



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*e*

*Ministero dell'Ambiente e  
della Tutela del Territorio e del Mare*

AMBIENTE È SVILUPPO



# Il ciclo di lavorazione dei rifiuti

*Dr. Walter Bellomo*

## ***Premesse***

Una corretta gestione del ciclo dei rifiuti è strettamente connessa al concetto di sviluppo sostenibile di cui è certamente uno degli elementi fondanti.

In questo senso la definizione di sviluppo sostenibile più nota ed accettata dalla Comunità Scientifica è sicuramente quella contenuta nel rapporto Brundtland (1987 - The World Commission on Environment and Development, *Our Common future*, Oxford University Press, 1987, pag. 43) che definisce *sostenibile lo sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri.*

Sulla base di una crescente consapevolezza legata a tale particolare concezione di “sviluppo sostenibile”, negli anni '80 cominciò a svilupparsi ed a crescere rapidamente una nuova disciplina, ***l'economia ambientale***, che studia il nesso tra economia e sostenibilità ambientale e le modalità appropriate per regolare l'attività economica in modo da bilanciare gli obiettivi economici, ambientali e sociali, indicando le linee di sviluppo economico che possano garantire la sostenibilità ambientale degli interventi programmati.

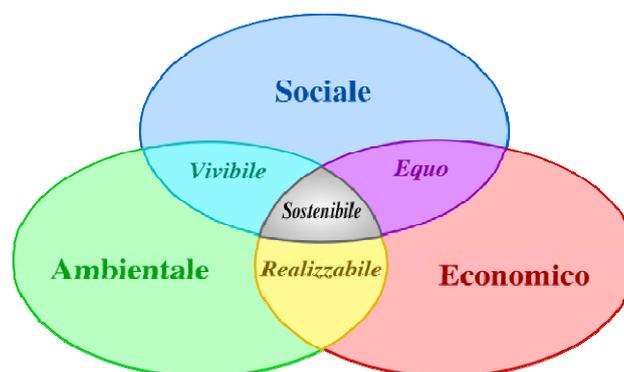
Questa disciplina, che vede l'intervento di più figure professionali, parte da alcune considerazioni di fondo:

- le risorse ambientali sono diventate generalmente scarse;
- le risorse rinnovabili non devono essere sfruttate oltre la loro naturale capacità di rigenerazione;
- la velocità di sfruttamento delle risorse non rinnovabili deve essere commisurata a quella con cui si sviluppano nuove tecnologie che permettono l'utilizzo di risorse sostitutive;

- per perseguire la sostenibilità ambientale l'ambiente va conservato quale capitale naturale che ha tre funzioni principali:
  - a) fonte di risorse naturali;
  - b) contenitore dei rifiuti e degli inquinanti;
  - c) fornitore delle condizioni necessarie al mantenimento della vita;
- la produzione dei rifiuti deve essere ridotta considerevolmente;
- il rilascio dei rifiuti nell'ambiente deve procedere a ritmi compatibili alla capacità di assimilazione da parte dell'ambiente stesso;
- devono essere mantenute intatte le condizioni ambientali prioritarie (ad esempio, la diversità genetica e la regolamentazione climatica);
- la società deve essere consapevole di tutte le implicazioni biologiche esistenti nell'attività economica;
- è diventato imprescindibile, in qualunque piano di sviluppo, un approccio economico per stimare un valore monetario dei danni ambientali.

Ne consegue che i concetti di sostenibilità ambientale e di sviluppo sostenibile mettono in stretto rapporto la quantità (l'incremento del PIL, la disponibilità di risorse, la disponibilità di beni e la qualità dei servizi, ect.) con l'aspetto qualitativo della vivibilità complessiva di una comunità.

Si riporta uno schema grafico che penso possa riassumere felicemente il concetto di sostenibilità.



## ***I rifiuti come opportunità di sviluppo e non come problema***

Se quanto detto prima è vero, la corretta gestione dei rifiuti non può che essere uno dei pilastri dello sviluppo sostenibile di un territorio.

Ne consegue che un corretto ciclo dei rifiuti deve perseguire i seguenti obiettivi minimi:

### **a) Obiettivi ambientali**

- **Riduzione** della quantità e pericolosità dei rifiuti prodotti;
- **Utilizzo** di tecnologie “pulite” orientate alla riduzione delle fonti di inquinamento;
- **Valorizzazione economica dei rifiuti**, prioritariamente come materiali recuperabili ed in subordine come fonte di energia;
- **Riduzione dello smaltimento finale** in discarica a percentuali estremamente basse ed esclusivamente limitato ai rifiuti non recuperabili.

### **b) Obiettivi economici**

- **Separazione dei ruoli di programmazione e pianificazione da quelli di gestione.**
- **Superamento dell'attuale livello di frammentazione delle gestioni.**
- **Adozione del principio del “full cost recovery”**, ovvero copertura integrale dei costi di investimento e di esercizio, attraverso la definizione di una tariffa, che può essere molto bassa e comunque accettabile se i rifiuti vengono gestiti in maniera corretta.

In relazione al raggiungimento di tali obiettivi il ciclo di lavorazione dei rifiuti deve essere impostato sulla base di tre sottocicli che fanno tutti perno su una raccolta differenziata molto spinta e che costituiscono la base

di quella che viene comunemente chiamata la **Filosofia delle "4R"** (**Riduci, Ripara, Riusa, Ricicla**).

Per affrontare in maniera seria le problematiche legate ai "rifiuti", bisogna, quindi, partire da una corretta politica di gestione delle merci che oggi vede la prevalenza di quelli a vita breve, come ad es. le plastiche e tutti gli imballaggi carta, cartone, lattine di alluminio, ect....

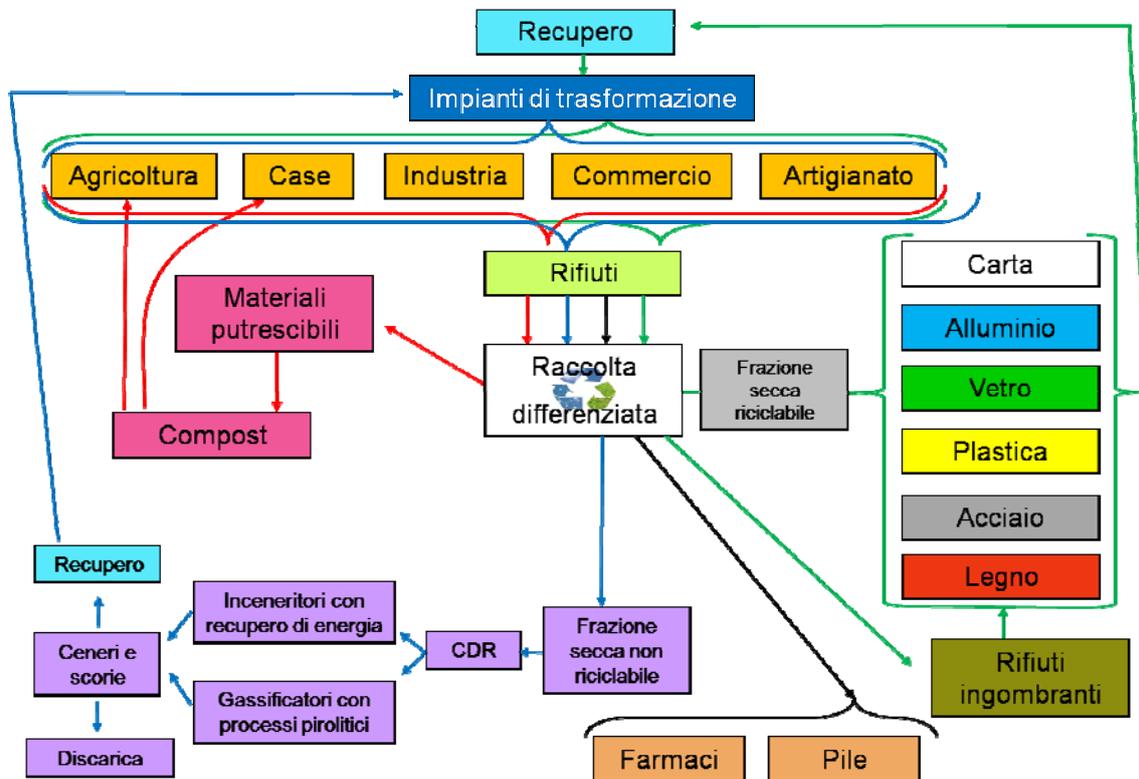
L'attuale sistema genera quotidianamente una montagna di rifiuti che può essere drasticamente ridotta passando da un modello di vita Usa e Getta ad un modello di vita Riduci, Ripara, Riusa e Ricicla dove il Governo, gli Amministratori, i consumatori e le industrie devono svolgere il loro specifico ruolo.

Al Governo ed agli Amministratori il compito di:

- imporre la redazione e pubblicazione dell'LCA (Life Cycle Analysis) di ogni oggetto per rendere noto a tutti la quantità di inquinamento prodotto per la sua realizzazione e la sua capacità ad essere riutilizzato;
- incentivare, con adeguate misure fiscali e finanziarie, i produttori a progettare e realizzare merci facilmente riparabili e recuperabili;
- favorire la crescita delle reti di manutenzione e la rinascita degli artigiani-riparatori, che hanno svolto per secoli una funzione fondamentale per allungare i tempi di utilizzo dei materiali ed hanno sensibilmente contribuito ad un efficace azione di risparmio delle risorse naturali;
- Organizzare capillari campagne di sensibilizzazione dei cittadini-consumatori.

Gli industriali ed i consumatori devono essere più sensibili verso i criteri di realizzazione ed acquisto delle merci, indirizzandosi verso oggetti quanto più possibile durevoli, facilmente riparabili e riciclabili.

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo del concetto della gestione corretta dei rifiuti secondo il principio dei tre sottocicli indicati in verde, rosso e blu.



Come facilmente visibile si individuano inizialmente i produttori di rifiuti, individuati nelle case, nei settori dell'agricoltura, dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

In questo senso la normativa (*D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche*) - *ART. 183 (definizioni)* individua come:

- Rifiuti** - qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'Allegato A alla parte quarta del presente decreto e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.
- Raccolta differenziata:** la raccolta idonea a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee compresa la frazione

*organica umida, destinate al riutilizzo, al riciclo ed al recupero di materia. La frazione organica umida è raccolta separatamente o con contenitori a svuotamento riutilizzabili o con sacchetti biodegradabili certificati.*



L'obiettivo principale della raccolta differenziata è quello di separare:

- ✓ rifiuto umido;
- ✓ rifiuto secco riciclabile;
- ✓ rifiuto secco non riciclabile ma utilizzabile a fini energetici;
- ✓ rifiuti da inviare in discarica.

