

In un interessante documento, uscito in dicembre 2004, il CONAI, il Consorzio per il recupero degli imballaggi, ispirandosi al Protocollo di Kyoto, presenta una nuova strategia per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> tramite operazioni di riciclo e recupero dei rifiuti.

CONAI propone di istituire il Recycling Fund, un fondo studiato per individuare progetti di riduzione dei gas ad effetto serra basati sulla riduzione di CO<sub>2</sub> che si può ottenere grazie al riciclo/recupero dei rifiuti. Questa interessante proposta del CONAI coinvolge direttamente tutti i consorzi che fanno capo al CONAI e quindi anche il Corepla, il Consorzio Nazionale Raccolta, Riciclo e Recupero dei Rifiuti ed Imballaggi in Plastica.

Come si sta muovendo COREPLA, risulta dall'allegato tecnico dell'accordo COREPLA-CONAI sulla raccolta differenziata della plastica e sul suo parziale riutilizzo. Di questo e del possibile riciclo di polimeri post-consumo si parla in questo articolo che proviene dal Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa.

Non si può non trovarsi d'accordo, infine, sul fatto che i rifiuti possano, a tutti gli effetti, essere equiparati ad una fonte rinnovabile di energia, sempre più importante in un paese petrolio (idrocarburi)-dipendente come il nostro. Sarebbe assurdo, se non deleterio, non estrarre materie prime seconde ed energia da questa inesauribile miniera.

*Il Comitato Editoriale*

## RICICLO DELLA PLASTICA POST-CONSUMO

*di Mauro Aglietto,*

*Maria-Beatrice Coltelli, Stefania Savi e Irene Della Maggiore*

In un interessante documento, uscito in dicembre 2004, il CONAI, il Consorzio per il recupero degli imballaggi, ispirandosi al Protocollo di Kyoto, presenta una nuova strategia per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> tramite operazioni di riciclo e recupero dei rifiuti.

CONAI propone di istituire il Recycling Fund, un fondo studiato per individuare progetti di riduzione dei gas ad effetto serra basati sulla riduzione di CO<sub>2</sub> che si può ottenere grazie al riciclo/recupero dei rifiuti. Questa interessante proposta del CONAI coinvolge direttamente tutti i consorzi che fanno capo al CONAI e quindi anche il Corepla, il Consorzio Nazionale Raccolta, Riciclo e Recupero dei Rifiuti ed Imballaggi in Plastica.

Come si sta muovendo COREPLA, risulta dall'allegato tecnico dell'accordo COREPLA-CONAI sulla raccolta differenziata della plastica e sul suo parziale riutilizzo. Di questo e del possibile riciclo di

polimeri post-consumo si parla in questo articolo che proviene dal Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa.

Non si può non trovarsi d'accordo, infine, sul fatto che i rifiuti possano, a tutti gli effetti, essere equiparati ad una fonte rinnovabile di energia, sempre più importante in un paese petrolio (idrocarburi)-dipendente come il nostro. Sarebbe assurdo, se non deleterio, non estrarre materie prime seconde ed energia da questa inesauribile miniera.

*Il Comitato Editoriale*

Vengono ormai superati in Italia i 30 milioni di tonnellate di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) annui. La quantità di rifiuti prodotti è però largamente superiore in quanto costituita anche dai rifiuti speciali che superano di 2-3 volte gli RSU. Il costante aumento dei RSU è chiaramente evidenziato dai dati riportati nella Tabella 1. Analizzando con

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Ton/anno	26.605.170	26.845.271	28.363.914	28.958.541	29.408.874	29.787.586	30.038.079
Kg/ab anno	462	466	492	501	516	521	524
Kg/ab die	1,266	1,277	1,347	1,372	1,414	1,427	1,436

Fonte: dati APAT

Tabella 1. Andamento produzione dei rifiuti urbani in Italia.

attenzione questi dati si può comunque notare, a partire dal 2001, la tendenza alla diminuzione del tasso di incremento annuo.

Tendenza che può significare soltanto una cosa, che andiamo sempre più ad estrarre quanto è ancora utilizzabile in quell'enorme quantità di rifiuti prodotti dalla società dei consumi e che vengono giustamente chiamati nel documento del Conai del dicembre 2004 <sup>1</sup> *giacimenti metropolitani*. I rifiuti sono infatti una vera e propria miniera da sfruttare.

