Un contributo dei partecipanti al Master Safe

LA LUNGA STRADA DEL RECUPERO ENERGETICO DAI RIFIUTI

Pubblichiamo di seguito il terzo di quattro articoli redatto da un gruppo di lavoro composto dai partecipanti alla VI edizione del Master SAFE in Gestione delle Risorse Energetiche (v. Staffette 1/10 e 17/12/05)*. Il presente lavoro (a cura di Salvatore Ballarò – Fadi Hammad – Giuseppe Laricchiuta – Placido Lubrano Lavadera – Pier Luigi Nardelli – Giosuè Rettura – Sonia Scala) è stato presentato in occasione dei Workshop SAFE di approfondimento organizzati nei mesi scorsi.*

In Italia produciamo circa un chilogrammo e mezzo a persona al giorno di rifiuti solidi urbani (RSU). Per chi se ne deve occupare è un problema serio, ma può diventare anche un'opportunità con vantaggi economici ed ambientali non indifferenti. Infatti nel nostro paese la percentuale di recupero energetico da RSU è molto inferiore alla media europea e contribuisce soltanto in piccola percentuale nel bilancio energetico nazionale. Esistono applicazioni di recupero energetico degli RSU in vari settori, come ad esempio quello dei cementifici, che, oltre agli evidenti vantaggi ambientali, possono influire positivamente sulla competitività di questo tipo di industria. Inoltre le tecnologie di recupero del biogas da discarica e lo smaltimento di rifiuti nei termovalorizzatori sono attraenti alternative economiche per lo smaltimento degli RSU associate alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra. Il problema può quindi essere trasformato in una interessante opportunità.

Il quadro normativo

Il recupero di energia dai rifiuti è caratterizzato da un contesto normativo complesso, costituito da una serie di leggi conseguenti alle direttive dell'Unione europea ed ispirate a principi quali la prevenzione, la limitazione dei danni ambientali e la responsabilità economica, per chi inquina, di accollarsi gli oneri connessi al suo comportamento. Con il Libro Verde del febbraio 2001, le direttive IPPC, quelle sulle discariche (99/31/CE) e l'incenerimento (00/76/CE), fino alle recenti direttive sul Green Public Procurement (04/17/CE e 04/18/CE), la UE ha promosso la riduzione nella produzione di rifiuti, favorendo l'adozione di tecnologie produttive orientate al rispetto ambientale e di sistemi per il recupero della materia e dell'energia (MCC, diritto ambiente).

In Italia il principio "chi inquina paga" ha trovato la sua prima formulazione giuridica nel sistema della tariffazione introdotto dal Decreto Ronchi (22/97). Tale decreto, e le successive modifiche, hanno riordinato, non senza pecche ed imprecisioni, il sistema di smaltimento dei rifiuti introducendo diverse novità:

- Definizione del rifiuto (sfortunatamente approssimativa ed ambigua) e sua classificazione
- Introduzione di piani regionali di gestione dei rifiuti
- Definizione e regolamentazione dell'Albo Nazionale delle Imprese che effettuano la Gestione dei Rifiuti

La confusione delle norme ed i conseguenti ritardi nel loro recepimento, la crescente affermazione delle Regioni come enti autonomi e, di conseguenza, una ingerenza della politica locale nell'interpretazione delle linee guida, hanno prodotto un quadro normativo frammentario, in cui le competenze sono spesso sovrapposte e, nel vuoto istituzionale creatosi, hanno fornito ampio spazio ad infiltrazioni malavitose nel ciclo di smaltimento dei rifiuti, associate sovente a più o meno spontanee manifestazioni di conflitti sociali con relative situazioni di emergenza in alcune regioni italiane.

Il panorama della gestione dei RSU

Nel 2001 in Europa quasi il 50% dei rifiuti solidi urbani (RSU) è stato smaltito in discarica, il 16% è stato riciclato e il 18% è stato incenerito con recupero di energia *(fig.1)*. In Italia, invece, ancora nel 2003, in discarica è finito il 60% dei RSU, mentre il riciclo e il recupero di energia da incenerimento si è attestato intorno alla metà della media europea *(fig.2)* (apat, eurostat, enea).

