



PVC: COME SI MIGLIORA LA SOSTENIBILITÀ DI UN PROCESSO E DEI SUOI PRODOTTI

In più di quarant'anni di accuse alla produzione di PVC, la chimica ha risposto con un miglioramento continuo dei processi produttivi e dei manufatti finali. La "pagina nera" di Marghera, con le ulteriori previste modifiche degli impianti, sembra sarà chiusa e soprattutto sarà chiusa per il PVC, la plastica che dipende meno dal petrolio.

La produzione di polivinil cloruro (PVC) è forse l'esempio più emblematico della rottura fra chimica, società ed ambiente [1-6], ma anche della capacità della chimica di modificarsi continuamente e di migliorare l'impatto ambientale e sulla salute umana delle sue tecnologie di produzione e dei suoi prodotti [7]. Le accuse al PVC nel corso degli anni sono state molteplici e si possono così riassumere:

- 1) il cloruro di vinile monomero (CVM) è cancerogeno;
- 2) al PVC è stato attribuito il rilascio degli ftalati (plastificanti) dai

manufatti, alcuni dei quali ritenuti distruttori del sistema endocrino, in particolare controindicati negli oggetti destinati all'infanzia;

- 3) al PVC è stato attribuito il rilascio di metalli pesanti (Cd, Pb), additivi usati come stabilizzanti termici;

- 4) alla produzione di PVC è connesso l'inquinamento da mercurio delle celle elettrolitiche per la produzione del cloro-soda;

- 5) il PVC presente nei rifiuti è stato ritenuto responsabile della formazione di diossine negli inceneritori;

- 6) il PVC è ritenuto una plastica non riciclabile.

Quindi sotto accusa è stato messo tutto il ciclo di vita del PVC, dalla produzione alla trasformazione, all'utilizzo dei suoi manufatti ed al loro destino a fine vita. Inoltre per quanto riguarda il maggior sito produttivo italiano, quello di Marghera, è stata messa in discussione l'esistenza di un polo petrolchimico ed una produzione di PVC davanti a San Marco.

Cercherò in questa nota di esaminare tutti i punti suddetti, evidenziando quanto l'industria sta realizzando ed ha realizzato per migliorare la sostenibilità ambientale e la sicurezza, facendo specifico riferimento allo stabilimento di Marghera.

Il PVC, la seconda materia plastica prodotta nel mondo, gioca un ruolo di primissimo piano nel miglioramento della qualità della vita delle persone [7]. È utilizzato in moltissimi settori: nell'edilizia, nell'imballaggio alimentare e farmaceutico, nei presidi medico-chirurgici, nei materiali elettrici ed in quelli per la protezione civile, nel settore automobilistico, nel tempo libero, nello sport, nell'abbigliamento e nelle carte magnetiche. Il PVC può essere rigido o trasformato in manufatti flessibili per aggiunta di plastificanti. La plastica rigida è utilizzata per produrre film, fogli, lastre, tubi e profilati, mediante l'uso delle tecnologie ad estrusione o a calandratura, mentre quella flessibile è utilizzata nel settore dei cavi elettrici e delle telecomunicazioni, nelle pavimentazioni e nei rivestimenti murali, nel settore auto, calzaturiero e in quello specialistico dei prodotti medicali. Esistono due tipi di polivinil cloruro:

- S-PVC preparato in sospensione acquosa (quello prodotto a Marghera), utilizzato praticamente per tutti i processi di estrusione, stampaggio a iniezione e produzione di film;
- E-PVC preparato in emulsione (quello per esempio prodotto a Porto Torres), utilizzato per numerosi impieghi speciali che richiedono operazioni di spalmatura, immersione o spruzzaggio.

Nascita del petrolchimico a Marghera

Cercherò di rispondere prima di tutto alle accuse circa la localizzazione delle produzioni chimiche presenti sulla laguna di Venezia, ricordando un po' di storia di questo insediamento.

