

Produzione e valorizzazione del biogas di discarica

Mario Gazzola, MARCOPIURO ENVIRONMENTAL GROUP

La discarica per rifiuti è equiparabile ad un bioreattore in cui, a seguito dello stoccaggio dei rifiuti solidi, si ha una degradazione chimico/fisico/biologica ad opera delle reazioni chimiche e delle attività biologiche che si generano.

La degradazione biologica dei rifiuti solidi è considerata il principale meccanismo mediante il quale il rifiuto si decompone, ovvero la trasformazione della materia effettuata da microrganismi viventi, quali i batteri, che generano metano e anidride carbonica attraverso tre distinte fasi:

1. Decomposizione aerobica: lenta degradazione della parte organica da parte dei microrganismi generando dei composti organici elementari quali CO_2 e H_2O ;
2. Decomposizione anaerobica acidogena: consumo completo di ossigeno; in tale fase i batteri decompongono il rifiuto nelle molecole elementari quali idrogeno, ammoniaca, anidride carbonica e acidi organici;
3. Decomposizione anaerobica metanigena: in quest'ultima fase di decomposizione, i batteri metanigeni formano metano utilizzando idrogeno e gli acidi prodotti nella fase 2. Questa è la fase in cui vi è produzione di metano in maniera esponenziale fino a giungere un livello costante pari a circa il 50% di concentrazione della miscela di biogas come avanti evidenziato.

In fase metanigena avanzata, il biogas generato dalla degradazione dei rifiuti organici è costituito da una miscela avente una composizione chimica pari a circa il 50% di metano, 35% di anidride carbonica, 10% di azoto, 4% di ossigeno, tracce di acido solfidrico e altri composti organici volatili. L'eliminazione delle emissioni del biogas, ovvero il loro

recupero a fini energetici, è dato essenzialmente dalle seguenti motivazioni:

- salvaguardia ambientale gestendo la discarica in sicurezza, minimizzando la pericolosità dell'area di discarica dovuta alla presenza di un gas combustibile quale è il metano;
- ridurre il più possibile l'emissione in atmosfera e nell'area limitrofa alla discarica di odori molesti che possano creare eventuali disturbi agli abitanti residenti nelle vicinanze;
- la possibilità che ha il biogas di migrare orizzontalmente nel sottosuolo, percorrendo senza difficoltà anche distanze considerevoli, genera il rischio di esplosioni e/o incidenti con danni potenzialmente rilevanti a persone e a cose; inoltre, la migrazione orizzontale del biogas può generare l'inquinamento dei corpi idrici superficiali incontrando eventuali falde acquifere sotterranee, oltre a causare effetti negativi sulla vegetazione;
- l'emissione incontrollata del biogas in atmosfera contribuisce all'innalzamento delle concentrazioni di metano e anidride carbonica, entrando in conflitto con quanto previsto dagli accordi del Protocollo di Kyoto circa la riduzione sistematica di tali componenti in atmosfera.

Nella *tabella 1* si riportano le caratteristiche chimico/fisiche dei principali componenti del biogas:

Le sostanze su indicate possono costituire un problema serio per il trattamento termico finale del biogas, potendo generare la produzione di sottoprodotti potenzialmente pericolosi per l'ambiente; di tutto ciò si tiene necessariamente conto durante la fase di progettazione e costruzione dell'impianto. Per evitare dispersioni nel sottosuolo e nell'aria (con relativo rischio di esplosioni), diffusione di odori molesti e danni alla vegetazione, il biogas viene raccolto mediante un'apposita rete di captazione. Il sistema di estrazione è costituito da una serie di pozzi verticali, dai quali si dipartono a raggiera delle tubazioni fessurate, disposte orizzontalmente in modo da raggiungere tutto il corpo della discarica; la pressione alla quale sono sottoposti i gas all'interno del corpo della discarica ne permette la raccolta e l'asportazione.

Il biogas così raccolto può essere convogliato tramite un collettore principale ad una centrale a gas per la produzione di energia elettrica e teleriscaldamento. Da notare che il metano contenuto nel biogas sarebbe altrimenti destinato a disperdersi in atmosfera ed il metano è un gas ad effetto serra 7 volte più attivo dell'anidride carbonica!

