

L. Genesio, C. Nati, G. Picchi - CNR

P. Garzone - ENEA

F. Armanasco, V. Fantini - RSE

DESCRIZIONE TECNICA

La combustione diretta di rifiuti è realizzata negli impianti di termovalorizzazione. A valle della raccolta differenziata il rifiuto indifferenziato in forma tal quale o trasformato in Combustibile Solido Secondario (CSS), a seguito di un Trattamento Meccanico Biologico (MBT) e termico, è incenerito in forni a griglia nella maggior parte dei casi (84%) e in misura minore (12%) e solo per il CSS, in impianti a letto fluido[1]. I termovalorizzatori moderni sono dotati di recupero energetico (impianti Waste to Energy – WtE) attuato con un ciclo a vapore, che opera solitamente a temperatura e pressione che sono limitati dalle problematiche di corrosione dei materiali causati dalla combustione di rifiuti. I termovalorizzatori possono disporre anche di un ciclo cogenerativo in cui l'energia termica di recupero è utilizzata per il teleriscaldamento urbano o per altri utilizzi industriali e civili (es. riscaldamento serre, piscine, ecc.). Il trattamento dei fumi prodotti dalla combustione è attuato con una catena ormai standard di impianti che nella maggior parte dei casi comprendono l'abbattimento degli ossidi di azoto tramite un impianto DeNO_x di tipo non catalitico (SNCR) che utilizza urea o ammoniaca iniettata in caldaia, o catalitico (SCR) che fa uso di un catalizzatore operante ad alta o bassa temperatura posto alla fine della catena di depurazione (tail end), l'abbattimento ossidi zolfo (DeSO_x) e dei gas acidi (HCl, HF), attuato con reattori a secco, semisecco o umido che utilizzano calce, latte di calce o soda, l'abbattimento di diossine e furani, attuato con reattori a carboni attivi e impianti SCR e l'abbattimento del particolato con presenza di metalli tossici in traccia, realizzato con depolverizzatori a elettrofiltro e/o a filtri a maniche.

Una delle maggiori criticità è la corrosione dei componenti della caldaia causata dalla combustione dei rifiuti urbani, che contengono cloro e metalli alcalini. Per ridurre la corrosione si utilizzano riporti di leghe a base nichel (es. lega 625) saldati sulle pareti membranate della caldaia o sui tubi dei banchi del passo convettivo, che sono i componenti più esposti alla corrosione.

Grazie alla loro flessibilità gli impianti di termovalorizzazione sono in grado di accettare anche combustibili diversi. Tra questi, vi è la biomassa lignocellulosica, che può essere mescolata in proporzioni variabili assieme ai rifiuti. La biomassa legnosa vergine (non chimicamente trattata) è una materia prima che può essere utilizzata come combustibile in normali impianti di combustione (stufe, caldaie) poiché considerata non inquinante in termini di emissioni (alla stregua dei combustibili fossili) nella cosiddetta co-combustione.

STATO DI AVANZAMENTO

Internazionale

Gli impianti di termovalorizzazione di rifiuti urbani con recupero energetico ("Waste to Energy", WtE) sono molto diffusi in Europa.

Nel 2012 in Europa erano presenti 480 impianti WtE per lo più di media taglia [2] [3], con un input di 59 Mton, pari al ca. 24% del totale dei RU prodotti [1].

La produzione di energia elettrica, atteso che la produzione specifica media è di ca. 0,75 MWh/ton, è stata di ca. 44 TWh, corrispondente ad una potenza media installata di ca. 5,5 GW.

Germania e Francia gestiscono, attraverso la termovalorizzazione, ca. il 50% dei rifiuti avviati a tale pratica in Europa [1].

Nazionale

Nel 2014, in Italia erano operativi 44 impianti di incenerimento per rifiuti urbani, 29 dei quali localizzati al Nord (13 nella regione Lombardia), 8 al Centro (5 in Toscana e 3 nel Lazio) e 7 al Sud [1]. Gli inceneritori di Statte e Tolentino non sono più operativi, e gli impianti di Vercelli, Venezia e Bolzano (costruito nel 1988) hanno trattato rifiuti solo per alcuni mesi del 2014. I rifiuti urbani, comprensivi della frazione secca e del CSS di origine urbana, avviati a incenerimento, sono stati nel 2014 oltre 5,1 milioni di tonnellate [1], con una flessione, rispetto al 2013, del 4,5%. La percentuale di incenerimento in relazione alla produzione di rifiuti urbani è stata, nel 2014, il 17,4% contro il 18,2% del 2013 [1]. Dei 44 impianti operativi in Italia, nel 2014, 12 sono dotati di ciclo cogenerativo; questi ultimi hanno trattato 2,2 milioni di tonnellate di rifiuti con un recupero sia di energia termica che elettrica di quasi 1,6 milioni di MWh. I 32 impianti dotati di sistemi di recupero energetico elettrico hanno incenerito oltre 4 milioni di tonnellate di rifiuti, recuperando quasi 3 milioni di MWh di energia elettrica [1].

TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVEL)

La termovalorizzazione dei rifiuti è una tecnologia matura e consolidata a livello commerciale.

RELAZIONE CON LE FONTI ENERGETICHE

Rifiuti Urbani (RU) e speciali (RS).

■ VERSATILITÀ (CAPACITÀ DI IMPATTARE SU PIÙ SETTORI)

- Raccolta differenziata rifiuti urbani
- Teleriscaldamento aree urbane
- Teleriscaldamento per usi industriali e civili (es. serre, piscine, edifici pubblici)
- Recupero di materiali ferrosi e non ferrosi.

■ POTENZIALE DI DIFFUSIONE IN AMBITO NAZIONALE

La diffusione della tecnologia di termovalorizzazione dei rifiuti urbani sarà influenzata in modo opposto da diversi fattori. La produzione di rifiuti è normalmente correlata al PIL di un Paese. In Italia nel 2010 il rapporto tra la crescita della produzione annua di rifiuti e la crescita del PIL era pari a 1, mentre l'obiettivo fissato per il 2020 è di portare questo rapporto a 0,95. L'aumento del riciclo dei materiali a seguito della crescita della raccolta differenziata, che è prevista per i prossimi anni, tenderà a ridurre la quantità di rifiuto indifferenziato che alimenta i termovalorizzatori e nel medio-lungo termine il fabbisogno di incenerimento richiesto. D'altro canto la riduzione del conferimento in discarica dei rifiuti indifferenziati, ancora molto elevato in Italia se confrontato con la media dei paesi europei di riferimento, porterà ad un incremento del rifiuto da incenerire nei termovalorizzatori. Il decreto "Sbocca Italia" del 2014, convertito poi dalla legge 164/2014, ha espresso la necessità di individuare dei siti dove localizzare nuovi impianti di incenerimento per soddisfare il fabbisogno di trattamento di rifiuti non riciclabili. Nel medio periodo il fabbisogno di incenerimento che sarà richiesto in Italia dipenderà da quale dei fattori sopra menzionati prevarrà, influenzando di conseguenza sulla costruzione o meno di nuovi impianti e sulla ricerca e sviluppo di soluzioni tecnologiche. In un'ottica prudenziale dal punto di vista dell'utilizzo energetico di questa fonte, si può assumere che i due effetti si compensino e che, in un orizzonte temporale al 2030, l'energia primaria disponibile come rifiuto si mantenga costante e che si verifichi un lieve aumento di produzione elettrica, grazie al miglioramento tecnologico sia in termini di efficienza elettrica che di fattore di disponibilità degli impianti.

■ IMPATTO E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Il principale impatto ambientale dei termovalorizzatori è legato alle emissioni gassose. I moderni termovalorizzatori sono dotati di sistemi di filtrazione dei gas acidi, del particolato e delle diossine/furani all'avanguardia, che consentono di raggiungere livelli di emissione ben inferiori ai limiti richiesti dalla normativa nazionale e da alcune normative regionali più stringenti. I principali rifiuti solidi dell'impianto sono costituiti dalle scorie della combustione dei rifiuti, che sono in parte riutilizzate per fini civili (es. sottofondi stradali) e dalle ceneri volanti catturate dai depolverizzatori, che sono stoccate nelle discariche per rifiuti speciali con impatti inesistenti o trascurabili sul territorio.

Emissioni CO₂/MWh

Rifiuti: 1,27 tCO₂/ MWh, al lordo della CO₂ che verrebbe emessa a causa della decomposizione dei rifiuti stessi [5].

Emissioni CO₂/MWh evitate

L'impiego efficace delle fuel cell come tecnologia di Rifiuti: 0,82÷1,33 tCO₂/MWh evitate, al lordo della CO₂ che viene emessa nella termovalorizzazione [4][5].