Da questo punto di vista, però, in Italia la gestione dei rifiuti è molto problematica e si differenzia da regione a regione ma un dato risulta incontrovertibile: dove la raccolta differenziata raggiunge livelli ottimali non vi sono problemi particolari nella corretta gestione dei rifiuti, le città

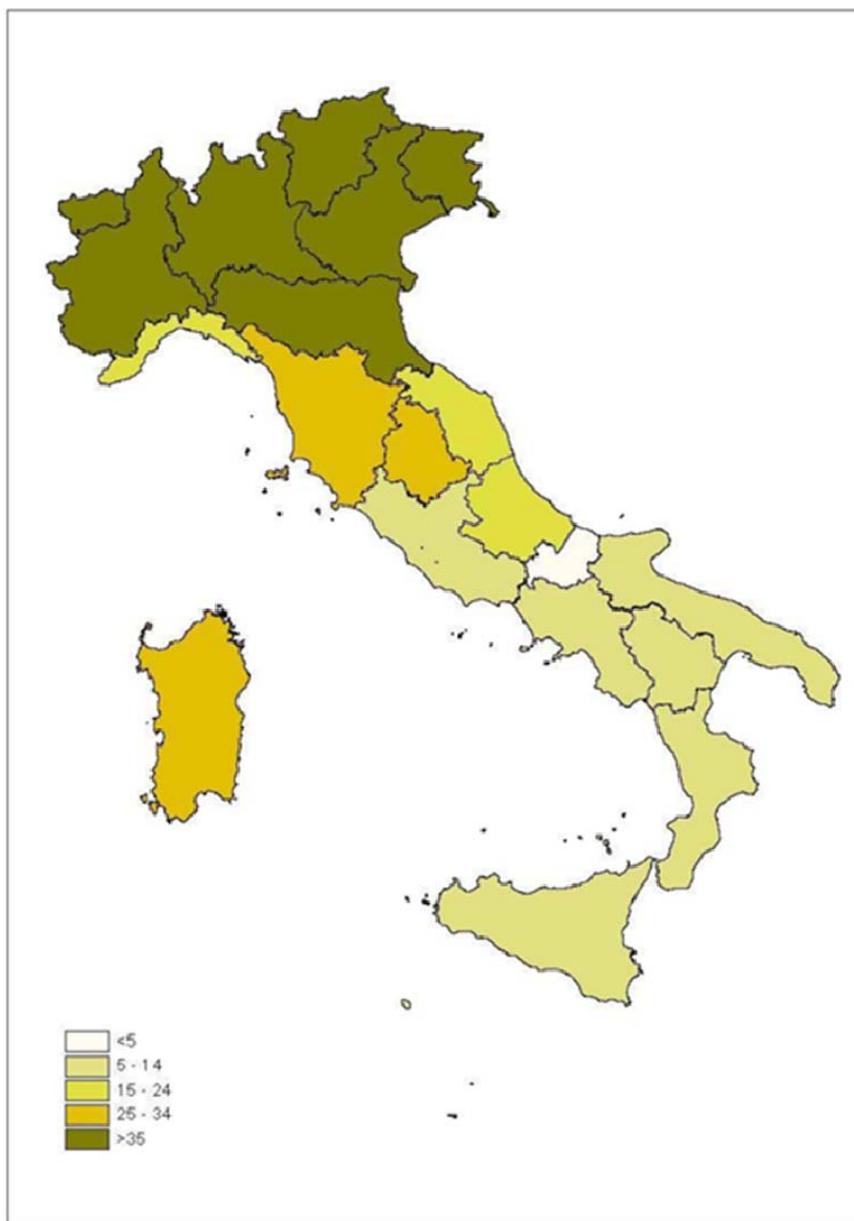
sono pulite e gli operatori della filiera ne traggono un beneficio economico, dove la percentuale di raccolta differenziata è molto bassa si registrano grossi problemi nella raccolta e nel conferimento dei rifiuti con conseguenti periodiche crisi e dichiarazioni dello stato di emergenza.

In questi casi alle situazioni di crisi si associa sempre l'infiltrazione della criminalità, i traffici illeciti e lo smaltimento abusivo ed incontrollato con gravi pregiudizi ambientali.

Tale precaria situazione ha portato a numerose crisi sul fronte dello smaltimento dei rifiuti, ultime delle quali particolarmente gravi in Sicilia e Campania.

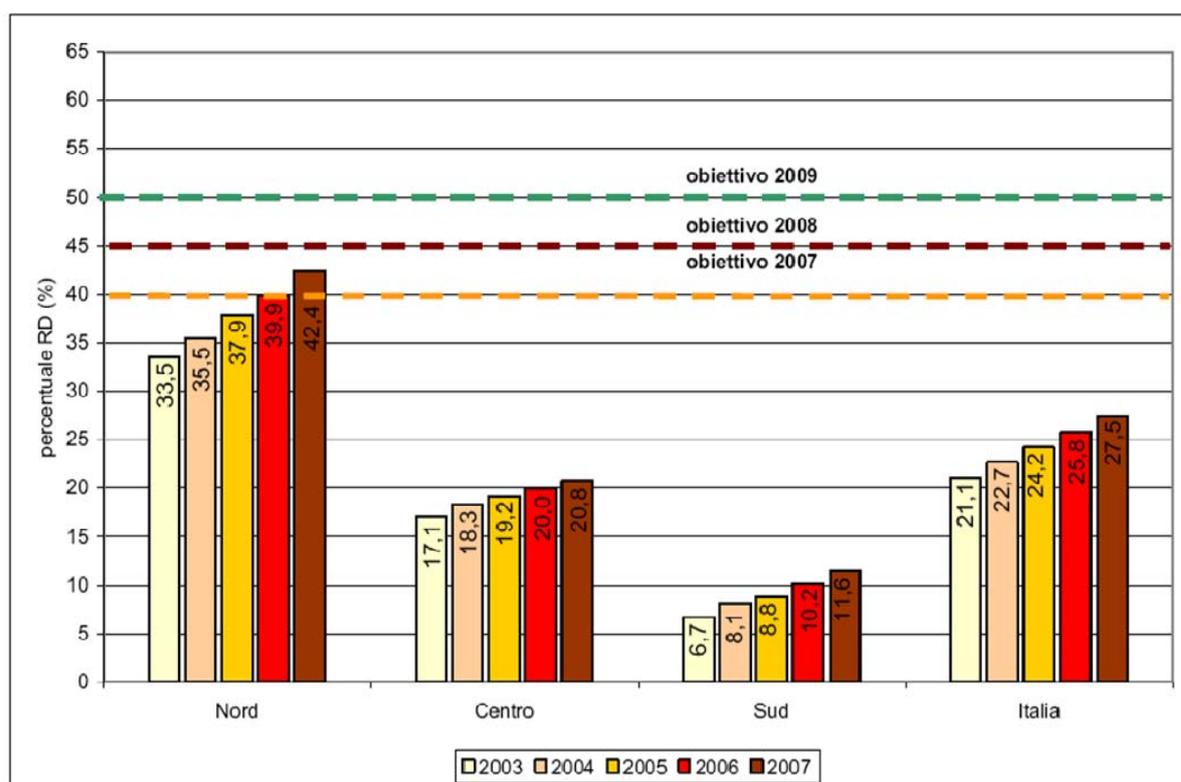
Si riportano di seguito alcuni diagrammi e figure da fonte ISPRA che rendono perfettamente il quadro dell'andamento della raccolta differenziata negli ultimi anni e nelle diverse regioni italiane.

Percentuali di raccolta differenziata dei rifiuti urbani per regione (%), anno 2007



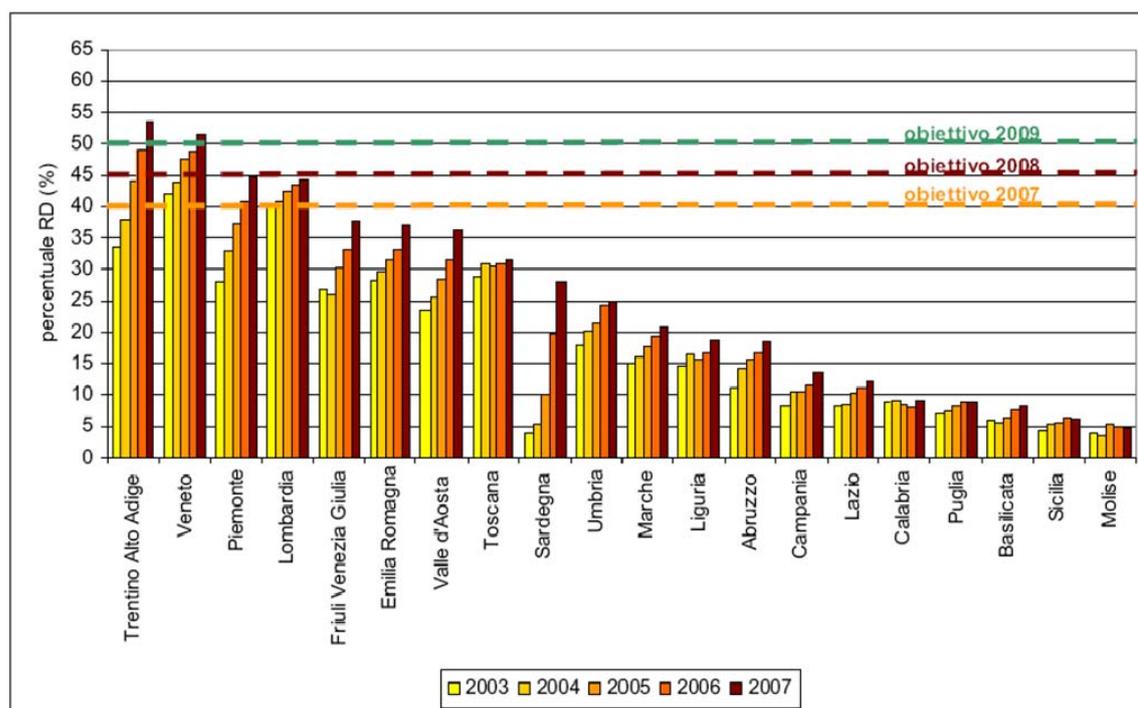
Fonte: ISPRA

Andamento della raccolta differenziata dei rifiuti urbani, anni 2003-2007



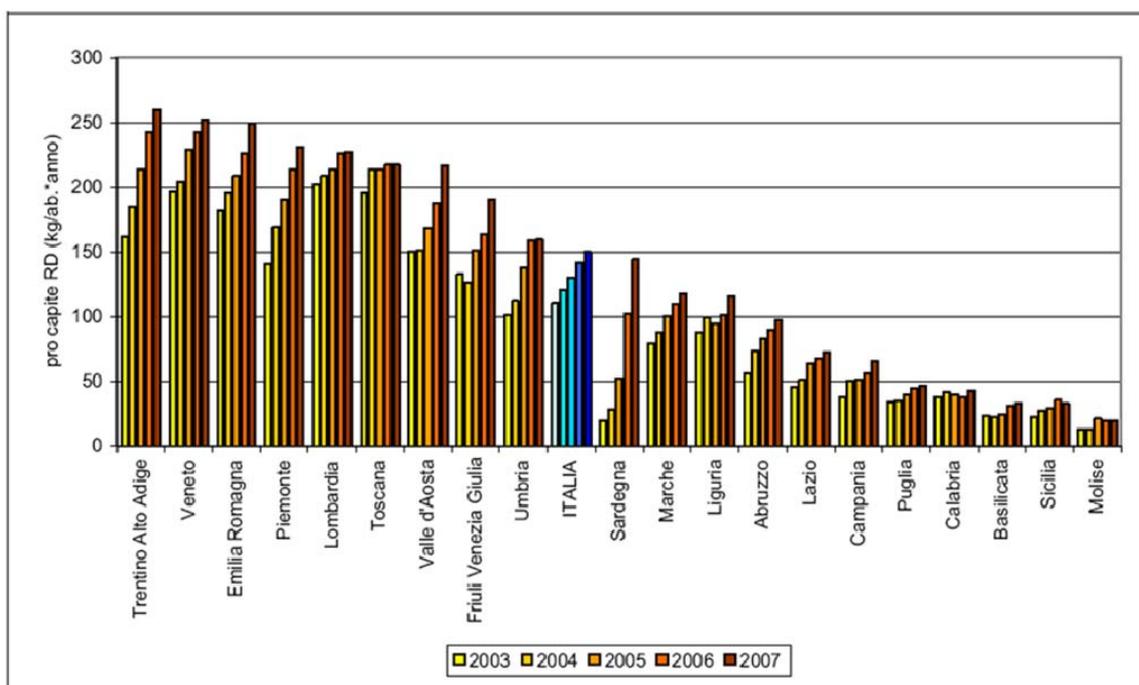
Fonte: ISPRA

Percentuali di raccolta differenziata dei rifiuti urbani per regione, anni 2003-2007

