

GREENPEACE

PVC COSA C'E' CHE NON VA

a cura di Fabrizio Fabbri
dicembre 1997

1. INTRODUZIONE

In occasione del primo incontro pubblico tra industria del PVC e mondo ambientalista sul problema dell'impatto della produzione, uso e smaltimento del PVC sulla salute umana ed ambientale, Greenpeace intende offrire il proprio contributo riportando le informazioni scientifiche che riguardano l'intero ciclo vitale del prodotto.

Il PVC si differenzia in maniera sostanziale dalle altre termoplastiche di largo uso per la presenza di cloro che può contribuire fino a circa il 60% del peso molecolare. La produzione del PVC rappresenta oggi la maggiore singola applicazione del cloro (circa il 40% del totale), dopo che il suo utilizzo in altri prodotti ha subito drastiche riduzioni o divieti totali per questioni sanitarie ed ambientali. Basti pensare al DDT, ai PCB, ai CFC, il 2,4-D per menzionare solo quelli più tristemente famosi. L'industria del cloro rappresenta oggi il settore produttivo che più di altri è responsabile di alterazioni ambientali gravi che si ripercuotono sullo stato di salute dell'uomo e di altri organismi viventi. L'inquinamento da composti clororganici è oramai ubiquitario ed addirittura si assiste ad una maggior contaminazione in aree lontane dai luoghi di produzione come, ad esempio, ai poli.

Ciò non è dovuto, come alcuni vorrebbero far credere, a produzioni naturali di detti inquinanti. Al contrario, è oramai ben noto il meccanismo attraverso il quale gli inquinanti persistenti evaporano alle latitudini più calde e, attraverso lo spostamento di grandi masse, si ridepositano alle latitudini maggiori per un processo di distillazione [1].

Una volta depositatisi nei luoghi più freddi, i composti clororganici entrano nella catena alimentare legandosi al particolato organico. Questo meccanismo è favorito dall'elevata liposolubilità che caratterizza la maggior parte di questi inquinanti, fattore essenziale per spiegare anche gli elevati livelli riscontrati negli organismi superiori artici e sub-artici il cui pannicolo adiposo è superiore a quello di organismi che vivono a latitudini inferiori.

A fronte di tutto ciò, solo una piccola frazione del cloro prodotto, circa il 5%, viene impiegata per applicazioni essenziali quali medicinali e potabilizzazione delle acque. E, nonostante tutto, anche nella sanitarizzazione delle acque, l'uso del cloro inizia ad essere soggetto a pesanti critiche per la formazione di trialometani, alcuni dei quali cancerogeni, derivanti dalla reazione dell'alogeno con gli acidi umici e fulvici presenti nelle acque.

In questo contesto, il PVC si inserisce non solo come corresponsabile della contaminazione ambientale durante la produzione di cloro, ma anche con un proprio ruolo che gli è conferito da più aspetti che si andranno ad esaminare in dettaglio:

- formazione di svariati inquinanti clororganici durante la produzione dei composti di partenza (DCE e CVM), tra cui spiccano per tossicità, diossine e furani;

- rilascio di CVM, monomero cancerogeno del PVC, sia in fase di produzione che durante l'uso di manufatti;
- rilascio di additivi vari aggiunti al compound sia in fase di loro produzione che in fase di utilizzo di manufatti con particolare riferimento al piombo, ftalati, composti organostannici e paraffine clorurate;

Oltre a questi aspetti, ed in parte proprio a seguito di ciò, il PVC si presta poco ad essere riciclato o riutilizzato in tutte le sue applicazioni.

2. PVC E DIOSSINE

2.1 PRODURRE PVC EQUIVALE A PRODURRE DIOSSINE

"...E' difficile pensare ad alcuna modifica del processo produttivo del CVM tale da prevenire la formazione di PCDD/F senza interferire pesantemente con la reazione per la quale il processo industriale è stato definito"

Questa dichiarazione, che si può leggere in un rapporto consegnato dall'ICI all'agenzia ambientale inglese nel 1994 [2], va ad aggiungersi a quanto già riportato dalla Norsk Hydro [3] sin dal 1992 e trova conferma anche nelle più recenti dichiarazioni dell' EVC [4] in merito alla responsabilità della produzione di PVC nella formazione di PCDD/F.

