



I sostituti dei CFC e degli HCFC: stato dell'arte

Prima parte

di Giulio Novari

Viene presentata una disamina dell'attuale mercato dei "fluorochemical" sostitutivi dei CFC e degli HCFC. Sono inoltre esaminate le diverse alternative e delineati i possibili scenari nei settori della refrigerazione, della climatizzazione, dell'espansione dei materiali plastici, del lavaggio industriale e in altri campi di applicazione, alla luce dei progressi e delle prospettive dei più importanti gruppi operanti nel settore.

Il problema della sostituzione dei clorofluorocarburi e di alcuni dei prodotti a essi alternativi, gli idrofluoroclorocarburi (HCFC), anche alla luce del nuovo Regolamento n. 2037/2000 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 giugno 2000 [1] si sta imponendo con urgenza e sta determinando uno scenario di notevoli trasformazioni nell'attività di ricerca e nell'elaborazione di nuove strategie industriali. Joint venture, accordi di collaborazione e di commercializzazione si moltiplicano nel tentativo di rispondere a esigenze di mercato via via più numerose e differenziate da un lato e, dall'altro, a manifestazioni di una coscienza ambientalista sempre più radicata all'insegna dello "sviluppo sostenibile".

Contestualmente la mancata adesione di alcune grandi nazioni, quali Russia, Cina e India, al protocollo di Montreal provoca fenomeni di rilevante turbativa del mercato, come messo in evidenza da un'allarmante risoluzione del Parlamento Europeo in data 8 settembre 1997 [2].

Scopo del presente articolo è quello di fornire una panoramica dell'attuale situazione dei sostituti dei CFC e degli HCFC, seguendo due filiere produttive: i composti fluorurati cosiddetti di terza generazione e sostanze di altra natura.

I derivati fluorurati (fluorochemical)

Tutti i grandi gruppi industriali del settore hanno sperimentato ormai da anni tecnologie di riconversione dei propri impianti alla fabbricazione degli idrofluoroclorocarburi (HCFC) dapprima e, ultimamente, degli idrofluorocarburi (HFC) e di altri composti fluorurati, trattati nel prosieguo. Parallelamente sono stati sviluppati studi e ricerche da parte di enti qualificati tra cui l'Afeas

G. Novari, Sezione merceologia del Dipartimento di Tecnica e Economia delle Aziende, Facoltà di Economia - Via Vivaldi, 2 - 16126 Genova.



(Alternative Fluorocarbon Environmental Acceptability Study), le strutture create per la protezione dell'ambiente europee e statunitensi (United States Environmental Protection Agency), comitati scientifici, gruppi di lavoro, centri di studio di Università e via dicendo, al fine di valutare le compatibilità ambientali delle nuove produzioni.

Si è potuto così accertare che le specie chimiche originatesi nell'atmosfera a seguito della decomposizione degli HFC sono essenzialmente l'acido fluoridrico, il fluoruro di formile e derivati dell'acido trifluoroacetico (TFA), la cui permanenza nell'atmosfera è di breve durata per effetto della solubilizzazione da parte dei corpi nuvolosi e successiva idrolisi ad anidride carbonica, acido formico ed acido trifluoroacetico. In ogni caso il processo di formazione di quest'ultima sostanza apporterebbe alle piogge acide un contributo del tutto trascurabile, dell'ordine di grandezza di parti per bilione. È stato tuttavia riscontrato [3] che il TFA risulta resistente alla biodegradazione a opera della maggioranza dei sistemi microbiologici naturali o di laboratorio e quindi i processi di demolizione di questa sostanza sono estremamente lenti. L'Afeas sta continuando a promuovere e sponsorizzare programmi di ricerca finalizzati all'individuazione del destino, per così dire, chimico-fisico e biologico del TFA.

Altri studi dell'Afeas e del Dipartimento dell'Energia degli Usa hanno riguardato l'impatto dell'ultima generazione dei "fluorochemical" sul ben noto effetto serra come esplicitamente menzionato nel Protocollo di Kyoto del dicembre 1997 [4].