Dai dati si può osservare che in Europa le elevate percentuali di recupero energetico vanno di pari passo con quelle di riciclaggio, mentre in Italia, entrambe le percentuali sono assai inferiori.

Il recupero di energia e di materia da RSU può essere effettuato in diversi modi. Di questi lo studio analizza tre processi tecnologici per il recupero di energia: utilizzo di biogas da discarica, coincenerimento e termovalorizzazione.

>>>

Figura 1

Europa 15, 2001

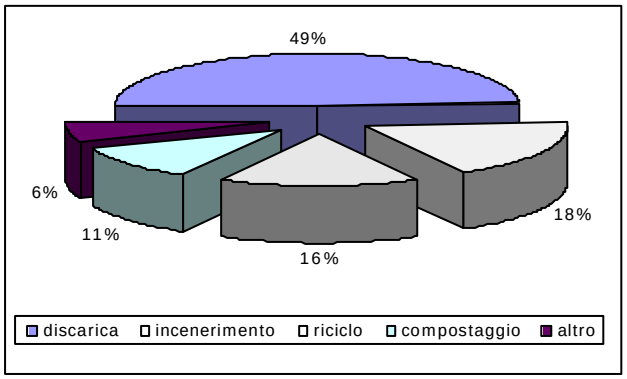
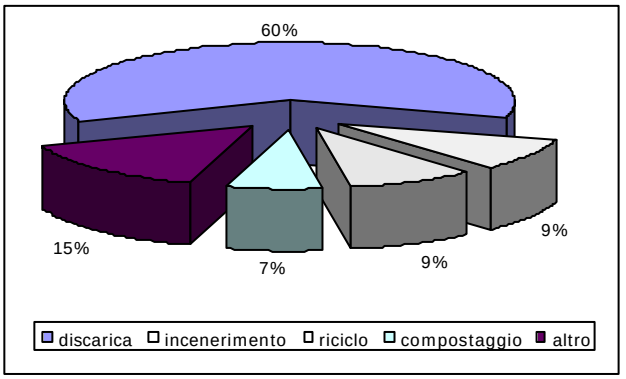


Figura 2

Italia, 2003



>>>

Recupero di energia da biogas

Il biogas è una miscela di metano (45–60% in volume), anidride carbonica (40–60%) e altri gas (solfuri, ecc. 2–9%), prodotto della decomposizione microbica della materia organica nei RSU.

Il processo biologico avviene in tre fasi: una aerobica (in presenza di ossigeno), una anaerobica termofila (assenza di ossigeno e temperature più elevate) ed una anaerobica metanogenica (assenza di ossigeno e produzione di metano). In questa ultima fase i batteri metanogeni convertono gli acidi grassi volatili in metano.

I composti solubili, come la CO_2, restano nella fase liquida sul fondo della discarica (percolato), mentre il metano si disperde seguendo le vie di minor resistenza.

La produzione di biogas è influenzata da vari fattori:

- composizione del rifiuto: più rifiuto organico è presente in discarica, maggiore è il biogas prodotto dalla decomposizione batterica
- presenza di ossigeno: solo quando l'ossigeno è terminato i batteri producono metano
- umidità: la presenza di acqua nella discarica aumenta la produzione di biogas perché l'acqua favorisce la crescita batterica e trasporta i nutrienti ed i batteri all'interno della discarica
- temperatura: le alte temperature aumentano l'attività batterica e quindi la produzione di biogas della discarica. Le basse temperature invece inibiscono l'attività batterica
- età del rifiuto: i rifiuti seppelliti di recente producono più biogas di quelli vecchi.

Le discariche producono quantitativi apprezzabili di biogas nei primi 3 anni, ma il picco si raggiunge solo dopo 5 o 7 anni. Sono necessari circa venti anni dalla chiusura della discarica per produrre tutto il gas, anche se piccole quantità di biogas vengono emesse anche 50 anni dopo. La quantità di materia organica nel rifiuto è un fattore importante per la durata di produzione del biogas. Inoltre, punti diversi della discarica possono trovarsi in fasi diverse del processo di decomposizione in uno stesso momento temporale.