Le diossine originano durante il processo di ossiclorurazione dell'etilene [2, 3, 4, 5, 6] per la produzione del dicloroetano (DCE) da cui, per pirolisi, si ottiene il CVM. Le quantità di diossine formate durante l'ossiclorurazione possono variare in dipendenza dell'efficienza della tecnologia impiegata. Dai dati del rapporto dell'ICI, si evince un'emissione in forma di residui liquidi e solidi di circa 27 g. TEQ/100.000 t. di CVM [2], mentre secondo l'EVC la produzione sarebbe nell'ordine di 3-5 g. TEQ/ 100.000 t. di CVM [4].

Secondo fonti industriali e non [8], comunque, la maggiore contaminazione rimarrebbe nelle code pesanti di lavorazione, le quali possono essere incenerite o riutilizzate nei processi di produzione di solventi clorurati (percloroetilene, tricloroetene). Mentre da parte dei produttori la pratica dell'incenerimento viene indicata come la soluzione per evitare la diffusione di diossine derivanti dalla produzione di DCE, e non solo, questa pratica è stata recentemente messa in discussione per le possibili ripercussioni sulla salute umana [7]. Per quanto riguarda l'uso delle code pesanti nella produzione di perc, si stima che questo processo porti alla formazione di diossine nella quantità di 350-625 g TEQ/110.000 t. prodotte [2]. A contrastare l'ipotesi che le diossine formate durante la produzione di DCE vengono distrutte in situ, esistono vari dati sulla contaminazione ambientale associata a tale produzione. Elevate concentrazioni di PCDD/F sono state rinvenute nei fanghi dei depuratori degli impianti dell'EVC a Wilhelmshaven [8]; la contaminazione da diossine del porto di Rotterdam è stata associata alla produzione di CVM [10]; concentrazioni di diossine tra le più elevate al mondo sono state individuate nei fanghi di una vasca di decantazione dei reflui di produzione di CVM in Spagna [11]; recenti studi sulla contaminazione dei fondali lagunari veneziani attribuiscono alla produzione di DCE la maggior parte delle diossine presenti nell'area industriale [12, 13, 14, 15]. Questi dati dimostrano inequivocabilmente che le diossine prodotte durante i processi di ossiclorurazione dell'etilene sono responsabili di contaminazione ambientale e che quindi non vengono totalmente distrutte in situ.

Ad ulteriore conferma di ciò sono intervenute le ispezioni ordinate dalla magistratura veneziana che hanno messo in evidenza concentrazioni di diossine all'uscita dell'impianto di trattamento delle acque clorate dell'Enichem di Porto Marghera, da 30 a 300 volte superiori ai limiti suggeriti dal Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale.

2.2 COMBUSTIONE DEL PVC

Il largo utilizzo del PVC in campo edile e, in minor misura, negli imballaggi, pone rischi di produzione di diossine in caso di incendi. Alte concentrazioni di diossine sono state rinvenute nelle ceneri residue di incendi che hanno coinvolto il PVC [16, 17]. La combustione dei manufatti in PVC durante il recente incendio all'aeroporto di Dusseldorf ha portato ad una contaminazione del sito fino a 130 ppb TEQ [18]. Stime sulla quantità di diossine prodotte in caso di combustione incontrollata di PVC, si attestano attorno ai 500-620 ng TEQ/Kg PVC [19, 20]. Si può affermare, quindi, che l'uso del PVC è responsabile della contaminazione da PCDD/F in caso di incendio.

2.3 INCENERIMENTO DEL PVC

Durante l'incenerimento di rifiuti il PVC può svolgere un importante ruolo di donatore di cloro, elemento indispensabile per la formazione di diossine [21]. Recenti stime attribuiscono alla presenza di PVC tra il 50% ed il 67% del contenuto di cloro nei rifiuti urbani [22, 23, 24, 25] mentre alcuni ricercatori hanno trovato una correlazione diretta tra la quantità di PVC bruciato e diossine emesse [26]. Tra gli inceneritori, quelli maggiormente responsabili per l'immissione di diossine sono quelli per rifiuti ospedalieri. Ciò è stato da più parti attribuito alla maggior presenza di PVC. Da uno studio condotto all'Ospedale di New York, i manufatti in PVC sono risultati responsabili per la presenza di circa l'80% del cloro nei rifiuti generati [23], mentre si stima che il contenuto in cloro organico nei rifiuti urbani è localizzato per il 96% nelle plastiche [27].

Un recente studio largamente citato [28], confuta l'ipotesi di una correlazione diretta tra cloro presente nei rifiuti inceneriti e le diossine emesse al camino.

