

I rifiuti sanitari: problematiche nella gestione e smaltimento

Gaetano Settimo, Giuseppe Viviano

La produzione di rifiuti sanitari (RS), richiede uno smaltimento per la quasi totalità mediante incenerimento in impianti dedicati o mediante coincenerimento in impianti per rifiuti solidi urbani. Tale pratica contribuisce al recupero energetico ma richiede particolari attenzioni in relazione ad alcuni materiali presenti nei rifiuti sanitari a rischio infettivo (RSP-I). Una minima parte di questi rifiuti viene sottoposta a sterilizzazione al fine di facilitarne il successivo trasporto e smaltimento. La "progettazione" del rifiuto già nella scelta dei materiali, l'informazione e formazione del personale, l'ottimizzazione del sistema gestionale, l'adozione di tecnologie informatiche appropriate, possono consentire una consistente riduzione dei flussi di RSP-I e un contenimento sensibile dei costi di smaltimento.

Ormai da decenni la gestione dei rifiuti, prodotti in ambito industriale e civile, si presenta problematica in diverse aree del territorio nazionale; il susseguirsi di regolamenti e di aggiornamenti normativi non ha avuto sostanziali effetti sulla diminuzione della produzione e sulla endemica carenza di impianti tecnologici di trattamento e smaltimento. Tra i vari settori di produzione di rifiuti, quello relativo alle strutture ospedaliere e simili si differenzia dagli altri in quanto presenta aspetti che implicano la necessità di specifici approcci gestionali, anche in considerazione delle indicazioni normative che si sono succedute negli anni.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità [1] propone di definire come "rifiuti sanitari" (RS) quelli prodotti da strutture che effettuano prestazioni sanitarie (ospedale, pronto soccorso, studio medico, laboratorio di ricerca, ecc.) [2]. Nel nostro Paese il regolamento di gestione (DPR 254/03) definisce RS quelli che derivano da strutture pubbliche e private che svolgono attività medica e veterinaria di prevenzione, di diagnosi, di cura, di riabilitazione e di ricerca ed erogano le prestazioni di cui alla legge 833/1978. Ovvero tutti i rifiuti prodotti da attività sanitarie, indipendentemente dalla natura degli stessi, distinguendoli in:

- speciali pericolosi (rifiuti a rischio infettivi, rifiuti che comprendono al-

tri rischi-tossici, corrosivi, irritanti, ecc.);

- assimilati agli urbani (rifiuti non pericolosi conferibili al servizio pubblico di raccolta, distinti in raccolta differenziata e indifferenziata);
- speciali non pericolosi (i rimanenti rifiuti ad esclusione dei precedenti).

Queste tipologie di rifiuti vengono prodotte, oltre che dalle strutture che esercitano professionalmente attività sanitaria, anche da altre strutture pubbliche e private che utilizzano locali nei quali si effettuano attività mediche ed infermieristiche (controlli sanitari, pronto soccorso, medicina del lavoro, ecc.).

Il DLgs 152/2006, *Norme in materia ambientale*, alla parte quarta, *Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*, indica una classifica secondo l'origine (rifiuti urbani e rifiuti speciali) e secondo le caratteristiche di pericolosità (rifiuti pericolosi e rifiuti non pericolosi). Indica anche una priorità nella loro gestione (art. 179, modificato con il DLgs 3/12/2010 n. 205 *Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive*), ovvero: prevenzione; preparazione per il riutilizzo; riciclaggio; recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia; smaltimento. Indica inoltre (art. 266 comma 4) che: *i rifiuti provenienti da attività di manutenzione o assistenza sanitaria si considerano prodotti presso*

la sede o il domicilio del soggetto che svolge tali attività. Sempre lo stesso decreto, nel caso dei rifiuti derivanti da attività sanitarie, li definisce speciali (art. 184 lettera h) e, poiché restano ferme le disposizioni speciali, nazionali e comunitarie riguardanti una serie di rifiuti (art. 227), viene confermato per i RS il DPR 15/07/2003, n. 254 *Regolamento recante disciplina della gestione dei rifiuti sanitari a norma dell'articolo 24 della legge 31 luglio 2002, n. 179*.

