

di Carlo Ciotti
PCV Forum

TERMOVALORIZZAZIONE DEL PVC: NON È UN PROBLEMA

La termocombustione del PVC è un sistema per il riciclo dei rifiuti che può essere validamente impiegato in alternativa al riciclo meccanico, grazie ai progressi tecnologici avvenuti in questi ultimi decenni.

Nei processi di combustione in generale, e quindi anche nell'incenerimento, a causa delle molte sostanze presenti possono essere prodotti microinquinanti, gas acidi e non, rifiuti solidi.

Fino a qualche anno fa si diceva che la colpa principale della pericolosità di queste emissioni era del PVC a causa della presenza di cloro, che avrebbe portato alla produzione di diossine, all'emissione di HCl e alla produzione di rifiuti solidi pericolosi per via della presenza di metalli pesanti tra gli additivi utilizzati nelle varie formulazioni.

Per questo immaginiamo che molti possano leggere criticamente quando si parla di termovalorizzazione come processo di smaltimento "sostenibile" anche per il PVC e per i suoi prodotti e quando si dichiara che l'impatto ambientale del PVC è almeno equivalente, se non inferiore, a quello degli altri materiali alternativi nelle varie applicazioni.

Tuttavia quando si criticano queste affermazioni non si considera che sono le migliorate conoscenze degli ultimi decenni sui sistemi di termocombustione, di sviluppo di tecnologie per la riduzione/abbattimento delle emissioni, per la riduzione e riciclo dei rifiuti solidi e l'utilizzo di nuovi additivi, che giustificano un risultato sorprendente per chi non ha seguito la suddetta evoluzione ma assolutamente naturale per chi ha approfondito e/o lavorato su questi aspetti.

Per meglio chiarire le ragioni per cui possiamo considerare la termocombustione del PVC una reale e possibile tecnologia da adottare come

alternativa al riciclo meccanico per risolvere ed ottimizzare la gestione del fine vita, approfondiamo i seguenti aspetti che si legano all'impatto ambientale della termocombustione:

- 1) la formazione di diossine;
- 2) l'emissione, il recupero ed il riciclo dei gas;
- 3) la riduzione dei rifiuti.

La formazione di diossine

Innanzitutto si deve considerare che ci sono molte attività o processi produttivi che emettono diossine la cui emissione non è legata, o è limitatamente legata, al ciclo produttivo del cloro-PVC.

Nonostante questo, pur non essendo il PVC l'unica sostanza presente nei Rifiuti Solidi Urbani (RSU) che contiene cloro - ci sono anche i rifiuti vegetali, alimentari e carta - il PVC è stato per lungo tempo accusato di essere la causa della produzione di diossine.

In realtà la produzione di diossine dipende più dalla qualità dell'incenerimento che dalla tipologia di materiali bruciati. Prima della metà degli anni Ottanta si riteneva che la presenza delle diossine nelle emissioni gassose degli inceneritori potesse derivare dalla loro formazione durante la combustione a partire da composti organici clorurati per clorurazione di composti organici presenti nei rifiuti o derivanti dalla pirolisi della lignina e delle sostanze cellulosiche in essi contenute. Queste ipotesi, formula-

te quasi trent'anni fa, furono per diverso tempo ritenute plausibili o comunque da non sottovalutare.

Per prevenire la formazione di questi microinquinanti si pensò di:

- ridurre il contenuto di sostanze organiche clorate nei rifiuti in modo da ridurre il contenuto in acido cloridrico nei fumi derivanti dalla combustione;
- abbattere l'acido cloridrico derivante dalla loro combustione all'atto della sua formazione nella camera di combustione mediante aggiunta di reagenti basici (carbonato o idrossido di calcio).

Successivamente fu accertato che la formazione delle diossine avviene principalmente sulle superfici di scambio termico della caldaia, alla temperatura di 300-400 °C, solo se sui tubi si depositano ceneri e prodotti di incompleta combustione di natura carboniosa (per esempio fuliggine), ed in presenza di cloruro di rame, che è inevitabilmente presente nelle ceneri assieme a molti altri composti metallici.