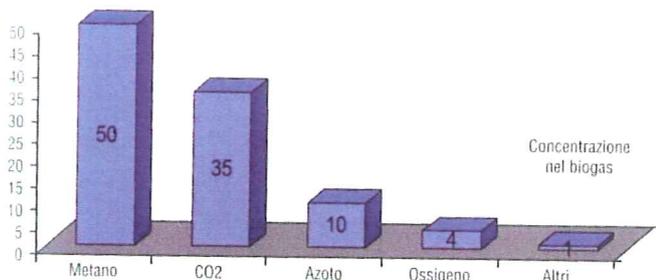


Figura 1. Composizione del biogas

Per la captazione del biogas possono essere usati sistemi "attivi" o "passivi". Con i sistemi attivi si fornisce artificialmente un gradiente di pressione mediante soffianti o compressori. Nei sistemi passivi si sfrutta, invece, il gradiente di pressione che si instaura naturalmente all'interno della discarica, a seguito dei processi di generazione di biogas. La tipologia dell'impianto di captazione da adottare dipende principalmente dalle caratteristiche della discarica e dall'utilizzo che viene fatto del biogas raccolto. I sistemi a captazione "attiva" sono generalmente più efficienti di quelli "passivi". I condotti di estrazione del biogas sono, normalmente, distribuiti uniformemente su tutta la superficie della discarica, in modo da evitare zone di ristagno per i gas; la loro spaziatura reciproca e la profondità di immersione dipendono dalle condizioni operative e di progetto della discarica.

Le tecniche di controllo e trattamento applicabili ad una discarica comprendono:

- Purificazione del biogas
- Combustione del biogas

La distruzione dei composti organici attraverso la combustione può avvenire senza recupero di energia (ad esempio con l'impiego di torce), oppure con produzione di energia elettrica, utilizzando allo scopo turbine a gas, o motori a combustione interna. Quest'ultimo sistema è quello comunemente adottato in Italia. Il biogas può anche essere usato per fornire l'energia termica necessaria ad una caldaia per produrre vapore.

La captazione e l'utilizzo del biogas per recuperare energia dai rifiuti smaltiti in discarica svolgono anche un'importante compito nei confronti della riduzione delle emissioni di gas serra. Si può, infatti, valutare il vantaggio ambientale



Foto 1. L'impianto di Borgo San Donnino

ottenibile considerando la maggior quantità di gas serra che verrebbe immessa nell'atmosfera se la stessa energia prodotta col biogas fosse prodotta con combustibili fossili. Queste quantità possono essere definite come emissioni evitate di CO₂ equivalenti assimilando, in questo modo, tutti i diversi composti che costituiscono i gas serra alla CO₂.

Il sistema maggiormente utilizzato attualmente per il recupero energetico del biogas da discarica è il motore a combustione interna ciclo Otto. Si tratta in pratica di motori endotermici il cui principio di funzionamento è simile a quelli usati per l'autotrazione, ma che utilizzano il biogas come combustibile e sono direttamente collegati ad alternatori per la produzione di energia elettrica.

Sostanza	Conc. (% sul vol.)	Densità (Kg/m ³)	P.C.I. (KJ/m ³)	Limite esplosività in aria (% sul volume)	Solubilità in H ₂ O (g/l)	Tossicità	Odore
Metano	50÷60	0,717	35000	5/15	0,065	no	Inodore
Anidride carbonica	30÷50	1,977	-	-	1,688	5000 ppm	Inodore
Ossigeno	0÷20	1,429	-	-	0,043	no	Inodore
Azoto	0÷80	1,250	-	-	0,019	no	Inodore
Monossido Carbonio	Tracce	1,250	12640	12,5/74	0,028	tossico	Inodore
Mercaptano	0÷150ppm	-	-	-	-	-	Cattivo
Idrogeno	0÷30	0,090	10760	4/74	0,001	no	Inodore
Idrogeno solfo.	Tracce	1,54	-	4/45	4,19	10 ppm	Cattivo
Percloro etil.	Tracce	1,62 kg/l	-	-	0,40	50 ppm	Cattivo
Cloruro di vinile	Tracce	2,85	-	4/31	0,11	2 ppm	Inodore
Toluene	Tracce	0,57 kg/l	-	1/7	0,47	100 ppm	Cattivo

Tabella 1. Caratteristiche dei principali componenti del biogas

Switzerland Energy

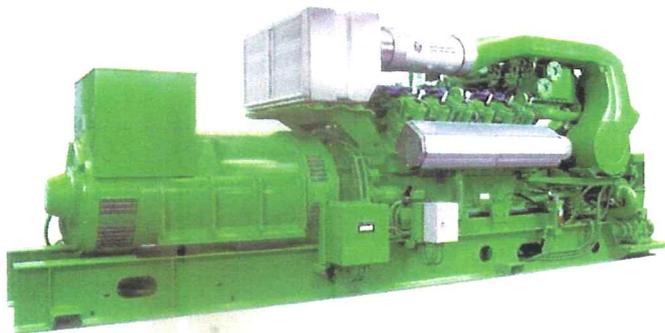


Foto 2. Motore Jenbacher

Il calore prodotto dalla combustione può essere recuperata tramite appositi scambiatori di calore per la produzione di acqua calda utilizzabile nel teleriscaldamento (abitazioni, uffici, serre, piscine, ecc.).

L'energia elettrica prodotta viene utilizzata in minima parte per alimentare le varie apparecchiature ausiliarie dell'impianto stesso (soffianti, pompe, illuminazione, eccetera), mentre più del 90% viene trasformata in Media Tensione e ceduta alla rete elettrica nazionale.

