

## Ma come è fatto un inceneritore?

Ogni impianto di termodistruzione prevede l'esistenza di sezioni ausiliarie sia a monte che a valle del combustore (o forno); in genere è possibile distinguere 5 parti principali:

Sezione di accumulo e stoccaggio, in cui i rifiuti vengono accumulati prima della combustione.  
Sezione di combustione, costituita da una camera di ossidazione (forno) realizzata in forme e tecnologie differenti a seconda della tipologia del rifiuto (contenuto energetico, caratteristiche chimico-fisiche ecc.):

- "Combustori a griglia" (fissa o mobile) per rifiuti urbani tal quali o materiale non omogeneo, con potere calorifico non troppo elevato; questa tecnologia è obsoleta ma ha bassi costi di manutenzione.
- "Combustori a letto fluido" per frazioni di rifiuti ad alto potere calorifico, come il cdr (combustibile derivato dai rifiuti) o i fanghi di depurazione dei reflui civili.
- "Forni a tamburo rotante" per varie tipologie di rifiuti (solidi, liquidi, fanghi e rifiuti ospedalieri), in particolare per quelli industriali. Ha maggiori costi di investimento e un basso rendimento di combustione

Sezione di post-combustione (camera secondaria di combustione), la cui introduzione è avvenuta in Italia nel 1984 al fine di completare la combustione dei rifiuti ed abbattere il cloro, che porta alla formazione dei composti clorurati (come diossine e furani). In realtà si possono verificare degli inconvenienti tecnici per i quali si facilita la formazione di questi composti: le particelle dei fumi che incrostano le pareti possono funzionare da catalizzatori nella formazione di questi composti.

Sezione di raffreddamento fumi, che nei vecchi impianti avveniva senza recupero di energia, oggi dovrebbe essere obbligatorio.

Sezione di trattamento fumi a sua volta suddivisa in tre parti:

- depolverizzazione, per la rimozione delle polveri effettuata mediante filtri;
- abbattimento dei gas acidi (acido cloridrico, fluoridrico, ossidi di zolfo);
- rimozione degli ossidi di azoto effettuata in caldaia mediante un sistema catalitico o attraverso iniezione di alcuni composti (ammoniaca o urea).

## Quali rifiuti alimentano gli inceneritori

Il combustibile degli impianti d'incenerimento sono i rifiuti ma non tutti possono essere inceneriti, ad esempio metalli e vetro si ritrovano all'uscita degli impianti e alcune frazioni, come per esempio quella organica (derivante in parte dagli scarti alimentari), hanno un basso potere calorifico che incide negativamente sull'efficienza di combustione.

Al contrario alcuni materiali, in primis la plastica e poi il legno e la carta, hanno un elevato potere calorifico, ragione per cui queste frazioni merceologiche, separate dalla raccolta differenziata, molto spesso vengono indirizzate all'incenerimento e non al recupero di materia.

Di seguito sono elencate le tre tipologie di rifiuto che possono essere sottoposte al trattamento termico:

- Rifiuto urbano tal quale (RU o RU t.q.) – rifiuto indifferenziato, così come raccolto e comprendente anche quella frazione che rimane a valle di operazioni di raccolta differenziata. Previa separazione di materiali ingombranti ed eventualmente di metalli

può alimentare un impianto di incenerimento soggetto ad autorizzazione da parte della Regione.

- Frazione secca (o secco) – frazione combustibile derivante da vagliatura meccanica del rifiuto urbano indifferenziato o proveniente da raccolta separata (rimozione degli ingombranti e dei metalli) che può alimentare un impianto di incenerimento soggetto ad autorizzazione da parte della Regione.

- CDR (combustibile derivato da rifiuti) – deriva da un processo di raffinazione della frazione secca attraverso una serie di trattamenti quali triturazione, essiccamento, addensamento, eventuale miscelazione con rifiuti ad alto potere calorifico (plastiche, gomme, legno). Il cdr è caratterizzato da specifici requisiti quali il contenuto di umidità, ceneri, cloro, metalli ecc. ed è utilizzabile in impianti d'incenerimento ed in centrali termoelettriche e cementifici (in quest'ultimo caso in co-combustione con combustibili fossili).

