

Aspetti igienico-sanitari del trattamento termico dei rifiuti urbani

Giuseppe Viviano, Gaetano Settimo, Giovanni Marsili

Secondo l'Associazione Italiana di Epidemiologia (AIE) le conoscenze epidemiologiche disponibili, ancorché non conclusive, fanno ritenere che il conferimento in discariche controllate, costruite e condotte in accordo alla normativa nazionale e comunitaria, non comporti un rischio per l'ambiente e per la salute delle popolazioni insediate nelle vicinanze dello stabilimento. La stessa cosa si può affermare per il trattamento dei rifiuti mediante incenerimento in impianti basati sulle migliori tecnologie disponibili. Ciò vale soprattutto in considerazione delle concentrazioni estremamente basse di sostanze tossiche nelle emissioni dei nuovi impianti.

Nel nostro Paese la gestione dei rifiuti solidi urbani (RSU) presenta ancora oggi approcci molto diversificati a seconda della Regione; in alcune specifiche Province si ripropongono periodicamente situazioni emergenziali derivate da croniche carenze gestionali e dall'assenza di attuazione di corretti piani di smaltimento. Tuttavia nel corso degli ultimi decenni si sono avuti importanti, anche se lenti, miglioramenti nelle strategie di trattamento-smaltimento e nelle tecnologie adottate; si può infatti rilevare un progressivo aumento della raccolta differenziata e una riduzione delle quantità di RSU indifferenziato avviato a discarica. Come media nazionale, attualmente, solo il 34% circa dei RSU viene raccolto in maniera differenziata, il 40% circa viene smaltito in discarica e la quota avviata al recupero energetico è di circa il 12%. Nella Tabella 1, si riportano alcuni dati che forniscono un'indicazione della situazione italiana. Si può notare come le Regioni che hanno raggiunto i valori più alti di raccolta differenziata sono prevalentemente nel nord del Paese e utilizzano una quota di rifiuti anche per un recupero di energia mediante incenerimento, confermando in tal modo la possibile sinergia tra raccolta differenziata e incenerimento.

Relativamente all'incenerimento, va ricordato che tale tecnologia di trattamento consente di trasformare una massa

eterogenea molto voluminosa con una frazione organica putrescibile, in scorie stabili più facilmente smaltibili in discarica. In genere l'incenerimento di RSU viene applicato sul tal quale raccolto, sulla parte residuale proveniente da raccolta differenziata o su frazioni combustibili derivate dai rifiuti (CSS-CDR); attuando un recupero energetico, si ha inoltre una mitigazione dell'impatto del trattamento stesso.

Gli impianti di incenerimento attualmente in funzione sono 49, dislocati prevalentemente, nel nord del Paese, e trattano circa 4 Mt/anno di rifiuti con un recupero di energia elettrica di circa 3171 GWhe e di energia termica di circa 964 GWht [1]. Inceneritori di piccola taglia e obsoleti sono stati ormai dismessi per la maggior parte o adeguati alle nuove normative (DLgs 133/05, DLgs 205/2010, 2010/75/CE); gli impianti più recenti sono stati progettati e costruiti secondo le indicazioni delle migliori tecniche, così come indicato nel *Best Available Techniques Reference Document* [2] e nella linea guida nazionale (Gazzetta Ufficiale 2007). Oltre il 30% della capacità complessiva di incenerimento è concentrata in quattro impianti di grossa potenzialità (> 600 t/d): tra questi l'ultimo entrato in attività è quello di Acerra (Napoli) dotato di tre linee con forni a griglia e con una potenzialità complessiva annua di 600.000 t.