■ EFFICIENZA, TEMPO DI VITA E RENDIMENTO PREVISTI

Il parco dei termovalorizzatori attualmente esistenti sul suolo nazionale ha un'efficienza media di recupero energetico del 20-30%. I termovalorizzatori più recenti hanno un'efficienza superiore al 25% con una punta di eccellenza del 29% del termovalorizzatore di Brescia.

La vita di progetto degli impianti di termovalorizzazione è di 20 anni.

PAYBACK TECNOLOGICO, DI INVESTIMENTO E DI OPERATION AND MAINTENANCE PREVISTO

Payback dell'investimento: 9-10 anni [6]

Costo specifico di investimento:

- termovalorizzatori di media taglia (380.000 t rifiuto incenerito/anno) con ciclo cogenerativo 4970 €/MWh [6]
- termovalorizzatori di grande taglia (615.000 t rifiuto incenerito/anno) senza ciclo cogenerativo 3870 €/MWh [7]

Costo O&M/costo investimento: 8-10% [6].

PRINCIPALI OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Generale carenza nella preparazione universitaria ingegneristica integrata energetica e chimica specifica per il settore, che è necessaria per la progettazione e la conduzione moderna ed efficiente degli impianti di incenerimento dei rifiuti.

POTENZIALITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO IN AMBITO NAZIONALE E IMPATTO SUL PIL

In Italia esistono diverse potenzialità di ricerca per lo sviluppo tecnologico del settore schematicamente riconducibili alle seguenti tematiche:

- sviluppo di nuovi cicli a vapore a più alta efficienza per i termovalorizzatori
- sviluppo di nuovi materiali a basso costo e di tecniche di applicazione per la protezione dalla corrosione della caldaia dei termovalorizzatori
- sviluppo di nuovi sistemi integrati di filtrazione dei fumi efficienti e a basso costo (es. integrazione dei catalizzatori per l'abbattimento delle diossine nei filtri a maniche di depolverizzazione).

Il decreto "Sbocca Italia" del 2014, convertito poi dalla legge 164/2014, ha espresso la necessità di individuare dei siti dove localizzare nuovi impianti di incenerimento per soddisfare il fabbisogno di trattamento di rifiuti non riciclabili. Il 29/07/2015 è stata emanata una bozza di Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri [8] in cui è ipotizzata la realizzazione di dodici nuovi impianti di incenerimento sul territorio nazionale in grado di trattare il fabbisogno residuo totale di 2,5 Mt/anno. Considerando i termovalorizzatori di ultima generazione con alta efficienza di recupero energetico (ca. 30%), la potenza elettrica complessiva che potrà essere installata nei prossimi anni (in Italia intercorrono tipicamente 8-10 anni tra l'autorizzazione alla costruzione e l'inizio dell'esercizio dell'impianto) in questo settore sarà pari a circa 375 MWe con un corrispondente aumento di occupati negli impianti di circa 700 unità a cui sommare un ulteriore 20% dell'indotto.

POTENZIALITÀ DI ESPORTAZIONE DELLA TECNOLOGIA

L'industria italiana è presente nel settore principalmente con la progettazione e la costruzione di caldaie (Ansaldo Caldaie, Ruths) per inceneritori, con la realizzazione di rivestimenti anticorrosione nelle caldaie e con la realizzazione di alcuni sistemi di trattamento degli effluenti gassosi e liquidi degli impianti.

Le tecnologie di realizzazione di caldaie ad alta efficienza per termovalorizzatori e di sviluppo e applicazione di rivestimenti innovativi per la protezione dalla corrosione sono esportabili all'estero.

L'impatto sul PIL nazionale è stimato in 0,03÷0,05%.

POSSIBILI RICADUTE PER IL SISTEMA INDUSTRIALE, DEI TRASPORTI, RESIDENZIALE E NEL TERZIARIO

I termovalorizzatori, dotati di ciclo di recupero energetico cogenerativo, possono avere un forte impatto sulle emissioni del settore residenziale urbano in quanto, grazie alla rete di teleriscaldamento collegata all'impianto, riducono drasticamente le emissioni gassose inquinanti e non filtrate degli impianti di riscaldamento residenziali e consentono un risparmio energetico ed economico.