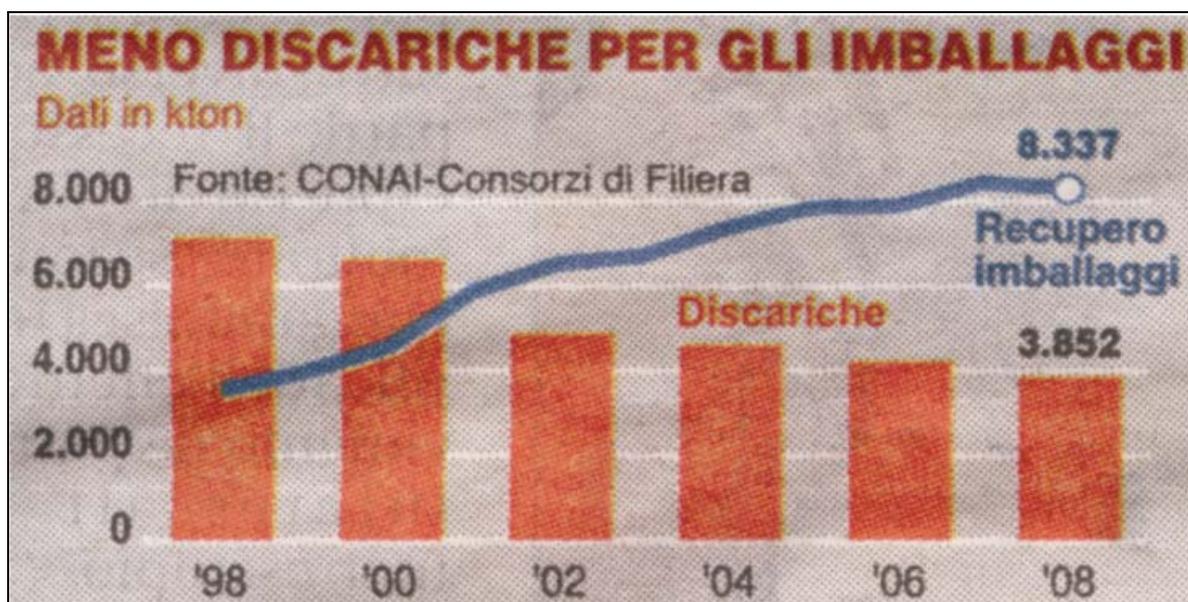


Fonte: ISPRA

Pro capite di raccolta differenziata dei rifiuti urbani per regione, anni 2003-2007

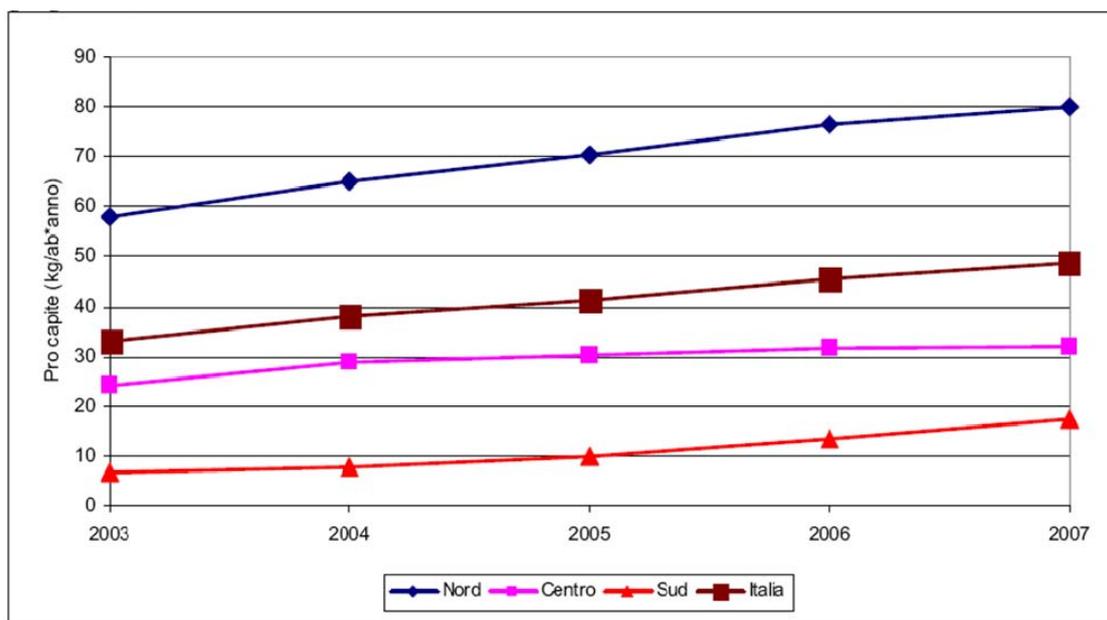


Fonte: ISPRA



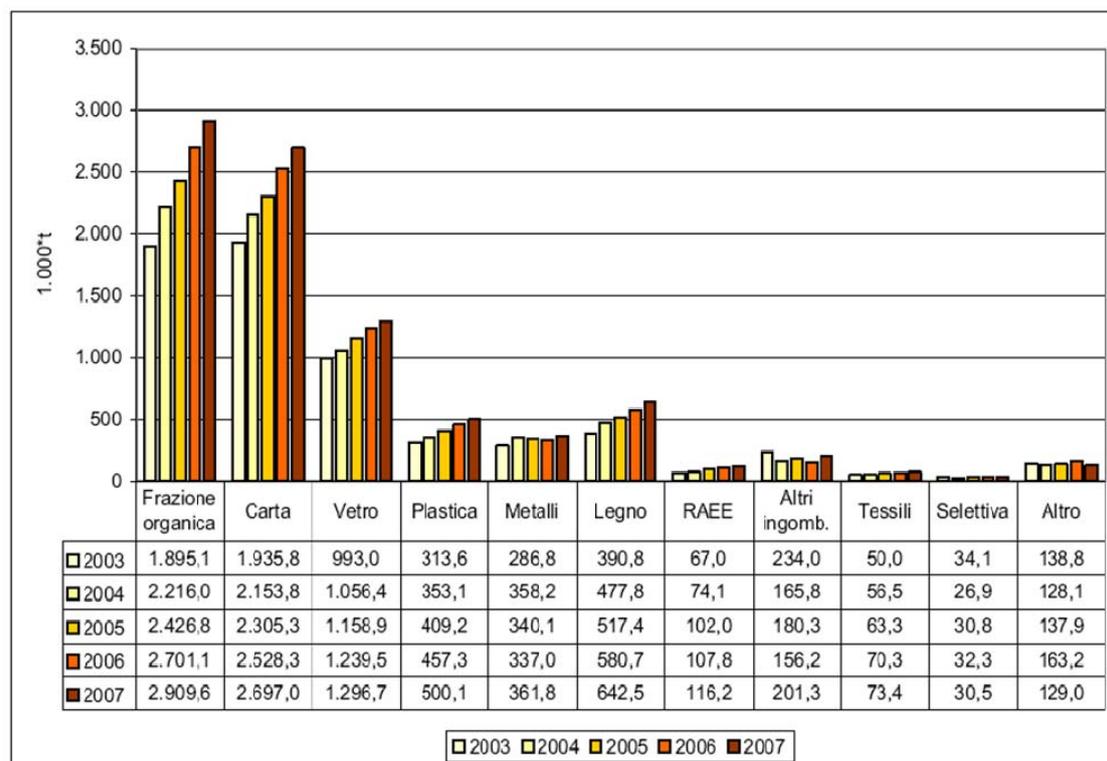
Fonte "La Repubblica inserto Affari e Finanza"

Raccolta differenziata pro capite della frazione organica per macroarea geografica, anni 2004-07



Fonte: ISPRA

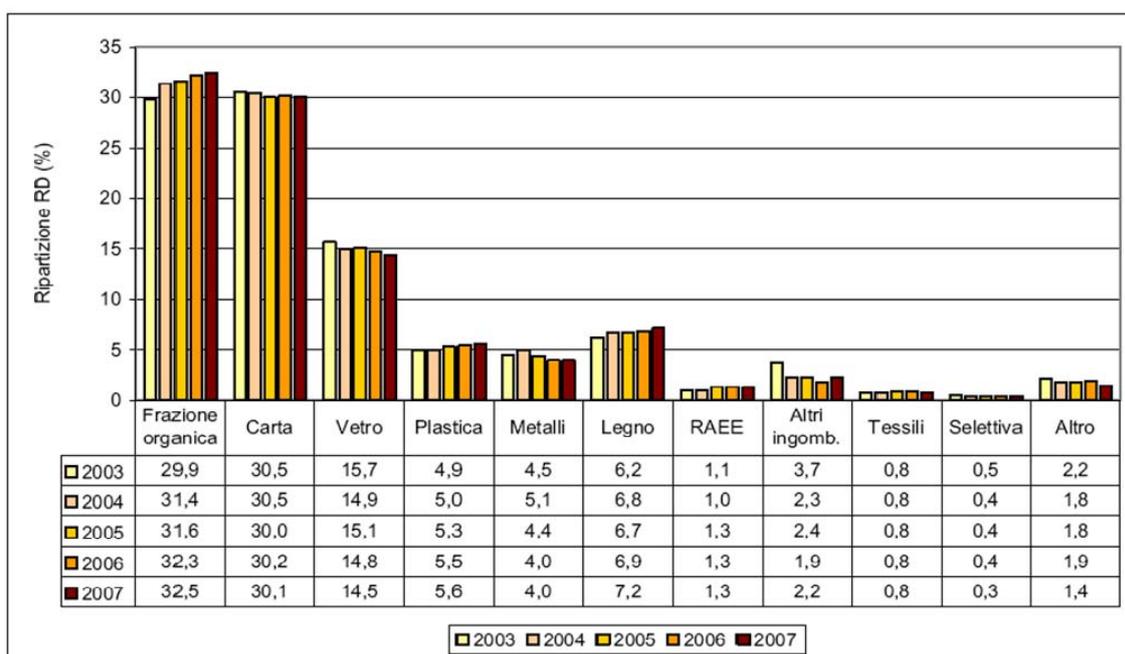
Raccolta differenziata per frazione merceologica, anni 2003-2007