Il polo industriale è sorto a Marghera nel 1925, mentre quello petrolchimico nel 1950 quando l'Edison [8], azienda elettrica, presente già sul territorio decise di entrare in chimica fondando la Società Italiana Chimica (Sicedison), avviando le produzioni di cloro-soda, CVM, PVC, ammoniaca e fertilizzanti. La produzione di cloro-soda, processo ad elevato consumo di energia, poteva essere naturale per la Edison, ma l'allargamento nella chimica è stato motivato dalla richiesta imminente della nazionalizzazione dell'energia elettrica e quindi dall'esigenza di trovare una nuova attività industriale per gli azionisti ed utilizzo del denaro ottenuto in risarcimento. È utile ricordare che quello che storicamente è chiamato il petrolchimico, non è nato a

partire dal petrolio ma dal metano, sfruttando una chimica anteguerra, quella dell'acetilene prodotto dal metano, facilmente disponibile, così come è stato più tardi anche per il polo chimico di Ravenna. Infatti nel 1954 sono state messe in marcia due linee di produzione di cloruro di vinile a partire da acetilene e HCl con catalizzatori a base di Hg, con i connessi problemi di tossicità dei suoi derivati e di loro collocazione a fine vita. Nel 1950, quando è stato creato il petrolchimico non era ancora sentita, come irrazionale, la sua realizzazione di fronte a San Marco: la zona era molto povera, i terreni dove si sviluppò il petrolchimico erano acquitrinosi e un ingegnere chimico, che aveva lavorato in quegli anni allo stabilimento di Marghera, mi raccontava che aveva ancora di fronte agli occhi la lunga fila delle persone che chiedevano l'elemosina di fronte al petrolchimico. Successivamente, nel 1963, fu creata una nuova linea di produzione di cloruro di vinile per clorurazione dell'etilene proveniente da Mantova, materia prima più economica dell'acetilene, utilizzando un processo in due stadi: nel primo veniva prodotto dicloroetano per clorurazione dell'etilene, che poi veniva deidrocloreurato per cracking a CVM ed HCl. Per utilizzare *in situ* l'HCl formato in questa reazione era stata mantenuta in attività la vecchia linea di produzione di cloruro di vinile a partire da acetilene, anche se non economica. Gli impianti attuali sono stati costruiti nel 1972, a partire da etilene,



Su circa 350.000 km² di suolo che costituiscono la superficie del nostro Paese circa il 3% è oggi interessato a problemi di inquinamento e richiede quindi interventi di recupero. Questo tipo di problema ha di certo aspetti molto diversi in quanto chiama in causa le responsabilità e quindi l'attribuzione dei costi, i metodi e le tecnologie di risanamento, l'impiego delle aree una volta che siano state bonificate. Marghera è senz'altro un esempio molto rappresentativo di tali problematiche e la Società Chimica Italiana ha voluto su di esso aprire un confronto di opinioni anche in preparazione della II Sezione del "Forum su Etica e Ambiente", che sarà per l'appunto dedicata alla bonifica dei siti contaminati di interesse nazionale (Roma 2/X/08). Gli aspetti scientifici, tecnici, sociali ed economici sono stati discussi, in una serie di incontri SCI-WWF ai quali hanno partecipato, oltre al Presidente della SCI ed ai Presidenti delle Divisioni SCI di Chimica Industriale e di Chimica dell'Ambiente e dei Beni Culturali, la delegazione SCI del relativo tavolo di lavoro, il Prof. Trifirò ed i rappresentanti del WWF guidati dal Direttore Gianfranco Bologna. Gli articoli che seguono sono espressione delle posizioni emerse, per certi aspetti concordanti, per certi altri no, ma in ogni caso tutte concorrenti a definire ed inquadrare un problema che deve essere affrontato in tempo quanto più breve possibile.

Luigi Campanella



quando è stato messo in marcia lo steam cracking a Marghera. Sono stati realizzati un impianto di ossiclorurazione di etilene a dicloroetano che utilizzava HCl prodotto nel secondo stadio di cracking, uno di produzione di CVM per cracking del DCE ed un nuovo impianto di polimerizzazione per produrre S-PVC. La realizzazione dello steam cracking della nafta pesante proveniente dalla locale raffineria, che avrebbe fornito non solo materie prime (olefine ed aromatici) alle produzioni di Marghera, ma anche a quelle di Mantova e di Ferrara con gasdotti, e poi anche a Ravenna, è stata la prima e forse l'unica scelta razionale della chimica in Italia. Tutti gli altri siti, infatti, si sono sviluppati uno indipendentemente dall'altro, perché appartenenti ad aziende diverse. Questa scelta ha condizionato il futuro di Marghera, facendola diventare indispensabile per tutta la petrolchimica del Nord. Nel 1972 l'incongruenza di un polo chimico davanti a San Marco forse avrebbe dovuto già essere evidente a molti, ci si chiede, quindi, perché è stato collocato anche lo steam cracking? Questo non poteva che essere costruito sul mare vicino ad una raffineria, non poteva essere Ravenna, perché il sito apparteneva all'Eni, sito concorrente con Marghera ed ancora legato a quei tempi alla chimica dell'acetilene, forse poteva essere realizzato a sud di Venezia per esempio verso Chioggia, ma fu scelto Marghera, per la disponibilità di terreni a basso costo e sicuramente anche per utilizzare tutti i servizi del polo chimico esistente.

