

PROGETTO  
BIOMASSE



# ENAMA

ENTE NAZIONALE PER LA  
MECCANIZZAZIONE AGRICOLA



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE  
ALIMENTARI E FORESTALI



ASSOCAP

Associazione Nazionale dei Consorzi Agrari



Confederazione Italiana Agricoltori



COLDIRETTI



UNACMA



UNACOMA  
Unione Nazionale Costruttori  
Macchine Agricole



UNIMA  
Unione Nazionale Imprese  
di Meccanizzazione Agricola

## VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL BIOGAS

La produzione di biogas in Italia

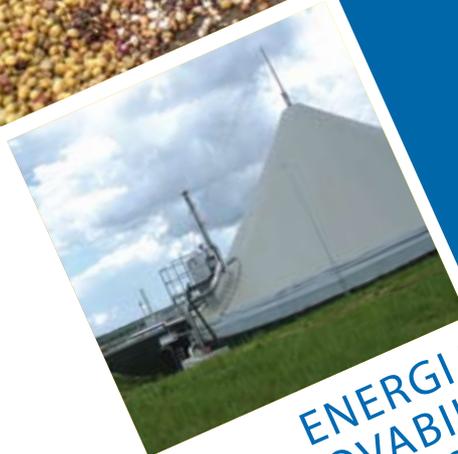
La digestione anaerobica

Le biomasse per la produzione  
di biogas

Il digestato: caratterizzazione  
e inquadramento normativo

La trasformazione energetica  
del biogas

Aspetti tecnologici



ENERGIA  
RINNOVABILE  
DA BIOMASSE

## PROGETTO BIOMASSE

# VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL BIOGAS

## PRESENTAZIONE

La Commissione Europea ha messo in evidenza, a più riprese, l'importanza del contributo offerto dalle biomasse per raggiungere gli obiettivi preposti sul clima e sull'energia al 2020 (20% di riduzione delle emissioni, 20% di aumento di efficienza energetica, 20% di rinnovabili negli usi finali di energia).

Contestualmente, il *Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili* assegna, per il raggiungimento dell'obiettivo vincolante per l'Italia, e cioè produrre con fonti rinnovabili il 17% dei consumi energetici lordi nazionali, un ruolo fondamentale alle biomasse che dovranno fornire nel 2020 quasi la metà dell'energia prodotta da fonti rinnovabili.

Inoltre, poiché anche l'*Intergovernmental Panel on Climate Change*, ha sottolineato come il settore agricolo, più degli altri, possa fornire un contributo attivo alla mitigazione dell'effetto serra, sia per la produzione di energia da fonti rinnovabili, ma anche per l'accumulo di sostanza organica nei suoli agricoli (carbon sink), nelle foreste e nelle coltivazioni agricole, il ruolo dell'agricoltura diviene fondamentale nella soluzione delle problematiche ambientali ed energetiche di questo secolo. L'agricoltura ha ora l'opportunità di partecipare attivamente al raggiungimento di tali obiettivi grazie anche alla definizione di incentivi specifici per la produzione di energia (legge 222/07 e legge 244/07 e successive modifiche) ed al riconoscimento di attività agricola connessa alla produzione e vendita di energia rinnovabile, con il conseguente assoggettamento a reddito agrario (finanziaria 2006).

In questo contesto, ENAMA ha ricevuto dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF) l'incarico di sviluppare il "Progetto Biomasse" con il fine di mettere a punto strumenti tecnici, scientifici e finanziari atti ad indirizzare gli attori del comparto agricolo verso l'attivazione di quelle filiere agro-energetiche che maggiormente possano contribuire agli obiettivi prima citati.

Il progetto ha l'obiettivo di definire lo stato dell'arte sulle tipologie, sulle caratteristiche e sulle potenzialità delle biomasse agroforestali, di fare un'analisi critica degli accordi di filiera, di sostenere la realizzazione degli impianti a biomasse ed effettuare il monitoraggio.

Il presente *booklet* fa parte di una serie di pubblicazioni realizzate da ENAMA, con l'ausilio di competenze provenienti dal mondo delle organizzazioni professionali, della ricerca e dei servizi, al fine di divulgare i risultati del Progetto e fornire un supporto informativo aggiornato agli operatori del settore.

Questa pubblicazione ha lo scopo di descrivere i molteplici aspetti che riguardano la filiera del biogas, dal processo biologico di base, alle biomasse utilizzabili, alla gestione del digestato, alle possibilità di impiego energetico, presentando anche le principali tecnologie presenti sul mercato.

"Filiera corta" per eccellenza, si distingue dalle altre per la possibilità di sfruttare, con elevata efficienza, biomasse di origine vegetale ed animale, siano esse di scarto o dedicate. Attraverso una notevole e diversificata offerta tecnologica, si presenta come una filiera consolidata da tempo sul mercato. Il significativo aumento del numero di impianti "agricoli" registrati negli ultimi anni, grazie allo scenario di incentivazione, evidenzia un forte interesse legato ad una concreta opportunità per l'incremento e la diversificazione del reddito aziendale. E non solo: la possibilità di sfruttamento e quindi di valorizzazione di sottoprodotti agricoli (reflui zootecnici, scarti dell'agroindustria), presenta come valore aggiunto incontestabili benefici agronomici ed ambientali.

Tuttavia al fine di ottenere un risultato ottimale, sia in termini economici, sia in termini ambientali, è fondamentale contestualizzare l'impianto nella realtà aziendale o territoriale, calibrando attentamente la capacità di approvvigionamento delle biomasse e la disponibilità di terreno per l'uso agronomico del digestato.