Nota: le quote relative alle frazioni vetro, plastica, metalli e legno sono date dalla somma dei quantitativi raccolti di imballaggi e di altre tipologie di rifiuti costituiti da tali materiali

Fonte: ISPRA

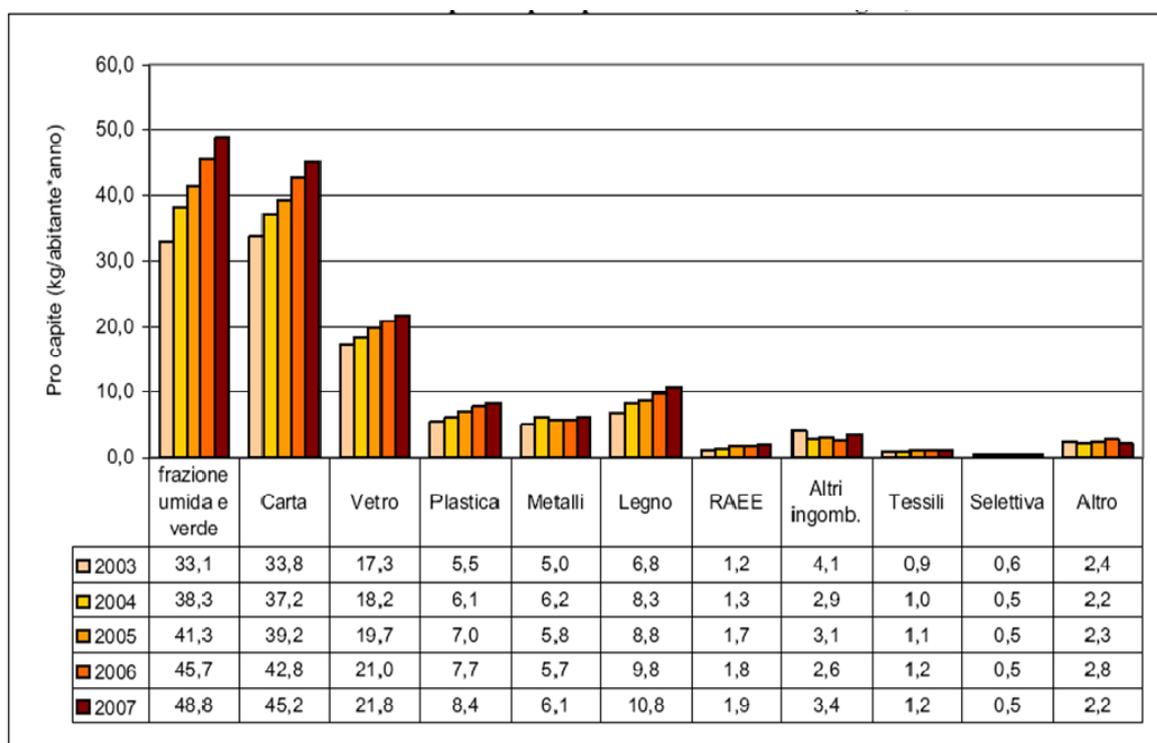
Ripartizione percentuale della raccolta differenziata, anni 2003-2007



Nota: le quote relative alle frazioni vetro, plastica, metalli e legno sono date dalla somma dei quantitativi raccolti di imballaggi e di altre tipologie di rifiuti costituiti da tali materiali

Fonte: ISPRA

Raccolta differenziata pro capite per frazione merceologica, anni 2003-2007

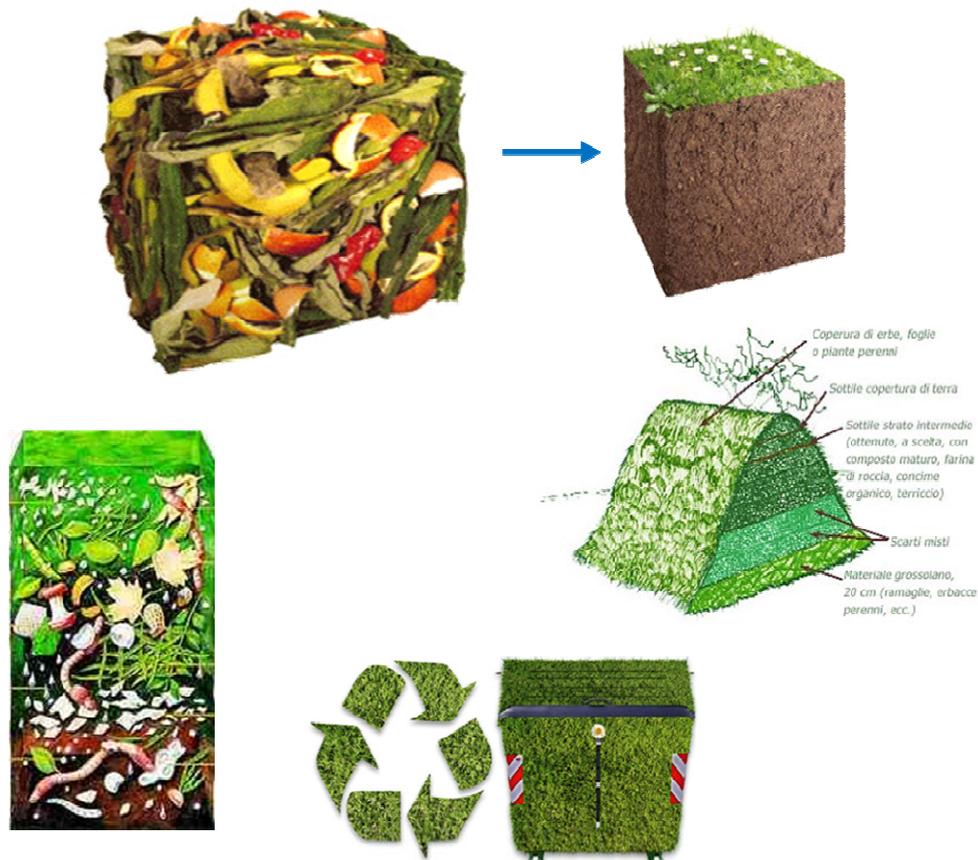


Nota: le quote relative alle frazioni vetro, plastica, metalli e legno sono date dalla somma dei quantitativi raccolti di imballaggi e di altre tipologie di rifiuti costituiti da tali materiali

Fonte: ISPRA

Entrando nello specifico il primo sottociclo indicato in rosso nello schema precedentemente allegato è costituito da *(D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche) - Art. 183 (definizioni)*:

- a) **Materiali putrescibili - frazione umida**: rifiuto organico putrescibile ad alto tenore di umidità, proveniente da raccolta differenziata o selezione o trattamento dei rifiuti urbani;*
- b) **Compost da rifiuti**: prodotto ottenuto dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti urbani nel rispetto di apposite norme tecniche finalizzate a definirne contenuti e usi compatibili con la tutela ambientale e sanitaria ed, in particolare, a definirne i gradi di qualità;*
- c) **Compost di qualità**: prodotto, ottenuto dal compostaggio di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti e le caratteristiche stabilite dall'allegato 2 del decreto legislativo n. 217 del 2006 e successive modifiche ed integrazioni.*



Dai dati ricavabili dai vari rapporti annuali predisposti dagli Istituti di ricerca del Ministero dell'Ambiente si evince che in Italia si producono mediamente circa 8 milioni di tonnellate annue di frazione umida, circa il 30% in peso del totale dei RSU prodotti.

Questa parte di rifiuto è quella che più di ogni altra crea problemi igienici ai cittadini per il cattivo odore emanato e per la diffusione di microinquinanti ed microrganismi patogeni per l'uomo.

Tali problemi possono essere risolti attraverso il compostaggio che è un processo biologico attuato da microrganismi aerobi che, nutrendosi della sostanza organica in presenza di ossigeno, ne causano la decomposizione producendo una sostanza simile all'humus.

La vasta esperienza fin qui accumulata nel settore porta a dire che da 1 Kg di frazione umida si possono ottenere 250-300 gr. di compost utilizzabile in agricoltura per fertilizzare i campi, nella realizzazione delle

barriere verdi fonoassorbenti in corrispondenza di strade, autostrade, ferrovie e centrali elettriche o nei giardini di casa in sostituzione dei concimi chimici in quanto ricco di minerali e sostanza organica.

Il compost è compatibile con l'ambiente al 100%.

Sono adatti per produrre il compost: la carta non riciclabile, i rifiuti organici domestici, la potatura del verde pubblico, lo sfalcio dei prati, i rifiuti agricoli e i fanghi della depurazione biologica delle acque reflue urbane.

### **E' IMPORTANTE RECUPERRE IL MATERIALE ORGANICO PERCHE':**

- ❖ Limita notevolmente il conferimento nelle discariche;
- ❖ Permette di realizzare interventi di ingegneria naturalistica come per esempio barriere verdi fonoassorbenti in corrispondenza di strade, autostrade, ferrovie e centrali elettriche;
- ❖ Garantisce la fertilità del suolo nei campi, del giardino di casa e delle piante in vaso;
- ❖ Permette un risparmio economico in quanto il processo di compostaggio è più semplice della produzione di uguali quantitativi di concimi chimici;
- ❖ Permette un notevole risparmio di energia elettrica legata ai cicli di produzione dei concimi chimici;
- ❖ Riduce l'inquinamento legato alla produzione di concimi chimici ed al trasporto di materia prima.

Il secondo sottociclo indicato in verde nello schema precedentemente allegato è costituito dalla frazione secca riciclabile da cui si possono ricavare: carta, alluminio, vetro, plastica, acciaio, legno:

*a) **Frazione secca** - D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 (e successive modifiche) - ART. 183 (definizioni) - frazione secca: rifiuto a bassa putrescibilità e a basso tenore di umidità proveniente da raccolta differenziata o selezione o trattamento dei rifiuti urbani, avente un rilevante contenuto energetico.*

### **Carta**



La produzione annua mondiale di carta si aggira intorno a 180-220 milioni di tonnellate di carta e cartoni per cui se per la produzione di tutta la carta necessaria si continuasse ad utilizzare esclusivamente pasta di legno vergine si renderebbero necessari circa 120-140 milioni di tonnellate di pasta di legno.

In questo caso per avere una tale quantità di legno bisognerebbe abbattere ogni anno circa 500 milioni di alberi alti 20 metri, di circa 30 anni di età.

Il vantaggio di utilizzare carta da macero è evidente da un punto di vista ambientale perché a conti fatti ogni tonnellata di carta riciclata evita l'abbattimento di 3 alberi alti 20 metri e può essere impiegata per la produzione di moltissimi tipi di carte, cartoni, come i cartoni grigi o la carta grigia da imballaggio, carta da stampa per bozze.

E' ovvio che il livello qualitativo della carta prodotta da carta riciclata non può essere mai paragonabile a quella prodotta con fibre vergini ma per la maggior parte degli usi che facciamo è assolutamente idonea e certamente più economica.