Il metano prodotto viene captato con sistemi attivi o passivi, secondo l'impiego o meno di pompe a vuoto, ed è poi bruciato in impianti che producono energia elettrica o termica (motori alternativi o turbine a gas).

Una stima ottimistica reputa che in Italia il 70% delle discariche effettuino recupero energetico da biogas, con un'efficienza di captazione intorno al 50%.

Gli impianti a biogas esistenti sono modulari, cioè sono formati da piccoli moduli produttivi ai quali se ne aggiungono o disattivano alcuni a seconda che la produzione di biogas aumenti o diminuisca. La modulazione degli impianti serve ad ottimizzare l'utilizzo del biogas in funzione della produttività della discarica.

Si tratta di impianti che funzionano anche sopra le 8.000 ore all'anno. La messa in opera richiede circa sei mesi ed il payback time è di circa quattro anni. Con gli impianti a disposizione nel 2003, sono stati prodotti in Italia 1.408 TJ di energia termica e 909 GWh di energia elettrica.

L'utilizzo del biogas presenta indubbi vantaggi ambientali ed economici: permette la riduzione delle emissioni di gas serra e, convertendo il rifiuto organico, consente la vendita diretta o la produzione di energia incentivata, premiata con l'acquisizione dei cosiddetti certificati verdi. Sono tutti vantaggi economici che possono sensibilmente incidere sul costo di smaltimento dei rifiuti, riducendone le tariffe a carico dei cittadini.

Coincenerimento

Il coincenerimento è un processo di combustione in cui il rifiuto (tal quale o nella forma di CDR, vale a dire con un trattamento preventivo) è utilizzato come combustibile secondario associato ad un combustibile principale, di solito fossile.

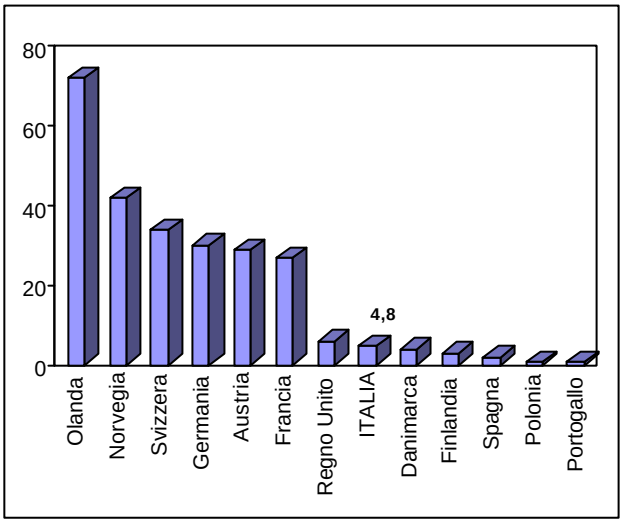
L'impiego di rifiuti come combustibile è praticato in diversi impianti industriali *energy intensive* quali cementifici, acciaierie, centrali termoelettriche e cartiere.

I cementifici, in particolare, sono caratterizzati da elevate efficienze di processo ed in molti paesi industrializzati l'impiego di rifiuti come combustibile alternativo è una prassi consolidata perché riduce i costi di produzione e aumenta la competitività.

In Italia, la percentuale di sostituzione termica è quasi del 5%, molto inferiore a quella dei principali paesi europei che si attesta intorno al 30% *(fig. 3).*

Figura 3

% sostituzione termica nei cementifici



Il coincenerimento nei cementifici presenta numerosi vantaggi:

- assenza di ceneri o residui di combustione, che sono inglobati nel prodotto finito
- nessuna alterazione della qualità del cemento, in quanto il CDR genera ceneri inorganiche di composizione chimica affine al clinker (silicati di calcio e magnesio, ossidi di ferro ed alluminio) al quale sono perfettamente assimilabili
- elevate temperature del ciclo tecnologico dovute alla necessità di cottura delle materie prime alla temperatura di 1.450°C. Nei punti di inserimento dei rifiuti si raggiungono temperature di fiamma comprese tra 1.800 e 2.000°C per il bruciatore principale, e 1.000-1.200°C per il bruciatore ausiliario.

