

Digestore multistadio modulare per il recupero di energia e biocombustibili dai rifiuti

*Valerio Paolini, Marco Segreto e Francesco Petracchini
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)*

Secondo il rapporto ISPRA del 2016, la produzione dei rifiuti urbani indifferenziati è diminuita anche a fronte di un aumento della raccolta differenziata. In particolare, il 43 % della raccolta differenziata è composta da FORSU (Frazione Organica Solidi Urbani). Il tema dello smaltimento della FORSU è rilevante e ben conosciuto, legato principalmente alla necessità di lavorare immediatamente il rifiuto data la natura putrescibile di questa. La FORSU va intesa come un sottoprodotto da cui recuperare risorse quali l'energia e le sostanze nutritive. Per il conseguimento di tale obiettivo, la digestione anaerobica è particolarmente vantaggiosa, in quanto permette di recuperare il potenziale energetico della FORSU sotto forma di un biocombustibile gassoso (il biogas), sia di recuperare i nutrienti quali azoto e fosforo che rimangono nel digestato. Il digestato ottenuto può successivamente essere avviato al compostaggio.

In questo contesto, l'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR IIA) ha sviluppato un reattore multistadio modulare per migliorare l'intero processo, in collaborazione con il consorzio ABN nell'ambito del progetto SMARTGRID, finanziato dalla Regione Calabria. Questa metodologia è stata sviluppata per rispondere a due necessità in apparenza poco conciliabili: convertire i rifiuti urbani in un ammendante solido di alta qualità e contemporaneamente sfruttare al meglio il potenziale energetico contenuto nei

rifiuti stessi. Un ammendante ottimale infatti deve essere allo stato solido e deve rilasciare azoto e acqua nel terreno in maniera lenta, per evitare dilavamenti e inquinamento delle falde acquifere. D'altro canto, le maggiori rese nella produzione di biogas da digestione anaerobica si hanno in presenza di biomassa altamente diluita in acqua. Per ottenere entrambi gli obiettivi, si è utilizzata una configurazione a due stadi: Nel primo stadio il potenziale energetico dei rifiuti viene trasferito in una frazione liquida sotto forma di "volatile fatty acids" (acidi grassi volatili) o VFA, che sono poi convertiti in metano in un secondo stadio ad elevata efficienza. I nutrienti sono mantenuti nella frazione solida sotto forma di azoto ammoniacale e di fosfati, trattenuti per mezzo delle zeoliti naturali.

Il prototipo permette di convertire la frazione organica dei rifiuti in compost e biometano, riducendo i consumi idrici ed energetici tramite una innovativa metodologia. Il materiale viene innanzitutto avviato alla digestione anaerobica. La digestione anaerobica è suddivisa in due stadi: un primo stadio di tipo dry in cui avviene idrolisi ed acidificazione, ed un secondo stadio wet in cui avviene la metanogenesi. Il percolato del primo stadio viene continuamente raccolto, riscaldato, miscelato e ricircolato. Successivamente, il percolato liquido del primo stadio viene avviato al secondo stadio (metanogenesi) per la produzione di biogas. Questo secondo stadio viene realizzato all'interno di un digestore ad alta efficienza, sfruttando il fatto che il materiale si trova allo stato liquido. Le acque

in uscita dal secondo stadio vengono trattate con zeoliti naturali per la rimozione dell'azoto e successivamente reimmesse in circolo nel primo stadio. Il digestato solido ottenuto al termine del primo stadio viene trattato con un processo aerobico per la produzione di compost. Durante il compostaggio, aria atmosferica viene continuamente ventilata verso la biomassa, e l'aria in uscita viene trattata in un biofiltro per abbattere gli odori. Parte delle acque in uscita, a valle della metanogenesi e della rimozione di azoto, sono utilizzate per stabilizzare l'umidità della biomassa nella fase di compostaggio e per mantenere umido il biofiltro.