Da evidenziare che tra i rifiuti che annualmente vengono prodotti la carta rappresenta circa il 25% della frazione merceologica in relazione al fatto che ciascuno di noi statisticamente ne consuma circa 140 kg all'anno.

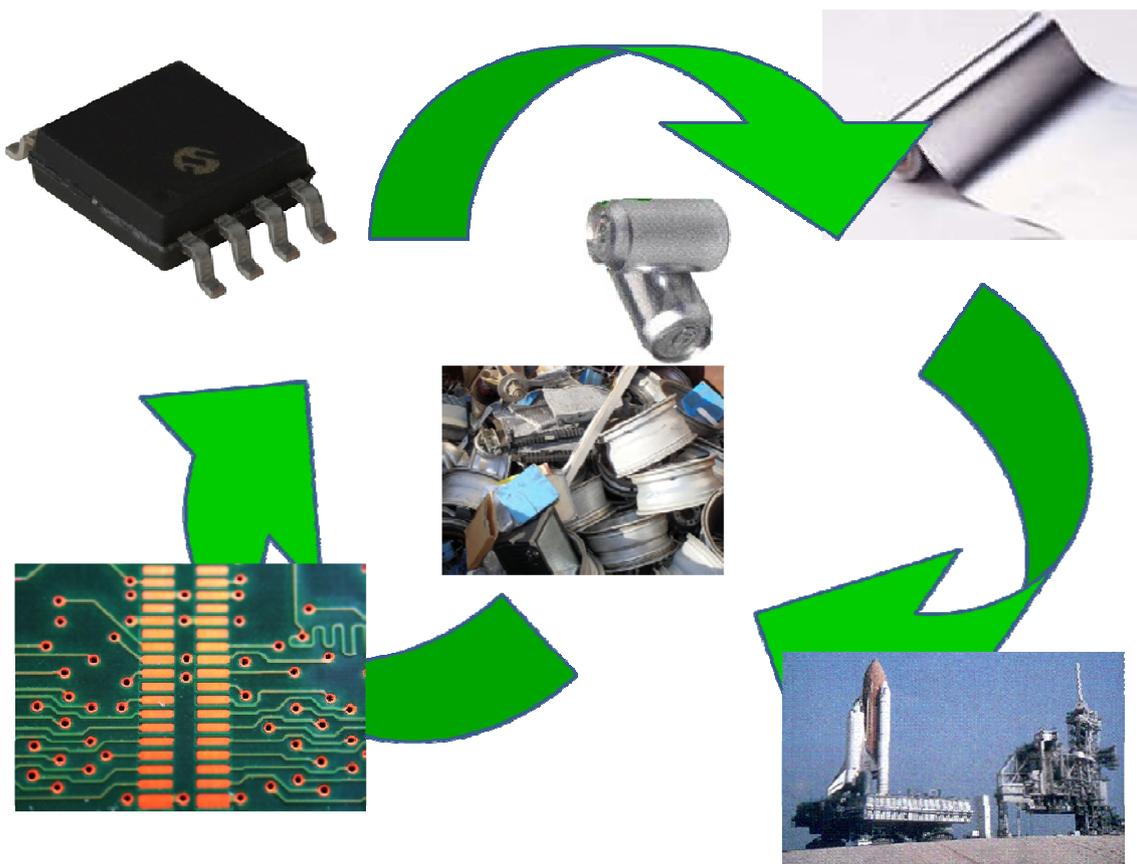
### **E' IMPORTANTE RECUPERARE LA CARTA PERCHE' SI REALIZZANO:**

- vantaggi economici derivanti dalla riduzione delle importazioni di pasta di legno che il nostro paese non produce in quantità sufficienti;
- risparmi di materie prime come il legno e l'acqua evitando danni ambientali che si ripercuotono anche sul più vasto problema dei cambiamenti climatici;
- risparmi energetici, in quanto autorevoli fonti calcolano in circa 3600 kcal/kg la differenza tra la produzione di carta da carta riciclata rispetto a quella prodotta con fibre vergini;

- vantaggi ambientali per il mancato conferimento in discarica di materiale voluminoso e di conseguenza si hanno cospicui risparmi sui costi di smaltimento.

***Da ricordare che non sono utilizzabili come carta da riciclare:*** carta oleata, cartone + alluminio, cartone + polietilene (es. piatti e bicchieri, brik per latte, succhi e vino), carte unte o comunque sporche. Questa frazione merceologica andrà insieme ad altro tipo di frazione secca non riciclabile all'interno del terzo sottociclo.

### ***Alluminio***



L'alluminio è un elemento fondamentale nella nostra vita ma non si trova allo stato naturale.

Si estrae da una roccia chiamata bauxite attraverso processi industriali complessi in quanto si trova combinato con ossigeno e silicati che comportano pesanti consumi energetici ed una grande quantità di scarti industriali da smaltire.

Avere a disposizione discrete quantità di alluminio riciclato costituisce una ricchezza poiché basta portarli alla temperatura di fusione e si ottiene quello che viene chiamato “alluminio secondario”.

L'esperienza maturata nel settore dimostra che per la produzione dell'alluminio secondario si risparmia oltre il 90% di energia rispetto a quella necessaria per produrre una eguale quantità di alluminio primario a partire dalla bauxite.

Da evidenziare che l'alluminio secondario presenta le stesse caratteristiche di purezza rispetto a quello vergine per cui, a differenza della carta e del vetro, dall'alluminio secondario si producono oggetti qualitativamente uguali a quelli prodotti con l'alluminio primario ma con costi decisamente inferiori.

Attualmente nel mondo viene riciclato il 30% circa di alluminio e l'Italia è la maggiore produttrice di alluminio secondario dopo la Germania.

L'Alluminio è infrangibile, resistente alle escursioni termiche, non tossico ed inattaccabile dalla maggior parte delle sostanze chimiche. E' utilizzato per la realizzazione di microchip, veicoli spaziali, per conservare alimenti e medicinali, per trasportare e stoccare molte sostanze da proteggere dalla luce, dall'aria e dai microrganismi, per contenitori usa e getta come bombolette, tubetti flessibili, lattine, rotoli da cucina, coperchi a strappo, tappi a vite.

**E' IMPORTANTE RECUPERARE L'ALLUMINIO PERCHE' SI REALIZZANO:**

- risparmi sulle materie prime e sulla loro importazione;
- vantaggi ambientali per la ridotta estrazione mineraria, il minore inquinamento di aria ed acqua, la minore produzione di scarti di produzione;
- vantaggi economici per i notevoli risparmi energetici che in quanto autorevoli fonti calcolano in circa 46,000 kcal/kg la differenza tra la produzione di alluminio secondario rispetto a quello primario;
- risparmi sui costi di smaltimento.

*Da ricordare che non sono adatte al riciclaggio* le confezioni rivestite di carta e sostanze sintetiche, le lattine con la banda stagnata e tutti gli altri oggetti in ferro, mentre *sono adatti al riciclaggio*: cerchioni di biciclette, padelle, tubetti per alimenti e medicine, lattine per bibite e conserve, bombolette spray, fogli di protezione delle sostanze alimentari, contenitori per la congelazione, stampi per dolci.

## *Vetro*



Anche il vetro non si trova in natura ma si ottiene dalla fusione di sabbia silicea, cenere di soda, rocce carbonatiche e feldspato a temperature elevate di circa 1300°-1700°.

E' intuitivo, quindi, che produrre vetro da materie prime comporta una preventiva ed intensa attività mineraria con grande consumo di energia e produzione di scarti di coltivazione, nonché elevati costi di trasporto.

In questo senso l'esperienza maturata nel settore porta a dire che per produrre 1 Kg di vetro da materie prime si consumano circa 2.000 kcal/kg in più rispetto a quando si utilizza il vetro riciclato.

Il vetro costituisce mediamente il 10% della frazione merceologica con consumi procapite di 40-45 kg/anno ed è un materiale completamente riciclabile senza limiti di rigenerazione

**E' IMPORTANTE RECUPERARE IL VETRO PERCHE' SI REALIZZANO:**

- notevoli risparmi energetici;
- risparmi economici legati alla minore attività mineraria necessaria alla coltivazione delle materie prime come sabbia, soda, rocce carbonati che;
- vantaggi ambientali legati alla limitazione dell'attività di cava ed alla diminuzione degli scarti di lavorazione da inviare a discarica e dei rifiuti non degradabili da smaltire in discarica;
- vantaggi economici legati al risparmio sui costi di produzione industriale e su quello di smaltimento dei RSU.

*Non sono utilizzabili per il riciclo:* lampadine e tubi al neon, cristallo e vetro al piombo (specchi).

***Plastica***



La plastica si produce dal petrolio, non è biodegradabile e costituisce statisticamente il 15-18% della frazione merceologica dei RSU.

In Italia si producono quasi 5 milioni di tonnellate di cui la metà circa serve alla produzione di imballaggi.

Dal riciclaggio delle materie plastiche si può ottenere altra plastica ed in particolare:

- ✓ oggetti per l'arredo urbano come panchine, giochi per bambini, cartellonistica stradale, recinzioni;
- ✓ orologi, lampade da tavolo, telefoni;
- ✓ contenitori per detersivi e shampoo;
- ✓ Tappi, film per sacchi della spazzatura;
- ✓ bottiglie per latte, alveoli per frutta e uova;
- ✓ nastri adesivi, taniche; cassette;
- ✓ accessori per le auto come borchie e clacson;
- ✓ abbigliamento composti dal 50% di lana e 50% di PET;
- ✓ tubi rigidi per condutture interrato e non, per il drenaggio delle acque, per le fognature, raccordi e manicotti per tubazioni, tubi di protezione per cavi elettrici e telefonici.

### **E' IMPORTANTE RECUPERARE LA PLASTICA PERCHE' SI REALIZZANO:**

- risparmi energetici in quanto autorevoli fonti calcolano in circa 12.000 kcal/kg la differenza tra la produzione di plastica da materiale riciclato rispetto a quella prodotta con materia prima;
- risparmi di materie prime come il petrolio e gas naturali;

- vantaggi ambientali ed economici per il mancato conferimento in discarica di un materiale non biodegradabile e voluminoso e per la riduzione dei processi di trasformazione del petrolio

### *Acciaio*



E' un elemento molto frequente nei rifiuti nel campo dell'edilizia, mentre nel campo dei RSU si trova spesso negli imballaggi accoppiato con lo stagno (banda stagnata) o con il cromo (banda cromata), in relazione alla sua ossidabilità all'aria.