La produzione di PVC a Marghera dalla sua nascita al 1966 è stata in mano alla Sicedison, poi fino al 1983 alla Montedison, poi fino al 1992 all'EniChem che ha concentrato in sé la gran parte della produzione italiana di PVC, passando poi molte di queste attività alla multinazionale EVC, successivamente diventata Ineos Vinyls Italia, che attualmente gestisce a Marghera gli impianti di ossiclorurazione di etilene, di cracking del DCE e di polimerizzazione del CVM. La produzione di cloro-soda e di dicloroetano per clorurazione dell'etilene appartiene ancora a Syndial. A Marghera è localizzata attualmente la più grossa produzione italiana di CVM e di S-PVC ed è praticamente l'unico sito integrato, ossia dove sono prodotte tutte le materie prime necessarie.

La cancerogenicità del CVM

IL CVM è stato uno dei primi prodotti chimici riconosciuti come cancerogeni insieme a benzene e amianto ed esposizioni alle persone possono (soprattutto nel passato) avvenire non solo durante la produzione, ma anche durante la trasformazione, l'uso e la messa in discarica dei prodotti, dato che il CVM può rimanere intrappolato all'interno del polimero [9]. Fino agli anni Settanta le concentrazioni ammesse medie di CVM per una settimana lavorativa (TLV TWA) negli ambienti di lavoro erano state di 500 ppm, diminuite dalla sola Dow nel 1961 a 50 ppm, ulteriormente ridotti nel 1974 fino all'attuale valore di 1 ppm. Nel 1967 le emissioni ammesse a Marghera per poco tempo potevano arrivare a 16.000 ppm. Le prime segnalazioni della tossicità del CVM sono degli anni Cinquanta, a metà degli anni Sessanta fu scoperto che esisteva un collegamento fra acrosteolosi, una patologia degenerativa delle ossa, e cloruro di vinile e alla fine degli anni Sessanta Viola, medico della Solvay [10-11] a Rosignano, ottenne l'evidenza sperimentale dell'azione del CVM come cancerogeno, confermata poi agli inizi degli anni Settanta da Maltoni, oncologo di Bologna [12-13]. Ufficialmente la notizia è stata data da Maltoni in un convegno a Bologna nell'aprile del 1973 e nello stesso anno anche la Goodrich annunciò la cancerogenicità del CVM. Nel 1974 furono pubblicati i primi tre casi di angiosarcoma epatico tra gli addetti alla polimerizzazione in un'azienda statunitense. Almeno fino al 1989 i lavoratori erano costretti ad entrare nelle autoclavi per pulirle e solo successivamente tali interventi, estremamente pericolosi, sono stati significativamente ridotti e di fatto oggi annullati. Nel 1995 le aziende europee che producevano PVC hanno proposto dei limiti volontari alle emissioni [14], che quasi tutte hanno rispettato alla fine del 1999. Le accuse fatte all'industria di produzione di PVC sono state



che fino al 1973 si era tenuta nascosta o sottovalutata la cancerogenicità del PVC e che dopo il 1973 fino al 1990 si sono ritardati gli interventi di bonifica. Oggi le modifiche effettuate sugli impianti a partire dagli anni Ottanta ed i miglioramenti di processo sviluppati hanno portato le esposizioni nell'ambiente di lavoro a valori di ppb e comunque almeno ad un ordine di grandezza al di sotto dei limiti permessi dalla 626.

Riduzione del CVM nei prodotti

La concentrazione del CVM all'interno del polimero è stata ridotta, essenzialmente con l'inserimento di uno stadio di strippaggio con aria calda dal polimero, prima dello stadio di essiccamento. Le aziende produttrici del PVC si sono imposte come concentrazioni massime ammissibili di CVM nel polimero per resine utilizzate a fini alimentari e biomedicali il valore di 1 ppm, ma viene garantito oramai questo valore nella resina prima delle successive trasformazioni, anche per tutti gli altri settori applicativi meno critici [14].