In realtà, dagli stessi dati riportati dai ricercatori, si evince che è valido l'esatto contrario almeno per gli inceneritori per rifiuti urbani ed ospedalieri, mentre, per stessa ammissione degli autori, lo studio non è sufficiente per poter trarre conclusioni per gli inceneritori di rifiuti tossici, per i cementifici, per i combustori di biomasse per le fornaci [29].

2.4 DIOSSINE, SALUTE UMANA ED INDIRIZZI INTERNAZIONALI

Nonostante ci sia chi sostiene che il rilascio naturale delle diossine possa spiegare buona parte dell'input ambientale [30], studi approfonditi attribuiscono alle attività antropogeniche l'immissione di questi contaminanti [31, 32]. Anche nel caso di rilascio di diossine da incendi boschivi, si ipotizza, infatti, che ciò sia determinato non da un processo intrinseco all'evento in sé, quanto piuttosto alla presenza di diossine sulla superficie fogliare a seguito della deposizione nel corso di trasporto aereo del contaminante.

Le osservate attività enzimatiche e fotochimiche in grado di formare diossine sono legate anch'esse alla presenza di substrati di partenza di chiara origine industriale (i.e. pentaclorofenolo) e precursori delle diossine [33].

Per ciò che concerne gli effetti delle diossine sulla salute ambientale in generale, ed umana in particolare, le nuove informazioni relative ai possibili effetti subletali di questi composti le hanno poste al centro dell'attenzione nei dibattiti internazionali.

L'esposizione a diossine viene oggi valutata essenzialmente per la loro capacità di alterare il sistema endocrino, di portare, in caso di esposizione prenatale, a difetti congeniti, alterazione dell'apparato sessuale, danni al sistema nervoso e soppressione del sistema immunitario [31, 34, 35]. Nonostante ci sia un generale consenso nel ritenere che il livello di contaminazione ambientale sia diminuito grazie all'introduzione di misure di riduzione delle emissioni, l'accumulo di diossine nei fondali marini, fluviali e lacustri può costituire un'importante fonte di rilascio per il futuro [32].

Inoltre, è stato osservato che, la concentrazione negli organismi eduli decresce molto più lentamente di quanto osservato per i comparti ambientali in cui vivono e rimangono a livelli considerati inaccettabili [36]

Tutti questi elementi congiunti hanno portato da una parte all'inserimento delle diossine nel gruppo dei 12 inquinanti per i quali è richiesta un'azione internazionale per l'eliminazione del loro input ambientale [37], dall'altra a ridefinire, in senso più restrittivo, le dosi massime tollerabili [38].

Per quanto riguarda poi la 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina, o TCDD, divenuta famosa anche come "diossina di Seveso" per il suo massiccio rilascio nell'incidente del 1976, lo IARC ha recentemente deciso di riclassificarla come sicuramente cancerogena per l'uomo [39].

Nonostante la 2,3,7,8-TCDD sia sicuramente il congenere più tossico, reazioni fisiologiche simili possono essere indotte anche da altri congeneri e quindi la loro conversione in tossicità equivalente è ritenuto un esercizio necessario ed affidabile anche se è stato suggerita la necessità di individuare diversi fattori di conversione a seconda delle specie considerate [38].

3. RILASCIO E MIGRAZIONE DI DCE E CVM

Oltre alle diossine, la produzione di DCE/CVM determina anche il loro stesso rilascio in ambiente.

Nel corso di un'ispezione ordinata dalla Pretura di Mestre al Magistrato alle Acque di Venezia, il rilascio di DCE nelle acque reflue fu stimato in oltre 2 t/anno [40].

Da dati ufficiali si evince che nel 1992 le emissioni di DCE e CVM in atmosfera attribuibili alla sola Enichem sono ammontate a 2136 t. e 1036 t. rispettivamente [41].

Dati dell'Imperial Chemical Industry relativi al solo impianto di Runcorn riportano emissioni di 184 t di DCE e 62 t di CVM in atmosfera e di 491 kg di CVM e 126 kg di DCE nelle acque di scarico tra il marzo ed il dicembre del 1994 [2]. Negli Stati Uniti si stima un'emissione annua pari a 590 t di CVM in atmosfera [22] e di 18.144 t di DCE (pari allo 0,2% del totale prodotto) [42].

In Germania si stima che le emissioni diffuse siano la principale causa di rilascio di circa 330 t/a di CVM [43] Per quanto riguarda il CVM, noto composto epatocancerogeno, oltre ai

possibili rischi delle popolazioni residenti nelle vicinanze dei luoghi di produzione a seguito delle emissioni in atmosfera, la sua assunzione può avvenire anche a seguito del suo rilascio dai manufatti in PVC [44, 45, 46].