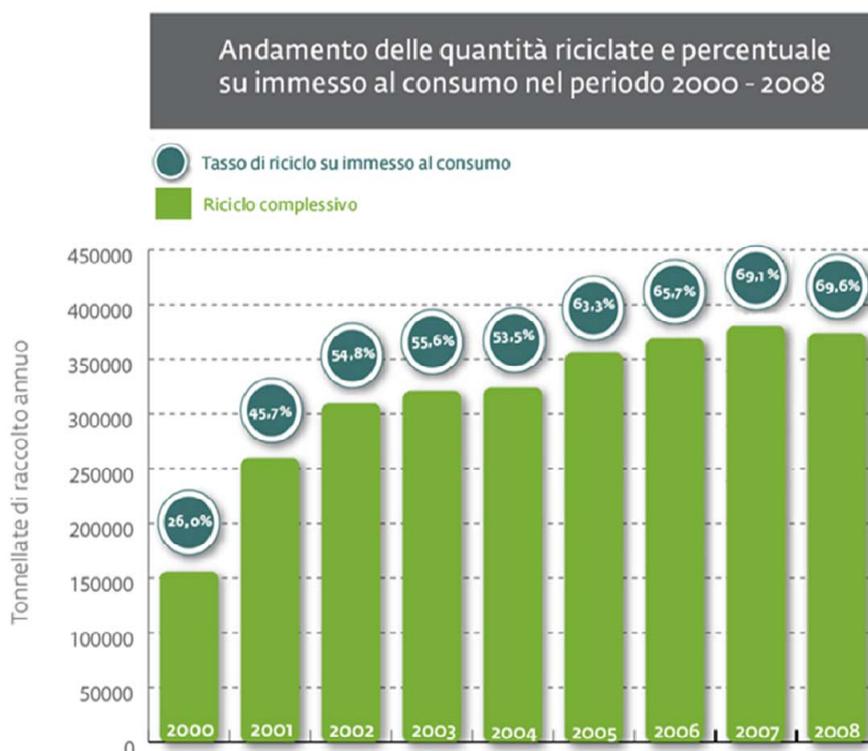
Il Consorzio Nazionale Acciaio ha recentemente pubblicato alcuni dati molto interessanti da cui si evince un progressivo e consistente aumento della quantità di acciaio riciclato che ha portato la percentuale dal 26,0% del 2000 a quasi il 70% nel 2008.

**E' IMPORTANTE RECUPERARE L'ACCIAIO PERCHE' SI REALIZZANO:**

- risparmi energetici e di materie prime
- vantaggi ambientali ed economici per la riduzione dei processi produttivi nelle acciaierie che come è noto sono tra gli impianti più inquinanti ed energivori e per il mancato conferimento in discarica di un materiale non biodegradabile e voluminoso

Anno		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Riciclo complessivo	ton	156.000	259.485	310.000	321.085	324.330	355.935	369.025	388.824	373.840
Tasso di riciclo su imesso al consumo	%	26,0%	45,7%	54,8%	55,6%	53,5%	63,3%	65,7%	69,1%	69,6%

Fonte: CNA (Consorzio Nazionale Acciaio)



Fonte: CNA (Consorzio Nazionale Acciaio)

## *Legno*



Il legno è un materiale organico ed è in grado di riprodursi naturalmente.

Ogni albero ha proprietà fisiche che lo rendono diverso per aspetto ed utilizzo, esistono oltre 40.000 specie diverse di legni che si differenziano per l'odore, il colore, il disegno delle venature, la massa volumetrica, le proprietà meccaniche come l'elasticità e la durezza, la resistenza alla compressione, alla trazione, alla flessione.

Il legno è un materiale igienico perché facilmente pulibile, igroscopico, in quanto assorbe l'umidità e biodegradabile al 100% e recuperabile facilmente.

Il legno è una materia prima di fondamentale importanza, oltre che per generare calore, per la costruzione di edifici, di arredi, di mezzi di trasporto, per proteggere materiali ed oggetti delicati, per produrre la carta.

Riciclare il legno dai rifiuti permette di limitare i tagli dei boschi e delle foreste, si evita che l'anidride carbonica e il carbonio contenuti nelle fibre legnose siano dispersi nell'atmosfera.

Il legno può essere riciclato per tanti usi, soprattutto nel campo dell'arredamento, degli imballaggi e per la produzione di combustibili per stufe.

Il materiale di rifiuto di legno, grazie all'attività di RILEGNO (Consorzio Nazionale per il Recupero e il Riciclaggio degli Imballaggi in Legno), viene raccolto presso le apposite piattaforme per poi essere avviato agli impianti di riciclaggio.

Tutto il legno può essere riciclato e il materiale ottenuto è di ottima qualità. Presso i centri di raccolta il legno subisce una prima riduzione di volume per ragioni logistiche, poi viene avviato agli impianti di riciclaggio dove subisce le operazioni di pulizia, e successivamente ridotto in scaglie, cioè frantumato meccanicamente in piccoli pezzi detti chips.

Successivamente dei "pulitori" ne eliminano i corpi estranei minori (chiodi, sassolini, ecc.) mentre altri, detti mulini, lo raffinano ulteriormente, rendendo le fibre ancora più piccole. Il legno passa poi ad un essiccatoio e successivamente avviato ai pulitori pneumatici a secco.

Il semilavorato ottenuto, amalgamato con resine, forma il proto-pannello che, pressato a freddo e a caldo, dà luogo a pannelli di legno di

varie misure che vengono impiegati per la costruzione di mobili e rivestimenti interni ed esterni.

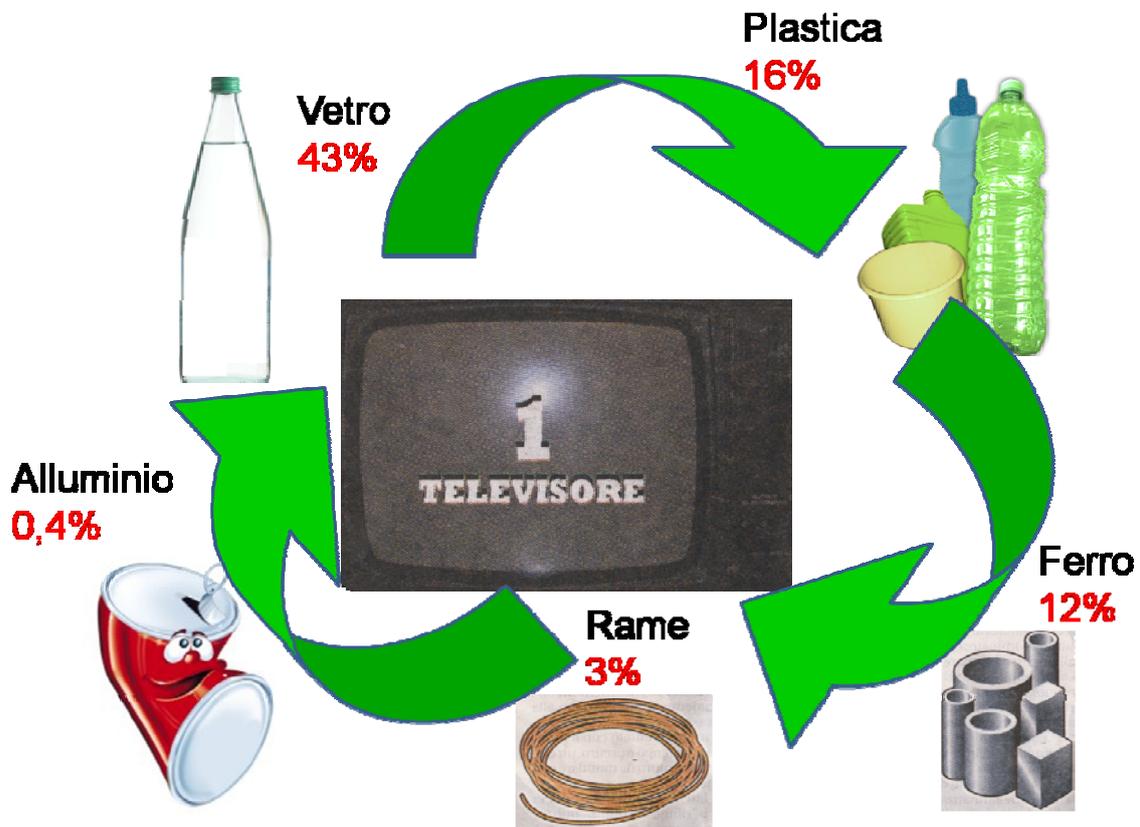
Con alcune tipologie di scarto del legno si producono bricchetti di legno pressato utilizzabili in stufe tradizionali.

Gli scarti industriali della lavorazione del legno vergine (segature, rifili, rimanenze da tagli) possono essere anche impiegati in cartiera per la produzione di pasta cellulosica o nei centri di trattamento della frazione organica dei rifiuti (compostaggio).

**E' IMPORTANTE RECUPERARE IL LEGNO PERCHE' SI REALIZZANO:**

- risparmi di materie prime di grande importanza per garantire lo stato di salute del pianeta;
- vantaggi ambientali ed economici;
- risparmi nello smaltimento dei rifiuti.

## *Rifiuti ingombranti*



Fonte "Repubblica – inserto Affari e finanze"

A questa categoria appartengono oggetti di un certo volume che fanno parte in genere dell'arredo di casa di cui ci dobbiamo disfare e che spesso costituiscono un grosso problema. Si tratta di televisori, frigoriferi, lavatrici, aspirapolvere, mobili, materassi, ecc.

Normalmente questi rifiuti ingombranti vengono abbandonati lungo le strade di campagna o in discariche abusive mentre la loro raccolta differenziata può permettere un parziale riciclo di sostanze come vetro, ferro, plastica, legna, etc., diminuendo così fortemente l'impatto che questo tipo di rifiuto provoca all'ambiente (vedi esempio su riportato).

Il terzo sottociclo indicato in blu nello schema precedentemente allegato è costituito dalla frazione secca **non riciclabile**, da cui si produce il **CDR combustibile da rifiuti** che è, ai sensi del D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 (e successive modifiche) - Art. 183 (definizioni): *il combustibile classificabile, sulla base delle norme tecniche UNI 9903-1 e successive modifiche ed integrazioni, come RDF di qualità normale, che è ottenuto dai rifiuti urbani e speciali non pericolosi mediante trattamenti finalizzati a garantire un potere calorifico adeguato al suo utilizzo, nonché a ridurre e controllare:*

1. *il rischio ambientale e sanitario;*
  2. *la presenza di materiale metallico, vetri, inerti, materiale putrescibile ed il contenuto di umidità;*
  3. *la presenza di sostanze pericolose, in particolare ai fini della combustione;*
- **combustibile da rifiuti di qualità elevata (CDR-Q):** *il combustibile classificabile, sulla base delle norme tecniche UNI 9903-1 e successive modifiche ed integrazioni, come RDF di qualità elevata.*



La produzione di CDR deve avvenire in impianti idonei al contenimento delle emissioni di polveri e al deposito dei rifiuti nelle diverse fasi di trattamento.

Viene ammesso dalla legge, in fase di produzione delle cosiddette “ecoballe” (rifiuti selezionati, triturati e chiusi con vari strati di pellicola), l'utilizzo, per non più del 50% in peso, di alcuni rifiuti riciclabili quali le plastiche non clorurate (PET, PE, ecc.), poliaccoppiati plastici (come gli imballaggi multimateriale plastica-alluminio o plastica-alluminio-carta), gomme sintetiche non clorurate, resine e fibre sintetiche non contenenti cloro.

***L'attenzione della normativa all'assenza di cloro è giustificata dal fatto che esso causa la produzione di diossine durante la combustione.***

Il CDR è sottoposto a diversi trattamenti, finalizzati a:

- rimuovere le sostanze pericolose ai fini della combustione, come alcuni tipi di polimeri clorurati ed i materiali potenzialmente esplosivi;
- ridurre la presenza di materiale metallico (specialmente metalli pesanti come mercurio, piombo ecc. contenuti ad esempio in pile e batterie), vetri, inerti, materiale putrescibile;
- garantire un potere calorifico sufficiente;
- ridurre e controllare il rischio ambientale e sanitario;
- ridurre il contenuto di umidità.