A sua volta, detto regolamento riporta tra l'altro: *le autorità competenti e le strutture sanitarie adottano iniziative dirette a favorire in via prioritaria la prevenzione e la riduzione della produzione dei rifiuti. I rifiuti sanitari devono essere gestiti in modo da diminuirne la pericolosità, da favorirne il reimpiego, il riciclaggio e il recupero e da ottimizzarne la raccolta, il trasporto e lo smaltimento* e li suddivide in:

- rifiuti sanitari pericolosi;
- rifiuti sanitari assimilati agli urbani;
- rifiuti sanitari pericolosi non a rischio infettivo;
- rifiuti sanitari pericolosi a rischio infettivo;
- rifiuti sanitari che richiedono particolari modalità di smaltimento;
- rifiuti da esumazioni e da estumulazioni, nonché rifiuti derivanti da altre attività cimiteriali, esclusi i rifiuti vegetali provenienti da aree cimiteriali;
- rifiuti speciali prodotti al di fuori delle strutture sanitarie, che come rischio risultano analoghi ai rifiuti pericolosi a rischio infettivo, con l'esclusione degli assorbenti igienici.

Ognuna di queste tipologie di rifiuti, la cui dettagliata elencazione e classificazione viene riportata negli allegati I e II del citato DPR 254/2003, necessita di trattamenti di smaltimento specifici. Va considerato che la maggior parte di questi possono considerarsi assimila-

bili ai rifiuti urbani, in genere circa il 75-90%, ed andranno gestiti come tali (raccolta differenziata, recupero, smaltimento, ecc.). La rimanente quota risulta classificabile come rifiuto speciale e, in parte, presenta caratteristiche di rischio (chimico, infettivo, ecc.) che la rende classificabile come rifiuto pericoloso. Tale classificazione avviene in considerazione del contenuto nel materiale/ rifiuto di sostanze (chimiche pericolose – rischio chimico) o in relazione al suo utilizzo in particolari aree della struttura sanitaria (ad esempio: reparti infettivi – rischio infettivo) o qualora contenga o sia venuto a contatto con materiali biologici potenzialmente a rischio infettivo (ad esempio: materiali che provengono da reparti di isolamento infettivo e che sono venuti a contatto con qualsiasi liquido biologico secreto od escreto dei pazienti o che siano contaminati da sangue o altri liquidi biologici che contengono visibilmente sangue, feci o urine di pazienti che si ritengono affetti da una patologia trasmissibile attraverso tali escreti).

Nel citato DLgs 205/2010 si riporta l'elenco dei rifiuti (che periodicamente viene rivisto), istituito dalla Decisione della commissione 2000/532/CE, con i relativi codici; nel caso del gruppo dei *Rifiuti prodotti dal settore sanitario e veterinario o da attività di ricerca collegate (tranne i rifiuti di cucina e di ristorazione non direttamente provenienti dal trattamento terapeutico)* il codice generale CER è indicato con il numero 18 seguito da due numeri, nel caso dei sottogruppi, o da quattro numeri, nel caso dello specifico rifiuto.

La situazione in Italia

Le attività inerenti le strutture sanitarie, per la loro peculiarità, comportano un sempre maggiore utilizzo di materiali monouso e, conseguentemente,

un aumento della produzione di RS, in particolare quelli considerati pericolosi a rischio infettivo (RSP-I). In genere le strutture con maggiori posti letto e con alto livello di specializzazione sono quelle che presentano una produzione di RS proporzionalmente maggiore [3-5]. La produzione di rifiuti da strutture sanitaria può presentare in genere valori fino ad una decina di kg/degente/giorno, con una composizione merceologica costituita per la maggior parte da rifiuti assimilabili agli urbani e con una produzione di rifiuti da avviare all'incenerimento di circa 0,5 fino a circa 2,5 kg per giorno e per posto letto occupato, a seconda delle caratteristiche della struttura. Di seguito si riportano alcuni dati che possono fornire, anche se relativi a singole realtà, una visione della situazione nazionale.

Valutazioni sulle Aziende sanitarie della Emilia Romagna, relativamente a vari parametri tra i quali produzione e tipologie di rifiuti sanitari, sono contenute nella linea guida approntata dalla regione per la gestione dei rifiuti e degli scarichi idrici delle strutture sanitarie [6]. Emerge che la produzione dei rifiuti sanitari speciali è rappresentata, per oltre il 95%, da quattro tipologie:

- pericolosi a rischio infettivo;
- sostanze chimiche non pericolose;
- sostanze chimiche pericolose;
- liquidi di fissaggio e sviluppo.