Il rilascio di CVM dagli interni di autovetture nuove può rappresentare una fonte di esposizione elevata per i guidatori [47].

Per quanto riguarda gli ambienti di lavoro, va qui ricordato che il processo avviato a Venezia dal Pubblico Ministero Felice Casson trova spunto anche dall'elevata incidenza tumorale tra gli addetti alla produzione di CVM nel decennio 1970-80 [48].

Nel corso delle due ispezioni svoltesi nel 1996 all'interno dei reparti di produzione dell'EVC di Porto Marghera, è stata accertata la non idoneità della strumentazione a rilevare le concentrazioni di CVM nell'ambiente di lavoro. E' difficile, pertanto, credere fino in fondo alle dichiarazioni rassicuranti circa l'esposizione professionale.

4. ADDITIVI DEL PVC E RISCHI SANITARI CONNESSI

Al termine del suo ciclo produttivo, il PVC si presenta in forma amorfa e per poter trovare successive applicazioni industriali necessita dell'aggiunta di un gran numero di composti in forma di stabilizzanti, plasticizzanti, ignifughi, pigmenti etc.

Molti dei composti aggiunti sono veri e propri composti tossici, come le cloroparaffine a catena corta, il piombo, gli ftalati ed i composti organostannici.

4.1 PLASTICIZZANTI

I composti maggiormente impiegati per ammorbidire il PVC, sono esteri degli acidi ftalici, più noti come ftalati. Circa il 90% dei 5 milioni di tonnellate di ftalati prodotti annualmente ed utilizzati come additivi nelle materie plastiche finisce nel PVC [49]. Il più comune di questi, il di-2-etil-esil ftalato (DEHP) viene tutt'oggi largamente impiegato nel PVC per uso medico nonostante siano stati ben evidenziati gli effetti collaterali derivanti dal suo uso [50]. Il DEHP è classificato come possibile cancerogeno per l'uomo [42] e, come per altri ftalati comunemente utilizzati nel PVC, presenta attività estrogeno-simili [51].

Gli ftalati utilizzati come plasticizzanti hanno una spiccata tendenza a migrare dal PVC [52, 53, 54] e possono quindi contaminare i prodotti con cui vengono a contatto [55, 56, 57]. Recentemente, il problema del rilascio di ftalati è balzato alle cronache dopo che analisi effettuate dall'EPA danese aveva individuato che alcuni prodotti della Chicco in PVC morbido destinati alla prima infanzia potevano rilasciare quantità di ftalati fino a 44 volte i limiti imposti per gli alimenti.

Da analisi effettuate da Greenpeace su un campione di 71 giocattoli è emerso che i plasticizzanti rappresentavano fino al 40% in peso del prodotto [58].

Da analisi condotte dall'Health Inspectorate olandese nell'agosto 1997 è emerso che un prodotto della Chicco rilasciava una dose di diisononil ftalato (DINP) 4 volte superiore il t-TDI stabilito per questo prodotto [59].

Oltre agli ftalati, anche le cloroparaffine possono essere impiegate quali plasticizzanti. Data l'estrema tossicità, soprattutto di quelle a catena corta, si pensa che il loro utilizzo dovrebbe cessare immediatamente [52].

4.2 PIOMBO

Il piombo viene aggiunto al PVC per stabilizzarlo all'azione del calore durante il suo impiego nella costruzione di manufatti, e/o come pigmento [52].

Come per gli ftalati, anche il caso del piombo è balzato agli onori delle cronache dopo che elevati tassi ematici di piombo in bambini di alcuni stati degli USA sono stati associati al rilascio di questo metallo a seguito della fotodegradazione delle veneziane in PVC [60, 61, 62]. Da analisi effettuate dall'Università della Carolina del Nord su commissione di Greenpeace, è emerso che il 21% dei 131 oggetti per bambini analizzati conteneva elevate concentrazioni di piombo e che dopo un periodo di quattro settimane il metallo si presentava alla superficie del manufatto [63]

Il problema del piombo nei giocattoli era già stato recentemente dibattuto anche dai Ministri per l'Ambiente dei G8 riunitisi nel maggio del 1997 a Miami per discutere degli effetti delle alterazioni ambientali sulla salute dei bambini [64].

Per direttive europee, gli stabilizzanti al piombo debbono riportare le diciture "Possono causare danni ai feti" e "Possibile rischio di riduzione della fertilità" [65].