In questo contesto è estremamente importante valorizzare tutti i materiali che vengono avviati,

a livello nazionale <sup>2</sup> e otto milioni di tonnellate a livello europeo <sup>3</sup>. La percentuale di plastica riciclata nel 2002 in Italia (15,3%) è superiore rispetto alla media europea (13,6%).

L'analisi 2003 dei RSU in Italia (Fig. 1) sta ad indicare che abbiamo ancora molta strada da fare, poiché il 60% dei rifiuti continua ad andare direttamente in discarica.

In realtà alcuni decreti legislativi auspicano e regolamentano un maggiore ricorso sia al riciclo che al recupero energetico dei rifiuti. Per quanto riguarda quest'ultimo il D.Lgs 79/1999 introduce l'obbligo a carico dei grandi produttori e importatori di ener-

Materiali	Riciclo totale materiali (ton)	di cui imballaggi (ton)	Incremento riciclo imballaggi '03/'98 (%)
Acciaio	20.477.000	321.000	-
Alluminio	674.500	28.300	304%
Carta	5.250.400	2.432.000	63%
Legno	3.000.000	1.543.000	75%
Plastica	990.000	480.000	150%
Vetro	1.568.000	1.122.000	52%
Totale	31.959.900	5.926.300	78%

Fonte: elaborazione CONAI su dati associazioni di categoria.

Tabella 2. Materiali ed imballaggi avviati a riciclo nel 2003.

grazie alla raccolta differenziata ed ad un più rigoroso controllo degli scarti industriali, a percorsi di potenziale riuso e riciclo. Vediamo ad esempio dei dati estremamente stimolanti (Tab. 2) che riguardano vari materiali ed imballaggi avviati a riciclo nel 2003.

L'incremento dei materiali avviati al riciclo è notevole ed anche la plastica ha raggiunto quantitativi consistenti, quasi un milione di tonnellate all'anno

grazie alla raccolta differenziata ed ad un più rigoroso controllo degli scarti industriali, a percorsi di potenziale riuso e riciclo. Vediamo ad esempio dei dati estremamente stimolanti (Tab. 2) che riguardano vari materiali ed imballaggi avviati a riciclo nel 2003.

Nonostante la legislazione auspichi l'utilizzo di fonti rinnovabili, la percentuale di rifiuti che vengono inceneriti, con recupero di calore e produzione di energia elettrica, tal quali o sotto forma di combustibili derivati dai rifiuti (CDR) è inferiore rispetto alla media dei paesi europei occidentali <sup>3</sup>. Dalla quota dei RSU destinati attualmente alla discarica potrebbe essere selezionata una quantità notevole di CDR che potrebbero essere termovalorizzati. Tuttavia la costruzione di inceneritori-termovalorizzatori è sempre un problema in Italia. Dopo l'incidente di Seveso nel 1976 si è praticamente bloccata per moltissimo tempo la costruzione di inceneritori. Nel fascicolo di luglio 2004 de La Chimica e l'Industria compaiono una serie di interessanti articoli che hanno rivisitato l'incidente che "ha contribuito a cambiare la mentalità

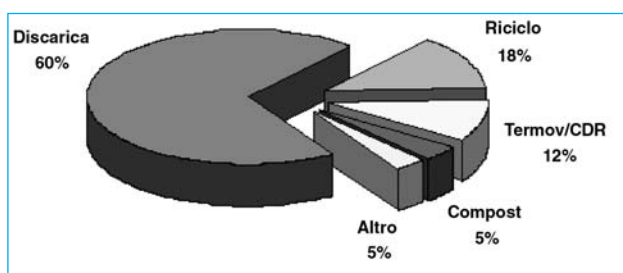


Figura 1. Principali modalità di trattamento dei rifiuti urbani in Italia (dati 2003).

Fonte: elaborazione CONAI su dati APAT

dei chimici ma anche dei legislatori in materia di sicurezza”<sup>4,5</sup>.