In particolare i RSP-I, analogamente ai rifiuti pericolosi a rischio chimico, rappresentano circa 1/4 dei rifiuti prodotti, ma incidono per circa il 60% sulla spesa di gestione; la loro produzione risulta essere pari a 1,9 kg per giorno di degenza ospedaliera (dati riferiti all'anno 2007). Altro dato interessante che emerge dallo studio è quello del risultato raggiunto in alcune Aziende che, con specifiche azioni di miglioramento, hanno contenuto sensibilmente la produzione di rifiuti, raggiungendo riduzioni anche del 25%.

L'analisi dei fattori produttivi dei RS ha evidenziato due essenziali aspetti su cui concentrare l'attenzione:

- corretta separazione dei rifiuti da parte degli operatori (in particolare carta, plastiche, svuotamento delle sacche per urine);
- idonea scelta dei contenitori (contenitori riutilizzabili che non sono inceneriti con i RSP-I, a differenza dei contenitori monouso).

Per la stessa Regione, dal rapporto sui rifiuti 2012 [7], si rileva che la produzione di rifiuti speciali sanitari delle strutture sanitarie pubbliche e private è stata (anno 2010) di 17.758 t (dei quali circa 81% RSP-I, circa 8,2% sanitari non pericolosi, circa 6,1% pericolosi a rischio chimico, circa 2,2% non pericolosi a rischio chimico, circa 2,9% altri rifiuti). Lo smaltimento di questi rifiuti è avvenuto per la quasi totalità negli impianti di incenerimento della regione.

Uno studio della Regione Sardegna ha mostrato che la produzione dei rifiuti sanitari nelle strutture pubbliche [8], è stata di circa 3.566 t, di queste circa 94% costituito da RSP-I, e che la produzione annuale di detti rifiuti per posto letto è stata di circa 605 kg/anno, il che comporta mediamente una produzione di circa 1,7 kg per posto letto giorno. Nell'anno in esame i rifiuti sanitari sono stati prevalentemente smaltiti mediante incenerimento (circa il 90%) mentre il restante è stato sottoposto a sterilizzazione.

Una indagine della Regione Veneto sulla produzione di RS nelle proprie strutture sanitarie, nel decennio 1998-2007 [5], ha rilevato una produzione di RSP-I che si è mantenuta sostanzialmente stabile con valori di circa 7,5 t, per l'anno 2007. Tuttavia, per il periodo in esame, si è registrato un aumento nella produzione di RSP-I per giorno di degenza, che è passato da circa 1 kg (1998) a 1,5 kg (2007); questo a causa della diminuzione dei giorni di degen-

za ma anche della non proporzionale riduzione nella produzione di rifiuti. Precedentemente, uno studio pilota, avviato nella stessa regione (1994), aveva stimato come riferimento per la produzione di RSP-I (CER 180103*) un valore ben differente: 0,5 kg per giorno di degenza. La quasi totalità di detti rifiuti (94,4%) è stata smaltita mediante incenerimento, prevalentemente in impianti operanti nella regione stessa; la percentuale rimanente è stata avviata alla sterilizzazione, pratica risultante in costante riduzione. Sempre relativamente all'anno 2007, nelle stesse strutture sanitarie, la produzione di rifiuti chimici pericolosi (CER 180106*) è stata di circa 276 t; di altri rifiuti chimici (CER 180107) è stata di circa 375 t; di medicinali citotossici e citostatici (CER 180108*) è stata di circa 78 t; di altri medicinali (CER 180109) è stata di circa 16 t.

In un rapporto tecnico dell'ISPRA/APAT si riporta un'analisi, relativa al triennio 2001-2003 [3], effettuata su di un campione di strutture sanitarie comprende gli ospedali delle ASL, le Aziende Ospedaliere della sanità pubblica e le Case di cura accreditate presso le ASL. In genere si tratta di strutture ospedaliere nelle quali vengono erogate prestazioni (visite diagnostiche, pronto soccorso, ecc.) anche a pazienti non ricoverati, ma che danno luogo alla produzione di rifiuti, seppure in quantità inferiori rispetto a quelle prodotte dai pazienti ricoverati. Emerge che la produzione dei rifiuti sanitari speciali pericolosi, prodotti per la maggior parte nei reparti di degenza, ha presentato un incremento di circa il 4% circa passando dal 2001 al 2004; di questi una percentuale compresa tra il 90% ed il 95% è costituita da RSP-I (CER 180103*). Anch'essi sono stati prodotti in quantità crescente (incremento 2001-2004 di circa il 5%), seguiti per produzione dai rifiuti pericolosi classificati con il codice CER