4.3 COMPOSTI ORGANOSTANNICI

Anche i composti organostannici vengono impiegati come stabilizzanti, generalmente in forma di miscele di sali di monoalchil e dialchil stagno [66]. L'utilizzo di tubature in PVC utilizzate per la rete di distribuzione dell'acqua è stata messa in relazione alla contaminazione idrica da metil e dimetilstagno [67]. Anche questi composti, oltre alla loro tossicità generale, vengono messi in relazione ad alterazioni fetali in caso di esposizioni prenatali [68].

5. IL RICICLAGGIO DEL PVC: UNA MERA ILLUSIONE

Dovendo affrontare il problema dello smaltimento di un prodotto estremamente eterogeneo e contenente prodotti tossici in quantità anche considerevoli, molti degli sforzi dei produttori di PVC sono stati indirizzati in operazioni di pubbliche relazioni per rassicurare gli animi dei consumatori. Ma che il riciclaggio del PVC rimane una chimera lo dimostra non solo il recente rapporto di Greenpeace [69], ma addirittura i produttori di altre materie plastiche [70]. In Italia, il Consorzio Replastic ha recentemente offerto in appalto un lavoro di cernita manuale di materie plastiche per poter giungere all'eliminazione di elementi non plastici e di PVC [71]. In una risoluzione del Parlamento Europeo, il PVC viene annoverato tra i composti tossici che debbono essere eliminati dagli RSU [72].

6. CONCLUSIONI

Appare evidente, da quanto fin qui esposto, che i problemi ambientali relativi alla produzione, utilizzo e smaltimento del PVC sono molto complessi.

D'altro canto, i rischi sanitari ed ambientali associati a tale settore industriale sono di tale portata ed importanza che non è più possibile ignorarli.

Un approccio settoriale si rende necessario per giungere al più presto alla sostituzione del PVC con materiali alternativi più sicuri, a partire da quei settori dove la sostituzione può avvenire immediatamente o là dove norme di massima tutela impongono un'azione immediata (i.e. giocattoli). Le misure intraprese dall'industria nell'eliminare questo o quell'additivo per sostituirlo poi con altri altrettanto pericolosi, come è stato il caso della sostituzione dell'DEHP con il DINP nei giocattoli, non può certo essere la soluzione del problema.

Del resto, la stessa industria del PVC non ha dimostrato alcun senso di responsabilità nell'affrontare seriamente i problemi, come ben dimostrano le vicende giudiziarie in corso a Venezia che non riguardano solo le produzioni degli anni passati, ma ci parlano anche dell'oggi.

Il ritrovamento di diossine negli scarichi idrici provenienti dalla produzione del CVM, l'apertura di un canale di scolo non autorizzato da parte dell'EVC per ovviare al sequestro dell'impianto di trattamento delle acque clorate, la chiusura dell'impianto sperimentale dell'EVC per mancanza dei permessi per gli scarichi atmosferici, l'esito delle ispezioni interne ai reparti ed il recente sequestro dei camini dell'EVC, sono cose di oggi.

Le informazioni rassicuranti che continuano ad uscire dal Centro di Informazione sul PVC sono, spesso, semplici menzogne. Un solo esempio per tutti. All'indomani della denuncia di Greenpeace sulla presenza di ftalati nei giocattoli in PVC il dottor Costantino Giordano assicurava che gli ftalati sono saldamente legati alla plastica e che quindi non c'è rischio di rilascio. Sullo stesso argomento, il 12 agosto 1997 il suo collega danese, Ole Groendal Hansen dichiarava [73]: "Gli ftalati hanno la tendenza ad essere rilasciati dal PVC morbido....", "....la presenza di ftalati nel PVC utilizzato dall'industria automobilistica può dar luogo ad un loro rilascio durante il lavaggio delle macchine che si può tradurre in una contaminazione dei corpi recettori".

Già in passato prima di ottenere il necessario divieto per l'utilizzo di composti tossici abbiamo assistito a performance analoghe a quelle messe in atto dall'industria del PVC, basti pensare al DDT, ai PCB e, per ultimo, all'amianto. Le evidenze scientifiche sono sufficienti a dimostrare l'insostenibilità del PVC in una società moderna e la necessità di agire al più presto. Da più parti oramai viene invocata l'applicazione del principio precauzionale, sancito nella riunione di Rio, e fondamentale per evitare di agire solo in situazioni emergenziali. E quindi non deve sorprendere se proprio l'industria del PVC teme più di altre l'applicazione di una tale politica di tutela, come emerge dal documento di presentazione di un recente convegno del settore, "PVC '96: PROSPETTIVE ALLARMANTI" dove si può leggere " Se il principio precauzionale venisse applicato, l'industria del PVC scomparirebbe" [74].