In generale, i sistemi di abbattimento applicati agli impianti di incenerimento

Regione	Produzione RSU 2009 (1.000 t)	Produzione pro capite 2009 (kg/ab)	Raccolta differenziata 2009 (%)	Incenerimento 2009 (%)	Impianti di incenerimento (2009)
Piemonte	2.245	505	49,8	5,8	2
Valle d'Aosta	77	621	39,1	-	-
Lombardia	5.022	501	47,8	47,4	13
Trentino A. A.	506	501	57,8	12,5	1
Veneto	2.415	483	57,5	12,1	3
Friuli V. G.	612	479	49,9	30	1
Liguria	988	605	24,4	-	-
Emilia R.	2.951	666	45,6	28	8
Toscana	2.545	663	35,2	12	8
Umbria	548	590	30,4	-	-
Marche	865	537	29,7	2,3	1
Lazio	3.344	587	15,1	1,1	4
Abruzzo	699	514	24,0	-	-
Molise	135	426	10,3	7,6	1
Campania	2.723	467	29,3	12,7	1
Puglia	2.135	527	14,0	4,6	1
Basilicata	228	382	11,3	15,7	1
Calabria	922	470	12,4	11,7	1
Sicilia	2.650	516	7,3	0,7	1
Sardegna	847	493	42,5	22	2
ITALIA	32.109	532	33,6	12,1	49

Tabella 1. Produzione e trattamento dei RSU in Italia. Dati rapporto ISPRA 2011 [1].

sono costituiti da una sequenza di sezioni, da tre a cinque, che consentono un'alta efficienza di depurazione delle emissioni; gli impianti più recenti presentano tutti un doppio stadio di rimozione del materiale particolato e di abbattimento degli ossidi di azoto mediante sistema DeNOx catalitico (SCR).

Le emissioni

Gli inquinanti emessi da inceneritori di RSU presentano notevoli similitudini con quelli emessi da altri impianti di produzione di energia che utilizzano olio combustibile e carbone. In particolare, i microinquinanti inorganici ed organici, clorurati e non, sono comuni alle emissioni di molte tipologie di combustioni

e di cicli tecnologici, comprese quelle provenienti da mezzi di trasporto [3]. A tale proposito le emissioni nazionali per l'anno 2007 di policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani (PCDD/F) sono state stimate dall'ISPRA in circa 321 g I-TEQ (ISPRA 2007). Le emissioni di PCDD/F da impianti di incenerimento di RSU, stimate mediante fattori di emissioni, ammontano a circa 0,53 g I-TEQ (anno 2007); pertanto il contributo all'emissione nazionale risulta inferiore allo 0,2%; nella Tabella 2 si riporta il dettaglio di questa stima.

Pur considerando che il comparto ambientale maggiormente interessato alle emissioni è quello dell'aria, le conseguenti deposizioni al suolo possono comportare veicolazioni di microinquinanti anche nella catena alimentare. I

Tabella 2.
Emissione di PCDD/F da impianti incenerimento di RSU, stimate mediante fattori di emissioni applicati alle singole linee.

Sistemi di abbattimento presenti nella linea di incenerimento*	Linee di incenerimento	RSU inceneriti (2007)		emissioni PCDD/F I-TEQ		
		t	%	µg/t**	g/anno	%
FF o ESP	4	99.556	2	0,50	0,00005	0,009
FF o ESP+SNCR	45	1.981.640	44	0,20	0,396	74,2
FF o ESP+SCR	12	738.315	17	0,10	0,0738	13,8
ESP+FF+SNCR	25	793.057	18	0,06	0,0476	8,9
FF+FF+SCR	11	831.004	19	0,02	0,0166	3,1
Totale emissione PCDD/F g I-TEQ 0,534						

Tutte le linee sono equipaggiate con sistemi di iniezione di prodotti alcalini e di carboni attivi.

* FF: filtro a maniche; ESP: elettrofiltro; SNCR: deNOx non catalitico; SCR: deNOx catalitico.

** Fattori di emissione, stimati su dati reali, in relazione ai sistemi di abbattimento.

lunghi tempi necessari alla degradazione di PCDD/F e PCB, dell'ordine dei mesi/anni a seconda del comparto ambientale [4], collocano queste sostanze tra gli inquinanti ambientali persistenti (Persistent Organic Pollutants – POPs), oggetto di specifiche norme a partire dal Regolamento CE n. 850/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio. Limiti restrittivi, raccomandazioni e linee guida emanati hanno come obiettivo la riduzione alla fonte e la loro sorveglianza in varie matrici ambientali di queste famiglie di inquinanti.