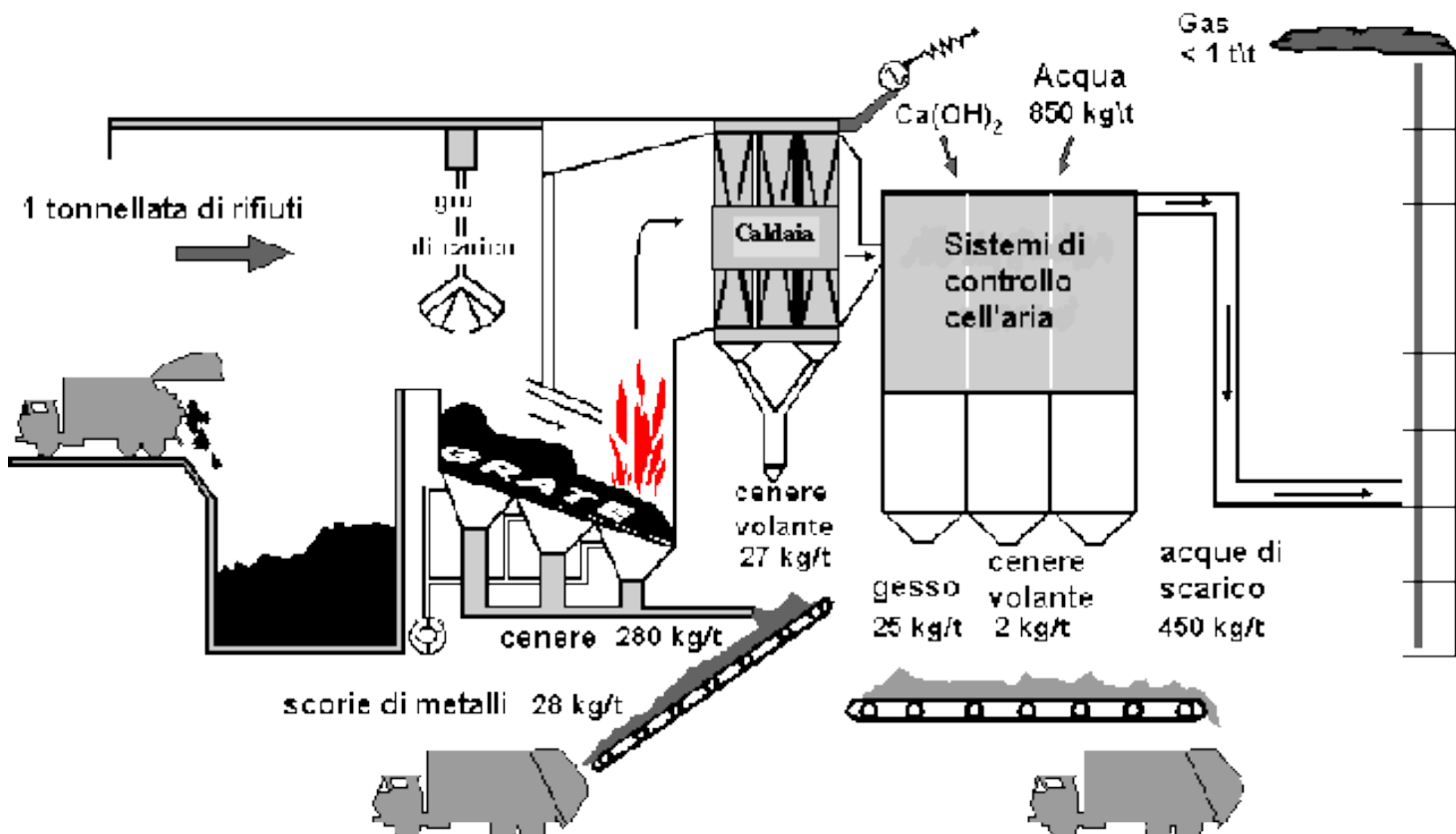
Il cdr rappresenta un disincentivo per il recupero di materia dopo la raccolta differenziata ed inoltre potrebbe essere un ottimo escamotage per la malavita organizzata. Ciò è dovuto al fatto che la costruzione e l'esercizio di un impianto di cdr richiede un iter amministrativo molto snello. E' necessario, infatti, comunicare solo l'inizio dell'attività alla Provincia competente (secondo le procedure semplificate previste dal decreto Ronchi), applicando il principio del silenzio assenso.