Queste riducono a livelli prossimi allo zero le emissioni di furani e diossine

- tempo di permanenza prolungato (circa 30 s) del prodotto ad alte temperature.

Operare la sostituzione termica comporta vantaggi economici:

- riduzione per la spesa di combustibili
- introiti dallo smaltimento di rifiuti (circa 20 €/t)
- accesso a crediti di emissione di CO_2 (circa 23 €/t secondo i dati della borsa ET)

Termovalorizzazione

Il recupero di energia dall'incenerimento dei RSU ha iniziato a svilupparsi negli anni '70. Da allora il processo di combustione è stato perfezionato e sono stati introdotti trattamenti di depurazione, finalizzati alla riduzione del carico di polveri e all'abbattimento dei gas acidi presenti nei fumi.

Si recupera il calore dei fumi o direttamente o in una caldaia a recupero per la produzione di energia elettrica.

Lo schema impiantistico è del tutto simile a quello delle centrali termoelettriche, anche se le condizioni operative (pressione, temperatura) sono più severe, a causa della presenza nei fumi di composti e di ceneri che possono dare luogo a fenomeni di corrosione e di erosione, nonché alla formazione di depositi ("slagging") sulle pareti di scambio termico.

La tecnologia attuale prevede 4 step di processo:

1. essiccamento e pre-combustione dei rifiuti
2. combustione delle sostanze più volatili e dei residui solidi. La temperatura e la tipologia di rifiuti in questi processi sono fondamentali per scongiurare eventuali emissioni di sostanze tossiche quali diossine e furani
3. post-combustione per garantire l'efficacia della combustione per quelle sostanze parzialmente combuste nel forno. La velocità in uscita dei fumi dal forno è superiore ai 10 m/s, il tempo medio di permanenza dei fumi nella camera di post combustione è superiore ai 2 s
4. abbattimento fumi; alla fine si ha la presenza di scorie residue nell'ordine del 10-12% in volume e 20-25% in peso e ceneri nell'ordine del 5% rispetto ai rifiuti iniziali.

Nel 2003 sono stati smaltiti circa 3 milioni di tonnellate di rifiuti (2.7 milioni di tonnellate erano di RSU); 29 impianti hanno prodotto solo energia elettrica e 10 anche energia termica; in totale si sono ottenuti circa 5.700 TJ di energia termica e 1.800 GWh di energia elettrica.

Tabella 1

t/anno	MW	M€/MW
70.000	20	1,2
130.000	40	1,9
200.000	60	2,8
350.000	110	1,6

Il costo di investimento per un impianto di termovalorizzazione varia in funzione della taglia dell'impianto e presenta una tipica economia di scala con costi crescenti per piccole taglie con un massimo intorno ai 60 MW di potenza installata *(Tab. 1)*.

L'allacciamento alla rete elettrica incide sull'investimento per lo 0.2% a km. Un impianto di questo tipo presenta investimenti consistenti, da cui derivano lunghi tempi di ritorno del capitale.

Tuttavia i ricavi per lo smaltimento dei rifiuti, i proventi della vendita di energia elettrica e termica e infine la possibilità di usufruire di certificati verdi rendono tale investimento appetibile.

Migliorare il recupero energetico

Nel 2003 in Italia, sono stati recuperati circa 1,5 Mtep di energia da RSU. Tale quantità ha coperto l'1% dei consumi totali di energia, ha rappresentato l'1% della produzione elettrica e ha evitato l'emissione all'atmosfera di 4,5 milioni di tonnellate di anidride carbonica. Il risparmio di combustibile fossile primario è stato di circa 300 milioni di dollari (prezzo medio del barile di petrolio al 2003, 28$).