Gli inceneritori-termovalorizzatori dell’ultima generazione<sup>6</sup> danno tutte le garanzie nell’abbattimento dei fumi e dei gas post-combustione. Per evitare la chiusura anticipata di molte discariche e periodiche emergenze – con conseguente necessità di onerose spedizioni di rifiuti in Germania – la quantità di rifiuti termovalorizzata dovrebbe aumentare nei prossimi anni.

### RICICLO CON RECUPERO DI MATERIALI E PRODUZIONE DI POTENZIALI MATERIE PRIME SECONDE

Cerchiamo ora di fare il punto sul percorso dei manufatti e soprattutto degli imballaggi in plastica dal momento che si trasformano in qualcosa di non più gradito o di non più utilizzabile e far sì che diventino una potenziale risorsa. La questione è appunto questa, convincerci e convincere i non addetti ai lavori, i comuni cittadini che, con una gestione integrata dei rifiuti, il rifiuto da qualcosa di cui disfarsi si trasforma in una risorsa da gestire.

Nell’allegato tecnico “Imballaggi in plastica” dell’accordo tra l’Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (ANCI) e il Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo e il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica (COREPLA)<sup>7</sup> si dice espressamente “Le parti si danno reciprocamente atto dell’importanza della diffusione dell’utilizzo di manufatti in materiale riciclato ai fini della crescita sia della cultura e conoscenza ambientale sia di un mercato strutturato e maturo del prodotto riciclato che costituisce il naturale e necessario ter-

minale della raccolta differenziata”. Più avanti si è ancora più precisi “Le parti si impegnano reciprocamente a valutare particolari modalità di valorizzazione da applicare in quelle situazioni in cui il Convenzionato dimostri di avviare autonomamente a riciclaggio, anche tramite terzi, quanto da lui raccolto per la realizzazione di manufatti da cedere alle Pubbliche Amministrazioni, computabili quindi ai fini degli obiettivi posti dal citato D.M. A tal fine, COREPLA e il Convenzionato potranno concordare anche specifiche iniziative locali nell’ambito degli accordi volontari di cui al precedente art. 9, con particolare riferimento alle frazioni di mix plastico.

Nello scorso numero di AIM Magazine<sup>8</sup> è comparso un contributo a cura dell’Ufficio stampa del Corepla. Veniva giustamente sottolineato come non tutta la plastica è riciclabile e quando non si può arrivare a produrre qualcosa di utile dalla plastica post-consumo nell’ottica di quanto riportato nel sopra citato allegato tecnico occorre utilizzarla come fonte di energia.

Che riciclare la plastica non sia affatto semplice risulta del resto anche dal bilancio 2003 di Corepla<sup>9</sup>: delle 961.000 tonnellate di rifiuti di imballaggio in plastica recuperati in Italia, 480.000 t sono stati riciclate e 481.000 t sono state avviate a recupero energetico.

La raccolta differenziata è solo la prima tappa del lungo percorso che porta al recupero ed all’effettivo riciclo di un materiale plastico. Un esempio interessante è senz’altro fornito dal percorso post-consumo compiuto dalle bottiglie in PET. Queste