## Come funzionano gli inceneritori?

### Che cosa entra nell'inceneritore

L'inceneritore comunica un'illusione: i rifiuti vi entrano e, magicamente, scompaiono.

Non è così. **L'inceneritore non distrugge i rifiuti, ne cambia solamente la composizione chimica e la tossicità.**



Se parliamo degli inceneritori per RSU (Rifiuti Solidi Urbani) entrano rifiuti domestici: carta, rifiuti di giardini, avanzi di cucina, metalli, tessuti, plastica, vetro, legno. La natura e la composizione dei rifiuti è naturalmente molto variabile, non prevedibile a priori.

### **Che cosa succede dentro l'inceneritore**

Il processo di combustione rompe i legami chimici delle sostanze in entrata, ricombinandole. Durante questo processo, anche quando si svolge in condizioni ottimali, hanno luogo reazioni casuali in cui si producono migliaia di nuovi composti chimici chiamati PIC (Prodotti di Combustione Incompleta).

Solo un centinaio di questi PIC sono stati individuati. Le altre migliaia di sostanze sono sconosciute, anche nei loro possibili effetti sulla salute.

Nella fase di raffreddamento, in uscita dal forno, si formano, tra gli altri PIC, le diossine (PCDD), i furani (PCDF) e l'esaclorobenzene, che sono tra le sostanze più tossiche e persistenti mai studiate.

### **Che cosa esce dall'inceneritore**

Quanto viene immesso nell'inceneritore non sparisce, ma ne esce in forma di :

- emissioni gassose dal camino ( che vanno nell'aria);
- ceneri residue (che devono essere smaltite);
- acque di scarico (che devono essere trattate).

**Più precisamente, per ogni tonnellata di rifiuti bruciata, un inceneritore produce :**

- **1 tonnellata di fumi immessi in atmosfera;**
- **280/300 Kg di ceneri "solide";**
- **30 Kg di "ceneri volanti";**
- **650 Kg di acqua di scarico;**
- **25 Kg di gesso.**

Complessivamente, come si vede, la materia in uscita è maggiore di quella in entrata in quanto l'inceneritore aggiunge ai rifiuti ossigeno (la combustione è un processo di ossidazione) e acqua per il raffreddamento.

**I composti chimici contenuti negli effluenti sono tipicamente :**

- **vapore acqueo;**
- **anidride carbonica;**
- **polveri fini (\*);**
- **ossido di carbonio (\*);**
- **acido cloridrico (\*);**
- **acido fluoridrico (\*);**
- **anidride solforosa (\*);**
- **metalli pesanti (piombo, cadmio, mercurio) (\*);**
- **diossine (\*);**
- **furani (\*);**
- **idrocarburi policiclici (\*).**

(\* ) l'asterisco indica che la/le sostanza/e è/sono tossico-nocive.

**Va sottolineato che molti dei PIC emessi sono più tossici e difficili da distruggere dei rifiuti da cui sono derivati.**

Per avere un raffronto sulle quantità, si possono citare due fatti:

- in Germania la quantità di piombo rilasciata in atmosfera dall'incenerimento dei rifiuti contenenti plastica PVC è superiore a quella emessa dalle auto che usano benzina super;
- negli Stati Uniti gli inceneritori sono considerati la maggior fonte di emissioni di diossina.

## I sistemi di controllo e misura dell'inquinamento

I fautori dell'incenerimento vantano spesso l'efficacia degli apparati tecnologici per l'abbattimento dei fattori inquinanti.

Questi apparati sono costituiti da estintori, depuratori, filtri, precipitatori elettrostatici.

Obiettivo comune di questi strumenti è catturare gli inquinanti prima che vengano immessi nell'aria attraverso il camino.