Gli impianti di incenerimento sono oggetto di apposite normative che si sono succedute nel tempo e che contengono, tra l'altro, limiti alle emissioni per una serie di inquinanti che, progressivamente, sono risultati sempre più restrittivi in considerazione anche dell'evoluzione tecnologica; la Tabella 3 riporta a confronto le diverse normative comunitarie e nazionali. Attualmente, in sede autorizzatoria si evidenzia una tendenza a prescrivere valori ulteriormente restrittivi rispetto a quelli della normativa; si vedano a tale proposito i limiti imposti, mediante Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), ad uno degli ultimi impianti di grande potenzialità entrato in attività, il già citato impianto sito nel Comune di Acerra (NA) (Tabella 4).

Le normative di settore impongono inoltre il rilevamento delle emissioni sia in continuo (SME), sia periodico, in particolare per i metalli e per le diossine; in aggiunta, ormai da alcuni anni, ad un sempre maggiore numero di impianti viene prescritta l'adozione di un sistema di prelievo in continuo per PCDD/F. Allo stato attuale sistemi di questo tipo non sono utilizzabili per la verifica di conformità al valore limite e il dato che forniscono ha solo valore indicativo. A tale proposito è in corso a livello comunitario (Comitato di Normazione Europeo – CEN), la preparazione di un'apposita norma europea (prCEN/TS 1948-5) specifica per il campionamento di lungo periodo di PCDD/F, la cui definizione si avrà nei prossimi anni come integrazione nella EN 1948. In questa vengono definiti i criteri e le procedure da adottare per verificare le prestazioni su lungo periodo (maggiori di un giorno) e una lista di controllo da adottare prima, durante e al termine delle attività di campionamento.

In aggiunta a questi controlli alle emissioni è tuttavia necessario attuare idonei piani di sorveglianza ambientale per i microinquinanti considerando le diverse matrici ambientali e riferendosi agli standard di qualità e linee guida già indicati da organismi nazionali ed internazionali.

Inquinanti mg/m ³ N s 11% O ₂ *	DLgs 11/5/05 n. 133 Rifiuti	DM 25/2/00 n. 124 rifiuti pericolosi	DM 19/11/97 n. 503 RSU e RS	Linee guida DM 12/7/90 (vecchi impianti)	Direttiva 2000/76/CE Rifiuti	Direttiva 94/67/CE rifiuti pericolosi	Direttiva 89/369/CEE RSU
Polveri	10-30	10-30	10-30	30-100	10-30	10-30	30-200
Acido cloridrico (HCl)	10-60	10-60	20-40	50-100	10-60	10-60	50-250
Acido fluoridrico (HF)	1-4	1-4	1-4	2	1-4	1-4	-
Ossidi di zolfo (SO ₂)	50-200	50-200	100-200	300	50-200	50-200	300
Ossidi di azoto (NO ₂)	200-400	200-400	200-400	500	200-400	-	-
Monossido carbonio (CO)	50-100	50	50-100	100	50-100 (150)	50	-
Composti organici C	10-20	10-20	10-20	20	10-20	10-20	-
Cadmio + Tallio (Cd, Tl) Mercurio (Hg)	0,05**	0,05**	0,05**	0,2	0,05**	0,05**	0,2
Totale altri metalli	0,5	0,5	0,5	5	0,5	0,5	5
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	0,01	0,01	0,01	0,1	-	-	-
PCDD + PCDF (ng/Nm ³)	0,1***	0,1***	0,1***	4 000	0,1***	0,1***	-

* Valori medi giornalieri e valori medi di punta (orari o semiorari).

** Il limite si riferisce al Cd e Tl come somma e al Hg separatamente.

*** Espresso in termini di tossicità equivalente riferita alla 2,3,7,8 T₄CDD.

Tabella 3. Limiti alle emissioni per impianti di incenerimento, normativa nazionale e UE.

Livelli ambientali ed esposizione umana

Nelle emissioni dei vecchi impianti di incenerimento di RSU (anni '80-'90) venivano rilevati valori emissivi per PCDD/F nell'intervallo di 2-60 ng I-TEQ/Nm³ (valori massimi di emissione anche di 2000 ng I-TEQ); orientativamente per i nuovi impianti si può indicare un intervallo di emissione di 0,0002-0,08 ng I-TEQ/Nm³. Appare evidente come gli scenari espositivi siano

notevolmente cambiati negli ultimi decenni [2, 5, 6].