Probabilmente niente, più di questa dichiarazione, potrebbe farci riflettere meglio sulla necessità di eliminare il PVC al più presto.

BIBLIOGRAFIA

[1] Wania, F. and Mackay, D., 1996. Tracking the Distribution of Persistent Organic Pollutants. Environmental Science and Technology News. 30(9):390-396 v[2] ICI, 1994. Report to the Chief Inspector

- HMIP Authorisation AK6039. formation of dioxins in oxychlorination, significance for human health and monitoring proposals. ICI Chemical & Polymers Ltd report NWJP/BMTD, 16 pp
- [3] Norsk Hydro, 1992. PVC and the environment, p.165
- [4] EVC, 1995. Diossine nella produzione del cloruro di vinile (CVM) e loro distruzione nello stabilimento di Porto Marghera (Venezia), 3 pp.
- [5] Evers, E.H.G., 1991. The formation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans during industrial chlorination processes. Dioxin '91, Research Triangle Park, p.106
- [6] Danish EPA, 1993. PVC and alternative materials, p.36
- [7] HMSO, 1995. Cm 3040, making waste work: a strategy for sustainable waste management in England and Wales. ENDS Report 251, pp.3-4
- [8] Stringer, R.L., Costner, P. & Johnston, P.A., 1995. PVC manufacture as a source of PCDD/Fs. Dioxin '95, Organohalogen Compounds, 24:119-123
- [9] Environmental Ministry of Lower Saxony. Press release 77/94 del 22 marzo 1994
- [10] Wenning, R.J., Harris, M.A., Unger, M.J., Paustenbach, D.J. & Bedbury, H., 1992. Chemometric comparisons of polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran residues in surficial sediments from Newark Bay, New Jersey and other industrialised waterways. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 22:397-413
- [11] Fabbri, F., 1996. Dioxins in the Mediterranean, Greenpeace Italy, p.14
- [12] Fabbri, F., 1995. Composti organici tossici, persistenti e bioaccumulabili nella laguna di Venezia: stato delle conoscenze. Greenpeace Italia, 14 pp.
- [13] Benfenati, E., Fattore, E., Mariani, G., Cools, E., Fanelli, R., 1994. Mass spectrometric analysis of organic compounds in surface sediments from the Venice lagoon. International Symposium Chromatography and Mass Spectrometry in environmental analysis. St Petersburg, October 3-7 1994
- [14] Fattore, E., Benfenati, E., Matriani, G., Fanelli, R., Evers, E.H.G., 1997. Patterns and Sources of Polychlorinated Dibenzop-dioxins and Dibenzofurans in Sediments from the Venice Lagoon, Italy. Environ. Sci. Technol., 31(6):1777-1784
- [15] di Domenico, A., La Rocca, C., Rodriguez, F., Conti, L., Crebelli, R., Crochi, B., Ferri, F., Iacovella, N., Turrio Baldassarri, L., Ziemacki, G., 1995. Ecotossicologia ed effetti biologici di inquinanti inorganici ed organici nel sistema lagunare veneziano. caratterizzazione dei microinquinanti chimici a maggiore potenziale mutageno nei mitili e nel loro habitat. ISTASAN 95/3, 59 pp.
- [16] Fluthwedel A. and Phole, H., 1993. Formation of polychlorinated dioxins and furans in thermal processes involving chlororganic products and natural materials. German Federal Environmental Protection Agency. Berlin. Nachr. Chem. Tech. Lab. 41 Nr 10
- [17] INLUPA, 1992. PCDD/F determination in ashes collected by Greenpeace staff
- [18] Weinspach, P.M., Gundlach, J., Klingelhafer, H.G., Nitschke, K., Ries, R., Schneider, U., 1997. Independent Commission of Experts to the Prime Minister of the State of North Rhine Westphalia to Investigate the Consequences of the Fire at Rehiin-Ruhr Airport, Dusseldorf. Part 1 Analysis of the fire on April 11, 1996. Recommendation and consequences for Rhein-Ruhr Airport, Dusseldorf
- [19] Yasuhara, A., Ito, H., 1991. Combustion Products of Poly (vinyl chloride). J. Environ. Chem., 1(3):525-528
- [20] Merk, M., Schramm, K.W., Lenoir, D., Henkelmann, B., Kettrup, A., 1995. Determination of the PCDD/F concentration in the fumes from a PVC fire. Organohalogen Compounds, 23:491-494
- [21] Wagner, J.C. and Green, A.E.S., 1993. Correlation of chlorinated organic compounds emissions from incineration with chlorinated organic input. Chemosphere, 26(11):2039-2054
- [22] Clean production Task Force of the Great lakes United, 1995. Planning for the Sunset: A Case Study for Eliminating Dioxins by Phasing out PVC Plastics, p.60
- [23] Alex Green, ed. 1993. Medical waste Incineration and Pollution prevention. Van Nostrand Reinhold
- [24] Directoraat-Generaal Milieubeheer. Beleidsstandpunt PVC. Section 5.1 PVC and Dioxins. January 1997
- [25] Danish EPA, 1996. Environmental Aspects of PVC. Environmental Project no. 313
- [26] Ozvacic, V. et al., 1990. Biomedical Waste Incinerator testing programme. Chemosphere, 20:1801-1808
- [27] Cocheo, V., Quaglio, F., Bellomo, M.L., Pagani, D. e Sacco, P., 1990. Ruolo del PVC nella generazione di microinquinanti clorurati negli impianti di incenerimento di R.S.U. Ambiente Risorse Salute, 105(X):10-15
- [28] Rigo, H., G., Chandler, A.J. and Lanier, W.S., 1995. The Relationship Between Chlorine in Waste Streams and Dioxin Emissions From Waste Combustor Stacks". CRTD, Vol. 36, American Association of Mechanical Engineers
- [29] Costner, P., 1996. Discrepancies Between Statistical Findings and Conclusions in the ASME Report, "The Relationship Between Chlorine in Waste Streams and Dioxin Emissions From Waste Combustor Stacks", by Rigo et al.. Greenpeace International, December 1996
- [30] Rappe, C., 1996. Sources of TCDD, other PCDDs and PCDFs and the presence of these compounds in the environment. Proceedings of "Chemistry, Man and Environment", Milan, 21 October 1996
- [31] US EPA, 1994. Health assessment document for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin and related compounds. EPA/600/BP-92/001a-c. External Review Draft