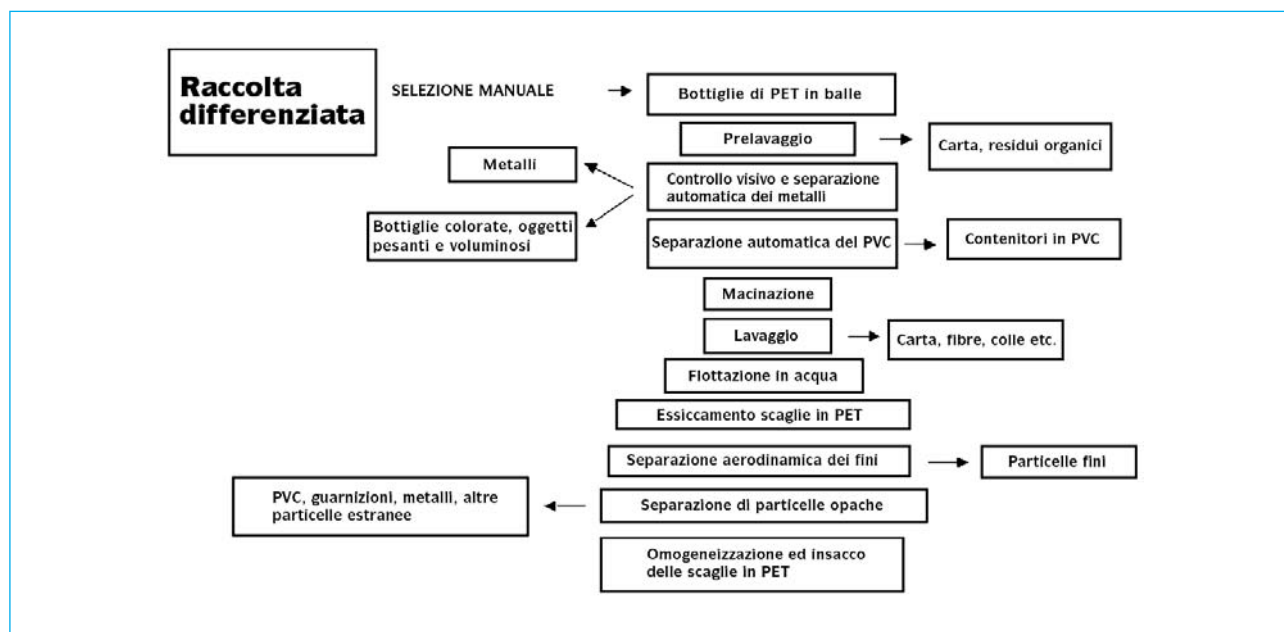


Figura 2. Operazioni necessarie per produrre scaglie di PET a partire dal materiale derivante dalla raccolta differenziata.

vengono infatti selezionate in base al colore automaticamente e/o manualmente presso centri di selezione e prelevate dal COREPLA che le convoglia presso aziende che sottopongono le bottiglie di PET ad una lunga serie di processi di purificazione (Fig. 2).

Questi prevedono la rimozione di carta, adesivi, polietilene, metalli e PVC e sono effettuati attraverso diverse metodologie, quali il lavaggio, la flottazione in acqua o la separazione aerodinamica.

Questo lungo percorso presenta costi e consumi energetici la somma dei quali è comunque inferiore al costo di produzione del PET vergine. Infatti l'energia necessaria per produrre un chilo di PET vergine è pari a 77 KJ, mentre i costi energetici dovuti alla separazione, lavaggio e macinazione ammontano a 42-55 KJ [10].

Ma cosa si può fare con queste scaglie? Infatti la produzione di scaglie e l'effettivo riciclo del materiale potrebbero non coincidere. Del resto dal punto di vista legislativo la definizione stessa di riciclo è di difficile interpretazione anche per gli addetti ai lavori.

Andiamo infatti a vedere cosa si dice a questo proposito nel Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 che disciplina la gestione dei rifiuti, meglio noto come decreto Ronchi.

Nell'articolo 4 che ha come titolo **Recupero dei rifiuti** si dice che:

1. *ai fini di una corretta gestione dei rifiuti le autorità competenti favoriscono la riduzione dello smaltimento finale dei rifiuti attraverso: a) il reimpiego ed il riciclaggio; b) le altre forme di recupero per ottenere materia prima dai rifiuti; c) l'adozione di misure economiche e la determinazione di condizioni di appalto che prevedano l'impiego dei materiali recuperati dai rifiuti al fine di favorire il mercato dei materiali medesimi; d) l'utilizzazione principale dei rifiuti come combustibile o come altro mezzo per produrre energia;*
2. *il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero di materia prima debbono essere considerati preferibili rispetto alle altre forme di recupero.*

Ci sono quindi, indicazioni precise e stimoli, sia per i ricercatori che per gli imprenditori, ad impegnarsi ed a collaborare nel settore del post-consumo.

### ESEMPI DI RICICLO DI MATERIE PLASTICHE POST-CONSUMO

Nel mondo scientifico i metodi di riciclo delle materie plastiche vengono classificati in tre grandi categorie <sup>11</sup>. Si parla infatti di riciclo energetico, chimico e meccanico. Nel primo caso il materiale viene considerato una semplice fonte di energia,

visto l'elevato potere calorifico. Il recupero energetico viene dunque considerato un metodo di riciclo e, quindi, il ruolo dei rifiuti quali fonte rinnovabile viene totalmente riconosciuto.