Considerando che generalmente i camini degli inceneritori presentano altezze di almeno 70 m e che i più recenti di maggiore taglia presentano camini di altezza superiore ai 100 m, si può stimare una ricaduta massima dell'ordine dei ng/m³ per il materiale particellare, inferiore al pg/m³ per i metalli pesanti e al di sotto del fg I-TEQ/m³ per PCDD/F.

Come noto, l'esposizione per inalazione di PCDD/F è normalmente molto bas-

Tabella 4. Limiti alle emissioni per l'impianto di incenerimento di Acerra. Dati normalizzati riferiti all' 11% di ossigeno libero nei fumi emessi.

Inquinante	Limite emissione mg/m ³ N
Polveri totali	3
Monossido di carbonio (CO)	50
Anidride solforosa (SO ₂)	5
Ossidi di azoto (NO ₂)	85
Acido cloridrico (HCl)	7
Acido fluoridrico (HF)	0,3
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	0,01
Composti organici totali (COT) (C)	5
Mercurio	0,02
Cadmio, Tallio	0,02
Metalli Totali: antimonio e suoi composti (Sb); arsenico e suoi composti (As); cromo e suoi composti (Cr); cobalto e suoi composti (Co); manganese e suoi composti (Mn); piombo e suoi composti (Pb); rame e suoi composti (Cu); nichel e suoi composti (Ni); stagno e suoi composti (Sn); vanadio e suoi composti (V)	0,2
Policlorodibenzodiossine (PCDD) + policlorodibenzofurani (PCDF) ng I-TEQ/Nm ³	0,025

sa e costituisce meno del 5% dell'assunzione totale; la principale fonte di esposizione è rappresentata dalla via alimentare, esclusa l'acqua vista la sua bassissima affinità verso le diossine [7]. La Commissione europea ha adottato, il 24/10/2001, una strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i PCB (COM 2001) che riporta un parere sulla valutazione dei rischi delle diossine e dei DL-PCB nei prodotti alimentari (Comitato scientifico dell'alimentazione umana, SCF – *Scientific Committee on Food* dell'Unione Europea). In tale parere si stabilisce un valore cumulativo per la dose tollerabile settimanale (TWI, *Tolerable Weekly Intake*) di diossine e PCB diossino-simili pari a 14 pg WHO-TEQ/kg peso corporeo; questo valore corrisponde alla dose tollerabile mensile (PTMI, *Provisional Tolerable Monthly Intake*) di 70 pg WHO-TEQ/kg peso corporeo.

Nei Paesi europei sono state stimate assunzioni giornaliere, in termini di PCDD/F I-TE, di 1,5-2 pg/kg peso corporeo giorno; nei Paesi del nord Europa di 1 pg/kg peso corporeo giorno e negli USA di 1-3 pg/kg peso corporeo giorno. L'esposizione per inalazione di PCDD/F è normalmente bassa; assumendo un livello di concentrazione nell'aria atmosferica di 0,1 pg I-TE/m³ e un volume di aria inalato di 20 m³ per giorno, per un adulto (70 kg) l'assunzione per inalazione ammonterebbe a circa 0,03 pg/kg peso corporeo giorno. A conferma di questo, uno studio effettuato in una città italiana ha consentito, attraverso le abitudini alimentari, di sviluppare un modello stocastico per la stima dell'esposizione a contaminanti presenti negli alimenti e confermare l'importanza dell'esposizione della popolazione a questi contaminanti in relazione agli stili alimentari [8].

La deposizione atmosferica al suolo di PCDD/F è il fattore chiave della contaminazione della catena alimentare; per tale motivo il rilevamento del rateo di deposizione di inquinanti, misurato mediante deposimetri (Allegato VI del DLgs 155/10, ISTISAN 06/38, UNI EN 15841, 15853, 15980), costituisce un buon sistema di controllo ambientale. La misura dei flussi di deposizione atmosferica di POPs e metalli [9] costituisce quindi uno dei principali elementi della sorveglianza ambientale; altrettanto importanti sono i rilevamenti su matrici biologiche (bioindicatori) quali latte, uova, ecc. Questi dati risultano di estrema importanza nella valutazione dell'esposizione della popolazione e nella stima dell'assunzione generale di POPs da parte dei potenzialmente esposti.