Per limitare la presenza di questi microinquinanti nelle emissioni gassose sono state messe a punto negli anni tecnologie che hanno permesso:

- il massimo completamento della combustione con opportuni dosaggio e distribuzione dell'aria comburente;
- il mantenimento di una temperatura e di un grado di turbolenza ottimale;
- il massimo grado di pulizia delle superfici di scambio termico, soprattutto nella zona della caldaia caratterizzata da temperature di esercizio dei fumi tra i 300 e i 400 °C (impiego di soffiatori di fuliggine più efficienti che migliorano anche il rendimento termico della caldaia);
- l'impiego di carboni attivi insieme a un assorbimento basico utilizzato per l'abbattimento dei gas acidi.

A fronte delle conoscenze dei meccanismi di formazione dei microinquinanti tipo diossine, la comunità scientifica, ormai unanimemente, ritiene che al PVC non possa essere addebitata la completa responsabilità della presenza di diossine nei fumi emessi dai termovalorizzatori.

A conferma di quanto sopra detto, ricordiamo il test fatto pochi anni fa presso l'inceneritore di RSU di Amburgo allo scopo di verificare l'impatto sulle emissioni di un aumento di PVC nell'alimentazione dei rifiuti. Al tempo delle prove la composizione dei rifiuti che venivano alimentati alla camera di combustione conteneva normalmente circa un 6% di materiale plastico e uno 0,7% di PVC. Come test comparativo, furono aggiunti circa 170 kg/h di PVC puro al normale flusso di rifiuti domestici inceneriti, raggiungendo così una concentrazione di PVC nel rifiuto urbano alimentato alla combustione di circa il 5%.

Le analisi sulle diossine durante questi test di co-incenerimento non mostrarono deviazioni significative in quantità e in distribuzione degli isomeri della famiglia diossine/furani ottenibile nella normale composizione dei rifiuti urbani inceneriti e nessuna influenza sulla qualità delle emissioni gassose.

In conclusione fin dalla seconda metà degli anni Ottanta il problema del contenimento delle emissioni dei microinquinanti organici e delle diossine, è stato considerato risolto a livello scientifico e tecnologico: un inceneritore che raggiunge temperature di 1.100 °C, che presenta un post

combustore, dove è garantito un tempo di contatto di 2 s, una concentrazione di ossigeno in uscita del 6%, una velocità elevata di raffreddamento fino a 250 °C, per evitare la "de novo" sintesi di diossine, e che abbia anche un catalizzatore di distruzione di diossine o un sistema adsorbente a carbone attivo, garantisce la riduzione di diossine fino a valori al di sotto dei limiti accettabili.

L'incenerimento dei rifiuti ha cominciato ad essere applicato in misura significativa e senza timori di alcun genere, tanto è vero che in molte grandi città europee sono stati realizzati inceneritori di elevata capacità in prossimità, se non addirittura all'interno, di centri abitati, come per esempio a Vienna, Zurigo, Londra e Parigi.

L'emissione, il recupero ed il riciclo dei gas

Oltre all'acido cloridrico (con o senza PVC) tra le emissioni degli inceneritori troviamo composti solforati e composti azotati.

Nel processo di combustione dei rifiuti in PVC l'HCl gas si forma dalla rottura della catena polimerica con conseguente rilascio del cloro che reagendo in fase gas forma HCl gassoso.

Anche in assenza di PVC, la combustione, a causa delle altre fonti domestiche di cloro presenti nei rifiuti, produce sempre HCl gassoso che deve essere abbattuto prima dell'emissione dei gas nell'atmosfera. Da sottolineare che l'abbattimento dell'HCl gas prima del suo invio a camino è facilitato dalle caratteristiche chimiche dello stesso, mentre è più difficile rimuovere le emissioni di SOx a cui dovrebbe essere imputato il maggior contributo alle piogge acide. Da considerare anche il contributo positivo del cloro presente nei gas di combustione: esso permette infatti di meglio catturare i metalli pesanti presenti nei rifiuti RSU riducendone le emissioni nell'ambiente.

Abbattimento dei gas

I gas acidi vengono per lo più neutralizzati aggiungendo sostanze alcaline per abbattere principalmente HCl e SOx, producendo così i relativi sali. La quantità di residui di neutralizzazione dipende dal tipo di tecnologia utilizzata (*dry, semi dry, wet, semi wet*).