180106* (sostanze chimiche pericolose o contenenti sostanze pericolose). Il rapporto sottolinea inoltre come vi sia una più alta produzione specifica nei reparti di chirurgia e nelle strutture di maggiore grandezza. Altro aspetto interessante, del quale non è stata trovata una specifica spiegazione, è stato quello della sostanziale maggiore produzione specifica di RSP-I riscontrata nelle strutture pubbliche rispetto a quelle private. Infatti, nelle strutture pubbliche la produzione specifica media nel periodo 2001-2003 ammonta a circa 1,2-1,3 kg/posto letto al giorno mentre, nelle case di cura private accreditate, la produzione media risulta di circa 0,60-0,66 kg/posto letto al giorno. Analoga differenza è emersa per la produzione specifica per giornata di degenza; circa 1,5-1,8 kg/paziente per giorno di degenza per le strutture sanitarie pubbliche e circa 0,9-1,0 kg/paziente per giorno di degenza per le strutture sanitarie private. Detti rifiuti vengono prevalentemente smaltiti mediante incenerimento ed in minima parte (circa 0,4%) in discarica controllata.

L'annuale rapporto ISPRA sui rifiuti urbani, con riferimento all'anno 2012 [9] (ISPRA, 2013), riporta che la quantità di rifiuti inceneriti ammonta a circa 5,5 milioni di t, comprendenti: circa 2,6 milioni di t di rifiuti urbani indifferenziati, circa 1,9 milioni di t di frazione secca, circa 553.000 t di combustibile solido secondario (CSS) e circa 431.000 t di rifiuti speciali. Relativamente a questi ultimi: i rifiuti speciali pericolosi ammontano a circa 54.000 t, dei quali circa la metà sono costituiti da rifiuti sanitari. Viene inoltre confermata, in questo campo, la grossa disparità a seconda delle aree geografica; la maggior parte dei rifiuti di cui sopra vengono inceneriti nelle regioni del Nord (circa il 68%), con le maggiori quote (40%) nei 13 impianti della Lombardia e (17%) negli 8 impianti dell'Emilia Romagna.

Gestione e smaltimento

Secondo un manuale messo a punto dal Comitato Internazionale della Croce Rossa [2] (IRC, 2011), nonostante i rischi associati alla gestione dei rifiuti sanitari pericolosi siano relativamente ben noti e descritti in manuali e in letteratura, i metodi di trattamento e smaltimento richiedono risorse tecniche, economiche e normative che spesso, in alcuni Paesi nei quali si trova ad operare, risultano inadeguate. Lo stesso manuale suddivide i rifiuti sanitari pericolosi (RSP) in cinque categorie: taglienti, a rischio infettivo, farmaci e prodotti chimici, contenitori a pressione, radioattivi.

La corretta separazione dei diversi rifiuti, necessita di una raccolta differenziata all'interno della struttura sanitaria da praticarsi nello specifico luogo di produzione (reparti); questo al fine di consentirne lo smaltimento adeguato o il recupero, con importanti riflessi anche sulla economia di gestione. La gestione di questi rifiuti non può quindi prescindere dalla dotazione di idonee strutture e da una formazione e informazione del personale, problema che il responsabile della direzione sanitaria deve affrontare in maniera sistematica, organica e puntuale. La scelta dei contenitori (es. vetro, plastica, ecc.), le metodiche di stoccaggio, il livello igienico desiderato, determina le successive fasi di trattamento/smaltimento.

Una spinta differenziazione dei rifiuti, ed in particolare dei RPS-I, all'origine si riflette sulla quantità finale da smaltire e quindi sui costi finali di gestione; infatti spesso una parte di rifiuti assimilati agli urbani viene smaltita con i rifiuti a rischio infettivo con conseguenze economiche anche rilevanti. Uno studio sulla produzione di energia da fonte rinnovabile [10] riporta alcuni esempi, ripresi da indagini effettuate in aziende sanitarie nazionali, che evidenziano come in diversi casi si è riscontrato, negli appositi contenitori, una impropria commistione

di RSP-I con altri rifiuti. Tale situazione portava impropriamente alla attribuzione del codice CER 1080103* ad un quantitativo di rifiuti maggiore, anche del 30-40%, con conseguenti aggravii gestionali ed economici per l'Azienda Sanitaria.

