

# La termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani

di Francesco Asdrubali, Gino Moncada Lo Giudice

Dopo una breve rassegna di dati statistici sulle modalità di smaltimento dei rifiuti in Italia e all'estero, il lavoro affronta il problema del contenuto energetico dei rifiuti e dell'influenza della raccolta differenziata, e presenta un panorama aggiornato delle Bat (Best Available Technologies) per quanto riguarda sia i forni di combustione che i dispositivi di abbattimento degli inquinanti prodotti dagli impianti di termovalorizzazione. Completano il lavoro una rassegna normativa sulle emissioni dei termovalorizzatori, la descrizione di alcune esperienze impiantistiche significative e un confronto tra discarica e termovalorizzazione in termini di emissioni di gas climalteranti.

Il problema della produzione dei rifiuti solidi urbani sta assumendo, specie in alcune aree del nostro Paese, i connotati di una vera e propria emergenza ambientale. La soluzione al problema non può che passare attraverso mirate politiche di gestione integrata, che necessitano di una accurata conoscenza in termini qualitativi e quantitativi dei rifiuti da smaltire. La produzione totale di rifiuti solidi urbani in Italia ha superato la quota di 29 milioni di tonnellate nell'anno 2001, raggiungendo il tetto dei 510 kg pro capite (Figura 1), con un tasso di incremento pari al 2,1% rispetto al 1999, in linea con il trend di crescita evidenziatosi nel periodo 1995-2000 (+2,4%).

La forma di gestione più diffusa in Italia risulta ancora essere il conferimento a discarica controllata (67,1% dei rifiuti prodotti nel 2001); si registra tuttavia un calo nel ricorso a discarica a partire dal 1999, contestualmente ad un aumento significativo delle quantità di rifiuti avviati al recupero di materia (nel complesso, il 24,2%). Molto più contenuto è l'incremento della percentuale di incenerimento con recupero di energia (+1,6%)<sup>1</sup>. A livello europeo, il quadro globale dei sistemi di gestione integrata dei rifiuti è piuttosto variegato. La Direttiva europea sulle discariche (1999/31/Cee) prescrive una riduzione del conferimento di rifiuti biodegradabili in quest'ultime fino al 35% dei livelli del 1995 in 15 anni; vi sono Paesi in cui il ricorso alla discarica è piuttosto contenuto (quali Danimarca 10,8%, Paesi Bassi

11,6%, Svizzera 13,15%), ed altri in cui la discarica rappresenta ancora l'opzione principale (ad es. Spagna 80% e Gran Bretagna 83%). Nel contesto europeo l'Italia si colloca a livelli estremamente bassi di termovalorizzazione, con una percentuale pari al 7% dei rifiuti prodotti, in contrappo-

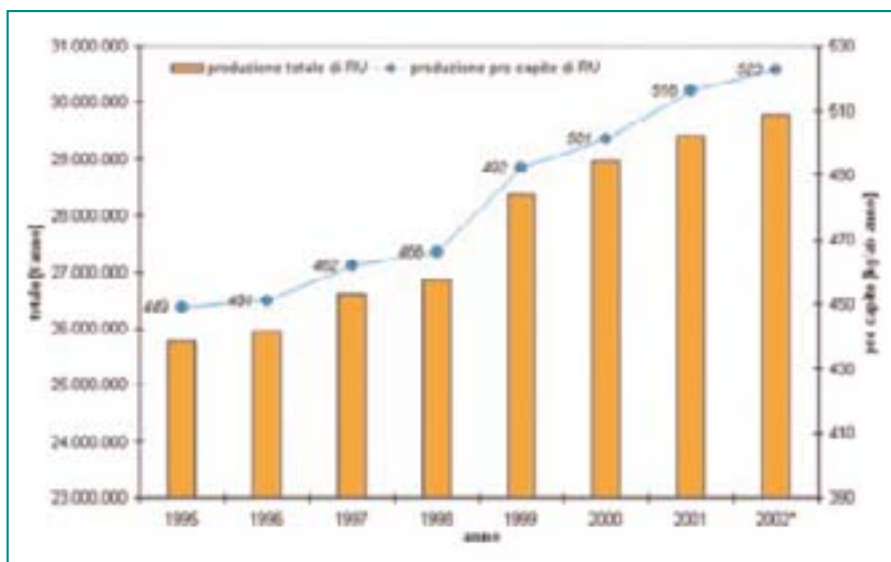


Figura 1 - Produzione totale e pro-capite di rifiuti solidi urbani in Italia negli anni 1995-2002

sizione a Paesi quali Francia, Danimarca e Paesi Bassi per i quali tale forma di smaltimento raggiunge valori di gran lunga superiori (ad es. Francia 40%, Danimarca 58%), a scapito dello stesso conferimento in discarica<sup>2</sup> (Figura 2). Il quantitativo di Rsu avviati a termovalorizzazione in Italia nel 2002 nei 47 impianti operativi è stato di 2,6 milioni di tonnellate; il recupero energetico è stato pari a circa

Prof. ing. Francesco Asdrubali, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Perugia; sen. prof. ing. Gino Moncada Lo Giudice, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

<sup>1</sup> Apat-Onr, *Rapporto Rifiuti 2002*, Roma, ottobre 2002. Apat-Onr, *Rapporto Rifiuti 2003*, Roma, novembre 2003.