Va sottolineato che gli inquinanti così catturati **non vengono distrutti**, ma semplicemente concentrati nei residui solidi (ceneri) o liquidi (acque di scarico) anziché in quelli gassosi.

In altre parole l'effetto dei sistemi di controllo è di decidere dove distribuire gli inquinanti, se nell'aria, nel suolo o in acqua.

Peraltro tutti questi sistemi operano in un ambiente ostile, costantemente minacciati nella loro efficienza ed integrità dai composti altamente corrosivi generati dalla combustione.

Sono quindi facilmente soggetti a guastarsi, ostruirsi, bruciarsi.

Richiedono quindi una attenta e costante manutenzione, che può portare anche alla necessità di spegnere l'inceneritore.

Spesso si fa inoltre affidamento sui sistemi di "monitoraggio" per tenere sotto controllo l'emissione delle sostanze tossiche, per assicurarsi che siano entro i limiti stabiliti dalle leggi.

Tuttavia i sistemi di misura esistenti non misurano tutte le possibili emissioni tossiche.

E le misure sono spesso o sempre effettuate in condizioni di funzionamento ideale dell'impianto.

Nel funzionamento corrente, invece, intervengono guasti, disattenzioni, errori, che hanno frequentemente la conseguenza di rilasciare quantitativi di inquinanti molto superiori a quelle misurate in situazioni ottimali.

Peraltro gli stessi standard di emissioni degli inquinanti sono molto diversi da paese a paese, riflettendo una situazione di conoscenze ancora allo stato iniziale sulla loro pericolosità per la salute (ad esempio i limiti sulla diossina in Gran Bretagna sono dieci volte più alti che negli Stati Uniti, Germania, Olanda e Giappone).

Questo è particolarmente vero per gli effetti di lungo termine, gli effetti cumulativi per l'esposizione contemporanea a diversi tipi di inquinanti, le conseguenze sulle future generazioni.

## Le emissioni solide e liquide

Come detto la combustione residua circa il 30 % del peso dei rifiuti immessi in ceneri.

In esse sono presenti :

- metalli, tra cui antimonio, arsenico, cadmio, cromo, rame, piombo, mercurio, nickel, zinco;
- sali inorganici;
- diossine (PCDD) e furani (PCDF).

Per le loro elevate caratteristiche di tossicità, **le ceneri residue devono essere smaltite in discariche speciali** (denominate di tipo B1 secondo la legge nazionale - decreto Ronchi).

Le acque di scarico vengono disperse nell'ambiente circostante.

Che cosa succede di questi inquinanti una volta dispersi, come gas, come acque di scarico, come percolato delle discariche speciali ?

Tipicamente entrano nella catena alimentare e si depositano nei tessuti degli organismi viventi, con tempi di persistenza molto lunghi e grande capacità di accumulo.

Ad esempio un solo bicchiere di latte preso da una mucca vicina all'inceneritore contiene tanta diossina quanta può essere respirata nello stesso posto in otto mesi.

Studi compiuti da agenzie governative in Danimarca, Svezia, Canada, Olanda, Gran Bretagna e Stati Uniti riconoscono che gli inceneritori sono la sorgente maggiore di diossine e furani.

L'agenzia governativa svedese stima che gli inceneritori siano responsabili del 55% delle emissioni di mercurio.

**Gli inceneritori sono alternativi ad altre forme di gestione dei rifiuti** (recupero, riutilizzo, riciclaggio) perché :

- concentrano enormi investimenti che non sono quindi più disponibili a finanziare le altre iniziative (piattaforme di raccolta, impianti per il compostaggio, sensibilizzazione dei cittadini, incentivi alla riduzione dei rifiuti, ecc.);
- competono per la materia prima, vale a dire i rifiuti, che sono il combustibile dell'inceneritore. E' tipico, ad esempio, ciò che sta succedendo da tempo in Germania. Nel decennio passato fu dato corso ad un imponente piano di costruzione di inceneritori, progressivamente entrati in funzione. Dall'inizio degli anni Novanta è stato però avviato un impegnativo programma di recupero degli imballaggi e di incoraggiamento della raccolta differenziata e del riciclaggio. Le due iniziative sono entrate in diretta collisione, con il risultato che ora parecchi inceneritori funzionano molto al di sotto delle loro capacità o sono addirittura inattivi. La conseguenza è un aumento continuo della tassa dei rifiuti per far fronte a costi divenuti così insostenibili. Altri paesi (è il caso per esempio di Finlandia e Svizzera) ricorrono all'importazione di rifiuti per sostenere il sovradimensionamento degli impianti. Spesso i fautori degli inceneritori avanzano l'argomento del risparmio energetico, derivante dalla produzione di energia, calorica o elettrica, dalla combustione. Alcuni dati contraddicono in pieno questo argomento.