Alcuni Paesi hanno messo a punto linee guida e limiti per quanto riguarda la presenza di diossine+DL-PCB nell'aria ambiente e nelle deposizioni:

- il Belgio, una linea guida regionale per le deposizioni di 10 pg I-TEQ/(m² d) e una proposta di linea guida nazionale per le deposizioni di 8 pg WHO-TEQ/(m² d);
- la Germania, una linea guida per l'aria ambiente di 150 fg WHO-TEQ/m³ e una linea guida per le deposizioni di 4 pg WHO-TEQ/(m² d);
- il Giappone, una linea guida per l'aria ambiente di 600 fg WHO-TEQ/m³;
- gli USA, una linea guida per l'aria ambiente di 600 fg I-TEQ/m³;
- l'Ontario (Canada) [10], una linea guida per l'aria ambiente di 5 pg I-TEQ/m³.

Di particolare interesse risulta la possibile correlazione tra i dati deposimetrici di diossine+DL-PCB e il *Tolerable Daily Intake* (TDI) in quanto risulta di grande utilità nella valutazione dei dati ambientali in rapporto con gli aspetti sanitari. Detta correlazione viene proposta in uno studio effettuato su diverse aree

del Belgio, nelle quali erano presenti sorgenti civili e industriali di diossine (Tabella 5) [11-16].

Dati rilevati in un'area italiana con presenza di impianto di incenerimento hanno evidenziato flussi di deposizione di PCDD/F compresi in un *range* piuttosto ristretto: 1,5-2,3 pg WHO-TEQ/m²d; paragonabili ai valori di deposizione di zone rurali nell'UE. Le concentrazioni di PCDD/F rilevate nel materiale particolato PM₁₀ sono risultate comprese nel *range* 2,7-3,2 fg WHO-TEQ/m³ in siti di campionamento localizzati a circa 1-4 km di distanza dall'impianto di incenerimento. La Tabella 6 riassume alcuni valori di concentrazione di PCDD/F rilevati in campagne effettuate in siti italiani in aria ambiente e nelle deposizioni [17, 18].

Aspetti igienico-sanitari

L'importanza della tematica ha portato alla messa in atto di studi epidemiologici in diverse aree interessate da emissioni di impianti di incenerimento; alcuni di questi studi hanno indicato evidenze di associazioni con effetti avversi sulla salute umana. Tuttavia gli stessi sottolineano la necessità di considerare aspetti che possono avere una rilevante influenza sulle associazioni identificate. Tra questi: la presenza di altre sorgenti emissive similari, la complessità della valutazione della reale esposizione locale, la difficile definizione del profilo socio-economico, l'assenza di dati ambientali sui microinquinanti nell'area. Inoltre la maggior parte degli studi pubblicati si riferisce ad aree e a periodi nei quali erano in funzione vecchi impianti e non viene considerata la distanza dalla sorgente o la definizione di aree interessate alle ricadute mediante modelli di ricaduta, non si considerano le entità della sorgente inceneritore e non si indicano le presenze di altre sorgenti

Tabella 5.
Correlazione tra dati di deposizione di PCDD/F e DL-PCB e il *Tolerable Daily Intake* (TDI) [14-16].

Assunzione giornaliera correlata (TDI) pg WHO TEQ/kg <small>peso corporeo</small>	Deposizione PCDD/F (media annua) pg WHO TEQ/m ² d	Deposizione PCDD/F (media mensile) pg WHO TEQ/m ² d
4	14	27
3	10	20
1	3,4	6,8

Assunzione giornaliera correlata (TDI) pg WHO TEQ/kg <small>peso corporeo</small>	Deposizione PCDD/F+DL-PCB (media annua) pg WHO TEQ/m ² d	Deposizione PCDD/F+DL-PCB (media mensile) pg WHO TEQ/m ² d
2	8,2	21

Assunzione giornaliera correlata (TDI) pg WHO TEQ/kg <small>peso corporeo</small>	Deposizione PCDD/F+DL-PCB (media annua) pg WHO TEQ/m ² d
1,9	0,36-1,8
2	1,1-5,5
2,3	0,18-9,2

Tabella 6.
Concentrazioni di PCDD/F rilevate in aria ambiente in siti italiani e nelle deposizioni [17-20].