Gli additivi del PVC

Fra i diversi additivi del PVC, quelli messi sotto accusa dalle associazioni ambientaliste sono stati gli stabilizzanti termici a base di Cd e Pb, utili per evitare la degradazione del polimero durante le successive lavorazioni a caldo, ed alcuni plastificanti a base di ftalati necessari per conferire elasticità e flessibilità ai prodotti [7]. Il Cd ed il Pb sono elementi tossici e potevano essere immessi nell'ambiente una volta che i prodotti finivano in discarica, distrutti negli inceneritori. Il cadmio è stato eliminato completamente nel 2001, l'uso del piombo è stato ridotto del 30% e sarà eliminato da tutti i prodotti entro il 2015. Questi stabilizzanti sono stati sostituiti da sistemi a basso livello di tossicità o atossici, ad esempio sali organici di Ca-Zn.

I plastificanti a base di ftalati sono stati messi sotto accusa perché supposti distruttori del sistema endocrino e perché possono migrare fuori dagli oggetti di plastica e contaminare le sostanze in essi contenuti o essere immessi nell'ambiente [15-16]. Nel mondo sono prodotte ogni anno circa 26 milioni di tonnellate di PVC. Di queste il 30% è PVC plastificato e il plastificante più usato è il DOP o chiamato anche DEHP (2-etil esilftalato). Il DEHP (così come il butilftalato, molecola ormai "sorpasata" e quindi non più largamente usata per queste applicazioni) è ritenuto distruttore del sistema endocrino. Altri ftalati usati, come il di-isoonil ftalato (DINP), il di-isodecilftalato (DIDP) sono invece attualmente considerati non tossici per l'uomo e sono meno mobili [15].



Visto il largo impiego del DEHP e le problematiche ad esso associate, l'industria chimica sta studiando nuove molecole alternative soprattutto nell'impiego per applicazioni "sensitive" (settori alimentare, giocattoli, medicale).

In particolare si sta cercando di sostituire il DEHP, il plastificante con il miglior rapporto prezzo/prestazioni, con altri plastificanti a minor impatto ambientale caratterizzati da una minor tendenza alla migrazione. Fra questi in particolare i trimellitati, i plastificanti polimerici, i citrati e i benzoati, oggi largamente usati in PVC che vengono a contatto con alimenti o prodotti biomedicali.

L'eliminazione del mercurio

La tossicità del mercurio è venuta alla ribalta dopo l'intossicazione con il tonno contaminato in Giappone nell'isola di Minimata nel 1956, riconosciuta come dovuta a questo metallo solo nel 1965. Dal 1973 in Giappone sono stati eliminati tutti gli impianti cloro-soda con celle a mercurio e sostituiti con altri con celle a diaframma, meno efficienti. In Europa attualmente circa il 50% della produzione è realizzata con celle a mercurio ed il rimanente con celle a membrana, la tecnologia BAT (Best Available Technology) senza Hg più efficiente di quella a diaframma [17]. In Italia ci sono solo due impianti di questo tipo, ad Assemini ed a Rosignano, tutti gli altri quattro ancora operanti sono a mercurio, alcuni di questi sono in procinto di essere sostituiti con processi con celle a membrana. A Marghera, per esempio è stata data nel 2007 l'autorizzazione VIA per questa modifica e la sua realizzazione sarà una chiara indicazione che una chimica compatibile con l'ecosistema lagunare e le aree circostanti può rimanere per almeno altri 15 anni.



impianto Vinyloop a Ferrara

La produzione di diossine negli inceneritori

Innanzitutto c'è da dire che non è il PVC l'unica sostanza che contiene cloro nei rifiuti urbani, ci sono anche i rifiuti vegetali, alimentari e carta. Comunque un inceneritore che raggiunge temperature di 1.100 °C, che presenta un post combustore, dove è garantito un tempo di contatto di 2 s, una concentrazione di ossigeno in uscita del 6%, una velocità elevata di raffreddamento fino a 250 °C, per evitare la "de novo" sintesi di diossine, e che abbia anche un catalizzatore di distruzione di diossine o un sistema adsorbente a carbone attivo, garantisce la riduzione di diossine fino a valori al di sotto dei limiti accettabili. Inoltre questi inceneritori hanno impianti di abbattimento di polveri, dei gas acidi ed NOx. Un inceneritore di questo tipo non è solo necessario per distruggere le diossine, ma anche altri inquinanti organici, come i poliaromatici, ed è quindi quello che deve essere oramai dovunque utilizzato [18].

