150	2015
Frigoriferi e congelatori commerciale (apparecchiature ermeticamente sigillati) contenenti HFC	≥150	2022
Apparecchiature mobili di climatizzazione (spostabili da una stanza all'altra) contenenti HFC	≥150	2020
Sistemi di condizionamento aria monosplit con contenuto di gas < 3 kg contenenti HFC	≥750	2025