Concentrazioni di PCDD/PCDF in area ambiente, fg I-TEQ/m³.

Area remota (monti Simbruini)	1,5-6,6
Area rurale (Mantova)	4,4-195
Area rurale (San Nicola di Melfi)	2,0
Area urbana di medio traffico (Roma)	5,4-734
Area urbana/industriale con inceneritore (Mantova)	4,7-75
Area industriale con inceneritore (S. Nicola di Melfi)	3,0

Concentrazioni di PCDD/PCDF rilevate nelle deposizioni in siti italiani, pg I-TEQ/m²d.

Area rurale (Mantova)	1,28-2,71
Area urbana/industriale con inceneritore (Mantova)	1,20-5,13
Area industriale (P. Marghera)	15-2767
Area urbana con inceneritori (Regione Veneto, Adige, Po)	10-337
Area industriale con inceneritore (Rimini)	0,75-3,7
Area industriale con inceneritore (S. Nicola di Melfi)	1,47-2,33

ti emissive simili. Pertanto fattori di distorsione e confondimento possono comportare una rilevante influenza sulle associazioni identificate [21, 22].

Anche l'Associazione Italiana di Epidemiologia (AIE) si è espressa sulla tematica della gestione dei rifiuti, riportando che le conoscenze epidemiologiche ad

oggi disponibili, ancorché non conclusive, fanno ritenere che il conferimento in discariche controllate, costruite e condotte in accordo alla normativa nazionale e comunitaria, non comporti un rischio per l'ambiente e per la salute delle popolazioni insediate nelle vicinanze dello stabilimento. La stessa cosa si può affermare per il trattamento dei rifiuti mediante incenerimento in impianti basati sulle migliori tecnologie disponibili; le osservazioni epidemiologiche disponibili non depongono per un incremento di rischio per la salute umana. Tale conclusione è sostenuta principalmente dalle concentrazioni estremamente basse di sostanze tossiche nelle emissioni dei nuovi impianti. Ed ancora, che i dati di letteratura, anche in questo caso non sufficienti e non conclusivi, mostrano che i maggiori rischi per la salute sono associati alle emissioni da discariche illegalmente utilizzate e siti di abbandono illegali, da impianti d'incenerimento con tecnologie obsolete, da siti di abbandono e dalle combustioni incontrollate di rifiuti [23].

Recentemente sono state pubblicate le relazioni conclusive della prima parte di un importante progetto di ricerca, denominato Monitor [24] (Monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia-Romagna), avente come scopo l'“Organizzazione di un sistema di sorveglianza ambientale e valutazione epidemiologica nelle aree circostanti gli impianti di incenerimento rifiuti solidi urbani in Emilia-Romagna”. Le determinazioni ambientali e gli studi tossicologici, sono stati principalmente rivolti ad un inceneritore considerato il più avanzato in Emilia-Romagna al momento dell'indagine. Le valutazioni dello studio sull'impatto sulle matrici ambientali vengono considerate dallo studio rassicuranti ed estensibili anche alle vicinanze di altri inceneritori, che abbiano le medesime caratteristiche tecnologiche (ma non ad altri, più antiqua-

ti). Inoltre per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana, l'indagine epidemiologica condotta nell'ambito di Monitor non mostra una coerente associazione con le emissioni degli inceneritori di rifiuti né per le patologie tumorali, né per la mortalità in generale. Anche il modesto eccesso dei linfomi non Hodgkin rilevato a Modena non raggiunge la significatività statistica e non è comunque attribuibile ad esposizioni recenti.

Negli atti dell'ultimo *workshop* dell'Organizzazione Mondiale della Sanità sulla gestione dei rifiuti (*Population health and waste management: scientific data and policy options*) [25], si sottolinea come i rischi siano correlabili con il carico inquinante e quindi possono variare consistentemente tra vecchi e nuovi impianti. Infatti si riporta che la maggior parte degli studi pubblicati si riferisce a vecchi impianti e che negli studi vanno considerati i possibili fattori di confondimento, la presenza di altre sorgenti industriali, la distanza dalla sorgente, la definizione di aree con modelli di ricaduta ed anche gli effetti dovuti alla deprivazione sociale. Infine si sottolinea che con i nuovi impianti, che presentano emissioni molto contenute, si hanno difficoltà nel valutare gli effetti viste le basse concentrazioni che vengono a determinarsi al livello di esposizione.