Il secondo metodo prevede la riconversione dei polimeri a monomeri o reagenti a più basso peso molecolare che possono essere reintrodotti in alcuni cicli produttivi. Questo metodo, oggetto di numerosi ed interessanti studi <sup>12</sup>, è spesso di difficile applicazione per gli elevati costi impiantistici e la difficoltà di individuare processi a ridotto impatto ambientale.

Il riciclo meccanico consiste nel sottoporre il materiale ad un secondo ciclo di lavorazione e dunque allunga il ciclo di vita del materiale. Può essere compiuto attraverso metodi molto diversi tra di loro. In alcuni casi si ha il riuso del materiale per la stessa applicazione. Questo metodo è ovviamente di facile applicazione per sfridi di lavorazione, ma viene attualmente anche utilizzato in alcuni processi in cui il materiale in ingresso è post-consumo. Ad esempio in Germania le bottiglie in PET post-consumo vengono convertite in nuove bottiglie <sup>13</sup>. In molti casi però il riciclo comporta l'utilizzo del materiale in applicazioni diverse rispetto a quelle dell'uso primario. In questo caso si possono classificare i metodi di riciclo meccanico in metodi che comportino il riutilizzo del materiale post-consumo in manufatti aventi minori proprietà (downcycling) o metodi che comportino la produzione di materiali con alto valore aggiunto (upcycling) <sup>14</sup>. Questa classificazione è di fondamentale importanza e comporta alcune riflessioni. In primo luogo il poter ottenere un materiale ad elevato valore aggiunto è senz'altro legato alla possibilità di avere a disposizione materiali post-consumo caratterizzati da un discreto grado di purezza e con una composizione costante. In secondo luogo solo il secondo tipo di riciclo permette di produrre materiali con un più lungo ciclo di vita. Questo costituisce un vantaggio in quanto comporta un più efficace risparmio di materia e limita i problemi derivanti dalla gestione dei rifiuti.

### DAL RICICLO A MANUFATTI AD ALTO VALORE AGGIUNTO

Nel corso degli ultimi anni sono stati messi a punto numerosi metodi di riciclo. Nella maggior parte dei casi le applicazioni hanno comportato la semplice sostituzione del materiale vergine con quello post-consumo. L'esempio riportato da COREPLA circa l'utilizzo delle scaglie di PET post-consumo per ottenere maglioni e plaid è particolarmente calzante <sup>8</sup>.

D'altra parte un materiale post-consumo non può essere identico per quanto riguarda la struttura

chimica, la composizione e le proprietà ad un materiale vergine. Prove tensili effettuate ad esempio su polietilene ad alta densità vergine e post-consumo aventi simili indici di fluidità hanno mostrato una netta caduta dell'allungamento a rottura per quest'ultimo a causa della presenza di polimeri contaminanti e della degradazione del materiale avvenuta durante l'uso primario <sup>15</sup>. D'altra parte per quanto riguarda il PET si osserva la diminuzione del peso molecolare per successivi cicli di lavorazione e l'aumento della concentrazione dei terminali carbossilici <sup>16</sup>. Le applicazioni più interessanti circa l'ottenimento di materiali post-consumo aventi elevato valore aggiunto, cioè nel campo dei materiali polimerici "tecnici", vanno senz'altro ricercate nei tentativi di ottenere sistemi multifase in cui la particolare distribuzione delle fasi è alla base delle proprietà del materiale stesso. Questo fa sì che il grado di purezza sia meno influente sulle proprietà finali del materiale. Prendendo ancora come esempio il PET post-consumo possono essere annoverati studi sulla produzione di compositi con fibra di vetro <sup>17</sup> e altri filler <sup>18</sup>, studi sulla possibile produzione di schiume <sup>19</sup> e numerosi studi sulla produzione di materiali antiurto attraverso la miscelazione di gomme, opportunamente modificate, con il PET <sup>20 21</sup>. In quest'ultimo caso, ad esempio, le caratteristiche antiurto sono legate alla particolare morfologia delle miscele in quanto la distanza tra i domini di gomma dispersa deve raggiungere un valore critico. Il raggiungimento di queste caratteristiche morfologiche richiede la conoscenza e l'uso di processi di compatibilizzazione reattiva allo stato fuso in grado di determinare un notevole decre-