## **Diossine e furani**

Il termine generico "diossine" si riferisce ad una famiglia di composti organici del cloro che comprende 75 tipi di diossine e 135 di furani, di cui 17 suscitano forti preoccupazioni tossicologiche.

L'Agenzia Internazionale per la ricerca sul cancro ha classificato la diossina, denominata TCDD, come riconosciuto cancerogeno per l'uomo; altre organizzazioni autorevoli, come l'SFC (comitato scientifico dell'alimentazione umana) e l'OMS (organizzazione mondiale della sanità), hanno concluso che l'effetto cancerogeno delle diossine si realizza solo dopo una certa soglia, mentre altre implicazioni, come effetti sul sistema immunitario, neurocomportamentale e l'endometriosi si possono manifestare anche a livelli notevolmente inferiori alla soglia individuata.

Le diossine sono ampiamente diffuse in tutto il globo e la ricerca ha dimostrato la loro presenza nel sangue umano e nel latte materno, sollevando notevoli interrogativi sugli effetti che avranno a medio-lungo termine sulla salute pubblica.

Nonostante il progresso dei sistemi di controllo e di abbattimento dell'inquinamento atmosferico abbia determinato una parziale riduzione delle diossine emesse dai camini degli inceneritori, la parte dei composti che non finisce in aria si ritrova comunque nelle ceneri di fondo e quindi causa un impatto, in fase di smaltimento, sul suolo e sulle falde acquifere anziché in atmosfera.

In Italia le emissioni atmosferiche di un inceneritore ricadono all'interno delle disposizioni del D.M. 503/97 che prevede un monitoraggio continuo per alcuni inquinanti quali polveri, acido cloridrico, ossigeno, ossidi di carbonio, zolfo e azoto; mentre per quanto riguarda gli altri contaminanti (diossine e furani, metalli pesanti, PCB) la frequenza delle misurazioni, seppur stabilita da leggi regionali, non deve superare quella annuale.

Ciò determina una carenza di informazioni proprio sui composti a maggior rischio tossicologico, sui quali non viene effettuato un monitoraggio continuo durante le normali condizioni operative, ma vengono usate misure puntuali che potrebbero essere inaccurate sottostimando le reali emissioni di diossine nell'aria.

**Si ricordi che l'Agenzia governativa di protezione ambientale americana (l'EPA) stima che il 90% delle emissioni di un inceneritore non sono state identificate.**

Sempre secondo l'EPA le diossine **sono il più potente cancerogeno sintetico.**

Danneggiano il sistema immunitario, il sistema nervoso centrale ed il sistema riproduttivo. Possono inoltre attraversare la placenta, danneggiare il feto e contaminare il latte della madre. Possono persistere per migliaia di anni.

Lo studio più completo sugli effetti della diossina è stato compiuto in seguito al noto incidente di Seveso. La conclusione era che gli abitanti dell'area avevano "probabilità 3 volte maggiori di prendere il cancro al fegato, nelle donne 5,3 volte di prendere una forma di mieloma, tra gli uomini 5,7 volte di prendere alcune forme di cancro al sangue".

Anche a seguito di questo autorevole giudizio, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), nel 1998, riuniva i suoi consulenti per riesaminare il valore della Dose Giornaliera Tollerabile di diossina che la stessa Organizzazione, nel 1991, aveva fissato a 10 pico grammi (pg).

