

DIGESTIONE ANAEROBICA, IMPIANTI E PROSPETTIVE

L'EVOLUZIONE TECNICA E NORMATIVA RENDE OGGI LA PRODUZIONE DI ENERGIA UN'ALTERNATIVA INTERESSANTE PER LE AZIENDE AGRICOLE. LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DIPENDE DA VARI FATTORI, ANCHE IMPIANTISTICI, DA TENERE IN CONSIDERAZIONE.

L'attuale interesse per la digestione anaerobica non è certo una novità per il settore agricolo, in quanto già verso la fine degli anni 70 era stata proposta come soluzione del pesante problema ecologico derivante dallo sviluppo degli allevamenti intensivi e proprio la Regione Emilia-Romagna aveva promosso una importante ricerca (coordinata dal Crpa) che aveva portato, nel periodo 1982-85, alla realizzazione di cinque impianti dimostrativi e di tre impianti sperimentali. I risultati di tale ricerca, interessata soprattutto alle valenze ambientali del processo, evidenziarono importanti criticità sia nell'ottenere efficienze depurative tali da risolvere i problemi ambientali, sia nel rendere economicamente sostenibili impianti costosi utilizzando, per di più, una biomassa con un basso potenziale energetico e in assenza di incentivazioni sostanziose per l'energia prodotta. Ora la situazione è profondamente mutata grazie alla politica di incentivazione che premia in modo decisamente interessante la produzione e l'immissione in rete di energia elettrica che deriva da fonte rinnovabile e ha portato tale alternativa produttiva a livelli di redditività di assoluto interesse, e inarrivabili con le produzioni tradizionali, per l'azienda agricola.

In effetti, rispetto agli anni 70, si sono modificate sensibilmente anche le caratteristiche tecnologiche degli impianti che, sulla base delle tipologie sviluppate sul territorio germanico, prevedono ora un arricchimento delle potenzialità energetiche delle biomasse avviate alla digestione grazie alla codigestione di varie biomasse fermentescibili quali sottoprodotti agricoli e dell'industria agroalimentare e vere e proprie biomasse vegetali prodotte allo scopo.

Tra queste sono sicuramente gli insilati di erba e i cereali foraggeri quelle più

frequentemente utilizzate in aggiunta agli effluenti d'allevamento.

In effetti, mentre l'inserimento di un tale impianto in un'azienda zootecnica, che utilizzi solamente i propri effluenti, non pone particolari problemi di tipo ambientale, diversa è la situazione se, la stessa, preveda la codigestione di biomassa aggiuntiva.

In questo caso è indispensabile verificare con attenzione la sostenibilità ambientale in relazione all'aumento del carico azotato. In questo senso diventa importante considerare non tanto la potenzialità dell'impianto, bensì la composizione delle varie biomasse utilizzate: non è infatti infrequente riscontrare come il rapporto azoto/SAU sia il fattore limitante per la sostenibilità ambientale dell'iniziativa o comunque la condizioni pesantemente costringendo spesso a intervenire con fasi di trattamento specifiche.

Le caratteristiche degli impianti

Le tecniche di digestione si diversificano sostanzialmente per la temperatura (si hanno impianti mesofili, 37-42°C, o

psicrofili, 52-57°C) e per il contenuto in solidi del prodotto in digestione (impianti a umido, SS=8-12%; impianti a secco, SS>20%). Di gran lunga le più utilizzate e diffuse sono la mesofilia con impianti a umido in quanto più affidabili, flessibili e più semplici da gestire.

In effetti, nonostante la reale operatività dell'impianto, e quindi la sua efficienza produttiva, sia fortemente condizionata dalla gestione, è essenziale ricordare l'importanza della qualità costruttiva e delle caratteristiche dell'impianto in relazione alle specifiche biomasse utilizzate e ai programmi produttivi previsti.

Di seguito esaminiamo le caratteristiche dei principali componenti impiantistici.

Le attrezzature per l'inserimento delle biomasse

Condizionano l'utilizzo delle diverse tipologie di biomassa (solide, liquide, pastose ecc.) e, per questo, debbono essere scelte in funzione di queste e, preferibilmente, assicurare una buona elasticità. In particolare, spesso, al fine di contenere i consumi energetici diretti dell'operazione, si prevede di differenziare la linea di alimentazione delle biomasse



1 Impianto per il trattamento di reflui zootecnici e biomassa vegetale. Sullo sfondo, le stalle per le vacche da latte.



2

solide da quella delle liquide mentre, altre volte, la frazione solida viene veicolata grazie alla sua miscelazione con la frazione liquida e/o ricorrendo al ricircolo del contenuto del digestore.

Si tratta di una scelta che va soppesata con attenzione sia per ottimizzare il livello dell'autoconsumo dell'impianto (la preventiva imbibizione sembra migliorare la miscelabilità del prodotto), sia per garantire maggiore elasticità nell'utilizzo delle biomasse e nella futura applicazione dei possibili pretrattamenti finalizzati a migliorare le rese delle stesse.

Il digestore

Costruttivamente si può ricorrere a varie alternative: calcestruzzo armato gettato in opera, elementi modulari prefabbricati, lamiere di acciaio variamente protette (verniciate, zincate, vetrificate, inox ecc.). Ogni soluzione presenta sia aspetti positivi che criticità che debbono essere considerati, in relazione alla situazione specifica, per adottare quella che minimizza gli aspetti negativi e dà le migliori garanzie di successo. Certo, dall'esperienza sin qui condotta, si può affermare che le soluzioni più adottate sono quelle in calcestruzzo sia in opera che con moduli prefabbricati. Essenziale è, in ogni caso, assicurare la corretta

coibentazione garantendo un coefficiente medio di trasmissione del calore (per fondo e pareti laterali) "K" pari almeno a $0,30 \text{ kcal/h m}^2\text{°C}$.

La miscelazione. È essenziale per assicurare il massimo contatto tra microrganismi e biomassa in fermentazione. Per questo è necessario considerare il volume del digestore, il tipo di soluzione adottata per l'inserimento delle biomasse, le loro caratteristiche, il tenore di solidi e la presenza, o meno, di pretrattamenti.

I numerosi sistemi disponibili dovranno quindi essere valutati sulla base di questi aspetti oltre che, ovviamente, della loro affidabilità. È sufficiente considerare come il sistema sia destinato, in pratica,

a operare in continuo, per rendersi conto di quanto questo aspetto sia veramente essenziale e richieda una scelta particolarmente attenta sviluppata in funzione delle specifiche aspettative in relazione alla tipologia delle biomasse disponibili.

Il riscaldamento. È essenziale per la termostatazione del digestore sopperendo alle perdite di calore dovute sia all'inserimento delle biomasse, sia alle dispersioni attraverso fondo, pareti e copertura. In presenza di processo mesofilo (come già detto la grande maggioranza dei casi) va mantenuta la temperatura nel range $37\text{-}42\text{°C}$, mentre in psicrofilia si dovranno garantire i $52\text{-}55\text{°C}$. La più diffusa, tra le possibili soluzioni, prevede l'utilizzo di uno scambiatore diretto, installato all'interno del digestore, costituito da una serie di tubazioni in acciaio, o in polipropilene reticolato, collegate con il circuito dell'acqua calda proveniente dal sistema di raffreddamento del cogeneratore. In alternativa si può ricorrere all'utilizzo di uno scambiatore esterno che, a fronte di un certo consumo energetico a causa dell'indispensabile ricircolo, consente l'effettuazione di eventuali interventi manutentivi senza alcuna interferenza con l'operatività del digestore.

Il gasometro. È indispensabile per stoccare temporaneamente il biogas in attesa dell'utilizzazione nel cogeneratore. La soluzione più diffusa è sicuramente l'impiego di membrane flessibili, montate sul digestore stesso, o disposte a terra, sotto tettoia. In ogni caso, sono soluzioni che prevedono pressioni di esercizio molto basse, dell'ordine di $1,5\text{-}5 \text{ mbar}$ ($15\text{-}50 \text{ mm}$ di colonna d'acqua).



3

2 L'interno di un digestore con miscelatore orizzontale a motorizzazione esterna. Ben visibile lo scambiatore di calore per la termostatazione in tubazioni di polietilene reticolare.

3 Uno scambiatore esterno per la termostatazione dei digestori.

Sistemi di controllo

Sono indispensabili per aiutare la gestione a ottimizzare il processo e quindi la redditività dell'impianto. Nel lungo periodo, infatti, i maggiori danni, non derivano tanto dai problemi più gravi, quali quelli che causano il blocco momentaneo dell'impianto (in particolare del cogeneratore), nei confronti dei quali si è, in genere, prontissimi nell'intervenire, ma piuttosto da tutta una serie di inefficienze che, prive di manifestazioni evidenti, sono destinate a passare inosservate, continuando così a danneggiare la redditività, se non si dispone di un sistema di sensori e di acquisizione dati in grado di evidenziarli.

Se si considera che tale riduzione di

redditività spesso si accompagna anche all'insorgenza di alcune criticità legate al potenziale aumento delle emissioni in atmosfera, si capisce l'importanza strategica di tale componente nei confronti della sostenibilità ambientale della tecnologia.

Nel concludere questa nota preme evidenziare come la realizzazione dell'impianto richieda un intenso scambio di informazioni tra progettista e utilizzatore, al fine di calibrarne le caratteristiche in funzione delle contingenti situazioni aziendali, evitando le soluzioni preconfezionate o, per lo meno, verificandone attentamente la validità per il caso specifico.

Le interessanti prospettive di redditività che risultano dallo sviluppo dei *business plan* con l'applicazione della attuale tariffa unica incentivante, non devono infatti distrarre l'attenzione dalla necessità di garantire la massima efficienza all'impianto e ciò sia per ottimizzare la sostenibilità ambientale dello stesso, sia per poter far fronte a eventuali, anche se ora non previste, riduzioni delle incentivazioni.

Pierluigi Navarotto

Università degli studi di Milano

SUBSTRATO	ST	SV	N	RESA IN BIOGAS		TENORE DI CH ₄
	[%]	[% ST]	% ST	M ³ /T TAL QUALE	M ³ /T SV	[VOL.-%]
Reflui zootecnici						
liquame bovino	8-11	75-82	2,6-6,7	20-30	200-500	60
liquame suino	ca. 7	75-86	6-18	20-35	300-700	60-70
letame bovino	ca. 25	68-76	1,1-3,4	40-50	210-300	60
letame suino	20-25	75-80	2,6-5,2	55-65	270-450	60
deiezioni avicole solide	ca. 32	63-80	5,4	70-90	250-450	60
MAPROV (materia prima di origine vegetale)						
silomais	20-35	85-95	1,1-2	170-200	450-700	50-55
segale integrale	30-35	92-98	4	170-220	550-680	ca. 55
barbabietole da zucchero	23	90-95	2,6	170-180	800-860	53-54
colletto e foglie di barbabietola	16	75-80	0,2-0,4	ca. 70	550-600	54-55
erbasilo	25-50	70-95	3,5-6,9	170-200	550-620	54-55
Prodotti di scarto dell'agroindustria						
trebbia di birra	20-25	70-80	4-5	105-130	580-750	59-60
residuo di distillazione dei cereali	6-8	83-88	6-10	30-50	430-700	58-65
residuo di distillazione delle patate	6-7	85-95	5-13	36-42	400-700	58-65
residuo di distillazione della frutta	2-3	ca. 95	n.a.	10-20	300-650	58-65
polpa di cellulosa	ca. 13	ca. 90	0,5-1	80-90	650-750	52-65
acque di vegetazione	3,7	70-75	4-5	50-56	1500-2000	50-60
acque di processo	1,6	65-90	7-8	55-65	3000-4500	50-60
fettucce di barbabietola pressate	22-26	ca. 95	n.a.	60-75	250-350	70-75
melasso	80-90	85-90	1,5	290-340	360-490	70-75
residuo di lavorazioni succo di mele	25-45	85-90	1,1	145-150	660-680	65-70
residuo di lavorazioni succo di frutta	25-45	90-95	1,1-2	250-280	590-660	65-70
Rifiuti organici comunali/scarti di macellazione						
Frazione organica residui solidi urbani	40-75	50-70	0,5-2,7	80-120	150-600	58-65
scarti ristorazione	9-37	80-98	0,6-5	50-480	200-500	45-61
scarti ortofrutticoli	5-20	80-90	3-5	45-110	400-600	60-65
grasso di separazione	2-70	75-93	0,1-3,6	11-450	ca. 700	60-72
contenuto stomacale (suini)	12-15	75-86	2,5-2,7	20-60	250-450	60-70
contenuto ruminale	11-19	80-90	1,3-2,2	20-60	200-400	58-62
grasso di flottazione	5-24	80-95	3,2-8,9	35-280	900-1200	60-72
Manutenzione del verde						
sfalci d'erba	ca. 12	83-92	2-3	150-200	550-680	55-65

Valori da considerarsi d'orientamento a causa della naturale variabilità delle caratteristiche

TAB. 1
PRODUZIONE
POTENZIALE DI
BIOGAS E METANO
DI VARIE BIOMASSE