mento della tensione interfacciale esistente tra i due diversi materiali. Ad esempio in Figura 3 si osserva come il valore di Izod per miscele PET post-consumo/LDPE post-consumo/polietilene funzionalizzato 70/30/10, correlabile alle proprietà antiurto del materiale, dipenda dal valore del diametro della fase dispersa ed aumenti sensibilmente a partire da **a** (miscela di riferimento PET/LDPE post-consumo 70/30), raggiungendo un massimo per la miscela **c**. Il valore del diametro è stato modulato controllando il grado di modifica del polietilene funzionalizzato, che aumenta da **b** verso **d** <sup>21</sup>.

### CONSIDERAZIONI FINALI

La selezione e commercializzazione di materie prime seconde dai materiali plastici post-consumo è necessaria ed auspicabile per il successivo ed effettivo riciclo delle materie plastiche.

Infatti in questo ambito l'impossibilità di reperire flussi di materiale post-consumo aventi una composizione nota e non troppo variabile può limitare notevolmente la possibilità di applicazioni, specialmente di quelle ad alto valore aggiunto. Cicli dei materiali, quali quelli delle cassette per ortofrutta in polipropilene, recuperate e riciclate tramite il consorzio CONIP <sup>22</sup>, e dunque sottratte al ciclo dei RSU, sono da annoverare quali metodi razionali per garantire un controllo sulla composizione media del materiale.

Vista la natura multidisciplinare e multisetoriale del riciclo dei materiali plastici, per l'individuazione di nuovi percorsi di riciclo si evidenzia la necessità di uno scambio proficuo tra istituzioni, consorzi, associazioni imprenditoriali e di consumatori, enti di ricerca e aziende per la ricerca di metodi di riciclo che sappiano adattarsi alle esigenze sia ambientali che di mercato. La pluralità delle soluzioni e degli interventi costituisce infatti una buona base per rendere più efficiente e flessibile il recupero e riciclo dei materiali, evitando sprechi, ottimizzando i risparmi di risorse e valorizzando/validando gli slanci innovativi che possono provenire da tutti gli organismi coinvolti.

Riteniamo che i rifiuti possano essere equiparati ad una fonte rinnovabile di energia. Non tutto è riciclabile e tutti i residui e gli scarti non riciclabili con un elevato potere calorifico dovrebbero essere avviati all'incenerimento con recupero energetico. Questo è del resto il percorso che il Conai consiglia per l'utilizzo razionale dei giacimenti metropolitani: selezione, riciclo e recupero delle materie prime-seconde e quando questo non è possibile recupero energetico. Ma siamo ancora molto lontani dalla realizzazione di questo ciclo virtuoso.

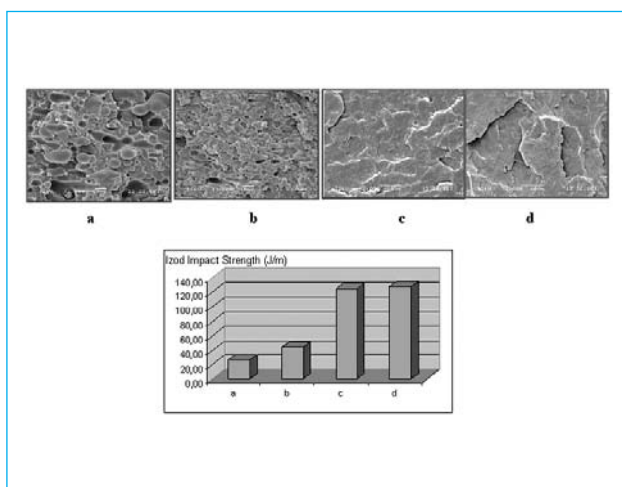


Figura 3. Correlazione morfologia-proprietà in miscele PET post-consumo/LDPE post-consumo/polietilene funzionalizzato 70/20/10 in peso.