- [32] US EPA, 1995. An SAB report: a second look at dioxin. Review of the Office of Research and Development of dioxin and dioxin-like compounds by the dioxin reassessment review committee. EPA-SAB-EC-95-021
- [33] WHO-IARC, 1997. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Polychlorinated dibenzo-para-dioxins and polychlorinated dibenzofurans. Vol. 69, p.52
- [34] Kavlock, R.J., Daston, P.G., DeRosa, C., Fenner-Crisp, P., Gray, L.E., Kaattari, S., Lucier, G., Luster, M., Mac, M.J., Maczka, C., Miller, R., Moore, J., Rolland, R., Scott, G., Sheehan, M.D., Sinks, T. and Tilson, H.A., 1996. Research Needs for the Risk Assessment and Environmental Effects of Endocrine Disruptors: A Report of the U.S. EPA-sponsored Workshop. *Environmental Health Perspectives*, 104(4):715-740
- [35] Peper, M., Klett, M., Frenzel-Beyme, R., Heller, W.D., 1993. Neurophysiological effects of chronic exposure to environmental dioxins and furans. *Environmental Research* 60:124-135
- [36] Norwegian Institute for Water Research. Summary report on levels of polychlorinated dibenzofurans/dibenzo-p-dioxins and non-ortho polychlorinated biphenyls in marine organisms and sediments in Norway. Report 618/95
- [37] UNEP, 1995. Washington Declaration on Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities. Intergovernmental Conference to Adopt a Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land Based Activities
- [38] Health Council of Netherlands, 1996. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls. Committee on the Risk Evaluation of Substances, 116 pp.
- [39] WHO-IARC, 1997. Op. cit., p. 343
- [40] Magistrato alle Acque di Venezia, 1994. Relazione relativa alle caratteristiche dello scarico dello stabilimento Enichem di Porto Marghera denominato SM15
- [41] Enichem, 1992. Report ambiente, p.37
- [42] City of Toronto, Dept. of Public Health, 1996. Health and Environmental Considerations Associated with PVC and other Pipe Materials Commonly Used by the City of Toronto. March, 1996
- [43] UBA, 1992. Environmental Damage by PVC- An Overview
- [44] Benfenati, E., Natangelo, M., Davoli, E., Fanelli, R., 1991. Migration of vinyl chloride into PVC-bottled drinking-water assessed by gas chromatography-mass spectrometry. *Food Chem. Toxicol.*, 29(2):131-134
- [45] Castle, L, Price, D., Dawkins, I.V., 1996. Oligomers in plastics packaging. Part 1: Migration tests for vinyl chloride tetramer. *Food Addit. Contam.*, 13(3):307-314
- [46] Svensson, K., 1994. Legislation, control and research in the Nordic countries on plastics for packaging food. *Food Add. Cont.*, 11(2):241-248
- [47] U.S. Dept. of Health and Human Services, 1994. National Toxicology Programme. 7th Annual Report on Carcinogens
- [48] Bortolozzo, G., 1994. Il cancro da cloruro di vinile al petrolchimico di Porto Marghera. *Medicina Democratica*, 92/93:32-92
- [49] Institute for Local Self-Reliance, 1996. Pollution Solution. Biochemical Plasticizers
- [50] Latini, G., 1996. Is still reasonable to use di-(2-ethylhexyl)-phthalate to make flexible PVC medical devices? *Atti del III Congresso di Medicina Perinatale*, San Francisco
- [51] Jobling, S., Reynolds, T., White, R., Parker, M.G. and Sumpter, J., 1995. A Variety of Environmentally Persistent Chemicals, Including Some Phthalates Plasticizers. Are Weekly Estrogenic. *Environmental Health Perspectives*, 103(6):582-587
- [52] Sweden Kemi Report, 1996. Additives in PVC. Marking of PVC. Report on completion of a government task, pp.9-11
- [53] MIT, 1993. Dimension of Managing Chlorine in the Environment
- [54] Danish Technological Institut, 1995. Environmental Aspects of PVC. Final Draft, p.46
- [55] UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1996. Food Surveillance Paper No.21. Survey of Plasticizers Levels in Food Contact Materials and Foods
- [56] Page, D.B. and Lacroix, M.G., 1992. Studies into the transfer and migration of phthalates esters from aluminium foil-paper laminates to butter and margarine. *Food Add. Contam.*, 9(3):197-212
- [57] Page, D.B. and Lacroix, M.G., 1995. The occurrence of phthalates ester and di-2-ethylhexyl adipic plasticizers in Canadian packaging and food sampled in 1985-1989: a survey. *Food Add. Contam.*, 12(1):129-151
- [58] Stringer, R., Labounskaia, I., Santillo, D., Johnston, P., Siddorm, J., Stephenson, A., 1997. Determination of the Composition and Quantity of Phthalates Ester Additives in PVC Children's Toys. Greenpeace International
- [59] Janssen, P., van Veen, M., van Aoeldoorn, M., Speijers, G., 1997. Phthalates in baby teethingers/animal figures. State Institute for Health and the Environment, Advice Report 5293
- [60] North Carolina Dept. of Environment, Health and Natural Resources, press release 4th March 1996 "Imported, plastic mini-blinds identified as potential source of lead poisoning"
- [61] Toronto Star, 26-6-96. Unsafe levels tied to miniblinds
- [62] Health Canada, 1996. Public Health Warning "Lead Hazard posed by PVC mini-blinds, June 26
- [63] Fabbri, F., (a cura di), 1997. Piombo e Cadmio in alcuni prodotti in PVC. Greenpeace Italia