Le risultanze dei predetti studi nel comparto dell'isolamento, della refrigerazione, del condizionamento e del lavaggio industriale hanno portato ad alcune conclusioni proiettate nel medio e lungo termine:

- previsione di un'espansione lenta ma continua delle tecnologie non impieganti fluorochemical, limitatamente a talune applicazioni;





Tabella 1 - Principali proprietà dell'R 410 A

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Massa molecolare (Kg/Kmoli) | 72,6 |
| Temperatura di ebollizione | - 52,7 °C |
| Glide | 0,5 |
| Densità del liquido a 25 °C | 1070 Kg/m ³ |
| Tensione di vapore a 25 °C | 16,5 bar |
| Infiammabilità | Nulla |
| ODP | 0 |
| GWP(*) | 2.340 |

(*) Salvo diversa indicazione, il valore di GWP (Global Warning Potential) si intende riferito alla CO₂ e a un orizzonte temporale di cento anni.

- necessità di uno sforzo costante volto al miglioramento dell'efficienza energetica di tutti i manufatti impieganti sia fluorochemical che prodotti sostitutivi con particolare riguardo al controllo delle emissioni e alle problematiche del recupero e del riciclo.

Di pari passo sono state portate avanti, nell'ambito del Paftt (Programme for Alternative Fluorocarbon Toxicity Testing) prove di tossicità sui nuovi sostituti dei CFC con esecuzione di test più numerosi e approfonditi di quelli a suo tempo condotti sui cloro-fluorocarburi e sugli idrocloro-fluorocarburi. Ciascun fluido è stato assoggettato a più di cento prove individuali di tossicità in un arco temporale di due anni, con un costo che ha sfiorato i cinque milioni di dollari Usa. Le risultanze di questi studi saranno espresse nella disamina delle singole produzioni dei diversi gruppi.

I fluorochemical gassosi nella refrigerazione e nella climatizzazione

Tutti i grandi gruppi industriali di settore hanno iniziato da tempo la produzione e la commercializzazione di una serie di idro-fluorocarburi gassosi e loro miscele che trovano il loro principale impiego nei vari segmenti dell'industria della refrigerazione e in quella della climatizzazione. Questi prodotti sono candidati alla sostituzione dei CFC e degli HCFC, soprattutto dell'HCFC 22 (R 22), fluido frigorifero di ottime caratteristiche, al quale va attribuito il merito di avere contribuito al rilevante sviluppo delle apparecchiature per la refrigerazione e il condizionamento dell'aria negli ultimi anni. Tuttavia gli idrofluorocarburi gassosi devono affrontare in misura crescente l'agguerrita concorrenza da parte di sostanze alternative largamente disponibili, quali propano e ammoniaca che, tra l'altro, non manifestano le caratteristiche negative nei confronti dell'effetto serra proprie dei fluorochemical. Come fatto presente in una recente relazione [5] la caratteristica che desta preoccupazioni per un'estesa introduzione di tali fluidi sul mercato, è il loro grado di sicurezza oggetto di una regolamentazione in continuo aggiornamento che impone vincoli antinfortunistici molto drastici nelle applicazioni di ampio respiro. In altre parole il fattore sicurezza diventa predominante sia per l'utilizzatore finale quasi sempre impreparato sia per gli operatori di linea e per quelli di manutenzione stante la pericolosità dei fluidi in questione.

• **HFC 134 a**, chimicamente tetrafluoroetano, è in commercio con le sigle "Forane 134 a" (Atofina), "Ici Klea 134 a" (Ici), "Suva 134 a" (DuPont), "Genetron 134 a" (Honeywell) e "Meforex 134 a" (Ausimont). È stato il primo fluido frigorifero a essere impiegato come alternativa al CFC 12 e attualmente all'HCFC 22.