Prendendo come esempio l'incenerimento dei Rifiuti Solidi Urbani, assumendo che il PVC sia indicativamente responsabile della metà della produzione di HCl mentre il legno, la carta e gli altri materiali presenti sono responsabili della produzione del resto, è stato valutato che:

- a) usando la tecnologia *wet* o *semi-wet* i residui prodotti, che sono presenti in quantità minore rispetto agli altri sistemi, possono essere addebitati al 50% alla SOx e al 50% al HCl. Al PVC presente negli RSU in questo caso è addebitabile solo il 25% dei residui di neutralizzazione prodotti;
- b) per la tecnologia *dry* o *semi dry* solo il 15% del totale dei residui è imputabile al cloro presente nel PVC contenuto dagli RSU.

I processi tradizionali di neutralizzazione, basati sull'utilizzo di calce idrata, prevedono l'invio dei residui in centri di stoccaggio per rifiuti speciali e/o pericolosi.

Oggi invece sono disponibili altri processi che permettono il riciclo di una buona parte dei residui di neutralizzazione; tra questi il processo NEU-

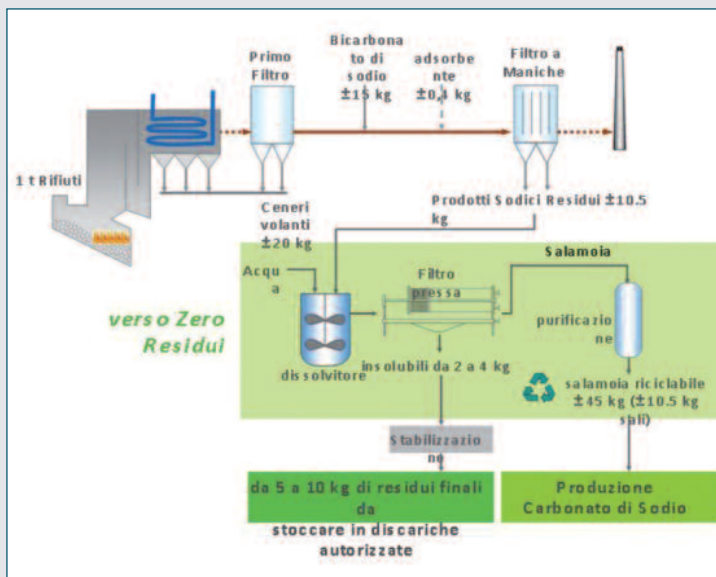


Fig. 1 - Il processo Solval®/Resolest®

TREC® che utilizza bicarbonato di sodio iniettato a secco nei fumi acidi, dopo averli fatti passare in un filtro elettrostatico per eliminare la maggior parte delle ceneri volanti. Il bicarbonato di sodio neutralizza gli acidi (acido cloridrico, anidride solforosa ecc.) e li trasforma in sali sodici (cloruro, solfato, fluoruro ecc.) che vengono catturati tramite una sezione di filtrazione e raccolti, mentre i fumi depurati possono essere dispersi in atmosfera. Da sottolineare che il bicarbonato di sodio contribuisce anche all'assorbimento di una buona parte dei metalli pesanti e delle diossine, se iniettato insieme al carbone attivo.

I sali di sodio generati dalla neutralizzazione dei gas acidi (Prodotti Sodici Residui - PSR), una volta raccolti nello stadio di filtrazione finale, possono essere recuperati in una piattaforma dedicata, dove sono disciolti in acqua, additivati per favorire la precipitazione dei metalli e sottoposti ad un'operazione di filtrazione. La fase insolubile viene inviata allo smaltimento mentre la fase solubile (salamoia), dopo essere stata ulteriormente purificata e rettificata, viene inviata nei cicli industriali per la produzione di carbonato di sodio, una materia prima particolarmente usata per esempio per produrre il vetro. Questo processo di recupero viene illustrato in Fig. 1. Un ulteriore sviluppo del processo di recupero (Revasol®), attualmente nella fase di pilota industriale, porta al riciclo anche della fase insolubile che, come prima detto, con il processo Solval®/Resolest® viene inviata allo smaltimento. In questo caso invece la fase insolubile viene recuperata per essere utilizzata come materiale da costruzione o sottofondi stradali (Fig. 2).