- [64] Ministero per l'Ambiente, 1997. Azioni per la protezione della salute dei bambini e la tutela dell'ambiente che sono state indicate dei Ministri del G8 per essere sviluppate nei rispettivi paesi. Annex A
- [65] Donnelly, P.J., 1996. An update on the current legislative position of stabilizers used in PVC. In: PVC New Perspectives, PVC '96, Brighton, 23-25 April
- [66] Akros Chemical, 1996. PVC factsheet on stabilizers additives and environmental issues, p.6
- [67] Sadiki, A.I., Williams, D.T., Carrier, R. and Thomas Barry, 1996. Pilot study on the contamination of drinking water by organotin compounds from PVC materials. Chemosphere, 32(12):2389-2398
- [68] Danish Technological Institute, 1996. Op.cit. p.6
- [69] Greenpeace, 1997. PVC recycling in Germany: fact and fiction 1997
- [70] World Vinyl Forum, 1997. Global Vinyl Conference, Akron, Ohio, September 1997
- [71] ANSA, Notiziario Ambiente, 96. Riciclaggio: Replastic cerca impianto da 10 mila tonnellate (18/11/96)
- [72] European parliament, 1996. resolution on the communication from the Commission on the review of the Community strategy for waste management and the draft Council resolution on waste policy (COM (96)0399-C4-0453/96)
- [73] Morgenavisen Jyllandsposten, 12 August 1997
- [74] The Institute of Materials, PVC Committee, 1996. Programme and registration form PVC '96, alarming perspectives