Il rendimento dell'HFC 134 a, tuttavia, risulta inferiore a quello dell'HCFC 22, il che comporta l'impiego di compressori maggiorati, circoscrivendone le applicazioni ad apparecchiature di elevata capacità al di sopra dei 50 kW termici. Conseguentemente il suo utilizzo si è affermato negli impianti in cui sono in gioco maggiori volumi di gas compresso, tenuto anche conto delle indubbie caratteristiche positive di questo fluido che sono il GWP (Global Warning Potential) alquanto contenuto e soprattutto il suo "glide" (si intende come glide l'entità del cambiamento di temperatura che una sostanza o una miscela di sostanze presenta nel passaggio di fase liquida-vapore a pressione costante) praticamente nullo nonché la sua tensione di vapore molto vicina a quella del CFC 12. Quest'ultima circostanza rende possibile la sostituzione diretta dei due fluidi senza altro intervento, a parte il cambio degli oli minerali impiegati come lubrificanti degli apparati funzionanti a R 12 con gli esteri polioliici richiesti dall'uso del tetrafluoroetano.

Nella ricerca di refrigeranti sostitutivi degli HCFC vanno comunque affermandosi sempre più miscele azeotropiche o non azeotropiche tra cui quelle che seguono e che verranno indicate con le sigle della nomenclatura Ashrae (American Society of Heating Refrigeration and Air conditioning Engineering). Alcune di tali miscele giocano un ruolo primario nelle applicazioni di refrigerazione e condizionamento commercialmente definito "residenziale" intendendo con siffatto termine non solo gli impieghi domestici in senso stretto, ma anche quelli relativi a piccoli negozi, studi professionali, uffici di ridotta superficie ecc.

• **R 410 A**, miscela "quasi azeotropica" in virtù del suo glide praticamente trascurabile, chimicamente costituita dal 50% di HFC 32 (difluorometano) e 50% di HFC 125 (pentafluoroetano), è in commercio con le sigle "Solkane 410" (Solvay), "Suva 9100" (DuPont), "Meforex M 98" (Ausimont), "AZ 20" (Honeywell). Atofina la commercializza acquistando l'HFC 32 dalla Honeywell. Le sue principali proprietà sono riportate nella Tabella 1. La sua pressione di esercizio è più elevata di circa il 50% rispetto a quella dell'HCFC 22 con conseguente possibilità di utilizzare, a parità di capacità, una componentistica di dimensioni inferiori. Tenuto conto altresì della migliore efficienza energetica, fattore cui si guarda con la massima attenzione ai fini della riduzione delle emissioni, questo fluido frigorifero rappresenta un sostituto molto valido dell'HCFC 22 tanto è vero che l'industria statunitense e giapponese della climatizzazione ha largamente adottato questa miscela per le apparecchiature di capacità inferiore a 17,5 kW.

• **R 407 C**, miscela zeotropica ternaria, chimicamente costituita dal 23% di HFC 32; 25% HFC 125 e 52% di HFC 134 a, in commercio con i marchi "Klea 407 C" (Ici), "miscela 407 C" (Honeywell), "Suva 9000" (DuPont), "Meforex M 95" (Ausimont). Le caratteristiche principali sono riepilogate nella Tabella 2.

Tabella 2 - Le caratteristiche principali dell'R 407 C

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Massa molecolare (Kg/Kmoli) | 86,2 |
| Temperatura di ebollizione | -44 °C |
| Glide | 7,1 |
| Densità del liquido a 25 °C | 1.150 Kg/m ³ |
| Tensione di vapore a 25 °C | 11,9 bar |
| Infiammabilità | Nulla |
| ODP | 0 |
| GWP | 1.610 |





Tabella 3 - Principali caratteristiche dell'R 404 A

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Massa molecolare (Kg/Kmoli) | 97,6 |
| Temperatura di ebollizione | -46,6 °C |
| Glide | 0 |
| Densità del liquido a 25 °C | 1.050 Kg/m ³ |
| Tensione di vapore a 25 °C | 12,5 bar |
| Infiammabilità | Nulla |
| ODP | 0 |
| GWP | 3.750 |

la 2. Questa miscela è concorrenziale con l'R 410 A per gli apparecchi di condizionamento residenziale, avendo caratteristiche di tensione di vapore molto prossime a quelle dell'HCFC 22. Essa presenta però l'inconveniente peculiare delle miscele zeotropiche che discende dalla diversa volatilità dei componenti, di dar luogo a cambiamenti di composizione nell'eventualità di fughe di fluido. Pertanto, in sede progettuale, deve essere rivolta un'attenzione particolare all'ermeticità di tutte le parti dell'apparecchiatura. Detto ciò, la tendenza dei costruttori europei sembra orientata verso sistemi utilizzanti questo fluido, considerato il miglior compromesso tra costi e prestazioni.