Riciclabilità del PVC

Il riciclo meccanico del PVC, soprattutto quello utilizzato nei tubi, nei cavi e nei profilati per finestre e serramenti, in generale è una realtà ben consolidata. Il PVC recuperato è utilizzato per gli stessi usi originali o per altri usi [19]. Inoltre sono utilizzati per la quasi totalità gli scarti di lavorazione o di trasformazione del PVC sempre per gli stessi usi della plastica originale o per altri usi. Il riciclo meccanico è stato realizzato in maniera originale a Ferrara da diversi anni con l'impianto Vinyloop [20]. Il riciclo termico è realizzato in termovalizzatori con le caratteristiche sopra

descritte per gli inceneritori od in cementifici, come fonte di calore, se quest'ultimi hanno abbattimenti a valle di HCl. Altre tecnologie per recuperare dal PVC materie prime (riciclo chimico) sono in corso di sperimentazione. Infatti, sono state studiate reazioni di pirolisi, accompagnate da uno stadio di dealogenazione, di gassificazione e di produzione del monomero [21].

L'impatto ambientale della produzione di PVC

Le informazioni sulle emissioni della produzione di PVC e sui progetti di riduzione future dell'impianto dell'Ineos a Marghera, sono riportate nella documentazione VIA (Valutazione Impatto Ambientale) [22] ed AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) [23] presentate dall'azienda al Ministero dell'Ambiente.

L'azienda, allo scopo di salvaguardare la sicurezza dei lavoratori e minimizzare l'impatto ambientale delle loro produzioni, garantisce il rispetto delle normative in essere tra le quali ricordiamo: il D.Lgs. 626 per la salvaguardia della sicurezza e salute dei lavoratori, il nuovo codice ambientale DL 152/06 e il D.Lgs. 334/99 sui rischi ed assicura la tutela dell'ambiente applicando gli standard ISO 14000. Inoltre l'azienda opera e continua ad operare per garantire un'adeguata preparazione, sensibilizzazione e formazione del personale ed una continua comunicazione agli interessati dei rischi associati alla produzione e degli interventi atti a prevenirli.

L'impatto ambientale della produzione di PVC è dovuto alle seguenti attività:

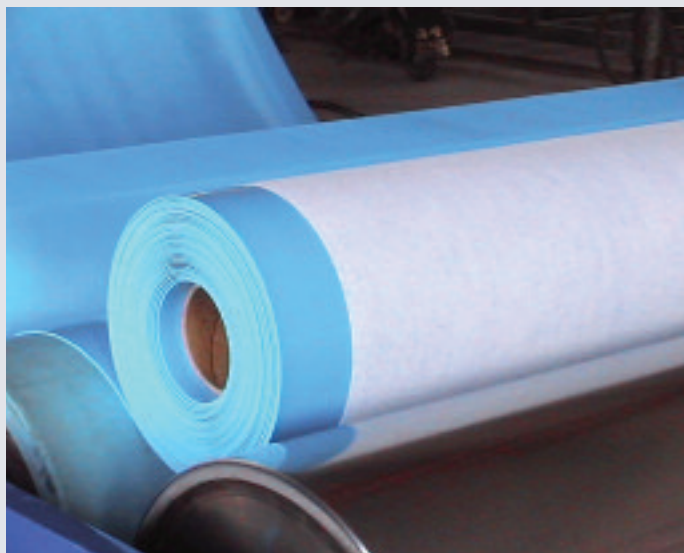
- 1) alle emissioni gassose convogliate in esercizio normale,
- 2) alle emissioni gassose convogliate in caso di emergenza,
- 3) alle emissioni gassose non convogliate (diffuse e fugitive),
- 4) alle emissioni acquose convogliate,
- 5) alla produzione di rifiuti.

Le emissioni gassose convogliate in esercizio normale sono quelle dello stoccaggio ed essiccamento di PVC, della termocombustione con metano di effluenti gassosi clorurati (vent gas) provenienti dagli impianti di produzione di DCE e CVM e dai pilota e quelle da combustione di metano nei forni di cracking di produzione di DCE (reazione endotermica). Al termocombustore vengono inviate anche le emissioni gassose del sistema di riliquefazione del CVM dell'impianto di PVC, inviate prima ad un assorbitore a solvente per ridurre le quantità presenti e recupe-

rare il CVM. All'uscita del termocombustore c'è un lavaggio con acqua e soda per abbattere HCl.