Il CDR viene inviato ai cosiddetti termovalorizzatori (inceneritori a recupero energetico e/o gassificatori con processi pirolitici) ma può essere bruciato anche in forni industriali di diverso genere non specificamente progettati a questo scopo, come quelli dei cementifici, per i quali può essere un combustibile economicamente vantaggioso.

*a) Inceneritori con recupero energetico*



Gli inceneritori con recupero energetico sono impianti utilizzati per lo smaltimento dei rifiuti mediante un processo di combustione ad alta temperatura.

Il calore sviluppato durante la combustione dei rifiuti viene recuperato ed utilizzato per produrre vapore, a sua volta utilizzato o per la produzione di energia elettrica o come vettore di calore (ad esempio per il teleriscaldamento).

Se da un lato la valorizzazione energetica dei rifiuti, accettabile solo a valle di una raccolta differenziata molto spinta, è un fattore economico importante, dall'altra bisogna evidenziare che il rendimento di tali impianti è decisamente inferiore a quello di una normale centrale elettrica, poiché i rifiuti non sono un buon combustibile per via del loro basso potere

calorifico e di conseguenza le temperature raggiunte in camera di combustione sono inferiori rispetto alle centrali tradizionali.

Diverso è il discorso quando la produzione di energia elettrica si abbina al teleriscaldamento, che permette il recupero del calore per fornire acqua calda; in questo caso l'indice di sfruttamento può essere aumentato notevolmente anche se bisogna evidenziare che nel corso dell'anno non sempre il calore recuperato può essere effettivamente utilizzato per via delle variazioni dei consumi energetici nel corso dell'anno.

E' infatti ovvio come in estate lo sfruttamento del calore diminuisce sensibilmente, a meno che non sia associato anche il teleraffreddamento.

Oggi gran parte degli inceneritori sono dotati di qualche forma di recupero energetico ma solo una piccola minoranza di impianti è collegata a sistemi di teleriscaldamento e credo nessuno al teleraffreddamento, pertanto viene recuperata quasi esclusivamente l'elettricità.

Dalla letteratura scientifica si evince che l'efficienza energetica di un inceneritore a recupero energetico è variabile tra il 19% ed il 27% se si recupera solo l'energia elettrica, dell'80-85% se si associa il teleriscaldamento.

L'inceneritore di Brescia, che è probabilmente il più efficiente esistente in Italia, ha un rendimento del 26% in produzione elettrica e del 58% in calore per teleriscaldamento, con un indice di sfruttamento del combustibile dell'84%.

A titolo di confronto una moderna centrale termoelettrica a ciclo combinato ha una resa del 57% per la produzione elettrica e se abbinata al teleriscaldamento raggiunge l'87%.

Come si vede il gap di efficienza quasi svanisce nel caso di un utilizzo ottimale mentre è enorme in caso di esclusivo uso per la produzione di energia elettrica.

Per ogni tonnellata di rifiuti trattata possono essere prodotti circa 0,67 MWh di elettricità e 2 MWh di calore per teleriscaldamento.

In Italia l'incenerimento dei rifiuti è nella media dei paesi europei (circa il 12% del totale) e la maggior parte del combustibile da rifiuti italiani viene incenerita in impianti del Nord. Purtroppo bisogna registrare che spesso questi impianti sono piccoli ed a scarso livello tecnologico e, quindi, con scarso rendimento.

Da evidenziare, infine che la gestione di un inceneritore a recupero energetico è di grande difficoltà e delicatezza. La severità nei controlli del combustibile è d'obbligo poiché anche impianti recentemente "ambientalizzati" presentano a volte emissioni fuori norma: nel gennaio 2008 l'inceneritore di Terni è stato posto sotto sequestro in quanto i gestori (la società ASM), sembrerebbe abbia fatto registrare emissioni gassose e nelle acque di scarico pesantemente fuori norma con alte concentrazioni di mercurio, cadmio, diossine, acido cloridrico, oltre al fatto di aver bruciato rifiuti ospedalieri radioattivi.

Anche l'impianto di Colleferro è stato posto sotto sequestro per una cattiva gestione del combustibile e per omessi controlli sul materiale in entrata, l'impianto di Brindisi e quello di Pietrasanta sono stati chiusi nell'ambito di inchieste sulla manomissione dei sistemi di controllo delle emissioni.

Sono casi che debbono fare riflettere in quanto se da un lato è vero che in un corretto ciclo dei rifiuti la frazione secca non riciclabile deve essere valorizzata e non conferita in discarica è altrettanto vero che la gestione di simili impianti deve essere estremamente seria e controllata.

In questo senso in alcune realtà potrebbe risultare più sicura e meno impattante da un punto di vista ambientale la termovalorizzazione tramite gassificatori.

***b) Gassificatori con processi pirolitici***



I gassificatori sono impianti che sfruttano la dissociazione molecolare, definita pirolisi, usata per convertire direttamente i materiali organici quali ad esempio scarti di cartiera, pneumatici, plastiche, biomasse (scarti vegetali, legno, sansa di olive ecc), in gas mediante riscaldamento in presenza di ridotte quantità di ossigeno.

Questi vengono completamente distrutti scindendone le molecole, generalmente lunghe catene carboniose, in molecole più semplici di monossido di carbonio, idrogeno e metano, che formano un "gas di sintesi" (syngas), costituito in gran parte da metano e anidride carbonica.

Questo gas viene utilizzato per produrre energia elettrica con rendimenti da due a tre volte più alti di un comune inceneritore nonché ovviamente calore.

I gassificatori sono impianti efficienti e molto versatili perchè possono essere di varia tipologia e potenza e, quindi, possono essere costruiti direttamente dove servono diminuendo i costi e l'inquinamento dovuti al trasporto.

A fronte di un investimento relativamente modesto sia in fase di costruzione che di gestione, permettono di ottenere un guadagno costante e sicuro, il che dà loro alte potenzialità di sviluppo anche nel medio-breve termine, in un contesto di difficoltà di smaltimento dei rifiuti e di opposizione da parte dei cittadini alla costruzione di inceneritori tradizionali.

### *c) Scorie*

L'incenerimento dei rifiuti produce, statisticamente, scorie solide pari circa al 10-12% in volume e 15-20% in peso dei rifiuti introdotti e ceneri per il 5%.

Le ceneri e le polveri prodotte sono rifiuti altamente tossici (in quanto concentrano molti degli inquinanti più nocivi), e come tali sono soggetti alle apposite disposizioni di legge.

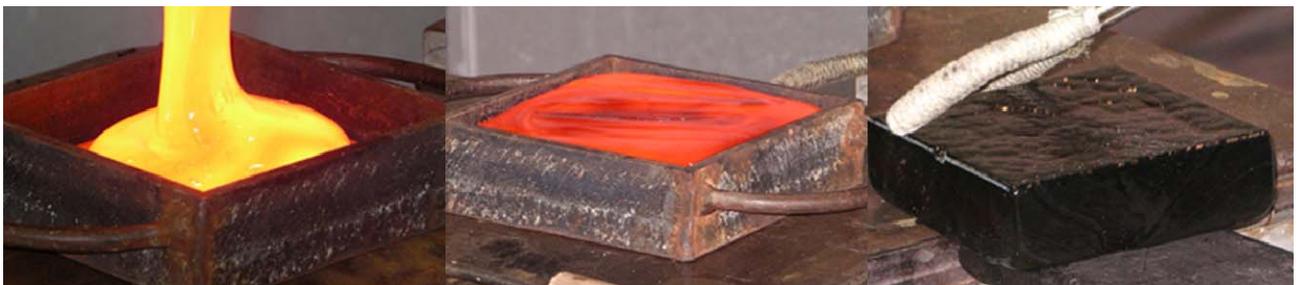
Le scorie pesanti, formate dal rifiuto incombusto – acciaio, alluminio, vetro e altri materiali ferrosi, inerti o altro – possono essere raccolte sotto le griglie di combustione e possono poi essere divise a seconda delle dimensioni e quindi riciclate.

Le scorie, oggi, sono generalmente smaltite in discarica e costituiscono una grossa voce di spesa ma possono rivelarsi produttive: un esempio di riciclaggio di una parte delle scorie degli inceneritori è

l'impianto BSB di Noceto, nato dalla collaborazione fra CIAI (Consorzio Imballaggi Alluminio) e Bsb Prefabbricati; qui si trattano le scorie provenienti dai termovalorizzatori gestiti dalle società Silea S.p.A. (impianto di Lecco) e Hera (impianti di Rimini, Ferrara, Forlì, Ravenna) con 30.000 tonnellate di scorie l'anno da cui si ricavano 25.000 tonnellate (83%) di materiale destinato alla produzione di calcestruzzo, 1.500 tonnellate (5%) di metalli ferrosi e 300 tonnellate (1%) di metalli non ferrosi di cui il 65% di alluminio. Infine, circa l'11% delle scorie non può essere recuperato.

Le scorie e le ceneri vengono caricate su un nastro trasportatore; i rottami ferrosi più consistenti sono subito raccolti, quelli più piccoli vengono rimossi con un nastro magnetico. Appositi macchinari separano dal resto i rimanenti metalli a-magnetici (prevalentemente alluminio); tutto il resto, miscelato con opportune dosi di acqua, inerti, cemento e additivi, viene reso inerte e va a formare calcestruzzo adoperato per la produzione di elementi per prefabbricati.

Un'altra tecnologia è la vetrificazione delle ceneri rendendole inerti e riutilizzandole come materia prima per il comparto ceramico e cementizio.



### ***Discariche***

Da quanto detto prima si evince che deve essere smaltita in discarica solo la modestissima parte dei rifiuti che esce fuori dai tre sottocicli poiché

la discarica è il sistema di smaltimento dei rifiuti economicamente ed ambientalmente più negativo e deve essere limitata al massimo.

Ciò tra l'altro è oggi possibile e necessario per evitare situazioni di cui alla seguente foto e considerato che le tecnologie innovative messe a punto negli ultimi decenni permette di riutilizzare gran parte dei rifiuti che sino a ieri non sembrava possibile riutilizzare.