MAGGIORI ATTORI ITALIANI COINVOLTI

Utilizzo della tecnologia

- A2A – gestione di termovalorizzatori di rifiuti urbani (n° 4) di media e grande taglia, gestione della raccolta differenziata, di discariche e di reti di teleriscaldamento
- Gruppo HERA - gestione di termovalorizzatori di rifiuti urbani di media taglia (n° 7), gestione della raccolta differenziata e di discariche
- ACEA - gestione di termovalorizzatori di rifiuti urbani e scarti industriali (media taglia)
- REA - gestione di termovalorizzatore rifiuti urbani di media taglia
- Gruppo Falck - gestione di termovalorizzatore rifiuti urbani di media taglia
- TRM - gestione di termovalorizzatore rifiuti urbani di media taglia
- IREN - gestione di termovalorizzatore rifiuti urbani di media taglia.

Sviluppo della tecnologia

- ANSALDO CALDAIE – costruzione di caldaie per termovalorizzatori di rifiuti urbani
- RUTHS - costruzione di caldaie per termovalorizzatori di rifiuti urbani
- Turboden Costruzione di turbogeneratori di tipo Rankine a Fluido Organico.

ECCELLENZE IN TERRITORIO NAZIONALE

ENEA: processi e tecnologie di termotrattamento (pirolisi, gassificazione e combustione) per il recupero di materia ed energia da rifiuti, costi di investimento e di gestione dei termovalorizzatori nazionali, modelli di gestione integrata dei rifiuti, studi su trattamenti finalizzati al recupero/riciclaggio dei prodotti a fine vita

Politecnico di Milano - Laboratorio Energia Ambiente Piacenza (LEAP): studi su nuovi modelli impiantistici per lo smaltimento dei rifiuti e il recupero energetico, studi sui combustibili da biomasse e rifiuti

Politecnico di Torino: studi su nuove configurazioni impiantistiche per la termovalorizzazione dei rifiuti

2° Università di Napoli, Dipartimento di Scienze Ambientali: studi sugli impianti a letto fluido e di gassificazione dei rifiuti urbani e industriali

RSE: Sviluppo di metodi diagnostici per la corrosione.

BEST PRACTICES

Il termovalorizzatore di Brescia è in esercizio dal 1998, incenerisce 750.000 t/anno di rifiuti e biomassa, produce 600 GWh elettrici/anno e 800 GWh termici/anno per il teleriscaldamento della città. È considerato uno degli impianti più avanzati e ha conquistato l'Industry Award come miglior inceneritore del mondo assegnatogli nel 2006 dal Waste to Energy Research and Technology Council (Columbia University, New York). L'efficienza del recupero energetico è del 29 % ed è tra le più alte nel settore a livello mondiale.

L'inceneritore di Amsterdam, in esercizio dal 2007, è tra i più grandi e moderni inceneritori a livello mondiale. Incenerisce 530.000 t/anno di rifiuti urbani e detiene il record (30,6%) di efficienza del recupero energetico [4], che è ottenuto sia con un ciclo a vapore (125 bar, 440-480 °C) molto efficiente per i termovalorizzatori, sia con una notevolissima protezione anticorrosione, attuata con un riporto di circa 1000 m² di superlega base nichel (Inconel 625) sulle superfici interne della caldaia.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- [1] ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani – Edizione 2015
- [2] CoolSweep - D 1.2 Global analysis of the Waste-to-Energy field (2014)
- [3] Frost & Sullivan (<http://www.environmental.frost.com>), intitolata "European Waste to Energy Plant Market" (2013)
- [4] M. van Berlo, "Value from Waste", Amsterdam's 4Year Experience with High-Efficiency Waste-to-Energy, marzo 2011
- [5] A. Bonomo, "La termovalorizzazione dei rifiuti in Italia: l'esperienza di esercizio e l'applicazione delle nuove tecnologie", Milano 22 settembre 2006
- [6] S. Consonni, G. Lozza, E. Macchi, C. Dainese, "Benefici dei sistemi integrati Termovalorizzatori - Cicli a combustione fossile", LEAP - Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza, 2007
- [7] S. Malvezzi, L. Zaniboni, "The first years of activity of a large-scale WTE unit in Acerra, Italy", Sardinia 2013, S. Margherita di Pula, ottobre 2013
- [8] Schema di decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri di individuazione della capacità nazionale di trattamento dei rifiuti da parte degli impianti di incenerimento ai sensi dell'art. 35, comma 1, del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito con modifiche dalla legge 11 novembre 2014, n.164