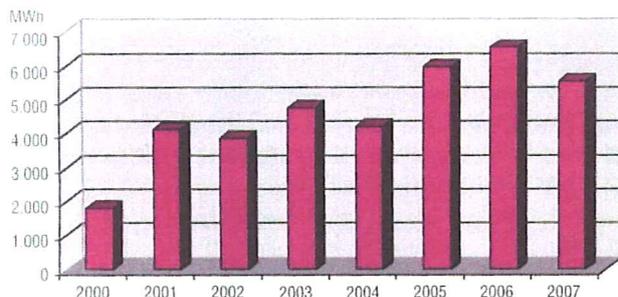


Figura 2. Impianto di valorizzazione energetica di Borgo S. Dalmazzo, produzione di energia elettrica

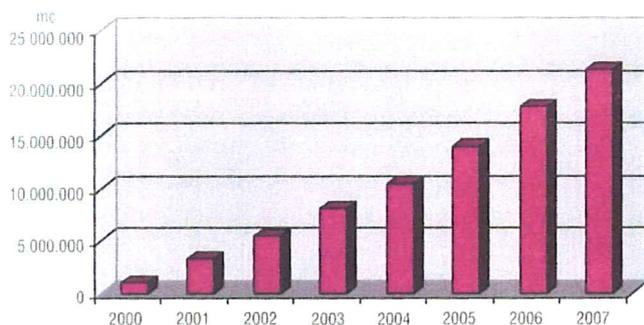


Figura 3. Impianto di valorizzazione energetica di Borgo S. Dalmazzo, andamento cumulativo del biogas estratto

L'impianto di Borgo San Dalmazzo è stato attivato nel luglio del 2000; inizialmente collegava 17 pozzi di estrazione del biogas più alcuni punti di presa ricavati in strutture preesistenti presso la discarica. Attualmente la rete di captazione è formata da 110 pozzi e da 12 sottostazioni intermedie di regolazione (Foto 1).

Lo sviluppo della rete di captazione ha seguito di pari passo l'evolversi della discarica, andando a captare il biogas nei bacini di conferimento che progressivamente andavano riempiendosi. L'impianto di recupero del biogas per la bonifica della discarica e la sua valorizzazione energetica conta su due gruppi elettrogeni Jenbacher di GE Energy dedicati che, in totale, possono erogare una potenza istantanea pari a 1050 KW.

Il gruppo elettrogeno n. 1 è stato avviato nel 2000; si tratta di un gruppo elettrogeno Jenbacher di GE Energy costruito nell'anno 2000, di potenza max pari a 600 KW, modello JGS 312 GS-L.L. con turbina intercooler, sistema di gestione DIA.NE. e trattamento dei gas di scarico con post-combustore. Il corpo macchina è costituito da 12 cilindri a V, per una cilindrata complessiva pari a circa 24.000 cc

Il gruppo elettrogeno n.2 è stato avviato successivamente nel 2003; si tratta di un gruppo elettrogeno Jenbacher costruito nel 1993, di potenza max pari a 450 KW, modello JGS 312 GS-L.L. con turbina intercooler, sistema di gestione EMS 2000 e trattamento dei gas di scarico con catalizzatori. Il corpo macchina è costituito da 12 cilindri a V, per una cilindrata complessiva pari a circa 24.000 cc. Il generatore n.2, sebbene installato dopo il generatore 1, ha più ore di funzionamento, in quanto era stato avviato molti anni prima (1994) presso l'impianto di Salmour e poi trasferito a Borgo San Dalmazzo. La conduzione dei gruppi elettrogeni viene eseguita attenendosi scrupolosamente alle indicazioni fornite da Jenbacher per il corretto funzionamento, in particolare tutte le attività manutentive, che possono essere di carattere ordinarie o straordinarie programmate, sono effettuate seguendo i calendari proposti dalla casa madre. Negli anni lo stretto rapporto di collaborazione tra Marcopolo e GE Energy ha permesso anche di aggiornare, e in alcuni casi modificare, questi calendari di manutenzione in base alle specifiche esperienze acquisite nella gestione della specifica applicazione del biogas da discarica. Grazie a questa congiunta esperienza alcune soluzioni tecniche costruttive adottate da Jenbacher nella realizzazione dei gruppi elettrogeni sono state introdotte grazie alle segnalazioni e alle proposte maturate da Marcopolo.

La gestione complessiva dell'impianto è eseguita secondo le procedure di qualità ISO 9001 e ambientali ISO 14001, che prevedono una conduzione fatta secondo procedure e liste di attività messe a punto grazie alla pluriennale esperienza Marcopolo.

In figura 2 e 3 si riportano i grafici indicatori dell'attività dell'impianto di Borgo San Dalmazzo. ■