## **Bibliografia**

- ✓ AA.VV. (1999) *I rifiuti nel XXI secolo, il caso Italia tra Europa e Mediterraneo*, Edizioni Ambiente, Milano.
- ✓ AA.VV. (2004) *An agenda for a growing Europe — The sapir report*, Oxford University Press, Oxford.
- ✓ AIMAG, (2004) *Problematiche economiche ed ambientali*, www.aimag.it
- ✓ AMBIENTE ITALIA (2007) *Rapporto 2007 - La gestione dei conflitti ambientali*, Edizioni Ambiente, Milano.
- ✓ AMADIO V. (2003) *Analisi di sistemi e progetti di paesaggio*, Franco Angeli, Milano.
- ✓ AMMASSARI R., PALLESCHI M.T. (2003) *Formazione e occupazione in campo ambientale*, Mlps-Isfol, Franco Angeli, Milano.
- ✓ ANON (1997) *Towards sustainable consumption*, su www.royalsociety.org, The Royal Society, London.
- ✓ ANTONELLI C. (1995) *Economia dell'innovazione*, Laterza, Roma-Bari.
- ✓ APAT (varie annualità) *Annuario dei dati ambientali*.
- ✓ APAT, ONR (varie annualità) *Rapporto rifiuti*.
- ✓ APAT, ONR (1998) *Primo rapporto sui rifiuti urbani e sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio*.
- ✓ APAT, ONR (1999) *Secondo rapporto sui rifiuti urbani e sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio*.
- ✓ APAT, ONR (2000) *Rapporto preliminare sulla raccolta differenziata e sul recupero dei rifiuti di imballaggio 1998-1999*.
- ✓ AYRES R.U., VAN DEN BERGH J.C.J.M., GOWDY J.M. (1999) *Viewpoint: Weak versus strong sustainability*, Insead, Fountainebleau, Francia.
- ✓ AUTORI VARI (2007) *Sviluppo sostenibile e processi di partecipazione*, ISFOL editore, Roma.
- ✓ BATTISTI C. (2004) *Frammentazione ambientale*, Provincia di Roma, Assessorato Politiche agricole, ambientali e protezione civile.
- ✓ BECK U. (2000) *La società del rischio*, Carocci, Roma.
- ✓ BELLI A. (2002) *Il territorio speranza*, Alinea, Firenze.
- ✓ BOLOGNA G., a cura (2000) *Italia capace di futuro*, Editrice Missionaria Italiana, Bologna.
- ✓ BOLOGNA G., (2005) *Manuale della sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro*, Edizioni Ambiente, Milano.
- ✓ BULGARELLI V. (2004) *Città e ambiente tra storia e progetto*, Franco Angeli, Milano.
- ✓ CE (1998) *Sustainable urban development in the European Union: a framework for action*, Com (1998) 605.
- ✓ CE (2000) *The health strategy of the European Community*, Com (2000) 285.
- ✓ CE (2001a) *Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta. Sesto programma di azione per l'ambiente*, Com (2001) 31.
- ✓ CE (2003) *Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti*, Com (2003) 301.
- ✓ CE (2005c) *Strategia tematica per l'uso sostenibile delle risorse naturali*, Com (2005) 670.

- ✓ CE (2005d) *Strategia tematica sull'ambiente urbano*, Com (2005) 718.
- ✓ CIANCIULLO A. (2009) *Differenziata avanti con fatica e squilla il campanello d'allarme*, La Repubblica Affari & Finanza del 18 maggio 2009.
- ✓ CNA (CONSORZIO NAZIONALE ACCIAIO), (2009) *Percentuale avviata a riciclo nel 2008*, [www.consorzio-acciaio.org](http://www.consorzio-acciaio.org).
- ✓ COMMON M., PERRINGS C. (1992) *Towards an ecological economics of sustainability*, "Ecological Economics", vol. 6: 7-34.
- ✓ CORBO L., DELL'ERBA D., (1991) *Energia dai rifiuti*, Etas
- ✓ COSTANTINI V., MONNI S. (2004) *Measuring human and sustainable development — An integrated approach for european countries*, Working paper n. 41, Dip. di economia, Roma 3.
- ✓ COSTANTINI V., MONNI S. (2006) *Environment, human development and economic growth*, nota di lavoro 35.2006, Fondazione Enrico Mattei.
- ✓ CRUTZEN P.J. (2005) *Benvenuti nell'Antropocene!*, Mondadori, Milano.
- ✓ CSD (2001a) *Indicators of sustainable development: framework and methodologies*, Ninth Session, 16-27 April 2001, New York.
- ✓ CSD (2001b) *Report on the aggregation of indicators of sustainable development*, Background Paper for the Ninth Session of the Csd.
- ✓ D'AMICO L., SCHIAVI G. E SILVESTRI S., (2007) *Il ciclo integrato dei rifiuti urbani*, [www.obiettivosicurezza.vigilfuoco.it](http://www.obiettivosicurezza.vigilfuoco.it)
- ✓ DALY H.E. (1973) *Toward a steady state economy*, W.H. Freeman & Company, San Francisco.
- ✓ DALY H.E. (1977) *Steady state economy*, W.H. Freeman & Company, San Francisco.
- ✓ DALY H.E. (1996) *Beyond growth. The economics of sustainable development*, Beacon Press, Boston; Mass. e Edizioni di Comunità, Torino, 2001.
- ✓ DALY H.E. (2003) *Uneconomic growth and the illth of nations: Defining the optimal scale of the macro economy*, 27 March 2003, The Beatty Lecture.
- ✓ DALY H.E., COBB J.B. (1989) *Far the common good*, Beacon Press, Boston; Mass. e Red Edizioni, Como, 1994.
- ✓ DASGUPTA, P. (2004) *Benessere umano e ambiente naturale*, V&P Università, Milano.
- ✓ DE STEFANIS P., LANDOLFO P.G., MININNI G. (1998) *Rifiuti e riduzione delle fonti di inquinamento alla luce del protocollo di Kyoto*, C.N.E.A.1998 - Rapporto Enea.
- ✓ DE STEFANIS P., CAFIERO L.M. (2007) *Sviluppi del recupero energetico da rifiuti urbani in Europa*, RS-Rifiuti Solidi, vol. XXI, n. 2 marzo-aprile 2007.
- ✓ DEL DURO R., RAGAZZI M., (2006) *Introduzione alla termovalorizzazione dei rifiuti*, Franco Angeli.
- ✓ EHRLICH P.R., EHRLICH A. (1990) *The population explosion*, Simon and Schuster, New York.
- ✓ EHRLICH P.R., HOLDREN J.P. (1971) *Impact of population growth*, "Science", 171: 1212-17.
- ✓ ENEA (2007) *Rapporto energia e ambiente 2006*.
- ✓ ENEA, FEDERAMBIENTE (2006) *Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia*, Isbn 88-8286-145-7.
- ✓ ENERGIALAB, *Rifiuti – Scheda monografica di sintesi*, [www.energiablab.it](http://www.energiablab.it)
- ✓ EUROSTAT (2005a) *Waste generated and treated in Europe - Data 1995-2004*.
- ✓ EUROSTAT (2005b) *Measuring progress towards a more sustainable Europe - Data 1990-2005*.
- ✓ EUROSTAT (2007) *Living condition in Europe - data 2002-2005*.

- ✓ FALK D.A., PALMER M., ZEDLEY Y. (2007) *Foundations of restoration ecology*, Island Press, Washington DC.
- ✓ FARLEY J., ERICKSON J., DALY H. (2005) *Ecological economics*, Island Press, Washington DC.
- ✓ FEDERICO T., BARBABELLA A. (2005) *Indici di sviluppo sostenibile in Italia*, Cnel, Roma.
- ✓ FONDAZIONE WILLY BRANDT E UNIVERSITÀ DELLA TUSCIA, (2003) *Conflict Resolution Summer School – Analisi e Ricomposizione dei Conflitti Ambientali*, [www.fondazionewillybrandt.com](http://www.fondazionewillybrandt.com).
- ✓ GORE AL (1992) *La terra in bilico*, Laterza, Roma-Bari.
- ✓ GROOM M.J., MEFFE G.K., CARROLL C.R., a cura (2006) *Principles of conservation biology*, 3<sup>a</sup> edizione, Sinauer & Associates, Sunderland, MA.
- ✓ GUALERZI V., (2009) *Dalla raccolta fino allo smaltimento nel massimo rispetto per l'ambiente*, La Repubblica Affari & Finanza del 20 aprile 2009.
- ✓ ISPRA, ONR (OSSERVATORIO NAZIONALE RIFIUTI) (2008) *Rapporto sui rifiuti, 2008*.
- ✓ LA CAMERA F. (2005) *Sviluppo sostenibile - Origini teoria e pratica*, Editori Riuniti, Roma.
- ✓ MADERLONI R., (1997) *La raccolta differenziata dei rifiuti*, [www.cadnet.marche.it](http://www.cadnet.marche.it).
- ✓ MATREC, *Recupero delle scorie da inceneritore*, [www.matrec.it](http://www.matrec.it).
- ✓ MORSELLI L., (2003) *La valorizzazione termica dei rifiuti: pirolisi, incenerimento, gassificazione. 5<sup>a</sup> Conferenza nazionale*, Maggioli Editore.
- ✓ MORSELLI L., VIVIANO G., (1996) *L'incenerimento dei Rifiuti: Caratterizzazione dei Materiali in Ingresso, Tecnologie Emergenti, Controllo degli effluenti, Impatto Ambientale. Atti Del Convegno Nazionale, Bologna 16-17 marzo 1995*, Maggioli Editore.
- ✓ ODUM E.P. (1973) *Principi di ecologia*, Piccin, Padova.
- ✓ ODUM E.P. (1988) *Basi di ecologia*, Piccin, Padova.
- ✓ ONU (1988) *Il futuro di noi tutti*, Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo, Bompiani, Milano.
- ✓ ONU (2000) *Millennium declaration*, Assemblea Generale, A/RES/55/2.
- ✓ ONU (2001) *Road map towards the implementation of the UN Millennium declaration*.
- ✓ ONU (2005) *The Millennium ecosystem assessment*, United Nations, NY.
- ✓ ONU (2006) *The Millennium development goals report*, United Nations, NY.
- ✓ RILEGNO, (2002) *Riciclo del legno*, [www.education.conai.org](http://www.education.conai.org).
- ✓ RODOTÀ S. (2006) *La vita e le regole*, Feltrinelli, Milano.
- ✓ RONCHI E. (2000) *Uno sviluppo capace di futuro*, Il Mulino, Bologna.
- ✓ RONCHI E. a cura (2002) *Un futuro sostenibile per l'Italia*, Rapporto Issi 2002, Editori Riuniti, Roma.
- ✓ RONCHI E. (2003) *Ecologia come seconda modernità ed altri scritti*, Issi, Roma.
- ✓ RONCHI E. a cura (2005) *Il territorio italiano e il suo governo*, Rapporto Issi, Edizioni Ambiente, Milano.
- ✓ ROSSI A., (1989) *Incenerimento dei rifiuti e depurazione dei fumi*, Tecniche Nuove.
- ✓ SACHS W., SANTARIUS T., a cura (2007) *Per un futuro equo*, Wuppertal Institut, Feltrinelli, Milano.
- ✓ SCIENCE INFORMATION NETWORK COLUMBIA UNIVERSITY (2006a) *2005 Environmental sustainability index benchmarking national environmental*

*stewardship*, in collaborazione con World Economic Forum e Joint Research Centre, European Commission Ispra, Italia.

- ✓ SCIENCE INFORMATION NETWORK COLUMBIA UNIVERSITY (2006b) *Pilot 2006 Environmental performance index*, in collaborazione con World Economic Forum e Joint Research Centre, European Commission Ispra, Italia
- ✓ SEN A. (1992) *Risorse, valori e sviluppo*, Bollati Boringhieri, Torino.
- ✓ TRIGILIA E. (2005) *Sviluppo locale*, Laterza, Roma-Bari.
- ✓ VIGNALI S., (2005) *Zero discarica, 100% recupero*, Rivista Inquinamento n.74 di Settembre 2005
- ✓ WIKIPEDIA, *CDR (Combustibile Derivato da Rifiuti) – Gassificatore*.