In sintesi, all'interno delle biocelle, la biomassa viene idrolizzata e suddivisa in due substrati: una frazione liquida (percolato) nel quale viene concentrato il potenziale energetico, ed una frazione solida (digestato) arricchita di nutrienti. Successivamente, solo la frazione solida subisce il processo di compostaggio, che viene condotto all'interno della stessa biocella, garantendo una riduzione dei costi operativi e delle difficoltà logistiche. Il percolato viene invece avviato al successivo stadio di metanogenesi, con un notevole incremento delle rese energetiche

anche grazie alle cinetiche più rapide dei substrati liquidi. Il refluo ottenuto viene depurato dall'azoto presente tramite l'uso delle zeoliti naturali, e può essere reimmesso nella prima fase, riducendo il consumo idrico e i costi del processo.

Il biogas prodotto può essere utilizzato tal quale per produrre energia elettrica e termica oppure può essere convertito in biometano per il successivo utilizzo nella rete del gas naturale o come combustibile per autotrazione. Il prototipo realizzato è un modello di "impianto di comunità". Infatti, oltre ad essere strettamente connesso al distretto in cui è inserito in termini logistici, esso fa ricadere i benefici della produzione energetica all'interno della stessa comunità: l'impianto, occupando un'area di modeste dimensioni, potrà essere allocato all'interno delle stesse isole ecologiche nelle comunità locali coinvolte, fornendo direttamente ad esse un apporto energetico e riducendo i costi di trasporto e gestione del rifiuto. Nella sua attuale configurazione, il prototipo occupa un'area di 25x18 metri, ed è in grado di trattare fino a 75 kg al giorno di FORSU, gestendo la produzione di 200-400 abitanti e producendo 1.8-2.9 kW termici, sufficienti a rendere



Taglia la bolletta energetica con la cogenerazione.

Risparmi fino al 30 per cento con ritorno sull'investimento in meno di 4 anni.

2G. Cogenerazione.

2G Italia Srl | Via della Tecnica 7 | 37030 Vago di Lavagno (VR)
Tel. +39 045 83 40 861 | info@2-g.it | www.2-g.it

l'intero sistema totalmente autonomo.

Questo reattore permette di ottenere diversi vantaggi rispetto ad altre soluzioni impiantistiche. Infatti gli attuali impianti e processi di digestione anaerobica con ricircolo del percolato possono determinare alcuni problemi, in quanto condizioni di stress nella prima fase (basso pH e concentrazione elevata di VFA) potrebbero determinare l'avvio di percorsi fermentativi inefficienti che possono inibire l'idrolisi e contribuire all'accumulo di ammoniaca o di composti metabolici recalcitranti e potenzialmente tossici. La specifica configurazione dell'impianto basata sulla combinazione di biocelle, vasche di raccolta e diluizione del percolato e moduli di denitrificazione permette di evitare l'accumulo di tali composti senza dover introdurre acqua di diluizione: come conseguenza, si mantengono elevati valori di potenziale di biometanazione e si riducono i costi legati allo smaltimento di reflui acquosi.

Dal punto di vista gestionale, è possibile variare liberamente la quantità di materiale organico in ingresso al digestore, semplice-

mente aumentando o diminuendo il numero di biocelle utilizzate nel primo stadio. Questo rende possibile trattare materiale organico con grande variazione stagionale nella produzione. Un esempio è costituito dai rifiuti urbani prodotti in luoghi con popolazione variabile in base alla stagione, come le località turistiche. Inoltre, a differenza di quanto avviene negli attuali impianti, le biocelle sono utilizzate direttamente per effettuare anche il compostaggio del digestato solido al termine della fase di idrolisi. Di conseguenza il digestato solido prodotto non deve essere movimentato dal digestore anaerobico alla compostiera: questo permette di evitare l'emissione di odori sgradevoli e gas climalteranti, nonché di ridurre significativamente i costi impiantistici.

Il prototipo, dopo essere stato realizzato e testato nei laboratori del CNR IIA per circa 2 anni, è stato trasferito ed installato nell'isola ecologica del comune di Cleto (CS). Nella stessa isola ecologica, al momento è in fase di realizzazione un secondo impianto di dimensioni maggiori, nel corso del progetto FORUM, anch'esso finanziato dalla Regione Calabria.