### Bibliografia

- <sup>1</sup> “La sfida di Kyoto: il recycling fund. Proposta del sistema italiano del recupero”, dicembre 2004, [www.conai.org](http://www.conai.org)
- <sup>2</sup> [www.corepla.it](http://www.corepla.it)
- <sup>3</sup> Plastics in Europe, “An Analysis of plastic consumption and recovery in Europe”, published summer 2004; [www.plasticseurope.org](http://www.plasticseurope.org)
- <sup>4</sup> P. Cardillo, A. Girelli, “L’incidente di Seveso nel suo contesto storico”, *La Chimica e l’Industria*, 86, n.7, 30 (2004).
- <sup>5</sup> F. Trifirò, “Quali lezioni dall’incidente di Severo? Il 2,4,5- triclorofenolo, una molecola da dimenticare”, *La Chimica e l’Industria*, 86, n.7, 20 (2004).
- <sup>6</sup> <http://www.provincia.torino.it/ambiente/file-storage/download/rifiuti/pdf/Relazione-commissione.pdf>
- <sup>7</sup> Allegato tecnico imballaggi in plastica – accordo ANCI – Corepla del 14.12.2004
- <sup>8</sup> “Conoscere Corepla”, *AIM Magazine*, vol. 59, n. 3 , settembre-dicembre 2004.
- <sup>9</sup> Corepla, Bilancio 2003, *Arti Grafiche Quadrifoglio*, settembre 2004.
- <sup>10</sup> M. L. Mastellone, F. Perugini, U. Arena, “Life cycle assessment of mechanical recycling of plastic containers for liquids”, CD-ROM Proceedings of MODEST Congress, Budapest, 2002.
- <sup>11</sup> Stefan Tall, PhD thesis, Recycling of mixed plastic waste. Is separation worthwhile?”, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2000.
- <sup>12</sup> T. Szychaj, “New possibilities of chemical recycling methods in synthesis and/or modification of step-growth polymers”, CD-ROM Proceedings of MODEST Congress, Lyon, 2004.
- <sup>13</sup> Pat Reynolds, “Bottle-to-bottle PET recycling beckons in Germany”, [www.packworld.com/articles/Features/9060.html](http://www.packworld.com/articles/Features/9060.html)
- <sup>14</sup> F.P. La Mantia, “Can recycling improve the properties of post-consumer plastic materials?”, CD-ROM Proceedings of MODEST Congress, Budapest, 2002.
- <sup>15</sup> “Miscele polimeriche a partire da poliolefina e poli(etilen tereftalato) (PET) post-consumo”, M.B. Coltelli, S. Savi, I. Della Maggiore, C. Bruni, M. Aglietto, M. Giani, in *I Quaderni di Ecomondo*, Rimini, 22-25 ottobre 2003, serie Ambiente & Territorio, vol 310-1, pag. 101-109, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2003.
- <sup>16</sup> S. Al-AbdulRazzak, S.A. Jabarin, Processing characteristics of poly(ethylene terephthalate): hydrolytic and thermal degradation *Polym. Int.*, 51, 164 (2002).
- <sup>17</sup> A. Pegoretti, A. Penati, “Recycled poly(ethylene terephthalate) and its short glass fibres composites: effects of hygrothermal aging on the thermo-mechanical behaviour”, *Polymer*, 45, 7995 (2004).
- <sup>18</sup> R. Jeziorska, W. Zielinski, “Mica as a Filler for PET Scrap/Oxazoline Functionalized Polyethylene Blends” *Macromol. Symp.*, 194, 147-154 (2003).
- <sup>19</sup> S. Cibelli, S. Montesano, L. Di Maio, L. Incarnato, “PET recycling by reactive and foaming extrusion processes”, 2003 Prague Meeting on Macromolecules, 42nd Microsymposium, Praha, Czech Republic, July 14-17, 2003, Proceedings P41.
- <sup>20</sup> K.P. Chaudari, D.D. Kale, “Impact Modification of waste PET by polyolefinic elastomer” *Polym. Int.*, 52, 291 (2003).
- <sup>21</sup> “Proprietà e applicabilità di miscele polimeriche a base di poli(etilen tereftalato) (PET) e poliolefine post-consumo” M. Aglietto, M. B. Coltelli, S. Savi, C. Bruni, M. Giani, in *I Quaderni di Ecomondo*, Rimini, 3-6 novembre 2004, serie Ambiente & Territorio vol. 312-1, pag. 490-497, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2004.
- <sup>22</sup> Consorzio Nazionale Imballaggi Plastica. [www.conip.it](http://www.conip.it)