I dati non aggregati del recupero energetico in Italia nel 2003 mostrano che il biogas ha contribuito per circa 300 ktep, la sostituzione termica in cementifici per 140 ktep e la termovalorizzazione per circa 1.050 ktep.

Se l'Italia avesse sfruttato al meglio gli impianti a biogas e avesse avuto percentuali di sostituzione termica e di incenerimento in media con l'Europa, l'energia recuperata da RSU sarebbe stata pari a 3,8 Mtep (2,6% dei consumi totali di energia) e avrebbe coperto il 2,2% della nostra produzione elettrica. Le emissioni di anidride carbonica evitate avrebbero superato gli 11 milioni di tonnellate e il risparmio di combustibile fossile primario sarebbe stato di circa 670 milioni di dollari (prezzo medio del barile di petrolio al 2003, 28$). Con le quotazioni correnti il risparmio sarebbe stato più del doppio.

Sfruttando tutte le discariche con un'efficienza di captazione del 100%, l'energia prodotta sarebbe stata pari a circa 850 ktep.

Il passaggio dal 5 al 30% di sostituzione termica nei cementifici italiani avrebbe portato alla combustione di circa 1,25 Mt di CDR e quindi allo smaltimento di circa 2,5 Mt di RSU. Si sarebbero recuperate quindi, circa 875 ktep di energia.

Bruciando il 18% dei RSU (5,4 milioni), avremmo recuperato attraverso la termovalorizzazione circa 2.100 ktep di energia.

Complessivamente l'energia recuperata sarebbe stata di circa 3.800 ktep e si sarebbero smaltite poco meno di 8 milioni di RSU, a fronte dei 30 milioni di tonnellate prodotte in Italia nel 2003.

Le cause del gap con l'Europa

L'utilizzo del biogas da discarica previene il rischio di incendi ed esplosioni, riduce l'emissione di gas climalteranti e di cattivi odori e presenta ampi margini di sfruttamento se verranno migliorati i sistemi di captazione e lo sfruttamento di tutte le discariche presenti sul territorio. Tutto questo senza incontrare significative resistenze a livello sociale.

La sostituzione termica incontra, invece, delle difficoltà ad essere accettata dalle comunità a causa del sommarsi di percepiti impatti su un territorio già considerato in preda ad un degrado ambientale. Questo giustifica in parte la lentezza e la difficoltà con cui le amministrazioni rilasciano le autorizzazioni. Inoltre la sostituzione termica può presentare dei limiti logistici che possono rendere economicamente svantaggioso il conferimento del CDR nei cementifici.

L'accettabilità sociale degli impianti di termovalorizzazione presenta difficoltà anche maggiori rispetto ai cementifici, oltre a peculiari impedimenti dovuti alla sovrapposizione delle competenze fra i diversi enti locali che rallentano i processi autorizzativi.

La rimozione degli ostacoli

Il superamento degli ostacoli per aumentare il recupero energetico dai RSU in Italia passa inevitabilmente attraverso un nuovo patto sociale fra gli stakeholders (Istituzioni, aziende, associazioni…).

E' necessario migliorare i processi di informazione ed educazione ambientale, oltre ad investire in comunicazione sociale in maniera convergente. In tal senso pratiche quali il *Public Hearing*, diffuso nei paesi anglosassoni, potrebbero essere di aiuto nell'accettazione di nuove opere.

Inoltre le Istituzioni dovrebbero semplificare la normativa; i decreti delegati sulla legislazione ambientale, se usati bene, potrebbero andare in tal senso.

La condivisione e la partecipazione alla realizzazione di piani di gestione dei rifiuti, e in senso più ampio del territorio, sta infatti alla base del nuovo modo di gestire i processi decisionali che devono passare attraverso una gestione integrata sul territorio (ATO) sfruttando anche leve economiche quali l'introduzione di un razionale e premiante sistema tariffario.

Infine, occorrerebbe sviluppare meccanismi di controllo più chiari, semplici e trasparenti.

L'obiettivo su cui investire e continuare a lavorare è un cambio di mentalità che trasformi il concetto di rifiuto da problema a risorsa per uno sviluppo sostenibile. ■