• *R 404 A*, miscela "quasi azeotropica", costituita dal 44% di HFC 125; 4% di HFC 134 a; 52% di HFC 143 a, sul mercato con le sigle "Suva HP 62" (DuPont) - "Genetron 404 A" (Honeywell) - "Solkane" 404 A" (Solvay) - "Klea 404 A" (Ici) - "Forane FX 70" (Atofina) - "Meforex M 55" (Ausimont). Le sue principali caratteristiche sono riportate nella Tabella 3. La miscela di cui sopra contiene un componente, l'HFC 143 a, che presenta un certo grado di infiammabilità: la presenza in essa di HFC 134 a serve pertanto da "cuscinetto", per così dire, per diminuire i rischi causati da questa proprietà negativa. In compenso essa è caratterizzata da un glide inferiore a 1, il che la rende molto interessante dal punto di vista delle proprietà termodinamiche. Il prodotto tuttavia presenta un valore piuttosto elevato del potenziale di effetto serra, ragion per cui deve essere usato in apparecchiature a tenuta ermetica perfetta. Esso viene offerto per applicazioni di refrigerazione commerciale a bassa e media temperatura e si presta particolarmente per essere utilizzato quale fluido frigorigeno nel trasporto refrigerato di autocarri, container ecc., nonché nei banchi degli ipermercati.

• *R507*, miscela azeotropica binaria costituita dal 50% di HFC 125 e 50% di HFC 143 a, sul mercato con i marchi "AZ 50" (Honeywell) - "Solkane 507" (Solvay) - "Suva 507" (DuPont) - "Klea 507" (Ici) - "Meforex M 57" (Ausimont). Le caratteristiche principali di questa miscela sono riepilogate nella Tabella 4. Il prodotto viene proposto quale fluido frigorigeno, adatto per l'impiego in espositori, congelatori a cabina e macchine per ghiaccio. Sua caratteristica particolare [6] è quella di essere un azeotropo a minima pressione, sostituto quasi ideale del CFC 502. È però molto prossimo all'infiammabilità e presenta valori piuttosto elevati di potenziale di effetto serra, imponendo di conseguenza alle apparecchiature cui è destinato caratteristiche progettuali di tenuta perfettamente ermetica.

La situazione nel comparto dei derivati fluorurati

Dopo aver passato in rassegna i prodotti e le miscele che attualmente trovano impiego nella refrigerazione e nella climatizzazione, è sembrato interessante fornire un quadro dei pro-

gressi e delle prospettive dei più importanti gruppi operanti nel campo dei fluorochemical seguendo l'ordine di trattazione sotto riportato:

- Allied Chemicals - Honeywell;
- Imperial Chemicals Industries;
- Solvay;
- Atofina;
- DuPont de Nemours;
- Ausimont;
- 3M.

Allied Chemicals - Honeywell

Nell'ottobre del 1999 Allied Chemicals Co. ha acquistato la Honeywell, società statunitense di notevoli potenzialità produttive nei più disparati settori, dai polimeri alla chimica fine, dai farmaceutici agli additivi, dalle cere sintetiche ai rivestimenti, per non citarne che alcuni. Al momento, in ambito europeo, la ragione sociale della "Divisione Fluorochemical" di questo grande gruppo è "Honeywell Fluorine Products", con sede italiana a Milano. I principali siti produttivi di idrofluorocarburi sono localizzati esclusivamente in Usa: a Baton Rouge viene fabbricato l'HFC 143 a, mentre a Geismar in Louisiana, oltre alle produzioni consolidate degli HFC 124, 125 e 134 a, è in stato di avanzata realizzazione l'allestimento di un impianto di HFC 245 fa (pentafluoropropano), composto che si avrà modo di trattare nel prosieguo.

Il marchio "Genetron", che fino a qualche tempo fa caratterizzava i prodotti dell'Allied Chemical Co., è tuttora valido soltanto negli Usa; nel mercato europeo la loro commercializzazione avviene con marchi classici.