1.423.000 MWh di energia elettrica e a circa 1.166.000 MWh di energia termica. Le quantità sempre crescenti di Rsu prodotti, i costi elevati per il loro smaltimento, la difficoltà di reperire nuovi siti per discariche, i problemi ambientali connessi con il ricorso a quest'ultime, unitamente all'esigenza di ridurre la dipendenza dai prodotti petroliferi e di raggiungere gli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto, impongono senza dubbio un ripensamento nelle politiche di gestione e smaltimento dei rifiuti nel nostro Paese.

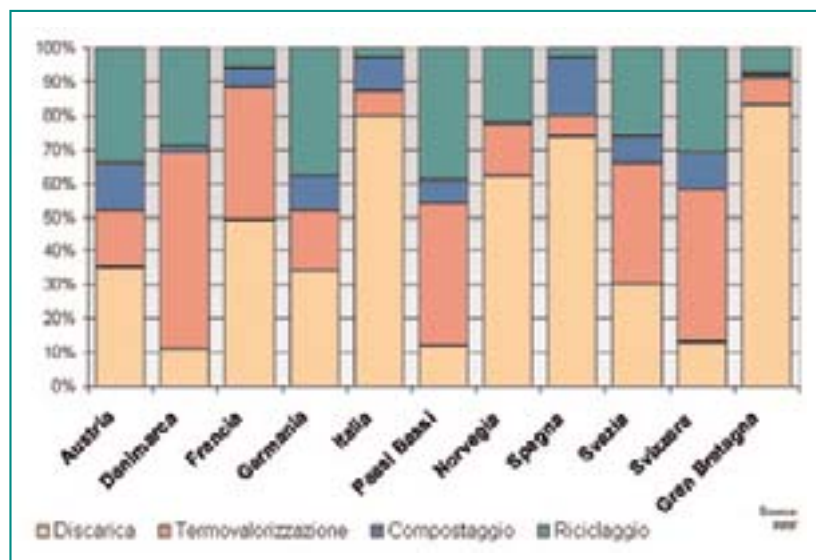


Figura 2 - Modalità di smaltimento dei rifiuti solidi urbani in alcuni Paesi europei

## Politiche gestionali dello smaltimento dei Rsu

Negli ultimi anni si è andata sviluppando l'idea di un sistema di *gestione integrata* dei rifiuti, in particolare di quelli solidi urbani: questo sistema trova il suo fondamento in diversi metodi combinati per minimizzare l'uso delle risorse e, quindi, riutilizzare, riciclare e recuperare quanto più possibile ciò che si usa, con lo scopo finale di realizzare un ciclo chiuso. All'incrementare del recupero, del riciclaggio e del compostaggio di materiali e del recupero d'energia attraverso la termovalorizzazione, diminuisce il bisogno di conferimento a discarica: quest'ultima dovrebbe essere impiegata solo per materiali non riciclabili e per i residui d'altre forme di trattamento. Proprio su tale linea politica si colloca il *Dlgs.n. 22 del 5 febbraio 1997* (Decreto Ronchi), quale cardine dell'intero sistema normativo nazionale in materia di gestione dei rifiuti; il sistema di gestione integrata promosso dal decreto si basa sul ricorso significativo a forme di prevenzione, riduzione a monte della produzione di rifiuti, sull'incentivazione della raccolta differenziata e sull'uso residuale della discarica che deve essere posposto a trattamenti che prevedano forme di recupero sia dei materiali che di energia (impianti di selezione e compostaggio, produzione di Cdr, impianti di incenerimento con recupero di energia). La strategia emergente delineata dal Decreto Ronchi si basa su 4 linee di intervento parallele (principio delle *Quattro R*):

- Riduzione alla fonte della quantità e nocività dei rifiuti prodotti;
- Riutilizzo dei prodotti che non hanno ancora terminato la propria vita utile: recupero dei materiali reinseribili nei cicli produttivi e di consumo;

- Riciclaggio di materia;
- Recupero di energia (mediante termovalorizzazione).

L'obiettivo è quindi quello della riduzione dei rifiuti alla fonte, del recupero e valorizzazione delle frazioni merceologiche contenute nei Rsu sia sotto forma di materia che di energia, con un progressivo uso residuale della discarica fino ad utilizzarla prevalentemente per i rifiuti che non possono essere recuperati né combustibili e per gli scarti provenienti dai processi di trasformazione. L'approccio metodologico è quello di una gestione avanzata sia in funzione di traguardi economici che di tutela ambientale. A tal fine, la raccolta differenziata gioca un ruolo fondamentale, purché ad essa si accompagni il reale riutilizzo delle frazioni merceologiche separate, ad esempio tramite accordi con i Consorzi nazionali di raccolta, riciclaggio e recupero dei vari materiali, in modo da recuperare sia materia che energia (quella necessaria per produrre la materia riutilizzata). Purtroppo, in alcune realtà i notevoli sforzi (logistici, economici e anche ovviamente energetici) connessi con il sistema di raccolta differenziata sono vanificati dall'impossibilità di collocare opportunamente le frazioni merceologiche separate, per cui tutto o parte finisce comunque per essere conferito a discarica. Ai sensi della Normativa vigente (a decorrere dal 1 gennaio 1999), l'incenerimento dei Rsu deve essere inscindibilmente legato alla produzione di energia termica ed elettrica, a sostegno di quella linea che definisce *termovalorizzazione*

quel processo che nei decenni passati era una semplice termodistruzione dei rifiuti. La termovalorizzazione rende la gestione dei rifiuti più efficace (poiché recupera energia anche da frazioni difficilmente valorizzabili con riutilizzo e riciclo) e più efficiente (poiché muovendosi nella stessa ottica della raccolta differenziata, sfrutta economicamente la crescente presenza nei Rsu di materiali ad elevato potere calorifico), garantendo comunque un ridotto impatto ambientale grazie all'impiego delle migliori tecnologie disponibili.

## Il potere calorifico dei Rsu e l'influenza della raccolta differenziata

L'intuizione di bruciare rifiuti solidi urbani per ricavarne energia si fonda su considerazioni energetiche evidenti. Negli ultimi 20 anni l'aumento della produzione è stato accompagnato da significative variazioni della composizione merceologica e delle caratteristiche energetiche dei rifiuti. L'aumento della frazione di materiale cellulosico e plastico, accompagnata dalla diminuzione della frazione organica putrescibile, ha determinato un consistente aumento del potere calorifico dei Rsu, che da 1290 kcal/kg del 1976 è passato ad oltre 2.000 kcal/kg dei primi anni 2000.

Il vantaggio energetico è notevole se si pensa che dalla combustione di 1 tonnellata di rifiuti possono ricavarsi, con le moderne tecnologie presenti, oltre 450 kWh di energia elettrica. Il ricorso alla termovalorizzazione sembra quindi

<sup>2</sup> Elaborazioni Enea su dati Eurostat e Apat-Assure, *Incineration in Europe, prepared by Juniper*, ottobre 2000.

una strada obbligata, da percorrere puntando innanzitutto sul basso impatto ambientale garantito dai nuovi dispositivi e sulle fortissime riduzioni (oltre il 90%) del volume di ceneri residue da smaltire, ma anche sui ricavi economici che la produzione di energia può garantire.

La raccolta differenziata perseguita dal Decreto Ronchi serve a separare dal rifiuto le frazioni ancora utilizzabili o danose. La raccolta di materiale da avviare al riciclo (materie prime seconde) ha influenza non trascurabile sulla quantità di energia ottenibile a valle; a questo si aggiunge il ruolo dell'umidità, che presentandosi sotto forma di acqua liquida, comporta una diminuzione dell'energia utile recuperabile. A meno di particolari situazioni, la raccolta differenziata tende sempre ad aumentare il potere calorifico del rifiuto che rimane a valle, ma a fronte di una minore quantità di materia da inviare alla termovalorizzazione, per cui si è parlato spesso di antagonismo tra recupero di materia e recupero di ener-

2250 kcal/kg) aumenta di circa il 28% (per raggiungere circa 2900 kcal/kg di residuo) se si analizza lo scenario corrispondente al 35% di raccolta differenziata.

## Combustione del Cdr o del rifiuto tal quale

La scelta della tecnologia di termovalorizzazione da adottare si basa in generale sulle caratteristiche chimiche e fisiche del rifiuto e sui limiti di emissioni imposti dalle normative vigenti. Per quanto riguarda i Rsu, le tecnologie disponibili possono essere ricondotte a due tecnologie:

- **Combustione del tal quale:** il rifiuto grezzo, sostanzialmente non trattato, viene bruciato in forni di diversa tecnologia, che in genere assicurano un ridotto impatto ambientale attraverso un complesso sistema di trattamento dei fumi e di smaltimento dei reflui liquidi e delle scorie solide;

	Caratteristiche della singola frazione				OPZIONI DI RACCOLTA DIFFERENZIATA					
	Umidità % su tal quale	Ceneri % secco	PCI (Kcal/kg)	% in peso su RSU tal quale	R.D. 15%		R.D. 25%		R.D. 35%	
					Frazione separata%	Residuo kg per 100 kg RSU	Frazione separata%	Residuo kg per 100 kg RSU	Frazione separata%	Residuo kg per 100 kg RSU
Carta	15	5,5	3000	14,13	25	16,60	30	9,89	30	9,89
Cartone	12,5	4,7	3150	12,44	25	9,33	30	8,71	30	8,71
Altri cellulosei	20	1,99	2750	5,09	0	5,09	0	5,09	0	5,09
Tessili	20	2,5	3400	2,54	0	2,54	0	2,54	0	2,54
Legno	22	1,4	3300	2,54	0	2,54	25	1,91	25	1,91
Plastica	9	10	6600	12,01	0	12,01	0	12,01	0	12,01
Domina	2	8	5000	0,42	0	0,42	0	0,42	0	0,42
Vetro ad inerti	2,5	96	-15	12,72	55	5,72	75	3,18	85	1,91
Metalli	5	90,5	-29	4,52	25	3,39	33,3	3,01	80	0,90
Organico domestico	70	9,5	500	15,6	0	15,60	0	15,60	33,3	10,41
Residui verdi	30	6	1450	6,02	0	6,02	55	2,71	70	1,81
Organico grandi utenze	70	9	500	2,37	0	2,37	60	0,95	70	0,71
Rifiuti pericolosi	5	80	-29	1,097	20	0,88	50	0,55	80	0,22
Ritrovaggio	30	35	1300	8,48	0	8,48	0	8,48	0	8,48
<b>Totale su RSU tal quale</b>	<b>25,2</b>	<b>29,3</b>	<b>2247,44</b>	<b>100,0</b>	<b>15,0</b>	<b>85,0</b>	<b>25,0</b>	<b>75,0</b>	<b>35,0</b>	<b>65,0</b>
Caratteristiche del residuo post- Raccolta Differenziata	kcal per kg di residuo				2405,0		2371,5		2900,0	
	kcal per kg di RSU "grezzo" tal quale				2044,3		1928,7		1889,3	
	Umidità % su kg di residuo				28,3		28		25,5	
	Ceneri % su kg di sostanza secca nel residuo				13,9		10,7		7,3	

Tabella 1 - Variazione della composizione merceologica e del potere calorifico inferiore per tre opzioni di raccolta differenziata

gia. Riferendoci ad uno studio effettuato da Ravanelli<sup>3</sup> (Tabella 1) su composizioni merceologiche dei Rsu rappresentative della realtà dell'Italia Centro-settentrionale, è possibile affermare che concentrando la raccolta differenziata su inerti, organico e Rup (Rifiuti Urbani Pericolosi), con esclusione delle plastiche e rimuovendo quindi tra il 70 e l'85% delle frazioni non energetiche (vetro e metalli, organico delle grandi utenze, residui verdi), basterebbe differenziare il 30% della carta per raggiungere nel complesso, il 35% di tasso di RD fissato dal Decreto Ronchi per lo scorso anno (obiettivo ancora non raggiunto a livello nazionale). In tal caso la raccolta differenziata di carta e cartoni può limitarsi alle frazioni di particolare valore commerciale, evitando carta sporca o patinata, conservando nel residuo la grande maggioranza del potere calorifico. A seguito delle stime effettuate, il potere calorifico del rifiuto tal quale (pari a circa

- **Combustione di un combustibile derivato dai rifiuti (Cdr):** una frazione combustibile, derivata dai Rsu dopo opportuni trattamenti che consentono il recupero dei materiali reinsertibili nei cicli produttivi di consumo, viene bruciata in forni di diversa tecnologia (i più diffusi sono quelli a letto fluido e a combustione sospesa), che sono relativamente meno complessi e di più agevole gestione e necessitano di un più ridotto sistema di trattamento delle emissioni gassose.

La tecnologia di combustione di Cdr è di recente introduzione sul mercato: prevede una sezione di trattamenti fisici e meccanici intrinseca al processo, che consente il recupero di materiali riciclabili e la produzione di un combustibile più omogeneo di quello di origine. La principale difficoltà ad ottenere la massima efficienza ambientale ed energetica da un processo di combustione di Rsu sta nell'estrema variabilità delle proprietà chimiche e fisiche dei Rsu in dipendenza di fattori stagionali, geografici e socio-economici e nell'alta disomogeneità dei suoi costituenti. L'omogeneità merceologica ed energetica dei rifiuti influenza tutto il funzionamento

<sup>3</sup> S. Consonni-R. Capra, *Recupero di energia in sistemi integrati con termoutilizzazione di Rsu*, Rivista La termotecnica, maggio 1998, pag. 75-84.



dell'impianto; nella combustione di Rsu tal quale è probabile che il potere calorifico vari anche del 100%: per ovviare a questi problemi si può trattare l'Rsu con processi che ne derivino un Cdr più o meno spinto, tenendo sempre presente che la diminuzione di volume è inscindibile da tale processo e che l'ottenimento di combustibile di pezzatura omogenea e potere calorifico stabile implica comunque un dispendio energetico a monte. Il processo quindi, analogamente a quello che accade per la raccolta differenziata, va valutato nella sua globalità, in termini di bilancio energetico.

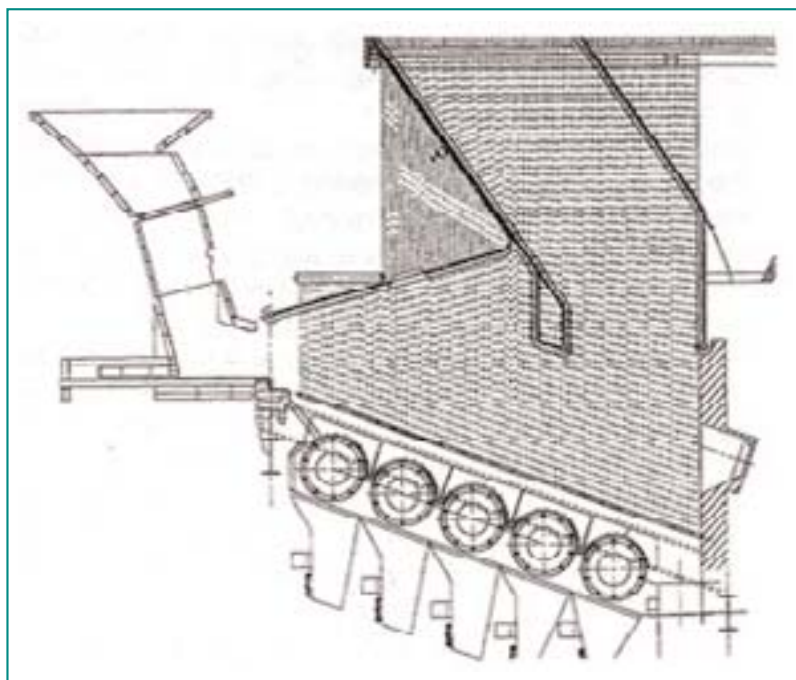


Figura 3 - Forno a griglia mobile per termovalorizzazione rifiuti solidi urbani

## Tecnologie per la termovalorizzazione dei Rsu e relativi sistemi di abbattimento degli inquinanti

### Tecnologie

La distinzione sulle modalità di recupero di energia può essere assunta come base per identificare due tecnologie nell'ambito dei trattamenti termici con recupero energetico: la *combustione totale*, tipica dell'incenerimento e la *combustione parziale*, comune ai processi di pirolisi e gassificazione. La tecnologia maggiormente consolidata e collaudata nel nostro Paese è riferibile alla combustione totale, che riflette l'idea di bruciare semplicemente il rifiuto, grazie al suo elevato contenuto di materiali incombusti. La sede di tale processo è il forno, capace di portare il combustibile in temperatura, favorendone l'accensione, e di convogliare i fumi prodotti attraverso idonee sezioni di recupero termico, trattamento depurativo e scarico in atmosfera.

Il forno a griglia mobile (in 6 differenti configurazioni) riflette senza dubbio la tipologia di forno più adatta allo smaltimento dei Rsu, in alternativa ad altre tecnologie più o meno consolidate ed innovative (tamburo rotante, forni a letto fluido); tale tecnologia ha raggiunto elevatissimi livelli di efficienza (>99%) ed affidabilità, con capacità nominali di oltre 600  $t_{Rsu}/giorno$ . La struttura ricorrente è assai semplice: la camera di combustione ha come base una griglia a gradini

(la cui lunghezza influenza direttamente il tempo di permanenza dei Rsu alimentati), percorsa dai rifiuti alimentati dalla parte più alta; l'aria necessaria per la combustione viene alimentata principalmente attraverso la griglia e anche parte del forno per completare la combustione (Figura 3).

Esse consentono un esercizio di 7.000-8.000 t/anno e periodi di funzionamento ininterrotto. Sono in grado di bruciare, oltre al Rsu tal quale, anche sovvalli, Cdr e piccole quantità di fanghi e Rso (rifiuti speciali ospedalieri, mescolati opportunamente ai Rsu). I minori eccessi d'aria richiesti

e le minori dispersioni termiche consentono di condurre il processo senza apporto di combustibili ausiliari. Particolare interesse suscitano alcune tecnologie alternative di combustione, quali gassificazione e pirolisi; tuttavia, l'elevato dispendio energetico richiesto ed inconvenienti tecnici di processo rendono tali soluzioni non ancora mature per lo smaltimento di ingenti masse di rifiuti urbani.

### Dispositivi di controllo sugli inquinanti

Le emissioni atmosferiche dalle attività di termodistruzione dei rifiuti costituiscono uno degli aspetti più rilevanti delle implicazioni ambientali del processo. Il loro controllo si basa tanto su misure preventive, orientate a minimizzare la formazione di alcuni componenti durante la combustione ed il raffreddamento dei fumi, che su operazioni di depurazione per la rimozione degli inquinanti di interesse. Il complesso delle emissioni atmosferiche da attività di termodistruzione di rifiuti urbani e prodotti derivati pone generalmente due ordini di problemi: i *macroinquinanti*, presenti in concentrazioni rilevanti ( $g\ m^{-3}$  o  $mg\ m^{-3}$ ), ed i *microinquinanti* che, pur se presenti in livelli molto più modesti ( $mg\ m^{-3}$  o  $\mu g\ m^{-3}$ ), possono costituire un rischio ambientale per la loro tossicità e persistenza. Alla prima categoria appartengono gli inquinanti tradizionali dei processi di combustione, derivanti da talune macrocomponenti del rifiuto (essenzialmente ceneri, Cl, S ed N), da reazioni secondarie non desiderate e dall'ossidazione incompleta del carbonio organico. I microinquinanti inorganici, costituiti essenzialmente da alcuni metalli pesanti, sono riconducibili anch'essi alla presenza di talune componenti nel rifiuto incenerito, mentre per quelli di natura organica giocano un ruolo determinante le complesse reazioni di sintesi e distruzione che si verificano durante la combustione ed il successivo raffreddamento dei fumi. Agli interventi di controllo depurativi spetta il compito di rimuovere fisicamente gli agenti inquinanti prodotti dalla combustione dei Rsu. Su questa base le linee di trattamento disponibili sono costituite da uno spettro relativamente ampio di configurazioni impiantistiche che combinano, in maniera opportuna, i singoli processi di depurazione richiesti.

La tipologia degli inquinanti da controllare, i limiti di emissione da rispettare e, non ultima, la necessità di considerare le problematiche relative ai residui della depurazione determinano il grado di complessità del sistema: si passa così dalle configurazioni più semplici, che concentrano le capacità depurative in uno o al massimo due stadi, ad impianti pluristadio con apparecchiature dedicate a singoli obiettivi

di trattamento. Sulla base delle caratteristiche principali dei processi adottati, relativamente all'intervento o meno di fasi liquide, le linee di depurazione possono distinguersi in *sistemi a secco, sistemi ad umido, sistemi ibridi (secco+umido)*. Nel loro complesso, le migliori tecnologie attualmente disponibili sono orientate alla rimozione del materiale particolato, gas acidi, microinquinanti organici ed inorganici ed inquinanti convenzionali della combustione ( $\text{SO}_2$  ed  $\text{NO}_x$ ). Per quanto riguarda:

- i gas acidi (HCl e HF) e metalli pesanti (Pb, Zn, Cd ed altri), il migliore dispositivo è realizzato ad umido, con scrubber a 2 stadi mediante immissione di sospensione acquosa di soda caustica;
- le polveri, le tecnologie più efficaci fanno riferimento a filtri a maniche (tessuto) e depolveratori ad umido;
- gli  $\text{NO}_x$ , sono estremamente efficaci le tecnologie Scr (riduzione selettiva catalitica) e Sncr (riduzione termica), caratterizzate da immissione di ammoniaca  $\text{NH}_3$  in camera di combustione, rispettivamente con catalizzatori (ossidi di vanadio, tungsteno, platino su base di titanio) a bassa temperatura di combustione o senza catalizzatori ma ad elevate temperature;
- i microinquinanti organici (diossine, furani e IPA), le tecnologie più recentemente usate fanno capo a tecnologia Scr o all'immissione di soluzioni in fase liquida o solida di sostanze alcaline ( $\text{NaOH}$  e  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

controllo molto spinto per taluni macroinquinanti in precedenza tenuti in secondo piano in quanto a considerazione ( $\text{SO}_2$  ed  $\text{NO}_x$ ). Nello specifico, la definizione del limite all'emissione delle Pcd-d-Pcdf (diossine e furani) viene legata al concetto della tossicità equivalente TE; inoltre le norme fissano come necessaria l'esistenza di una zona del forno in cui si verifichino condizioni ottimali di ossidazione degli incombusti, senza dover ricorrere alla camera di post-combustione, tipica configurazione degli impianti più vecchi.

La legislazione vigente si è ulteriormente spinta a garantire incrementi dei livelli di sicurezza dell'impianto e della sua conduzione attraverso una serie di accorgimenti gestionali e costruttivi, fra cui il controllo continuo delle emissioni e delle variabili di processo. Lo stesso Dm n.503/97 impone ai termovalorizzatori limiti di emissione notevolmente più bassi rispetto a quelli tollerati per un generico impianto in-

INQUINANTE (mg/Nmc)	D.M.12/7/90 n.51	INQUINANTE (mg/Nmc)	D.M.503/97
Polveri totali	30-100*	Polveri totali	10-30
Hcl	50-100*	Hcl	20-40
HF	2	HF	1-4
$\text{NO}_x$	500	$\text{NO}_x$	200-400
$\text{SO}_2$	300	$\text{SO}_2$	100-200
COT (Composti Org totali)	20		
CO	100	CO	50-100
IPA	0,1	IPA	0,01
PCDD + PCDF (ng/Nmc)	4000	PCDD + PCDF (ng/Nmc)	0,1***
Totale altri metalli	5	Totale altri metalli	0,5
Cadmio+Tallio+Mercurio	0,2	Cadmio+Tallio+Mercurio	0,05**

\* limite medio giornaliero e di punta orario  
 \*\* limite che si riferisce a Cd e Tl come somma e Hg separatamente  
 \*\*\* espresso in termini di Tossicità Equivalente. Il valore si ottiene come sommatoria delle concentrazioni di massa delle diossine e dibenzofurani misurate nell'effluente gassoso, ciascuno preventivamente moltiplicato per il corrispondente fattore di Tossicità Equivalente (FTE)

Tabella 2 - Limiti di emissione per impianti industriali (Dm 12/07/90, n. 51) e per impianti di termovalorizzazione (Dm 503/07)

## Limiti di immissione degli inquinanti: evoluzione normativa nazionale ed europea

Ad oggi, in attesa dell'imminente recepimento della Direttiva 2000/76/Cee, la combustione dei rifiuti in Italia è regolamentata dai Decreti Ministeriali n.203/97 (rifiuti solidi urbani, non pericolosi ed assimilabili), 5/2/1998 (rifiuti non pericolosi sottoposti a procedure semplificate di recupero ai sensi degli art. 31 e 32 del Decreto Ronchi) e n. 124/2000 (rifiuti pericolosi). Particolare interesse è rivolto al Dm 503/97 il quale fissa limiti di emissione per impianti di incenerimento esistenti (autorizzati prima del 30/1/1998) ed impianti di termovalorizzazione di nuova costruzione (autorizzati dopo il 30/1/1998). Negli ultimi decenni la tendenza normativa è orientata verso un drastico restringimento dei limiti di emissione, ispirato da criteri basati soprattutto sull'opportunità di adeguarli al progressivo miglioramento delle tecnologie disponibili (Bat - Best Available Technologies), ma anche dalla necessità di contenere i rischi per la salute connessi ai micro-inquinanti tossici a livelli che possano essere ritenuti accettabili dalle popolazioni interessate. Le esigenze di depurazione che ne derivano richiedono configurazioni impiantistiche particolarmente potenziate nei riguardi dei microinquinanti tossici e comprensive di capacità di

industriale (Dm 12/7/90 n.51), in alcuni casi inferiori di un ordine di grandezza (Tabella 2). Il successivo processo evolutivo della normativa in materia di controllo delle emissioni in atmosfera dei nuovi termovalorizzatori è rappresentato dalla nuova Direttiva Comunitaria 200/76/Cee del 4/12/2000, in fase di recepimento nel nostro Paese. La linea evolutiva dei limiti imposti porterà progressivamente a livelli ulteriormente restrittivi, per alcuni inquinanti anche dimezzati, sia in termini di medie orarie che giornaliere.

## Realizzazioni significative di impianti di termovalorizzazione Rsu

Si riportano di seguito alcuni dati relativi a realizzazioni significative di impianti di termovalorizzazione in Italia e all'estero.

- **Brescia:** l'impianto di termovalorizzazione dell'Asm di Brescia può essere considerato tra i capostipiti della nuova generazione di termovalorizzatori in Italia; l'impianto tratta oltre 720 t/giorno di rifiuti, utilizzando un forno a griglia mobile (2 linee con 12 corsie in parallelo). Le avanzate tecnologie di controllo dei processi di combustione ed abbattimento fumi impiegate (tecnologia svedese che unisce inertizzatori delle polveri, filtri a maniche, denitrificatori con tecnologia

Scr e reattori per l'immissione di calce idrata e carboni attivi) hanno consentito di raggiungere, nei pochi anni di esercizio dell'impianto, dei valori di immissione di inquinanti estremamente bassi (in alcuni casi di un ordine di grandezza inferiori, ad esempio per diossine e furani), ben al di sotto dei limiti imposti da legge (progressivamente più stringenti) Nel primo anno di esercizio, l'impianto ha trattato 265.000 t di Rsu producendo 678 GWh termici e 178 GWh elettrici, consentendo un risparmio di energia primaria da altre centrali Asm pari a 46.000 tep.

- **Milano:** il nuovo impianto Silla 2 ha consentito lo smaltimento di oltre 252.000 t di rifiuti nell'anno 2001<sup>4</sup>, termovalorizzati in un forno a griglia mobile a 2 linee, per una potenzialità giornaliera di 775 t/giorno; i dispositivi utilizzati per l'abbattimento degli inquinanti constano di elettrofiltri, scrubber ad umido e denitrificatori non catalitici Scr che consentono anche in questo caso il raggiungimento di livelli di abbattimento veramente elevati. L'impianto ha prodotto 178 GWh elettrici e 3,6 GWh termici nel 2001.

- **Vienna:** la capitale austriaca è dotata del maggiore impianto di teleriscaldamento d'Europa; esso, costituito da oltre 1.000 km di condutture, consente il riscaldamento invernale di 200.000 unità familiari ed oltre 5.000 utenze istituzionali (scuole, ospedali, ministeri); un quarto del calore veicolato viene prodotto dal termovalorizzatore di Spittelau, con potenzialità annua di oltre 250.000 t di Rsu combustibili. È attualmente al vaglio dei tecnici la possibilità di ottimizzare l'impianto stesso, di efficienza già elevata (oltre 80%), affiancando alla produzione di energia termica la possibilità di produrre potenza frigorifera mediante sistemi ad assorbimento e perseguendo l'ambizioso obiettivo di coniugare smaltimento dei rifiuti urbani con la climatizzazione stagionale della città.

### Risultati di monitoraggi significativi in Italia

La localizzazione di impianti di incenerimento e termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani incontra spesso forti opposizioni da parte delle popolazioni interessate. Per questo motivo molte delle Aziende municipalizzate impegnate nel settore hanno avviato controlli e monitoraggi delle emissioni degli impianti e campagne di informazione dei risultati, al fine di mantenere attiva una puntuale e corretta comunicazione con i cittadini, volta anche a fugare spesso ingiustificati timori verso questo tipo di tecnologia. Le normative italiane vigenti, d'altro canto, prescrivono efficacemente l'effettuazione di monitoraggi in continuo sugli effluenti gassosi degli impianti di termovalorizzazione, da condurre in modalità estrattiva. Sono altresì richiesti monitoraggi periodici sulla qualità ambientale nei territori limitrofi agli insediamenti impiantistici, da effettuarsi mediante centraline di rilevazione fisse o mobili (analisi chimico-fisiche dei campioni di aria atmosferica) o mediante indicatori biologici (colonie di licheni epitifici), i quali presentano elevata reattività biologica alla contaminazione da inquinanti. A titolo esemplificativo si riportano in sintesi gli esiti di alcuni monitoraggi eseguiti in prossimità di alcuni tra i maggiori e moderni impianti di termovalorizzazione presenti sul territorio italiano:

- **Aem Cremona:** "analisi effettuate dal Politecnico di Milano mostrano che per ciò che riguarda il contributo dell'impianto alla presenza dei principali microinquinanti, si registrano in-

crementi inferiori all'1% per CO, NOx, PTS e di qualche punto percentuale per SO<sub>2</sub>. La stima del contributo di metalli pesanti alle concentrazioni già presenti nell'area risulta dell'ordine di qualche punto percentuale e quindi tale da non alterare significativamente il livello esistente. Il livello di Diossine, anche nei valori massimi riscontrati, risulta largamente al di sotto dei livelli riscontrabili in aree rurali"<sup>5</sup>.

- **Termovalorizzatore Modena:** "le analisi effettuate nell'intorno dell'impianto con tecniche di tipo biologico hanno evidenziato che la purezza atmosferica della zona ove è inserito l'impianto è di pari livello ad altre zone periferiche della città, mentre nel centro cittadino, interessato dal traffico veicolare e da impianti di riscaldamento, si è riscontrata una peggiore qualità dell'aria. Parallelamente, nelle zone più lontane dalle fonti di emissione, si sono osservati consorzi lichenici e quindi indici di purezza più elevati".

- **Asm Brescia:** l'analisi effettuate dall'Istituto Mario Negri sulle emissioni al camino, mostrano livelli di emissione di un ordine di grandezza inferiore ai limiti prefissati dalle norme vigenti, a dimostrazione che l'impiego delle più avanzate tecnologie di abbattimento fumi consentono un livello di rimozione di macroinquinanti (in mg/Nm<sup>3</sup>) e microinquinanti (in ng/Nm<sup>3</sup>) estremamente elevato<sup>6</sup>.

### Contributo della termovalorizzazione alla riduzione delle emissioni di gas serra

È un dato inconfutabile che le emissioni di gas climalteranti, in particolare CO<sub>2</sub>, derivanti dall'utilizzo di combustibili fossili abbiano ormai superato la capacità dei sistemi naturali di fissare il carbonio presente in atmosfera sotto forma di anidride carbonica: il tenore di CO<sub>2</sub> è passato da 280 ppm di inizio epoca industriale a 363 ppm del 1998.

Il contributo della termovalorizzazione dei Rsu alla riduzione di gas serra è sicuramente rilevante. Oltre agli indubbi vantaggi in termini di smaltimento dei rifiuti e di recupero energetico, nell'ipotesi di inviare alla termovalorizzazione l'intero quantitativo di rifiuti attualmente conferiti a discarica in Italia, si potrebbe infatti ottenere una riduzione delle emissioni di gas climalteranti pari al 2% rispetto alle emissioni del 1990. Tale stima tiene conto del fatto che un rifiuto urbano di composizione media ha un tasso di rinnovabilità superiore al 60% e che l'anidride carbonica di origine biogenica (rinnovabile) non fornisce alcun contributo alle emissioni di gas serra nel corso della combustione di Rsu. Pertanto, anche dal punto di vista della salvaguardia ambientale, il ricorso alla termovalorizzazione risulta senza dubbio più valido dell'usuale conferimento a discarica con captazione di biogas. Secondo recenti studi<sup>7,8</sup>, le emissioni

<sup>4</sup> Apat-Onr, *Rapporto rifiuti 2002*, Roma.

<sup>5</sup> A. Guareschi, *Controllo delle emissioni e rapporti con la cittadinanza*, Il Congresso Naz.le Utilizzazione termica dei rifiuti, Abano Terme 1999.

<sup>6</sup> AAVV, *Rifiuti, Energia, Ambiente. Il Termoutilizzatore di Brescia*. Quaderni di sintesi Asm, 2000.

<sup>7</sup> P. de Stefanis, *Metodologia di stima delle emissioni di gas serra dalla combustione dei rifiuti*, Terzo Convegno Ati sull'utilizzazione termica dei rifiuti, Abano Terme 31 maggio- 1 giugno 2001.

<sup>8</sup> F. Asdrubali, F. Cotana, L. Frezzini, *Il contributo della termovalorizzazione dei Rsu alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti*, Quarto Convegno Utilizzazione termica dei rifiuti, Abano Terme, giugno 2003.



di  $CO_{2eq}$ , derivanti dalla produzione di 1kWh di energia elettrica mediante centrale termoelettrica, alimentata a mix di combustibili fossili, ammontano a circa 729  $g_{CO_2}$  per unità energia prodotta, contro i 577  $g_{CO_2}$  derivati da termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani, per la produzione della stessa quantità di energia, per un guadagno complessivo di 152  $g_{CO_2}$  evitati.

A questo scenario si aggiungono le stime relative alle emissioni di  $CO_{2eq}$ , derivanti dallo smaltimento mediante discarica controllata o termovalorizzazione con recupero di energia: smaltire 1 kg di rifiuti conferendoli a discarica con parziale captazione e successiva combustione di biogas produce 290  $g_{CO_2}$  per unità di massa di rifiuto smaltito, mentre termovalorizzando il medesimo quantitativo di rifiuti (evitando l'immissione di gas serra per il mancato ricorso a fonti fossili) si evita l'emissione di 84  $g_{CO_2}$ , per un totale di emissioni evitate pari a 374g  $CO_{2eq}$ .

La termovalorizzazione dell'attuale quantitativo di rifiuti destinato a discarica nel nostro Paese corrisponderebbe ad un pozzo di assorbimento della  $CO_2$  (sink) paragonabile ad una superficie boschiva estesa quanto la Regione Veneto.

### Rischio sanitario

La presenza di effetti sulla salute associati all'incenerimento dei rifiuti è stata dimostrata in particolare per impianti che venivano gestiti secondo limiti alle emissioni in vigore molti anni fa, con tecnologie di abbattimento fumi e di gestione della combustione assolutamente inadeguate.

Nel corso degli ultimi 20 anni la legislazione ha posto dei limiti alle emissioni di inceneritori inferiori di vari ordini di grandezza a quelli preesistenti: tali normative hanno consentito di raggiungere livelli di emissione che, nel campo degli inquinanti non cancerogeni, ne hanno praticamente azzerato gli effetti tossici.

Studi di *risk assessment* basati su modelli correttamente costruiti sulla base delle normative vigenti e che tengano conto delle normative internazionali, delle vie di esposizione e dei diversi scenari di contaminazione della popolazione, hanno inoltre evidenziato che il rischio legato alle emissioni non cancerogene risulta del tutto azzerato mentre il rischio legato alle emissioni cancerogene o alle patologie del bambino risulta del tutto trascurabile, o comunque paragonabile ad altri rischi presenti, e tranquillamente accettati, della vita quotidiana<sup>9</sup>.

Si può quindi affermare che attraverso l'utilizzo di opportune tecniche di abbattimento degli inquinanti negli effluenti prima della loro immissione nell'ambiente esterno, è possibile contenere l'impatto ambientale ben al di sotto dei limiti imposti dall'attuale normativa vigente, che pure consente la gestione di tali impianti in condizioni di sicurezza pressoché assoluta quanto alla salute delle popolazioni interessate.

<sup>9</sup> Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Ministero dell'Ambiente, *Sostenibilità ambientale della termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani*, Rapporto tecnico finale, aprile 2004.

**Ex**  
**CE**  
**II2 GD**  
**EEx-d**  
**II B T6**

**I contrassegni di questa siglatura sono nel DNA del PRESSOSTATO DIFFERENZIALE**

**Dwyer**

serie 1823 EEx  
con certificato INERIS 03ATEX 0176X  
Questo pressostato rende sicura la  
**BASSA PRESSIONE**  
(min. set point 1.8 mm c.a. oppure 18 Pa)  
per sua propria costituzione

**SEI** STRUMENTAZIONE ELETTRONICA INDUSTRIALE S.P.A.

20090 Trozzeno S/N (Milano) - Viale T. Edison, 14  
tel. 02 484202.1 fax 02 484202300  
E-mail: vendite@sei-strumentazione.it - www.sei-strumentazione.it