A proposito del vetro, va ricordato che, a seguito della entrata in vigore del Regolamento UE n. 1179/2012 del 10/12/12 "*Recante i criteri che determinano quando i rottami di vetro cessano di essere considerati rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio*" (11 giugno 2013), il Ministero della Salute ha emanato una circolare applicativa (Prot. 0012632-03/06/2013 DGPRES-DGPRE-P) sullo smaltimento dei rottami di vetro provenienti dalle strutture sanitarie. La circolare chiarisce che l'esclusione al riutilizzo non deve intendersi riferita ai rifiuti costituiti da vetro assoggettato a raccolta differenziata, proveniente da strutture sanitarie, ma esclusivamente al vetro che viene smaltito come rifiuto pericoloso a rischio infettivo, (insieme agli altri rifiuti a medesimo rischio, nei contenitori dedicati). Pertanto, il vetro proveniente dalla raccolta differenziata effettuata presso strutture sanitarie deve essere assoggettato a operazione di recupero, al pari dei rifiuti urbani assoggettati a raccolta differenziata.

Per quanto riguarda lo smaltimento, il citato DPR 254/2003, all'art. 10, stabilisce che i RSP-I debbano essere smaltiti mediante incenerimento, tal quali o dopo essere stati sottoposti a sterilizzazione (artt. 7 e 9). Con il termine sterilizzazione si comprendono le operazioni necessarie per conseguire l'eliminazione di forme di vita microbiche. Dette operazioni possono essere effettuate mediante tecniche di tipo fisico (calore, radiazioni ionizzanti, microonde) o di tipo chimico (agenti chimici); in genere la sterilizzazione con mezzi fisici trova maggiore utilizzo. La sterilizzazione dei RSP-I trova applicazione in alcune strutture sanitarie in quanto consente

una semplificazione delle successive operazioni di trasporto e smaltimento. La maggior parte degli ospedali che applica tale sistema, effettua la sterilizzazione dei RSP-I in impianti localizzati all'interno del perimetro della struttura sanitaria. In tal modo detti rifiuti possono essere avviati in impianti di produzione di combustibili derivati dai rifiuti o direttamente utilizzati come mezzo per produrre energia, possono essere smaltiti in impianti di incenerimento di rifiuti urbani o in impianti di incenerimento di rifiuti speciali alle stesse condizioni economiche adottate per i rifiuti urbani. La possibilità, previa sterilizzazione, di utilizzare i RSP-I per la produzione di combustibili derivati da rifiuti desta non poche perplessità, in considerazione della loro eterogeneità che non sempre consente di definirne con certezza la specifica composizione (es. presenza di fluidi biologici, di sostanze volatili, di oggetti taglienti) e della possibilità di una loro non completa sterilizzazione o di riattivazione di attività biologica.

Per quanto riguarda l'incenerimento, va considerato che la composizione dei RS si riflette sul potere calorifico (PCI) e sulle possibili emissioni; si consideri infatti la presenza di particolari prodotti quali: mercurio, farmaci antiblastici, reattivi di laboratorio, plastiche di vario tipo costituenti materiali monouso, liquidi biologici, indumenti contaminati biologicamente, ecc. In genere questi rifiuti presentano PCI superiori a quelli riscontrabili per i rifiuti urbani; a titolo

indicativo si riportano in Tabella 1 alcuni valori orientativi di PCI, relativi ai principali prodotti che possono essere presenti nei rifiuti urbani e nei rifiuti sanitari avviati all'incenerimento.

Come già riportato, la normativa di settore impone che i RSP-I vadano smaltiti mediante incenerimento in impianti autorizzati; nel caso presentino anche altre caratteristiche di pericolo devono essere inceneriti solo in impianti per rifiuti pericolosi. Va evidenziato che l'incenerimento dei rifiuti sanitari è considerato una garanzia di sicurezza per la eliminazione della carica batterica comparabile ai più alti livelli ottenibili con la sterilizzazione [11]. Inoltre la sostanziale riduzione in peso e in volume dei rifiuti, ottenibile con l'incenerimento (e paragonabile a quella che si ottiene con i rifiuti solidi urbani o simili), rende questa pratica la migliore allo stato attuale. In casi particolari, mancanza di impianti adeguati al fabbisogno (inceneritori, impianti produzione combustibili derivati da rifiuti), previa autorizzazione del presidente della regione (avente validità temporanea sino al superamento delle condizioni di mancanza di impianti), questi rifiuti possono essere sottoposti al regime giuridico dei rifiuti urbani e alle norme tecniche che disciplinano lo smaltimento in discarica per rifiuti non pericolosi.