Le emissioni convogliate di emergenza sono gli sfiati che si possono avere nel caso che il termocombustore non funzionasse. Le emissioni non convogliate (diffuse e fugitive) sono dovute a piccoli possibili trafilamenti dagli organi di tenuta, accoppiamenti flangiati, soffietti di valvole regolatrici, tenute di pompe, tenute di compressori. Esiste attualmente un programma di controllo e di monitoraggio di queste emissioni diffuse coerente con quello sviluppato dall'associazione europea del PVC che prevede periodici monitoraggi in campo punto per punto. Il monitoraggio delle emissioni diffuse è anche supportato dalle sonde dello spettrometro di massa utilizzato per monitorare l'esposizione nelle varie aree di lavoro. Le acque che contengono sostanze clorurate e solidi sospesi (PVC) e residui di catalizzatore, che sono le acque di processo e di reazione e le acque meteoriche proveniente dalle aree segregate di impianto e di lavaggio delle apparecchiature, sono inviate al sistema trattamento acque. Questo consiste nello strippaggio con aria dei clorurati, nella sedimentazione delle polveri, nella filtrazione con filtri a cartucce e nella successiva filtrazione con carboni attivi per eliminazione dei clorurati e dei solidi sospesi e nell'invio finale all'impianto di trattamento acque consortile dello stabilimento.

I principali rifiuti della produzione sono i fanghi di trattamento in loco degli effluenti ed i residui di distillazione clorurati, ossia i sottoprodotti pluriclorurati dell'impianto di ossiclorurazione e di deidroclorurazione ed i residui di produzione di PVC derivante dalla pulizia dei reattori, dei filtri e di altre apparecchiature e tubazioni della polimerizzazione, questi residui sono distrutti per termodistruzione.



Inoltre c'è da sottolineare che nel corso degli anni sono stati realizzati diversi interventi di miglioramento del processo, per la riduzione delle quantità emesse negli sfiati di emergenza e di controllo del termocombustore per ridurre le probabilità di rotture e quindi gli effetti negativi di eventuali incidenti. Sono state sostituite diverse apparecchiature negli impianti di produzione di DCE e di CVM, come colonne di distillazione, condensatori, ribollitori, scambiatori di calore, serbatoi e camini, per ridurre le probabilità di rotture. È stata migliorata la strumentazione di controllo per una migliore e più sicura gestione degli impianti, anche in presenza di anomalie con possibilità di interventi in tempo reale nel caso di necessità. Sono state inserite valvole di blocco e di sezionamento per l'intercettazione di alimentazioni, prelievi e strumenti analitici, per ridurre la probabilità di eventi accidentali. È stato suddiviso l'impianto in aree di fuoco separate, per ridurre le conseguenze di un incendio. Sono state effettuate modifiche di tenute, pompe e compressori, per diminuire la probabilità di rotture meccaniche responsabili di eventuali emissioni di gas tossici ed infine sono stati realizzati diversi interventi per ridurre le quantità emesse di DCE e di CVM nel caso della rottura del termocombustore.

I futuri miglioramenti della produzione di PVC

Il bilanciamento del ciclo del CVM e del PVC, approvato recentemente dal governo Prodi, comporterà un aumento della capacità produttiva di PVC dalle 200.000 t/a attuali alle 260.000 t/a, mentre quello del CVM dalle 250.000 t/a alle 270.000 t/a è stato realizzato recentemente [22-23]. Le emissioni gassose convogliate d'emergenza in futuro saranno ridotte, a seguito dell'inserimento di adsorbitori con carbone attivo, che entreranno in funzione nel caso il termocombustore non funzionasse. Il trattamento acque sarà migliorato con l'inserimento di una vasca di 40 m³ per la separazione ed il recupero di solidi sospesi dalle acque di processo inviate al trattamento acque consortile di stabilimento, con questa vasca si recupererà circa il 70% dei solidi sospesi. Il contenuto di CVM nel PVC sarà ridotto del 30% aumentando l'efficienza della colonna a piatti di "stripping" del polimero con aria. La sostituzione di sette reattori da 45 m³ con due da 120 m³ porterà ad una diminuzione delle emissioni diffuse, in quanto associata alla diminuzione del numero di reattori, quindi una diminuzione di punti di potenziale emissione, quali rubinetti e valvole e flange. Sarà ridotta la quantità di clorurati che vanno al termocombustore a seguito del cambiamento del solvente di recupero del DCE per assorbimento e un preriscaldamento dell'aria nei forni di combustione ridurrà il consumo di metano e quindi le emissioni di CO₂.

Infine un ulteriore importante vantaggio del futuro bilanciamento delle produzioni di CVM e PVC è che il CVM non dovrà più essere trasportato via nave all'esterno di Porto Marghera e potrà essere trasformato nella materia plastica finale direttamente nello stabilimento di Porto Marghera, riducendo il traffico di navi attraverso la laguna associato alla movimentazione di 80.000 t/a di CVM in media, come accade attualmente.

Quali materie prime per il PVC?

È importante comprendere che il PVC è la plastica che consuma meno petrolio, infatti il 57% in peso è costituita da cloro, quindi è la plastica meno dipendente dal prezzo di questa materia prima.

Ragionando anche in una visione di una chimica post-petrolio, l'etilene può essere prodotto dallo steam cracking dell'etano, presente in molti gas naturali o addirittura il dicloroetano potrebbe essere prodotto direttamente dall'etano, reazione studiata proprio a Marghera dall'Ineos. Bisogna comunque ricordare che l'etilene è anche l'olefina prodotta in maggiori quantità dallo steam cracking, che utilizza sottoprodotti della raffineria, che costituiscono solo il 10% del petrolio. Sarebbe quindi necessario pensare ad un mondo senza raffinerie, per trovarsi senza etilene. Inoltre, se si pensa alle sorgenti rinnovabili sarebbe facilissimo utilizzare l'etanolo da fermentazione, come materia prima per la sintesi di dicloroetano. Ma è molto più realistico e più sostenibile, per non togliere terreno all'alimentazione umana ed animale, produrre etilene da metanolo, tecnologia in mano all'Eni. Il metanolo potrebbe essere prodotto dal gas di sintesi ottenuto per gassificazione del carbone, ma se questo non piace, per reforming del metano che arriva da località diverse dal petrolio, e se si vuole essere sostenibili fino in fondo, per gassificazione dei rifiuti urbani o dei rifiuti plastici o dei rifiuti lignocellulosici dell'agricoltura.



La sostenibilità del PVC

Sono state diminuite fortemente le emissioni di CVM durante la sua produzione e ridotte le sue concentrazioni nel polimero finale ed ulteriori riduzioni sono possibili. Sono stati eliminati gli stabilizzanti termici a base di Cd e sono in corso di eliminazione quelli a base di Pb. Sono stati proposti plastificanti a base di ftalati meno mobili o di altre molecole organiche. È possibile e si devono sostituire i cloro-soda a celle di mercurio. È possibile distruggere rifiuti che contengono PVC con inceneritori avanzati, come devono essere oramai quelli operanti in Europa, con produzioni accettabili di diossine. È possibile il riciclo meccanico e quello chimico anche se ancora modesto, in verità anche per quasi tutte le altre plastiche. La produzione del PVC può essere messa sempre in coda ad ogni strategia futura per le materie prime. Infine il PVC utilizza il 45% del cloro ottenuto dal processo cloro-soda, in cui il cloro può essere considerato come coprodotto della produzione di NaOH, e che quindi deve trovare assolutamente un utilizzo in situ, non si vedono alternative al PVC.

Inoltre ci sono vantaggi ambientali specifici [24, 25] nell'uso di plastiche a base di PVC, questi vantaggi sono i seguenti:

- 1) sono impermeabili ai liquidi, ai gas ed ai vapori (adatti all'imballaggio di prodotti alimentari e medicinali);
- 2) sono stabili e inerti (importante per il settore biomedicale);
- 3) sono resistenti alle intemperie (i manufatti sono eccezionalmente durevoli, con una vita utile variabile dai 15 ai 100 anni. Il 60% dei prodotti ha più di 40 anni in applicazioni quali cavi elettrici, tubi per trasporto acque e profilati per finestre);
- 4) sono resistenti agli incendi (ideale per gli edifici).

In verità non tutte le accuse fatte al PVC nel passato avevano una validità o sono state provate, come per esempio non è certo che gli ftalati siano distruttori del sistema endocrino e non è vero che il PVC non sia riciclabile. A seguito di una continua ricerca le aziende hanno sempre trovato soluzioni ambientalmente accettabili di modifica della produzione e del PVC ottenuto.

Comunque per il principio di precauzione, a causa di alcuni additivi in via di sostituzione, il PVC non può essere utilizzato per oggetti per bambini sotto i 3 anni, ed alcune catene di supermercati riportano che le plastiche dei contenitori di alimenti non contengono PVC. Da quanto sopra descritto è evidente che il rapporto fra PVC come polimero e gli additivi è fondamentale non solo per la sua lavorazione e per conferire al prodotto finale le prestazioni richieste per l'applicazione, ma anche per la sua accettabilità sul mercato. La sostituzione degli attuali additivi con altri sempre più sostenibili è una delle principali azioni che l'industria del PVC sta conducendo anche per contribuire in

modo fattivo all'applicazione del regolamento Reach [26] sulle sostanze chimiche emesso dalla Commissione Europea.

Per quello che riguarda la collocazione di un polo chimico importante per il nostro Paese di fronte a San Marco, scelta che adesso può sembrare assurda, bisogna riflettere che è legata alla storia degli ultimi sessant'anni del nostro Paese. Questa collocazione è dovuta all'esistenza di un nord-est estremamente povero subito dopo la guerra, alla scelta di Marghera di un'azienda elettrica presente già nel territorio che decise di entrare nella chimica e si espanse in questo settore a seguito della nazionalizzazione dell'energia elettrica, alla proliferazione delle aziende chimiche nel nostro Paese, soprattutto nel PVC, con forte competizione una contro altra, che ebbe come conseguenza il rafforzamento negli anni successivi da parte di Montedison del sito di Marghera. Tutti questi fattori reso Marghera centrale per la chimica del Nord Italia.



Comunque le modifiche previste di miglioramento degli impianti rendono questa anomalia meno assurda e più compatibile con l'ambiente circostante.

Il PVC è dunque un bell'esempio della presa di coscienza della chimica delle problematiche da essa create alla società e all'ambiente e quindi della capacità di produrre soluzioni credibili. Il rinnovamento degli impianti e la ricerca di nuove formulazioni è il modo più sicuro per ridurre le emissioni e l'esposizione e per portare sul mercato prodotti sostenibili su tutto il ciclo di vita e chiudere la pagina nera del PVC. In conclusione si può affermare che quanto farà in futuro nel campo della riduzione dei consumi energetici e risorse naturali (acqua),

nella riduzione dei rifiuti ed il loro riutilizzo, dell'uso di sostanze e tecnologie di processo sempre all'avanguardia sta a dimostrare che tali produzioni ed i prodotti finiti giocano un ruolo importante per un'economia sostenibile.

Bibliografia

- [1] www.greenpeace.it/inquinamento/rapporti/PVC.PDF
- [2] www.greenpeace.it/inquinamento/pvc.htm
- [3] <http://archive.greenpeace.org/toxics/html/content/pvc2.html>
- [4] www.wwf.org.uk/news/n_0000001537.asp
- [5] <http://shop.wwf.org.uk/PurchasingCriteria>
- [6] F. Casson, *La fabbrica dei veleni*, Sperling & Kupfer, Milano, 2007.
- [7] www.pvcforum.it
- [8] G. Trincerì, *Industrie chimiche in Italia dal 1800 ad oggi*, stampato in proprio.
- [9] <http://agb.provincia.venezia.it/>
- [10] P.L. Viola, Pathology of vinyl chloride, 16th International Congress of Occupational Health (Communication No. 38), Tokyo, 1969.
- [11] P.L. Viola, Cancerogenic effect of vinyl chloride, X International Cancer Congress, Houston, 1970, Vol. 29, abstract
- [12] C. Maltoni *et al.*, *Med. Lav.*, 1974, **65**, 421.
- [13] C. Maltoni, lavoro presentato al 2nd International Symposium on Cancer detection and prevention, April 1973, N. 322.
- [14] www.ecvm.org/
- [15] http://ecb.jrc.it/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/dinpreport046.pdf
- [16] www.tracingpapers.org
- [17] [www.legambiente.eu/documenti/2007/0227_Dossier FuturoChimica/index.php](http://www.legambiente.eu/documenti/2007/0227_Dossier_FuturoChimica/index.php)
- [18] S. Albonetti *et al.*, *Chimica e Industria*, 2008, **90**(1), 93.
- [19] www.solvinpvc.com/sustainabledevelopment/0,,2895-2-0,00.htm
- [20] P. Pirro, *Chimica e Industria*, 2007, **89**(8), 162.
- [21] John Sheirs and Walter Kaminsky, *Feedstocks recycling and pyrolysis of waste plastics*, John Wiley & Sons, 2006.
- [22] <http://aia.minambiente.it/DomandeAIADocumenti.aspx?st=0&id=100>
- [23] www.dsa.minambiente.it/via
- [24] www.solvinpvc.com/
- [25] www.ineoschlor.com/community/community_home_page.htm
- [26] www.solvinpvc.com/static/wma/ppt/7/8/6/5/REACH_ECVM_05_2006.ppt