

IMPIANTI A BIOGAS

Documento divulgativo sulle problematiche delle emissioni in atmosfera convogliate e diffuse (odori)

A cura di:

Maria Adelaide Corvaglia - Direttore Sezione Arpa di Bologna
Giovanna Biagi - Responsabile Servizio Territoriale di Bologna

Luglio 2011

Argomenti trattati:

1) INQUINANTI IN EMISSIONE

2) EMISSIONI ODORIGENE E MISURE MITIGAZIONE

1) INQUINANTI IN EMISSIONE

Il biogas proveniente dalla digestione anaerobica delle biomasse, costituito principalmente da metano (50-75%) alimenta un cogeneratore costituito da un motore a combustione interna (Diesel, a ciclo Otto modificato o turbina a gas), accoppiato ad un alternatore ed a uno scambiatore di calore per il recupero termico.

Il principio su cui lavora un cogeneratore si basa sull'ossidazione del metano mediante combustione; ne consegue una trasformazione del metano prevalentemente in CO₂ e H₂O e altri inquinanti che possono derivare dalla incompleta combustione.

Tab 1. Composizione del biogas prodotto da digestione anaerobica

Metano	50-75%
Anidride carbonica (CO ₂)	25-45%
Idrogeno (H ₂)	1-10%
Azoto (N ₂)	0,5-3,0%
Monossido di carbonio (CO)	0,10%
Idrogeno solforato (H ₂ S)	0,02-0,2%
Acqua (H ₂ O)	Saturazione
Potere Calorifico Inferiore (P.C.I.)	18,8 -21,6 MJ/Nm ³

Fonte: Ministero Agricoltura.

INQUINANTI CARATTERISTICI DEGLI IMPIANTI A BIOGAS

Non per tutti gli inquinanti che possono prodursi su impianti di questo tipo sono stati previsti limiti dalla vigente normativa ; in particolare il D.Lgs 152/06, allegato I parte III punto 1.3, prevede limiti per gli inquinanti di seguito specificati.

Nella tabella sono stati inseriti anche i relativi sistemi di abbattimento autorizzati per gli impianti della Provincia di Bologna.

Tab 2. Limiti di riferimento

Inquinanti in emissione	Valori di riferimento normativo (mg/m3)	Sistemi di abbattimento adottati nei progetti autorizzati in Provincia di Bologna
COT (carbonio organico totale)	150	-
Monossido di carbonio	800	combustione magra tipo LEANOX
Ossidi di Azoto	500	Riduzione selettiva catalitica (SCR) o non catalitica (SNCR).
Composti del cloro	10	-

* valore espresso come COTNM ovvero carbonio organico totale non metanico

Nel parametro COT sono compresi tutti gli inquinanti derivanti dalla combustione incompleta del metano (formaldeide, idrocarburi, benzene); il COT corrisponde alla somma totale di tutti gli inquinanti ma non è previsto uno specifico limite di ognuno di questi.

Formaldeide

La formaldeide è il principale inquinante, fra i composti del carbonio, che si forma nei processi di combustione del metano (circa il 60%) in un motore a combustione interna per incompleta combustione del metano.

La legislazione tedesca (TA-LUFT 2002) prescrive per i motori a scintilla alimentati con gas un limite per la formaldeide pari a **60 mg/Nm³** (in presenza di 5% O₂), mentre la normativa italiana (DLgs 152/2006 nell'Allegato I alla Parte Quinta Parte II Tabella D Classe II) prevede :

Valore di emissione 20 mg/Nm³ (espresso come concentrazione).

Idrocarburi e benzene

Possono essere presenti, anche questi ma in quantità minore rispetto alla formaldeide, per combustione incompleta del metano.

Diossine

Le diossine si formano in tracce in ogni processo di combustione (200-450°C) in presenza di cloro e sostanze organiche (carbonio, ossigeno, idrogeno).

Le biomasse di origine vegetale contengono cloro in tracce (% in peso variabile fino ad un valore massimo di 0,3% per il grano); nella tabella che segue è riportata la composizione elementare di alcune biomasse vegetali

Tab. 3. Composizione chimica di alcune biomasse

	Carbonio	Idrogeno	Azoto	Zolfo	Cloro	Ossigeno
Segatura	46.9	5.2	0.1	0.04	0.2	41.7
Grano	49.4	5.6	0.6	0.1	0.3	42.5
Pioppo	48.4	5.9	0.4	0.01	nd	39.6
Paglia frumento	42.8	5.5	.07	-	1.5	35.5
Erba medica	45.4	5.8	2.1	0.09	nd	36.5
Scarti canna zucchero	44.8	5.4	0.4	0.001	nd	39.6
Girasole	47.4	5.8	1.4	0.05	0.1	41.3
Corteccia	53.9	5.8	0.4	0.03	0.15	38.3

Fonte: "Fenomenologia della combustione di biomasse (T.Faravelli et al). Politecnico di Milano.

Il biogas da biomasse, contrariamente al biogas da discarica, dove il cloro deriva essenzialmente dalla degradazione di materiali plastici e vinilici presenti nei rifiuti, ha un contenuto di CLORO TOTALE nullo o molto basso pertanto si può escludere la presenza di diossine in quantità analiticamente rilevabili.

Tab. 4. Composizione chimica del biogas, confronto fra biogas da biomasse e biogas da discariche

Parametri	Unità di misura	Biogas da discarica	Biogas da Digestione Anaerobica	Gas naturale Mare del nord
Potere calorifico	Mj/Nm ³	16	23	40
Metano	vol %	45	63	87
Idrocarburi sup.	vol %	0	0	12
Idrogeno	% vol	0-3	0	0
Monossido di carbonio	% vol	0	0	0
CO ₂	% vol	40	47	1,2
Azoto	% vol	15	0,2	0,3
Ossigeno	% vol	1	0	0
H ₂ S	ppm	≤100	≤10.000	1-2
Ammoniaca	ppm	5	≤100	0
Cloro totale	Mg/Nm ³	20 - 200	0 - 5	0

Fonte: International Energy Agency (IEA Bioenergy)

Polveri e PM10

La formazione di possibili polveri sottili (PM10 e PM2,5) è dovuta alla combustione del biogas all'interno del cogeneratore.

La combustione del metano è un processo meno significativo per la produzione di polveri sottili rispetto alla combustione diretta delle biomasse, in particolare dei cosiddetti cippati

in legno, ed è infatti su quest'ultima tipologia di impianti che sono stati effettuati molti studi specifici per l'analisi del problema e che si riscontra una notevole mole di dati di letteratura.

Per quanto riguarda invece la produzione di polveri sottili dai cogeneratori degli impianti a biogas oltre a non essere stati previsti limiti normativi di riferimento non esistono, al momento, studi e dati di letteratura.

Per fornire un esempio sui fattori di emissione da combustione di metano possiamo riportare una tabella che mostra la differenza fra quelli derivanti da metano e quelli da olio combustibile dimostrando che il rapporto di concentrazione, per il PM10 totale, è di 1:10.

Tabella 5. Fattori di emissione prodotti dalla combustione del metano

Tabella 1 – Fattori di emissione di inquinanti prodotti dalla combustione del metano in turbine a gas				
Combustibile	Gas naturale (in turbogas)		Olio combustibile	
Sostanze inquinanti	Fattori di emissione		Fattori di emissione	
	lb/MMBTU	g/GJ	lb/10⁻³ Gal	g/GJ
CO₂	110	47.332	25.000	71.761
NO_x	-	23,0	a	116
CO	-	23,0	a	2,9075
CH₄ + N₂O	0,012	4,99	0,39	1,12
SO₂	0,003	1,46	94,20	270,40
TOC	0,011	4,73	1,04	2,99
Idrocarburi reattivi	0,001	0,43	0,04	0,12
PM10 totale	0,007	2,84	8,50	24,40

a Dato assunto pari ai valori migliori dichiarati dai proponenti

Fonte: US-EPA – Compilation of emission factors – AP42, Cap 3.1 External Combustion Sources – Stationary Gas Turbines

Le emissioni per l'olio combustibile sono della stessa fonte al Cap 1.3 External Combustion Sources – Fuel Oil combustion

Fonte: (Chimica e Energia, “Le emissioni di centrali a ciclo combinato” di Fraternali/Oliveti Selmi)

Prendendo a riferimento un impianto di cogenerazione presente sulla provincia di Bologna di pari potenzialità termica e che tratta biogas derivante da digestione anaerobica di rifiuti solidi urbani, il range di valori di “Polveri” che mediamente si è osservato negli ultimi 10 anni corrisponde a:

0.06 – 7.5 mg/Nm³

2) EMISSIONI ODORIGENE E MISURE DI MITIGAZIONE

La maggior parte degli impatti **ODORIGENI** di un impianto a **Digestione Anaerobica** sono originati dalle fasi di :

- A. Ricezione e stoccaggio delle biomasse organiche in attesa del loro caricamento nell'impianto**
- B. Conversione energetica del biogas**
- C. Trattamento e stoccaggio del digestato prodotto**

In genere, gli impatti negativi si manifestano in corrispondenza di:

- deficitaria progettazione o realizzazione dell'impianto
- inadeguata gestione degli impianti

e possono essere efficacemente prevenuti o notevolmente mitigati mediante l'adozione di particolari accorgimenti costruttivi, di opportuni dispositivi di abbattimento degli inquinanti e di una corretta pratica gestionale.

A. RICEZIONE E STOCCAGGIO DELLE BIOMASSE ORGANICHE IN ATTESA DEL LORO CARICAMENTO NELL'IMPIANTO

Una delle fasi più importanti, per la possibile emissione di odori, è costituita dalla **GESTIONE** degli stoccaggi delle biomasse in ingresso.

I sistemi di stoccaggio variano notevolmente a seconda della tipologia di biomassa e del grado di fermentescibilità di questa; in particolare si possono distinguere due categorie:

- **Insilati:** stoccaggio su platea, come da pratica agricola consolidata per questo tipo di processo.
- **Sottoprodotti di origine vegetali:** devono essere previsti accorgimenti di tipo gestionale e impiantistico atti a ridurre il potenziale impatto odorigeno

Nella quasi totalità degli impianti autorizzati ad oggi nella Provincia di Bologna vengono utilizzati **liquami suini e bovini** esclusivamente nella fase di innesco del processo di digestione anaerobica.

Per garantire un corretto stoccaggio dei sottoprodotti di origine vegetale , in Provincia di Bologna in ambito del procedimento di autorizzazione unica alla costruzione ed esercizio degli impianti di digestione anaerobica alimentati a biomasse ai sensi del DLgs 387/2003, sono state individuati **i seguenti presidi/accorgimenti impiantistici** :

- *Lo stoccaggio in vasche/contenitori **chiusi e a tenuta** (in genere per biomasse allo stato solido, tutti i progetti presentati hanno previsto vasche interrato)*
- *Vasche e contenitori asserviti da opportuno **trattamento dell'aria esausta**; nel caso di silos per biomasse non palabili (es liquami zootecnici, melasso, ecc.), è stato previsto sugli sfiati l'adozione di impianti di trattamento dell'arie esauste (es. filtri carboni attivi)*
- *Aree di stoccaggio pavimentate o con superficie impermeabilizzata, sagomata in modo da favorire il rapido **sgrondo** di eventuali percolati, anche questi potenziali fonti di odore*

Sono state inoltre individuate le seguenti **cautele gestionali** :

- *Ad esclusione degli insilati, **limitare al massimo i tempi di stoccaggio dei sottoprodotti di origine vegetali** , in attesa del loro caricamento al digestore , al fine di prevenire fenomeni di anaerobiosi, fonte primaria di emissioni maleodoranti; come tempo massimo per lo stoccaggio si è individuato un arco temporale di 72 ore;*
- *Evitare **imbrattamenti dei piazzali** per perdite di materiale solido o di percolato.*
- *In tutte le fasi di trasporto, carico, scarico, utilizzare pompe e tubazioni **a prova di tenuta assoluta**.*

B CONVERSIONE ENERGETICA DEL BIOGAS

Nella conversione energetica del metano la fase di avvio dell'impianto può costituire una fase critica per le emissioni di odori, se non vengono adottati alcuni accorgimenti carattere impiantistico e gestionale. In questa fase, infatti, il biogas prodotto non ha sufficiente contenuto di metano per essere inviato al cogeneratore o per essere bruciato nella torcia di emergenza.

Per evitare che tale biogas venga immesso in atmosfera tal quale senza subire idoneo trattamento, nelle autorizzazioni uniche rilasciate dalla Provincia di Bologna sono state individuate le seguenti prescrizioni , alternative tra loro , che prevedono :

- *L'utilizzo di combustibili supplementari (es gpl, gas di rete) per sostenere la torcia ;*
- *Il trattamento delle emissioni prima del loro scarico in atmosfera in un impianto di abbattimento dedicato (es. cartucce con filtri a carbone attivo)*

A regime, il cogeneratore è assoggettato al rispetto di limiti indicati dal Dlgs 152/2006 (vedi Tab. 2 pag 3) con obbligo di un controllo al camino almeno annuale secondo le prescrizioni fissate dalla vigente normativa nazionale .

Sono previsti anche controlli semestrali/annuali per verificare l'efficacia degli ulteriori impianti di abbattimento presenti ed in particolare per il biofiltro, utilizzato in questi impianti proprio per ridurre le emissioni odorigene, per il quale vengono definiti parametri di esercizio e valori limiti agli odori, anche se la normativa nazionale non ha fornito ad oggi alcun limite di legge .

C SEPARAZIONE E STOCCAGGIO DIGESTATO

Per contenere il potenziale impatto odorigeno che potrebbe derivare dallo stoccaggio del digestato e/o delle frazioni solide e chiarificate risultanti da un eventuale trattamento di separazione, in ambito del procedimento di autorizzazione unica sono state individuati alcuni **presidi/ cautele impiantistiche** che prevedevano :

- *la vasca di stoccaggio del digestato preferibilmente coperta e contestuale aspirazione del volume d'aria presente tra il pelo del liquido e la copertura; l'aria aspirata può essere reimmessa nell'impianto per l'utilizzo energetico o può*

essere convogliata ad un impianto di trattamento (in genere un biofiltro per il quale sono fissati dei limiti agli odori ed alla concentrazione di ammoniaca);

- *lo stoccaggio della frazione palabile del digestato **in area coperta** con tettoia e tamponature laterali*

Nel caso in cui sia previsto un trattamento di separazione dei digestati in due frazioni (solido e chiarificato) **con centrifughe a forte efficienza:**

- *tale operazione va eseguita in **ambienti completamente chiusi e in depressione**, con aspirazione e trattamento dell'aria esausta in impianto di biofiltrazione (anche in questo caso con fissazione di limiti agli odori e all'ammoniaca).*
- *I cumuli del **digestato solido con dimensioni adeguate** ad evitare fenomeni di anaerobiosi all'interno degli stessi, provocando eventualmente odori al momento del loro caricamento e distribuzione sul suolo*