Schematizzando, le modalità di smaltimento si possono riassumere come in Tabella 2.

Nel caso di coincenerimento con rifiuti urbani (soluzione che trova larga ap-

Componente il rifiuto	Potere calorifico inferiore (kcal/kg)
residui di cucina e mensa	700-900
spazzatura in genere	1.500-2.000
carta (giornali, libri, ecc.), cartone	3.500
imballi, legname, potature, foglie	3.000
materiali monouso (siringhe, guanti, ecc.)	3.500-10.000
residui di medicazioni	2.000
residui patologici	1.000

Tabella 1. Valori indicativi di potere calorifico inferiore di componenti dei rifiuti ospedalieri.

Tabella 2. Modalità di smaltimento dei rifiuti ospedalieri.

Tipo di rifiuto sanitario	Modalità di smaltimento
Rifiuti sanitari pericolosi a rischio infettivo che presentano anche altre caratteristiche di pericolo	impianti di incenerimento per rifiuti pericolosi.
Rifiuti sanitari pericolosi a solo rischio infettivo	impianti, autorizzati, di incenerimento per rifiuti urbani e speciali; impianti di incenerimento dedicati.
Rifiuti sanitari sterilizzati	impianti di produzione di CDR; utilizzo energetico; impianti di incenerimento per rifiuti urbani o speciali; discarica (casi particolari).

plicazione), i rifiuti a rischio infettivo non devono essere mescolati con altre categorie di rifiuti, devono essere introdotti direttamente nel forno anche con caricamento contemporaneo con altri rifiuti; tale necessità non si ha nel caso di impianti di incenerimento dedicati. Le operazioni di caricamento al forno non devono comportare manipolazione diretta dei rifiuti, ovvero non si devono avere operazioni che esponano gli operatori ad un rischio infettivo.

Le prestazioni di un impianto di incenerimento risentono essenzialmente della tipologia fisica e chimica (pezzatura, potere calorifico, presenza di particolari inquinanti) della carica e non della classifica normativa del rifiuto avviato alla camera di combustione. Deve tuttavia considerarsi che nei rifiuti ospedalieri si ha in genere anche la presenza di alcuni prodotti particolari, quali ad esempio mercurio, che possono comportare la necessità di particolari attenzioni. Le emissioni atmosferiche prodotte dall'incenerimento dei RS risentono sostanzialmente dalla composizione del mix di rifiuti che può anche presentarsi sostanzialmente differente in relazione alle strutture di provenienza.

La presenza del mercurio, ormai da decenni abolito nelle batterie comuni, può permanere in alcune tipologie di batterie per uso specialistico (es. per apparecchi acustici), nelle lampade fluorescenti, in piccole apparecchiature medicali (termometri e sfigmomanometri), in alcuni

farmaci e disinfettanti (es. merbromina, timerosale, ecc.) e, contributo maggiore, nelle amalgame dentali provenienti da reparti odontoiatrici e da studi dentistici. Va ricordato che si ha da tempo una progressiva sostituzione, nel caso specifico dei termometri e sfigmomanometri, questo in conseguenza delle raccomandazioni della Organizzazione Mondiale della Sanità [1] e del regolamento (CE) n. 1907/2006, che alla voce 18a dell'allegato XVII vieta la commercializzazione dal 10 aprile 2014, di termometri per la misurazione della temperatura corporea, nonché di altri dispositivi di misura contenenti mercurio destinati alla vendita al grande pubblico [12].