Honeywell è molto attiva nel comparto delle miscele frigorigene alternative ai CFC e agli HCFC precedentemente descritti, comparto che dalla società viene ritenuto suscettibile di espansione malgrado la politica commerciale oltremodo aggressiva dei gruppi petrolchimici propugnatori dei sostituti di natura idrocarburica. In questo scenario viene comunque data molta importanza ai fattori costo e sicurezza che in ultima analisi dovrebbero risultare determinanti nelle scelte dei produttori e consumatori.

Una produzione sulla quale i vertici societari puntano molto è quella dell'HFC 245 fa [7], preconizzato come alternativa all'HCFC 141b nel campo degli espandenti per schiume, ma applicabile anche come fluido frigorigeno, attualmente fabbricato a livello semi-industriale nell'impianto pilota della Società a Buffalo, New Jersey, Usa. Quantitativi dell'ordine di grandezza di qualche centinaio di tonnellate sono già stati forniti nel 2000 all'industria dei materiali plastici per prove di impiego che avrebbero dato risultati soddisfacenti.

Lo sviluppo applicativo in Europa di questo espandente dipen-

Tabella 4 - Caratteristiche principali dell'R507

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Massa molecolare (Kg/Kmoli) | 98,9 |
| Temperatura di ebollizione | -46,6 °C |
| Glide | 0 |
| Densità del liquido a 25 °C | 1.050 Kg/m ³ |
| Tensione di vapore a 25 °C | 12,8 bar |
| Infiammabilità | Nulla |
| ODP | 0 |
| GWP | 4.600 |





derà ovviamente anche dall'evoluzione della normativa in materia di consumi energetici.

Le prove tossicologiche dell'HFC 245 fa, condotte con molto rigore per diverso tempo, possono considerarsi ultimate e hanno portato alla conclusione che esso non manifesta alcuna attività mutagena. I valori di soglia di sensibilizzazione cardiaca sono risultati di 45.000 ppm e pertanto superiori a quelli del CFC 11 e dell'HCFC 141b. Risultati analoghi sono stati ottenuti per ciò che concerne la tossicità in animali gravidi: nessun effetto tossico si è verificato al di sotto di 50.000 ppm. Di più, le prove di irritazione dermale e oculare hanno fornito esiti tranquillizzanti. Sotto il profilo delle caratteristiche di compatibilità ambientale, i ricercatori americani della società sostengono che il Tewi¹ dell'HFC 245 fa sarebbe pari a quello del ciclopentano, mentre il consumo di energia sarebbe ridotto dell'8% rispetto a quello dell'idrocarburo sopraccitato.

In Giappone, mercato che si preannuncia promettente, la distribuzione del composto è stata curata da una società costituita dalla casa madre americana con la Asahi Glass.

Imperial Chemical Industries (Ici)

Ici, uno dei maggiori gruppi chimici mondiali, ha incessantemente continuato a effettuare consistenti investimenti finanziari nella chimica del fluoro, diventando praticamente leader internazionale nella produzione dell'HFC 134 a con circa 130 mila tonnellate e precedendo, nell'ordine, DuPont, Atofina, Solvay, Ausimont e Honeywell con previsioni di mercato di una crescita media del 10% annuo. L'HFC 134a viene fabbricato nello stabilimento di Saint Gabriel (Usa) che ha una potenzialità di 30.000 t/a; di Mihara (Giappone) con circa 20.000 tonnellate/anno e di Runcom (Regno Unito) la cui capacità produttiva sfiora le 12.000 t/a. Il gruppo, come si è già visto nella parte generale dell'articolo, è molto attivo anche nel mercato delle miscele refrigeranti che vengono commerciate con il marchio "Klea", e può contare in Italia su una collaborazione sempre più stretta, non solo nel campo della distribuzione ma anche in quello della riconversione (il cosiddetto "retrofit") degli impianti e delle apparecchiature, della Guido Tazzetti & C. SpA di Torino. In tale contesto va segnalato come questa società torinese sia all'avanguardia nelle attività di recupero e di riciclo dei fluidi frigoriferi, essendo associata a un laboratorio (Teolab) di analisi molto attrezzato.

Va inoltre messo in rilievo come - oltre a produrre l'HFC 134 a a elevatissimo grado di purezza oramai affermatosi sul mercato dei propellenti medicali sostitutivi dei CFC con la denominazione "Zephex 134" - l'Ici abbia concluso un accordo di commercializzazione per l'HFC 227 con la Great Lakes nel sud dell'Arkansas e di cui curerà la distribuzione con la denominazione "Zephex 227ea": la joint venture tra le due società prevede di essere in grado di fornire la clientela entro il gennaio 2002. È appena il caso di ricordare che nel mondo più di 50 milioni di persone soffrono di broncopatie e che la terapia di queste forme morbose, particolarmente diffuse tra i bambini, richiede l'impiego di propellenti aerosol privi di rischi di tossicità negli inalatori-dosatori dei preparati farmacologici di specie.

Per inciso la Great Lakes è il maggior produttore e fornitore a livello mondiale dell'HFC 227 ea di grado industriale, commercializzato con il marchio "FM-200" e utilizzato come agente estinguente al posto degli Halon.

¹Come noto, il Tewi (*Thermal Equivalent Warning Index*) esprime la somma degli effetti diretti e degli effetti indiretti estesi a tutto il ciclo di vita delle apparecchiature che consumano energia.

Solvay

Nel campo degli idrofluorocarburi destinati al mercato dei fluidi frigoriferi la divisione "Fluor und derivate GmbH" della Solvay continua a svolgere un ruolo molto attivo come si può desumere dalla precedente elencazione di prodotti e miscele impiegate nello specifico comparto. Nello stabilimento di Tarragona in Spagna, inoltre, è in atto la fabbricazione del già visto HFC 227 ea (HFA 227) alternativa all'Halon 1301 nell'antincendio, con caratteristiche riportate nella Tabella 5.

Un'attenzione particolare viene rivolta dalla Solvay allo studio e alla messa a punto di agenti espandenti per schiume, proponendo una miscela ininfiammabile costituita da "Solkane 134a" con minori quantità di "Solkane 152 a" (difluoroetano asimmetrico) che manifesterebbe buone caratteristiche prestazionali nella lavorazione di espansi polistirenici e poliuretanic. Ma il prodotto che al momento è oggetto di studio approfondito da parte del gruppo tedesco è l'HFC 365mfc (pentafluorobutano): infatti sono stati attuati massicci investimenti nell'allestimento di un impianto pilota del composto nello stabilimento di Tavaux nel Jura francese.

Caratteristiche interessanti del prodotto sono la stabilità chimica e le proprietà isolanti dei manufatti soprattutto in espanso poliuretanic rigido, le quali ultime risultano paragonabili a quelle ottenibili con l'HCFC 141 b e superiori di circa il 10% a quelle delle schiume preparate con l'impiego di normal-pentano. Ciò ne favorirebbe, secondo stime della Solvay, la penetrazione nel mercato dei materiali isolanti per frigoriferi e congelatori, nonché in quello delle lastre usate nell'edilizia per coperture e rivestimenti. Sono tuttora in corso ricerche volte a stabilire il consumo energetico legato all'utilizzo di questo espandente. Al fine di ottimizzare ulteriormente le caratteristiche applicative esso può essere miscelato sia con altri idrofluoroalcani ottenendo in questo caso combinazioni ininfiammabili, sia con idrocarburi paraffinici o cicloparaffinici, con formazione di azeotropi ininfiammabili aventi temperature di ebollizione comprese tra i 23 e i 32 °C.

Più in dettaglio sono state formulate miscele dell'HFC 365mfc con i già visti HFC 245fa e 134a e così pure miscele ininfiammabili con normal pentano, isopentano e ciclopentano determinandone le proprietà chimico fisiche nonché i principali parametri di pratico utilizzo. Le prove di tossicità acuta del composto hanno evidenziato una concentrazione massima in aria tollerabile dagli animali per un'esposizione di 4 h (LC₅₀, 4 h) superiore a 100 ppm, assenza di mutagenicità e soddisfacenti valori di soglia nei saggi di inalazione su ratti pari a 50.000 ppm per 14 giorni e tra 25.000 e 50.000 ppm per 28 giorni. L'inizio della fabbricazione su scala industriale dell'HFC 365 mfc è previsto dalla Solvay Fluor und Derivate per i primi mesi del 2003.

Atofina

Atofina, società del gruppo Total Fina Elf, è sorta nello scorso anno dalla fusione delle attività chimiche di Elf Aquitaine e Total Fina, diventando il quinto gruppo mondiale del settore dopo Basf, DuPont, Bayer, con un fatturato di 34.000 miliardi di lire.

Il nuovo gruppo è presente, con posizioni di tutto rispetto, nel comparto della petrolchimica e dei polimeri, degli intermedi chimici e delle specialità industriali: nel nostro Paese opera Atofina Italia con sede a Milano, cui fanno capo i cinque siti produttivi di Porto Marghera (VE), Rho (MI), Boretto (RE), Spinetta Marengo e Castellazzo Bormida, entrambi in provincia di Alessandria. I fluorochemical rientrano nell'area degli intermedi chimici e sono fabbricati in Europa negli impianti, già dell'Ato-





Tabella 5 - Le caratteristiche dell'HFC 227 ea (HFA 227)

| | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Sigla commerciale | HFA 227 |
| Formula chimica | C ₃ H F ₇ |
| Denominazione chimica | 1,1,1,2,3,3,3 eptafluoropropano |
| Peso molecolare | 170 |
| Punto di ebollizione | -16,5 °C |
| Densità allo stato liquido a 25 °C | 1,39 Kg/m ³ |
| Infiammabilità | Nulla |
| ODP | 0 |
| GWP | 2.900 |
| Vita media atmosferica | 36,5 anni |

chem Elf, di Pierre Benite alla periferia di Lione e di Zaramillo nel Nord della Spagna: nel primo viene fabbricato, con esclusivo riferimento agli idrofluoroalcani, l'HFC 134 a (che conserva, come tutti gli altri prodotti di specie dell'Atofina, la denominazione di "Forane 134 a") mentre nel secondo nasce il "Forane 143 a" con una capacità tale da assicurare la copertura del 50% del mercato mondiale di questo composto. Un impianto di "Forane 134 a" di potenzialità ancora maggiore (20.000 t/a) di quello di Pierre Benite ha sede a Calvert City negli Usa. A seguito di recenti accordi con la Glaxo Co., primaria compagnia farmaceutica americana, l'Atofina provvederà alla fornitura del "134 a" a elevatissimo grado di purezza per l'impiego quale propellente nei cosiddetti "aerosol dosatori" dei farmaci per la

cura dell'asma. Va poi ricordato che l'Atofina dispone di uno stabilimento di produzione di HCFC 22 a Changshu in Cina, nazione nella quale la fabbricazione degli idroclorofluoroalcani (HCFC) è consentita sino al 2040.

Sempre in tema di idroclorofluoroalcani la Società è stata per molti anni leader nel mercato europeo dell'HCFC 141 b, composto caratterizzato da un basso costo di commercializzazione, impiegato nella solvenza e come agente espandente per materie plastiche. La sua dismissione nel breve periodo (ai sensi del regolamento n: 2037/2000 già citato in precedenza) ha posto l'Atofina di fronte all'urgente necessità di individuare un sostituto che le permetta di mantenere le posizioni di mercato acquisite in passato.

Secondo recenti stime societarie l'alternativa all'HCFC 141 b potrebbe essere rappresentata dall'HFC 365 mcf, già citato a proposito delle produzioni della Solvay.

Bibliografia

- [1] Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. L 244 del 29/9/2000.
- [2] G. Novari, La Chimica e L'Industria, 1999, 8, **81**, 1052.
- [3] H. Frank, A. Klein, D. Renschen, Nature, 1996, **382**, 34.
- [4] G. Novari, La Chimica e L'Industria, 1999, 8, **81**, 1051.
- [5] G. Colombo, G. Radaelli, Atti del "Free 2000", 128.
- [6] D.A. Didion, *ibid.*, 56.
- [7] T. Del Lungo, G. Novari, La Chimica e L'Industria, 1997, 3, **79**, 221.