In linea con quanto sopra riportato il Ministero della Salute nel Focus presente nel sito istituzionale (www.salute.gov.it), alle FAQ sulla tematica Salute e rifiuti, riporta: “*Gli inceneritori con recupero energetico, detti anche termovalorizzatori, se progettati secondo le migliori tecnologie ormai standardizzate a livello europeo (Best Best Available Techniques – BAT, indicate nelle linee guida europee e nazionali), gestiti correttamente e posizionati secondo le indicazioni date in sede di valutazione di impatto ambientale, vengono ritenuti compatibili con gli aspetti igienico-sanitari. Va tenuto inoltre conto che la fase di incenerimento dei ri-*

fiuti deve far parte di un piano di gestione integrata dei rifiuti in generale e dei rifiuti urbani in particolare”.

Conclusioni

Allo stato attuale il settore dell'incenerimento, e più in generale quello dei rifiuti, rappresenta uno dei temi maggiormente passato al vaglio dal punto di vista tecnico-scientifico ed anche tra quelli che suscitano maggiore attenzione e preoccupazione da parte dell'opinione pubblica attraverso comitati, associazioni di categorie, gruppi religiosi, ecc. Questo ha portato ad una maggiore conoscenza dei vari aspetti non solo tecnologici ma anche ambientali e di salute pubblica legati alla gestione dei RSU. In molte aree italiane, ed in particolare nelle grandi aree urbane, ferma restando l'opzione principale della riduzione alla fonte, non appare attualmente agevole trovare soluzioni diverse da quelle che considerino un sistema di trattamento dei rifiuti integrato con raccolta differenziata e impianti di recupero di materia e di energia e con un minimo uso di discariche solo per rifiuti residuali ai trattamenti. Anche l'Unione Europea, pur ribadendo la priorità delle misure di prevenzione, riutilizzo e riciclaggio, indica tra le forme di recupero quello energetico, preferibile rispetto al conferimento in discarica dei rifiuti. La gerarchia nella gestione dei rifiuti stabilisce in generale un ordine di priorità; tuttavia discostarsene può essere necessario per flussi di rifiuti specifici quando è giustificato da motivi, tra l'altro, di fattibilità tecnica, praticabilità economica e protezione dell'ambiente e della salute [26]. Una schematizzazione dei punti di maggiore attenzione può essere così riassunta:

- riduzione alla fonte dei rifiuti;
- gestione integrata nel trattamento-smaltimento considerando tutte

- le diverse possibilità in relazione all'ambito territoriale considerato;
- localizzazione degli impianti a valle di studi di compatibilità;
- attenta applicazione delle normative e linee guida di settore;
- ottimizzazione del recupero energetico;
- monitoraggi e controlli sull'impianto;
- progettazione, costruzione e gestione degli impianti secondo le BAT;
- sorveglianza ambientale-sanitaria considerando matrici e vie di esposizione;
- informazione ed educazione ambientale e sanitaria;
- partecipazione-consenso informato;
- recupero della fiducia negli organi di controllo istituzionali.

Bibliografia

1. ISPRA. Rapporto rifiuti 2011. Rapporti 141/2011.
2. Unione Europea (2006). European IPPC Bureau, Integrated pollution prevention and control. Reference document on Best Available Techniques for Waste Incineration, Brussels: Unione Europea; 2006. (<http://www.eippcb.jrc.es/pages/FAactivities.htm>).
3. EPA. An Inventory of Sources and Environmental Releases of Dioxin-Like Compounds in the United States for the Years 1987, 1995, and 2000. EPA/600/P-03/002F, November 2006.
4. K. Olie, R. Addink, M. Schoonenboom. Metals as Catalysts during the Formation and Decomposition of Chlorinated Dioxins and Furans in Incineration Processes, *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 1998, 48, 101-105.
5. WHO (1987). PCDD and PCDF emission from incinerators for municipal sewage sludge and solid waste. Evaluation of human exposure. *Environmental Health Series* n. 17.
6. O. Hutzinger, H. Fiedler. 20 anni di incenerimento di rifiuti: problemi e soluzioni. In Atti convegno *L'incenerimento dei rifiuti*. Bologna 16-17 marzo 1995. A cura di L. Morselli, G. Viviano.
7. WHO (2000). *Air Quality Guidelines for Europe*. Second edition, European Series N° 91. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2000.
8. ISTISAN 08/2. Studio su comportamenti e abitudini alimentari dei cittadini ferraresi (II fase).