Nel corso della combustione il mercurio subisce una serie di reazioni dando luogo a ossido, che decomponendosi in presenza di composti del cloro e dello zolfo porta alla formazione di cloruri e solfuro, ulteriori reazioni di ossidazione e di riduzione vengono anche favorite dalla presenza di ferro. In genere il suo abbattimento nelle emissioni viene effettuato mediante un mezzo adsorbente ad alta attività e superficie specifica, quale il carbone attivo. Temperature superiori a 250 °C riducono drasticamente il fenomeno adsorbimento-condensazione; al di sotto dei 150 °C si hanno invece buoni risultati. L'abbattimento dei metalli, oltre all'uso di carboni adsorbenti, può anche essere effettuato mediante reagenti quali: Na_2S , NaHSO_3 , trimer-

capto-triazina (TMT). In uno studio sulle emissioni effettuato su di un impianto di incenerimento dedicato ai rifiuti sanitari [13], dotato di forno rotativo e munito di sistema di abbattimento (costituito da: reagente alcalino per i gas acidi, carbone attivo, depolveratore costituito da filtro a maniche, sistema non catalitico per l'abbattimento degli ossidi di azoto, scrubber a umido finale), sono stati calcolati i fattori di emissione e le percentuali di rimozione dei metalli nei fumi. Per tutti metalli considerati, compreso il mercurio, si sono avute alte efficienze di abbattimento; condizione necessaria per il rispetto degli attuali limiti di emissione. Nella Tabella 3 si riportano dette efficienze di abbattimento ed i relativi fattori di emissione calcolati a monte e a valle dei sistemi di abbattimento.

Nel caso del coincenerimento di RSP-I con rifiuti urbani, la quantità di rifiuti sanitari aggiunti alla carica viene mantenuta, in genere, inferiore al 10% per ridurre il contenuto di Hg nella carica stessa e mantenere a valori bassi le concentrazioni di Hg ed altri eventuali inquinanti nelle emissioni.

Pur considerando che una attenta separazione dei rifiuti dei vari reparti può ridurre sensibilmente il problema delle emissioni a monte, tuttavia il contenimento delle emissioni di Hg deve essere previsto sostanzialmente nella messa a punto dell'efficacia del sistema di abbattimento dell'impianto di incenerimento; anche in considerazione del limite di emissione attualmente imposto dalla normativa (0,05 mg/Nm³) [14-16].

Considerazioni conclusive

Le attività che si effettuano nelle strutture sanitarie ed i livelli raggiunti nelle procedure di sicurezza comportano un sempre maggiore utilizzo di materiali sanitari monouso, di dispositivi di protezione individuale, di farmaci, disinfettanti e sterilizzanti, sostanze in genere, che vanno a incrementare, alla fine del loro utilizzo, la frazione di RSP-I da smaltire mediante incenerimento. I dati di produzione specifica per i RSP-I si differenziano a seconda delle attività e della grandezza della struttura sanitaria ed evidenziano un aumento negli anni, con valori maggiori per le strutture pubbliche (1,5-1,9 kg/giorno di degenza) rispetto a quelli delle strutture private (0,6-0,7 kg/giorno di degenza).

La possibilità di sterilizzare alcuni di questi rifiuti può semplificare alcuni aspetti gestionali; va tuttavia considerato che tale trattamento comporta delle criticità e che il successivo utilizzo di detti rifiuti nella produzione di combustibili derivati da rifiuti può presentare notevoli problemi dal punto di vista ambientale e sanitario.

Nella pratica dell'incenerimento dei rifiuti sanitari, a differenza dell'incenerimento dei soli rifiuti urbani, vanno ben considerati alcuni aspetti specifici, quali la presenza di particolari sostanze, come ad esempio il mercurio. Risulta quindi necessario approfondire la conoscenza della tipologia e composizione dei materiali avviati al circuito di smaltimento e ottimizzare le procedure di

Tabella 3. Efficienze di abbattimento e fattori di emissione per alcuni metalli pesanti a valle di un impianto di incenerimento dedicato ai rifiuti ospedalieri.

Metallo	Fattore emissione calcolato:		Efficienza abbattimento (%)
	a monte (g/t)	a valle (g/t)	
Cadmio (Cd)	1,65	0,0004	99,97
Cromo (Cr)	84,4	0,0008	99,99
Mercurio (Hg)	51,0	0,2	99,61
Nichel (Ni)	11,6	0,005	99,96
Piombo (Pb)	40,0	0,004	99,99

raccolta differenziata alla fonte, per isolare e trattare separatamente alcune frazioni specifiche o prevederne un diverso idoneo smaltimento separato. Una corretta impostazione della scelta dei materiali a monte e una attenta raccolta differenziata consente una successiva riduzione sostanziale delle possibili emissioni degli impianti di smaltimento ed una sensibile riduzione dei costi di gestione (minore utilizzo di reattivi, miglioramento qualitativo e quantitativo di rifiuti da avviare a discarica). A tale scopo è importante mettere in atto:

- una “progettazione” del rifiuto già nella scelta dei materiali e dei presidi (compatibilmente con le esigenze terapeutiche);
- una informazione e formazione del personale ai vari livelli;
- una messa a punto di un sistema gestionale dei rifiuti che consenta una loro chiara e precisa differenziazione nei vari reparti con una verifica costante del rispetto delle procedure;
- sistemi di raccolta e imballo che privilegino contenitori riutilizzabili (mantenendo la necessaria sicurezza sul rischio biologico, chimico e fisico);
- tecnologie che riducano i rifiuti (sistemi informatici, digitalizzazione delle immagini, ecc.).

Infatti affidare il contenimento delle emissioni ai soli sistemi di abbattimento comporta un aggravio nella conduzione degli impianti e nelle operazioni di smaltimento dei prodotti di abbattimento, sia dal punto di vista tecnologico che economico.

Bibliografia

1. WHO (2011) *Replacement of mercury thermometer and sphygmomanometers in health care. Technical guidance*. Edited by J.A.M. Shimrk et al.
2. IRC (2011) *Medical waste management*. International Committee of the Red Cross. Geneva.
3. APAT (2008) *Valutazione quali-quantitative sulla produzione e gestione dei rifiuti speciali sanitari*.
4. Milone A., Penna B., Bergero P. (2008) Quantificazione dei rifiuti sanitari pericolosi a rischio infettivo per macroaree di produzione – Esperienze in due strutture ospedaliere piemontesi. *RS Rifiuti Solidi* vol. XXII n. 4 luglio-agosto 2008, pp. 251-258.
5. Fior F. et al. (2009) La gestione dei rifiuti sanitari nella regione Veneto – Prime considerazioni sul monitoraggio dei dati relativi al periodo 1998-2007. *RS Rifiuti solidi* vol. XXIII, n. 6 novembre-dicembre 2009, pp. 384-391.
6. Emilia-Romagna (2009) *Linea guida per la gestione dei rifiuti e degli scarichi idrici nelle Aziende sanitarie della Emilia-Romagna*. BUR, luglio 2009.
7. Emilia-Romagna, ARPA (2012) *La gestione dei rifiuti in Emilia Romagna. Report 2012*. Bologna.
8. Sardegna (2011) *I rifiuti sanitari in Sardegna, anno 2010*.
9. ISPRA (2013) *Rapporto rifiuti urbani*. Edizione 2013. ISPRA, Rapporti n. 176/2013.
10. Martignon Giovanna (2010) *Rifiuti ed energia da fonte rinnovabile: normativa e dati quali-quantitativi riferiti alla situazione nazionale*. Rapporto ERSE, Milano.
11. Kanemitsu K., et al. (2005) Does incineration turn infectious waste aseptic? *Journal of Hospital Infection*, 2005, 60, pp. 304-306.
12. UE (2012) Regolamento Unione Europea N. 847/2012 della Commissione del 19 settembre 2012 recante modifica dell'allegato XVII del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) per quanto riguarda il mercurio.
13. Viviano G., Rubrichi G., Mastromattei L., Mazzone F. (1997) *Possibilità di contenimento delle emissioni e nuovi orientamenti legislativi: Esperienza su di Inceneritore di RSO*. Atti convegno “Utilizzazione Termica dei Rifiuti”, Abano Terme, 15-16 maggio 1997, pp. 277-284.
14. Fiore A., Lombardi F., Rubrichi G., Viviano G. (2000) *Pollutants distribution detected at the flue gases treatment facilities of the hospital waste incinerator of Rome*. Proc. World Congress on Waste Management, ISWA 2000, Paris 3-6 July 2000.
15. Alvim-Ferraz M.C.M., Afonso S.A.V. (2003) Incineration of different types of medical wastes: emission factors for gaseous emissions. *Atmospheric Environment*, 37, pp. 5415-5422.
16. Settimo G., De Folly A., Viviano G. (2007) *Valutazioni sull'incenerimento dei rifiuti sanitari*. Atti convegno “Ecomondo 2007”. Rimini, 7-10 novembre 2007, pp. 608-613.