Il recupero del cloro come HCl

Parlando di diossine, abbiamo preso come esempio l'inceneritore di Amburgo.

Questo può essere preso anche come riferimento per il recupero di acido cloridrico ed un suo riutilizzo come acido muriatico (soluzione acquosa di HCl) in qualità di materia prima da utilizzare in altre attività industriali. L'inceneritore di Amburgo è dotato infatti, oltre che di sezioni

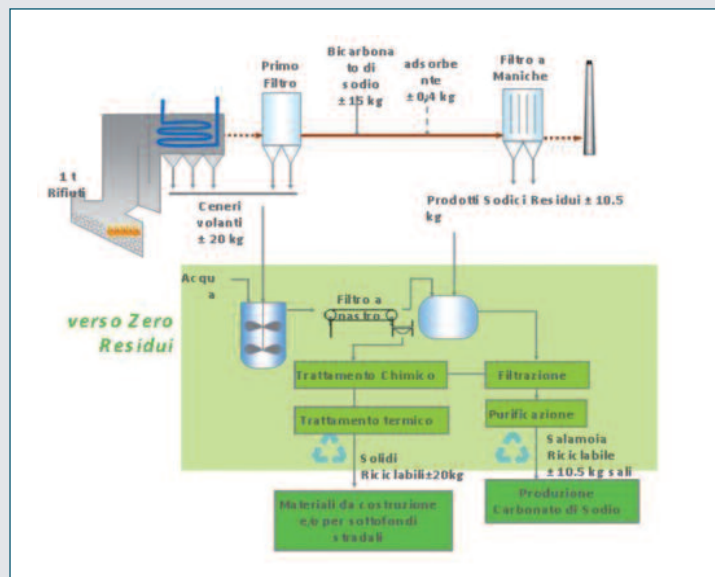


Fig. 2 - Il processo Revasol®

di trattamento di NOx, SOx anche di una sezione di purificazione dai clorurati. Lo stream gassoso, contenente ancora i clorurati prodotti dalla combustione, viene inviato ad una cosiddetta "colonna di rettificazione" dell'HCl dove viene prodotta una soluzione acquosa al 30% di acido cloridrico che può essere venduta all'industria chimica, al settore delle costruzioni o usata negli impianti per la produzione di energia.

La riduzione dei rifiuti

In conclusione un inceneritore per RSU produce 3 tipi di rifiuti: ceneri di fondo (o bottom ash), ceneri leggere (o fly ash) e residui di neutralizzazione. Le ceneri di fondo rappresentano la parte solida pesante residuo della combustione. Durante questa fase di combustione si formano inoltre particelle solide contenenti anche metalli che vengono trascinate dai gas prodotti; per evitare di essere rilasciate in atmosfera, le particelle solide devono essere assorbite o abbattute per essere tolte dalla fase gas inviata a camino. Quindi un primo step è quello di "catturare" le particelle solide tramite per esempio filtri meccanici o elettrostatici, si producono così le cosiddette "fly ash".

Il recupero di questa frazione insieme al recupero dei residui di neutralizzazione è possibile utilizzando processi di recupero e riciclo come i processi Resolest e Revasol illustrati precedentemente.

Il contributo del PVC alla produzione sia di *bottom ash* e *fly ash* è molto limitata ed è stimata intorno allo 0,5% delle ceneri totali prodotte. Sull'influenza della presenza di metalli pesanti nel PVC inviato a incenerimento e quindi sulla quantità di rifiuti prodotti si deve inoltre sottolineare:

- 1) il contributo in metalli pesanti dovuto al PVC è stato poco significativo se si eccettua il cadmio che però non è stato più volontariamente utilizzato, a partire dagli inizi degli anni 2000, da parte della filiera del PVC europea prima di essere proibito per legge a partire dal 2012;
- 2) formulazioni contenenti metalli pesanti nella stabilizzazione sono sempre meno utilizzate e sostituite con altre sostanze chimiche non pericolose secondo le indicazioni Reach.