**I nuovi dati sulla cancerogenicità delle diossine suggerirono l'opportunità di un ulteriore abbassamento di questo limite: tra uno e quattro pico grammi per chilogrammo di peso (pg/kg).**

Questa norma significa che, giornalmente, una persona di 70 chili, può assorbire al massimo 210 picogrammi di diossine (70 kg x 4 pg/kg), mentre per un bambino di 5 chili la dose giornaliera di diossine non dovrebbe superare 20 picogrammi.

E' utile precisare che la Dose Giornaliera Tollerabile proposta dall'OMS, non corrisponde ad una dose sicura (rischio zero) ma è il giusto compromesso tra un rischio aggiuntivo, estremamente basso e la concentrazione "naturale" nel cibo, nell'acqua, e nell'aria di questi composti che si formano anche a seguito di eventi naturali quali, ad esempio gli incendi di boschi.

L'inconsueta unità di misura, il picogrammo, richiede una spiegazione, con riferimento ad una unità di peso più familiare, il milligrammo: **un picogrammo equivale ad un miliardesimo di milligrammo.**

Esemplari le raccomandazioni della comunità europea tramite la direttiva 76/2000 sull'incenerimento dei rifiuti in due passaggi tra i "considerando" :

*"Pertanto, ai fini di un elevato livello di protezione ambientale e della salute umana, è necessario predisporre e mantenere condizioni di funzionamento, requisiti tecnici e valori limite di emissione rigorosi per gli impianti di incenerimento e i coincenerimento dei rifiuti nella Comunità. I valori limite stabiliti dovrebbero prevenire o a limitare per quanto praticabile gli effetti dannosi per l'ambiente e i relativi rischi per la salute umana..."*

e, più avanti

*" Il rispetto dei valori limite di emissione previsti dalla presente direttiva dovrebbe essere considerato come una condizione necessaria **ma non sufficiente** a garantire il rispetto dei requisiti della direttiva 96/61/CE. Per assicurare tale rispetto può essere necessario revedere valori limite di emissione più severi per le sostanze inquinanti contemplate dalla presente direttiva, valori di emissione relativi ad altre sostanze e altre componenti ambientali, e altre condizioni*

Questo è quello che dice la commissione ambiente della comunità con la direttiva del 4 marzo 2002:

Il 30 maggio 2001 il comitato scientifico per l'alimentazione umana (CSAU) ha adottato un parere sulla valutazione del rischio delle **diossine** e dei PCB diossina-simili negli alimenti

basato su nuove informazioni scientifiche rese disponibili successivamente all'adozione del parere formulato in merito dal CSAU il 22 novembre 2000. Il CSAU ha fissato una dose settimanale ammissibile per le **diossine** e i PCB diossina-simili pari a 14 pg Organizzazione mondiale della sanità (OMS) —equivalente di tossicità (TEQ)/kg di peso corporeo.

**Le stime dell'esposizione indicano che una parte considerevole della popolazione della Comunità assume tali sostanze con gli alimenti, al di là della dose ammissibile.**

Questo nuovo limite vuol dire 2 pg per chilogrammo al giorno, vale a dire che la nostra persona di 70 kg ne dovrebbe assumere 140 pg al giorno al massimo senza con ciò aumentare la percentuale di probabilità di contrarre un tumore.

**L'inceneritore proposto a Modena emetterebbe 4.500.000 di queste dosi al giorno.**

### **Metalli pesanti**

Attraverso l'incenerimento i metalli pesanti (piombo, cadmio, mercurio, arsenico ecc.), presenti negli originali rifiuti solidi, sono emessi sotto forma di gas, in associazione a particelle aeree minuscole, di ceneri e di altri residui solidi.

Molti metalli sono tossici e persistenti nell'ambiente e provocano notevoli impatti negativi sulla salute dell'uomo. Per esempio il cadmio è un noto cancerogeno e provoca effetti respiratori acuti (polmonite) o cronici, mentre il mercurio è dannoso al sistema nervoso (quando è presente sotto forma di vapore) mentre i suoi composti inorganici hanno proprietà tossiche anche a basse concentrazioni.

Ad eccezione del mercurio, i livelli dei metalli rilasciati nei gas sono decresciuti nell'ultimo decennio grazie al miglioramento delle tecnologie di abbattimento dell'inquinamento aereo. Ma, come per le diossine, la riduzione delle emissioni in atmosfera di metalli determina un corrispondente aumento dei loro livelli nelle ceneri e nelle scorie, il cui impatto sull'ambiente sarà registrato solo al momento della loro deposizione in discarica.

### **Materia particolata**

Tutti gli inceneritori emettono particolato in atmosfera (di cui la maggior parte ha dimensioni microscopiche) e contribuiscono quindi all'inquinamento aereo dovuto alle particelle solide sospese, che rappresenta un serio rischio per la salute dell'uomo.

Gli attuali sistemi di controllo dell'inquinamento aereo possono prevenire l'immissione di solo il 5-30% di particelle in atmosfera (aventi dimensioni inferiori ai 2,5 µm) ma non possono prevenire la dispersione della maggior parte delle particelle, dette "ultrafini", perché di dimensioni così piccole (inferiori a 0,1 µm) da oltrepassare le maglie dei filtri.

Questa è la ragione per cui le particelle ultrafini possono raggiungere le regioni più profonde dei polmoni e determinare un notevole impatto sul sistema respiratorio. Recenti evidenze sperimentali indicano come le particelle emesse dagli inceneritori, a causa della presenza di metalli sulla loro superficie, determinino un inquinamento atmosferico più dannoso di quello dovuto alle centrali termiche a carbone suscitando perciò grande preoccupazione per la salute umana.

### **Ceneri**

Come accennato nell'introduzione, gli inceneritori producono rifiuti solidi, sotto forma di ceneri e scorie, in quantità pari a circa un terzo del peso del rifiuto immesso. Si distinguono due tipologie di ceneri: quelle volanti (3-5%), che sfuggono ai sistemi di filtraggio aereo e le ceneri di fondo (circa 30%), che si depositano alla base delle caldaie e che dovranno quindi essere smaltite, come rifiuti tossici, in discariche controllate. Tra i rifiuti a valle di un impianto di incenerimento, oltre ceneri e scorie, bisogna annoverare la presenza di materiale non combusto; non di rado, infatti, accade che le condizioni operative della camera di combustione o di post combustione non siano idonee a garantire un completo trattamento dei rifiuti in entrata.

La tossicità delle ceneri è legata sia alla presenza di diossine e metalli sia alla loro facilità di dispersione che provoca problemi di trasporto e di smaltimento finale in discarica. Una volta conferite in discariche speciali per rifiuti tossici, le ceneri rappresentano una potenziale fonte di contaminazione del sottosuolo e delle acque di falda. In alcuni casi, infatti, è stata accertata la contaminazione delle acque ad opera di metalli, come piombo e cadmio, rilasciati dalle ceneri.

Nel tentativo di ridurre questo fenomeno di rilascio, definito lisciviazione, le ceneri sono talvolta stabilizzate in cemento prima della deposizione in discarica. Sebbene questo metodo riduca il rilascio immediato delle sostanze tossiche, le condizioni atmosferiche e l'erosione potrebbero comunque causare in tempi più lunghi la dispersione di questi elementi e composti nell'ambiente.

Alcuni paesi europei stanno sperimentando l'utilizzo delle ceneri per manufatti impiegati in opere di costruzione (strade e viali), una pratica che riduce sicuramente i costi legati al loro smaltimento. Il problema è legato alla sicurezza di questi manufatti che, a seguito di eventi esterni non prevedibili (terremoti, subsidenza), potrebbero rilasciare i composti tossici e determinare quindi pericolo per l'ambiente e per l'uomo.

Negli ultimi anni '90 nel Newcastle (GB) sono state utilizzate ceneri provenienti da un moderno inceneritore come fertilizzanti: nei lotti di terreno fertilizzati sono stati trovati alti livelli di diossine e metalli pesanti<sup>4</sup>. E' facile ipotizzare un loro passaggio nei tessuti dei vegetali e quindi nella catena alimentare.

Nonostante la tossicità delle ceneri la Comunità europea non prevede limiti di concentrazione di composti organici e di metalli in questi rifiuti e nemmeno ne scoraggia l'utilizzo.