- Valutazione dell'esposizione a contaminanti ambientali contenuti negli alimenti. M.E. Soggiu, A. Bastone, C. Vollono, M. Masciocchi, G., C. Sellitri, F. Galati. *Rapporti ISTISAN 08/2*.
9. ISTISAN 06/38. Metodi per la determinazione di arsenico, cadmio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche. A cura di E. Menichini, G. Settimo, G. Viviano per il GdL ISS Metodiche per il rilevamento delle emissioni in atmosfera da impianti industriali. *Rapporti ISTISAN 06/38*.
 10. Ontario's Ambient Air Quality Criteria – Standards Development Branch Ontario Ministry of the Environment). February 2008. <http://www.ene.gov.on.ca/environment/en/>.
 11. Government of Japan. *Basic Guidelines of Japan for the Promotion of Measures against Dioxins 2000*. Office of Dioxins Control, Environmental Management Bureau, Ministry of the Environment, Government of Japan.
 12. ATSDR, 1998. *Draft Update Toxicological Profile for Chlorinated Dibenzo-p-dioxins*. Prepared by Research Triangle Institute for U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances Disease Registry (ATSDR), Atlanta, GA. 677 pp + appendices.
 13. US EPA (2000). *Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds*. United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment. Review Draft. September, 2000. EPA/600/P-00/001B(a-f). Available at, <http://www.epa.gov/ncea>.
 14. L. Van Lieshout, M. Desmedt, E. Roekens, R. De FreH, R. Van Cleuvenbergen, M. Wevers. Deposition of dioxin in Flanders (Belgium) and a proposition for guide values. *Atm. Env.* 35 suppl. n. 1 2001 S83-S90.
 15. C. Cornelis, K. De Brouwere, R. De Fré, M.P. Goyvaerts, G. Schoeters, W. Swaans, M. Van Holderbeke. *Proposal for environmental guideline values for atmospheric deposition of dioxins and PCBs*. Study accomplished under the authority of VMM 2007/IMS/R/277. Final report August. 2007.
 16. Bericht des Länd erausschusses für Immissionschutz (LAI), *Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe* – Vom 21. September 2004.
 17. E. Menichini, N. Iacovella, F. Monfredini, L. Turrio-Baldassarri. Atmospheric pollution by PAHs, PCDD/Fs and PCBs simultaneously collected at a regional background site in central Italy and at an urban site in Rome. *Chemosphere* 69 (2007) 422-434.
 18. ISTISAN 06/43. Microinquinanti organici ed inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali. A cura di G. Viviano, P. Mazzoli, G. Settimo. *Rapporti ISTISAN 06/43*.
 19. S. Caserini, S. Cernuschi, M. Giugliano, M. Grosso, G. Lonati, P. Mattaini. Air and soil dioxin levels at three sites in Italy in proximity to MSW incineration plants. *Chemosphere* 54 (2004) 1279-1287.
 20. I. Vassura, F. Passarini, L. Ferroni, E. Bernardi, L. Morselli. PCDD/Fs atmospheric deposition fluxes and soil contamination close to a municipal solid waste incinerator. *Chemosphere* 83 (2011) 1366-1373.
 21. M. Franchini, M. Rial, E. Buiatti, F. Bianchi. Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies. *Ann Ist Super Sanità* 2004; 40(1): 101-115.
 22. D. Porta, S. Milani, A. Lazzarino, C. Perucci, F. Forastiere. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environmental Health* 2009, 8:60doi:10.1186/1476-069X-8-6.
 23. AIE. *Trattamento dei Rifiuti e Salute. Posizione dell'Associazione Italiana di Epidemiologia*. Aprile 2008.
 24. Monitor – Monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia-Romagna (<http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/monitor>).
 25. WHO (2007). *Population health and waste management: scientific data and policy options*. Report of a WHO workshop Rome, Italy, 29-30 March 2007.
 26. Unione Europea. Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive.