

Tecnologie per i rifiuti pericolosi

Leopoldo D'Amico, Tommaso Piccinno - ANPA, Roma

1. Introduzione

La gestione dei rifiuti pericolosi in Italia, soprattutto quelli provenienti dai settori produttivi di piccola e media dimensione, non ha subito negli ultimi anni significative evoluzioni nonostante le numerose sollecitazioni normative scaturite da Direttive europee. L'attuale situazione, che per diverse regioni italiane è di emergenza, vede, con poche eccezioni, una non adeguata sensibilità verso la riduzione alla fonte dei rifiuti pericolosi, un sistema di recupero di materia e di energia, effettuato all'interno o all'esterno delle aziende produttive, che percentualmente è ancora modesto ed un ricorso ancora massiccio all'uso della discarica e dell'incenerimento senza recupero di energia. Uno dei motivi che ha portato a questa situazione può essere attribuito alla carenza di informazioni necessarie ad inquadrare in modo realistico il sistema nazionale di produzione e di gestione di tali rifiuti ed alla frammentarietà della relativa normativa tecnica. Ad esempio, non si hanno informazioni sufficienti sulla produzione dei rifiuti pericolosi in funzione delle loro caratteristiche chimico-fisiche attraverso le quali sia possibile individuare flussi omogenei di rifiuti e di programmare tipologie, numero, potenzialità e dislocazione territoriale degli impianti, e, quindi, pianificare i necessari investimenti, pubblici e privati, in grado, in primis, di fissare obiettivi per la riduzione ed il recupero dei rifiuti prodotti, così come prescritto dalla normativa vigente. D'altra parte, il mondo produttivo non è ancora in grado di organizzarsi in modo conforme a criteri di corretta gestione ambientale.

Una possibilità per colmare in tempi brevi questa emergenza rifiuti può essere quella di effettuare studi ed analisi dei settori indu-

striali principali, in modo da fornire lo "stato di fatto" ed il "trend evolutivo" per ciascuno dei settori individuati, la descrizione delle dimensioni economiche e territoriali, la quantità degli inquinanti immessi nell'ambiente, i sistemi di recupero e riciclaggio interni ed esterni al sito, le possibilità di prevenzione dell'inquinamento. In tal modo sarebbe possibile inquadrare il settore sotto l'aspetto dell'uso della tecnologia e dei sistemi di gestione; capire, cioè, il grado di evoluzione che esso ha raggiunto, rispetto a quello raggiungibile applicando le cosiddette "Migliori Tecnologie Disponibili" (B.A.T.). Un approccio simile è stato utilizzato dall'EPA con il programma "Sector Notebook Project". A seguito di queste informazioni e di quelle che potranno essere ottenibili dal Catasto Rifiuti con le dichiarazioni MUD, potrà essere possibile, da parte della Pubblica Amministrazione, individuare misure normative per attuare ed incentivare strategie di intervento che possano:

- Indurre le aziende a migliorare i propri sistemi di produzione e gestione per la riduzione dell'impatto ambientale integrato e che possano, quindi, razionalizzare la quantità dei rifiuti prodotti e la loro pericolosità, in accordo con i principi ispiratori della direttiva 96/61/CE (IPPC), recepita in Italia dal D.Lgs. 4.8.1999, n. 372, che regola il rilascio delle autorizzazioni per l'esercizio degli impianti a seguito della verifica dell'adozione di misure appropriate di prevenzione e di riduzione dell'inquinamento nel suo complesso;
- Fissare obiettivi nazionali, ma anche a livello di distretto industriale, di riduzione e recupero di rifiuti provenienti dai differenti settori industriali;
- Individuare, le caratteristiche quali-quantitative

tative di flussi di rifiuti provenienti da specifici settori industriali che possano essere direttamente utilizzati da altre aziende;

– Individuare sulla base delle quantità e qualità dei rifiuti prodotti il numero e la dislocazione di impianti polifunzionali o piattaforme di trattamento nelle quali è massimizzato il recupero di materia e di energia attraverso l'integrazione di processi diversificati (chimico-fisici, biologici, termici, ecc.).

Si può, tuttavia, notare che, soprattutto alcune grandi aziende italiane, negli ultimi anni, hanno effettuato notevoli sforzi per raggiungere livelli sufficienti di compatibilità ambientale spinte sia da una normativa sempre più stringente che dalla consapevolezza che una maggiore sensibilità verso le problematiche ambientali promuove la loro immagine sul mercato su di un aspetto verso cui il consumatore e, soprattutto alcuni committenti pubblici, sono sempre più sensibili. Così strumenti di adesione volontari come le norme ISO 9000 e ISO 14000, l'ECOLABEL, l'EMAS, sono sempre più largamente utilizzati. Si tratta in molti casi di rendere competitivo il sistema industriale italiano anche sotto l'aspetto ambientale. Difficoltà maggiori di adeguamento possono essere incontrate dalle piccole e piccolissime aziende che operano numerose sul territorio nazionale.

Come esempio significativo di recupero di materia si può indicare il flusso di rifiuti pericolosi costituito dalle ceneri leggere di combustione (provenienti da inceneritori e da centrali termoelettriche ad olio combustibile) che negli ultimi anni, anche per la grande attenzione mostrata da parte della comunità scientifica, hanno visto svilupparsi sistemi di trattamento e recupero anziché di smaltimento in discarica. Le centrali termoelettriche alimentate ad olio combustibile, infatti, producono ceneri classificate come pericolose. Queste ceneri attualmente sono trattate, in parte, per recuperare alcuni metalli come vanadio, titanio e tungsteno e poi sono inviate in centrali termoelettriche a carbone per essere bruciate in co-combustione con il polverino di carbone. Le ceneri leggere da inceneritori, come è stato dimostrato da studi recenti, potrebbero essere riutilizzate nella pro-

duzione di materiali da costruzione e come filler fino a circa il 60%. Certo occorre spingere la ricerca sugli effetti a lungo termine del processo di inertizzazione. Numerosi, tuttavia, sono i flussi di rifiuti pericolosi che ancora non sono stati oggetto di studio ed attenzione e verso i quali è necessario concretamente attivarsi.

2. Classificazione

I rifiuti pericolosi sono definiti dal D.Lgs. 22/97 come: "rifiuti di provenienza non domestica precisati nell'elenco di cui all'allegato D sulla base degli allegati G, H ed I". L'allegato D riprende integralmente l'elenco dei rifiuti pericolosi di cui all'articolo 1, n. 4, della direttiva 91/689, gli allegati G, H e I sono identici ai rispettivi allegati I, II e III della direttiva 91/689. Pertanto, in Italia, i rifiuti pericolosi, come gli altri rifiuti, sono pienamente definiti in base alla provenienza e all'appartenenza ad una lista. In questa lista (è una lista aperta), compilata in ambito europeo, sono inseriti tutti i rifiuti sulla base della loro natura e dell'attività che li ha prodotti, sulla base della presenza di particolari costituenti (metalli, PCB, ecc.) e su determinate caratteristiche di pericolosità (infiammabilità, esplosività, tossicità, ecc.). Dall'elenco si può facilmente evincere che la gran parte dei rifiuti pericolosi sono di origine industriale, commerciale ed agricola; solo pochi rifiuti sono di origine urbana (principalmente vernici, inchiostri, adesivi, solventi, prodotti fotochimici, pesticidi, tubi fluorescenti ed altri contenenti mercurio).

La definizione dei rifiuti pericolosi sulla base dell'appartenenza ad una lista, ed a cui è associato un codice a 6 cifre (codice CER), è molto importante in quanto essa non consente che qualche tipologia di rifiuto pericoloso possa uscire dalle maglie della normativa che per essi è particolarmente stringente. Tale classificazione, tuttavia, non è in grado di indicare le differenze di pericolosità presentate dai vari rifiuti e quindi non caratterizza sufficientemente il rifiuto in termini di concentrazione dei costituenti pericolosi e delle sue caratteristiche chimico-fisiche. La carenza di questa caratterizzazione risulta particolar-

mente limitante dal punto di vista ingegneristico. La scelta del trattamento più idoneo per il rifiuto, infatti, sarebbe fortemente facilitata se il rifiuto stesso fosse caratterizzato, ad esempio, come: rifiuto acquoso organico, rifiuto acquoso inorganico, rifiuto liquido organico, rifiuto oleoso, solido/fango inorganico, solido/fango organico, ecc., questo permetterebbe di inserire il rifiuto in un ambito di un flusso omogeneo ai fini di un medesimo trattamento. Le concentrazioni dei costituenti pericolosi, invece, potrebbero dare informazioni sulle efficienze richieste ai vari trattamenti.

3. Produzione ed impianti

Dal "Primo Rapporto sui Rifiuti Speciali" realizzato dall'ANPA e dall'Osservatorio Nazionale Rifiuti relativo all'anno 1997, risulta che la produzione di rifiuti speciali pericolosi è stata pari a circa 3,4 milioni di tonnellate su un totale di rifiuti speciali pari a circa 61 milioni di tonnellate. I settori con la massima produzione di rifiuti pericolosi risultano essere l'industria chimica con circa il 20% sulla produzione totale di rifiuti pericolosi, l'industria della produzione di metalli e loro leghe con circa il 16%, il settore del commercio, riparazioni ed altri servizi con circa il 15%, il settore del trattamento rifiuti e depurazione delle acque industriali con circa l'8%, la Pubblica Amministrazione e sanità con il 6%.

Nello stesso rapporto ANPA, risulta che le quantità di rifiuti speciali pericolosi inviati ad impianti di recupero di materia sono stati di circa 629000 t/a (18.5% del totale), i rifiuti speciali pericolosi trattati in Italia ai fini del recupero di energia sono stati pari a circa 92300 t/a (2.7% del totale), i rifiuti speciali pericolosi trattati in Italia ai fini della selezione e cernita sono stati circa 107200 t/a (3.1% del totale) ed infine i rifiuti speciali pericolosi avviati a stoccaggio provvisorio sono stati circa 619900 t/a (18.2% del totale).

Il numero di impianti di incenerimento nel 1997 in Italia, gestiti in conto terzi, che hanno trattato anche rifiuti pericolosi risultano essere 37. Il numero di discariche di II categoria tipo B e C che hanno smaltito rifiuti periculo-

si nell'intero territorio nazionale risultano essere rispettivamente di 35 e 10, con un quantitativo di rifiuti smaltiti per le rispettive tipologie B e C pari a circa 692000 t/a e 97000 t/a. Il quantitativo totale di rifiuti pericolosi smaltito in discarica nel 1997 risulta pari a circa 790000 t/a (24% del totale rifiuti pericolosi prodotti). Non esistono in Italia discariche di terza categoria.

4. Tecnologie

Il Decreto Ronchi regola il sistema di gestione dei rifiuti secondo il cosiddetto "sistema integrato" che ha come obiettivo prioritario la prevenzione, seguita dal recupero di materia e di energia e solo come fase residuale lo smaltimento dei rifiuti che non possono essere trattati altrimenti. Riguardo le tecnologie di smaltimento il decreto legislativo prevede in particolare il "ricorso ad una rete integrata ed adeguata di impianti che tenga conto delle tecnologie più perfezionate che non comportino costi eccessivi"; in altri termini di ricorrere alle "Migliori Tecnologie Disponibili" (BAT) così come definite nelle più recenti normative europee e nazionali che intendono quale tecnologia sia quella di processo vera e propria sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio, gestione e chiusura dell'impianto. Inoltre, un obiettivo del decreto è quello di ottenere un costo di smaltimento in discarica che tenga conto non solo del costo di realizzazione delle strutture ma anche di quello relativo alla chiusura e post chiusura. Si ottiene, quindi, un tendenziale aumento dei costi di smaltimento in discarica con conseguente riequilibrio con i costi degli altri impianti di trattamento.

Le tecnologie di riduzione dei rifiuti, in termini di quantità e pericolosità, sono quelle che agiscono in modo integrato sia sul processo di produzione dei beni sia sui sistemi di gestione. L'approccio integrato richiede una analisi specifica del singolo impianto di produzione che lo raffronti con le "Migliori Tecnologie Disponibili" del settore e che individui le modifiche che possono riguardare, ad esempio, cambiamenti delle materie prime, cambiamenti delle condizioni di esercizio, cambiamenti di apparecchiature, introduzione di

nuove apparecchiature per riciclare o riusare i residui prodotti, miglioramento nella gestione delle operazioni di manutenzione, ecc..

Riciclo e riutilizzo dei rifiuti nell'ambito dello stesso processo che li ha prodotti. In molti casi è il luogo migliore per il loro recupero. Il recupero o il riuso dei rifiuti deriva da una valutazione costi-benefici tra varie alternative. Questa tecnica può ridurre il costo di smaltimento, il costo della materia prima, ma necessita, spesso, di investimenti per l'installazione di nuovi impianti di recupero. È applicata se l'azienda che la effettua ha un ritorno economico. Sebbene ci possano essere alcuni rifiuti in grado di essere riciclati direttamente (usati ad esempio in operazioni meno critiche), la gran parte dei rifiuti riciclati necessita di operazioni di purificazione. La scelta del sistema di trattamento dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche del rifiuto e dal relativo costo. In genere si utilizzano trattamenti di recupero chimico-fisico, alcuni dei quali, quelli più usati, sono riportati nello schema seguente:

Adsorbimento

- carboni attivi

Separazione molecolare

- osmosi inversa

- Scambio ionico

- Ultrafiltrazione

- Elettrolisi

Transizione di fase

- condensazione

- Distillazione

- strippaggio

- Evaporazione

- essiccazione

- Recupero elettrolitico

Modificazione chimica

- Precipitazione

- Ossido-riduzione

- fotolisi

Separazione fisica

- filtrazione

- Flottazione

- Estrazione liq-liq

- Estrazione solvente

- Estraz. Supercritica

- centrifugazione

decantazione

sedimentazione

Il recupero dei rifiuti al di fuori dello stabilimento di produzione avviene quando il loro recupero non è economicamente e tecnicamente conveniente all'interno dello stesso stabilimento. Tipico è il recupero in impianti esterni di determinati solventi quando la scarsa quantità di rifiuto prodotto (solvente esausto) non permette una economica installazione di un impianto di recupero all'interno dello stabilimento; in tal modo il costo del solvente recuperato è normalmente più economico del solvente vergine. Le tecniche di trattamento utilizzate negli impianti esterni per conto terzi (in genere sono piattaforme polifunzionali) sono generalmente uguali a quelle utilizzate negli stabilimenti e riportate nella tabella precedente.

Notevoli possibilità di recupero per alcune tipologie di rifiuti pericolosi (principalmente inorganici o con bassi contenuti di organici) sono offerte dai sistemi di trattamento di stabilizzazione, ancora per alcuni aspetti in fase di sperimentazione, che consentono di inertizzare o innocuizzare il rifiuto e di poterlo utilizzare, ad esempio, nel settore delle costruzioni.

Le tecnologie per lo smaltimento finale del rifiuto pericoloso devono essere previste quando non è più tecnicamente ed economicamente possibile recuperarlo o riciclarlo. In tal caso è necessario, per quanto possibile, ridurre la pericolosità, il volume ed inviarlo in discarica controllata idonea o a trattamenti termici.

Nei processi industriali sono prodotti numerosi rifiuti pericolosi che presentano grosse difficoltà, tecniche ed economiche, per essere smaltiti con sistemi diversi dai trattamenti termici.

L'incenerimento a rigore non dovrebbe essere considerato un sistema di smaltimento, poiché genera residui solidi, liquidi e fangosi. Tuttavia, data l'elevata riduzione del volume dei rifiuti, esso è considerato un metodo di smaltimento. L'efficacia ambientale dell'incenerimento è in larga parte legata alla corretta gestione dell'impianto ed al continuo controllo operativo dell'efficienza della camera

di combustione e dei sistemi di trattamento dei fumi, dei liquidi e dei solidi prodotti. L'incenerimento dei rifiuti pericolosi può essere effettuato su flussi di rifiuti liquidi, solidi o fangosi o loro miscele ed è progettato per distruggere i composti organici in esso presenti, anche se in molti rifiuti pericolosi c'è la presenza di composti inorganici. Distruggendo la frazione organica e convertendola in anidride carbonica e acqua, l'incenerimento riduce fortemente il volume del rifiuto e riduce il pericolo verso l'ambiente dovuto alla presenza del composto pericoloso. La combustione dei rifiuti pericolosi non è molto differente dalla combustione dei rifiuti non pericolosi, l'unica criticità è legata alla efficienza di combustione che deve essere molto alta e controllata. Molti rifiuti pericolosi hanno un basso potere calorifico (ad esempio i rifiuti acquosi) ed hanno quindi necessità di utilizzare combustibile aggiuntivo. I composti inorganici presenti nel rifiuto non possono essere distrutti ma solo ossidati. Molti dei composti inorganici presenti sono classificati come metalli ed escono dal processo di combustione come ossidi. Alcuni composti metallici rimangono nelle ceneri di combustione, ma l'alta volatilità di altri metalli come l'arsenico, l'antimonio, il cadmio, il mercurio possono creare problemi nei fumi. Pertanto i rifiuti pericolosi con alti contenuti di metalli non sono molto adatti ad essere inceneriti a meno che non vengano previsti sistemi di trattamento fumi molto efficienti.

L'incenerimento dei rifiuti pericolosi può avvenire anche in impianti esistenti in co-combustione con i combustibili tradizionali (in tal caso il D.M. del 25.2.2000 prevede che il calore prodotto dai rifiuti non può eccedere il 40% del calore totale). La quantità di rifiuto che può essere alimentata in un forno industriale in co-combustione ha dei limiti per la presenza di alcuni composti (cloruri, metalli pesanti, solidi sospesi) che possono provocare corrosione o sporcamento nella caldaia o sul refrattario. Numerose prove hanno dimostrato che l'efficienza di combustione dei composti pericolosi nei forni industriali è comparabile con quella degli inceneritori quando il forno è adeguatamente gestito.

Il D.Lgs. 22/97 prescrive che a partire dal 1 gennaio 1999 la realizzazione e gestione di nuovi impianti di incenerimento possono essere autorizzate solo se essi sono accompagnati da un sistema di recupero energetico con rendimenti da stabilirsi in apposite norme tecniche, che non sono state ancora emanate. Tuttavia, per l'incenerimento dei rifiuti pericolosi in inceneritori dedicati probabilmente il recupero termico dovrebbe avere una importanza inferiore essendo per essi da privilegiare il criterio di smaltimento in assenza di pericolo per l'uomo e l'ambiente.

Per l'incenerimento dei rifiuti pericolosi è in vigore il D.M. 25.2.2000, n. 24, che regola i valori limite di emissione e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e coincenerimento. Nel suddetto D.M., tra l'altro, è prescritto che la temperatura minima in camera di combustione è pari a 850°C e, nel caso di combustione di rifiuti contenenti oltre l'1% di sostanze organiche alogenate, tale temperatura deve essere almeno pari a 1100°C. Non sono previste procedure semplificate per la combustione dei rifiuti pericolosi.

Molti rifiuti altamente tossici devono essere termicamente distrutti con efficienze molto più alte rispetto a quelle dei normali inceneritori, in tal caso si possono utilizzare sistemi, non ancora del tutto maturi, quali la torcia al plasma e il dissociatore molecolare. La *torcia al plasma* è un sistema che dopo aver gassificato il rifiuto lo invia ad un generatore di plasma ad arco elettrico con temperature di circa 10000°C. Il *dissociatore molecolare* è un metodo di trattamento del rifiuto che utilizza ossigeno puro in un forno pressurizzato (fino a 10 bar), le temperature che si raggiungono sono dell'ordine di 2000°C. Alcuni rifiuti acquosi pericolosi contenenti composti organici in presenza di alte concentrazioni di sali non possono essere inceneriti nelle apparecchiature di combustione classica in quanto i sali presenti sono aggressivi per il refrattario, né d'altra parte possono essere trattati biologicamente in quanto i composti organici non sono biodegradabili in tal caso è possibile utilizzare *un processo di ossidazione ad umido* con temperature operative di 170-200°C e

pressioni fino a 20 bar o *processi di ossidazione supercritica* con temperature operative fino a 650°C e pressioni fino a 250 bar.

Lo smaltimento in *discarica* rimane ancora una tecnica inevitabile di smaltimento finale poiché qualsivoglia sistema di gestione dei rifiuti adottato produce residui non altrimenti smaltibili. Il Decreto Ronchi prevede che sia consentito smaltire in discarica solo rifiuti inerti, rifiuti che residuano dalle operazioni di riciclaggio, di recupero e di smaltimento e rifiuti individuati da specifiche norme tecniche che ancora non sono state emanate. La Direttiva 1999/31/CE prevede 3 tipologie di discariche (per rifiuti inerti, per rifiuti non pericolosi, per rifiuti pericolosi); i rifiuti pericolosi possono essere smaltiti in discariche per rifiuti non pericolosi se stabili e non reattivi (ad esempio se solidificati o vetrificati). Attualmente le discariche sono classificate seconda la vecchia normativa in discariche di prima, seconda e terza categoria. I rifiuti pericolosi possono essere smaltiti in discariche di tipo II B e II C (in Italia non ci sono disca-

riche di III categoria); spesso per essi sono utilizzati sistemi di stabilizzazione che consentono di ridurre la loro pericolosità (ma non il volume) e di poterli inviare in discariche di tipo II B anziché II A. Quando verranno totalmente applicate le norme del Decreto Ronchi e verrà recepita la Direttiva 99/31/CE sulle discariche, le attuali tecniche di costruzione e gestione delle discariche subiranno profonde modifiche.

Bibliografia

- [1] ANPA, Osservatorio Nazionale Rifiuti, 1999. *Primo Rapporto sui Rifiuti Speciali*.
- [2] M.D. LA GRECA, P.L. BUCKINGHAM, J.C. EVANS, *Hazardous Waste Management*. McGraw-Hill International Editions, 1994.
- [3] H.M. FREEMAN, *Standard handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal*. McGraw-Hill Inc., 1989.
- [4] T. PICCINNO et al., 1991. *Wet Oxidation by Hydrogen Peroxide for Treatment of mixed radioactive and toxic organic wastes*. Waste Management V.11, n. 3, p. 125-133.