## ABBREVIAZIONI E SIMBOLI

**kW** = kilowatt, unità di misura di potenza

**kWh** = kilowattora, unità di misura di energia

**MJ** = megaJoule, unità di misura di energia

**Nm<sup>3</sup>** = normal metro cubo, unità di misura impiegata per misurare la quantità di gas a condizioni normali

**NPK** = azoto, fosforo, potassio

**NTK** = Azoto Totale Kjeldhal

**PCI** = potere calorifico inferiore

**SS** = sostanza secca

**SV** = sostanza volatile (sostanza organica volatile)

**TQ** = tal quale (biomassa fresca)

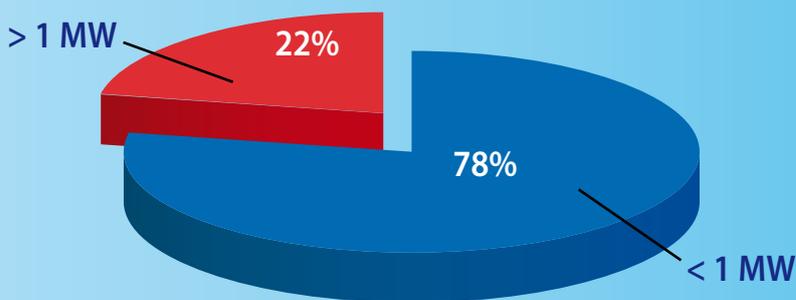
Partecipano alla realizzazione del progetto: **CIA, COLDIRETTI, CONFAGRICOLTURA, UNIMA, ASSOCAP, UNACMA, UNACOMA**, con la collaborazione di **AGROENERGIA, AIEL, CIBIC-UNIFI, DIESTAF, FATTORIE DEL SOLE, ITABIA** e il contributo del **Ministero delle Politiche Agricole, Agroalimentari e Forestali**.

# IL BIOGAS IN ITALIA

La produzione di biogas in Italia ha presentato negli ultimi anni un forte incremento, grazie alle politiche di incentivazione per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Escludendo il biogas da discarica prodotto da rifiuti, attualmente **rappresenta quasi il 4% dell'energia prodotta da fonti rinnovabili** (dati GSE, 2010).

Al 31 dicembre 2009 su tutto il territorio nazionale erano in esercizio **240 impianti di digestione anaerobica** (ad esclusione del gas di discarica), oltre a 66 impianti in progetto dotati di Qualifica IAFR (Impianto Alimentato a Fonti Rinnovabili), **per una potenza elettrica complessiva pari a circa 220 MWe**. Il 78% sono impianti di potenza inferiore al

**Distribuzione % degli impianti per potenza installata al 31/12/09** - Fonte: C.E.T.A. da dati GSE 2010



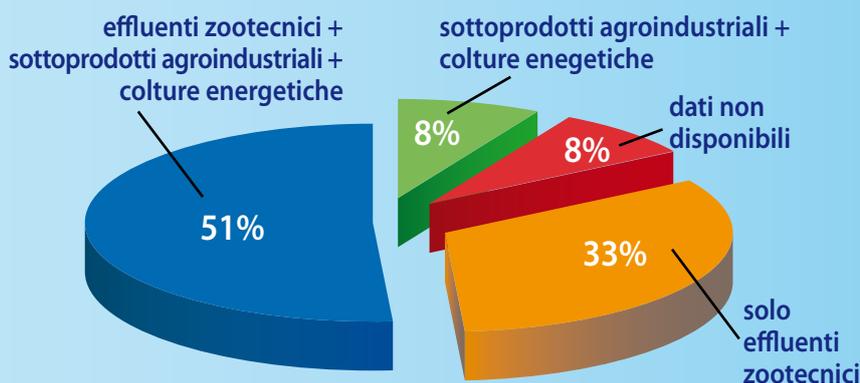
MW elettrico. La maggior parte sono localizzati nel Centro-Nord, particolarmente in Lombardia, Veneto, Alto Adige, Piemonte ed Emilia Romagna, regioni che concentrano poco meno del 90% degli impianti presenti in tutto il territorio nazionale.

Oltre il 60% degli impianti esistenti sono stati realizzati a partire dal

2008, come conseguenza dell'applicazione della tariffa unica omnicomprensiva. Si tratta infatti per lo più di impianti di potenza elettrica inferiore a 1 MW. Nel biennio 2008-2009 l'incremento della potenza installata è stata pari a 86 MW, di cui il 53% è imputabile a impianti inferiori a 1MW. Più del 63% degli impianti producono biogas prevalentemente da biomasse agricole e zootecniche; il 20% circa impiega fanghi di depurazione ed il 16% utilizza biomasse classificate come rifiuto.

Secondo un aggiornamento condotto dal C.R.P.A. attraverso un censimento degli impianti a livello nazionale, alla data di marzo 2010 sono stati individuati 319 impianti di biogas, tra quelli in esercizio e quelli in costruzione. Nell'ambito agro-zootecnico il numero degli impianti è così passato da 154, del 2007, a 273 impianti (di cui 199 sono in esercizio). Di questi impianti il 33% circa (91 impianti) utilizzano solo effluenti zootecnici, mentre il 51% (139 impianti) sfrutta effluenti zootecnici in miscela con colture energetiche e sottoprodotti agroindustriali (codigestione).

**Distribuzione % degli impianti secondo la tipologia di substrato utilizzato** - Fonte: C.R.P.A.



**Censimento impianti di biogas per settore di attività marzo 2010** - fonte: C.R.P.A.

Tipologia del substrato	impianti operativi	impianti in costruzione	Totale impianti
Biomasse di origine agro-zootecnica	199	74	273
FORSU+fanghi di depurazione	14	0	14
Reflui dell'agroindustria	30	2	32
Totale	243	76	319

# COME SI PRODUCE IL BIOGAS

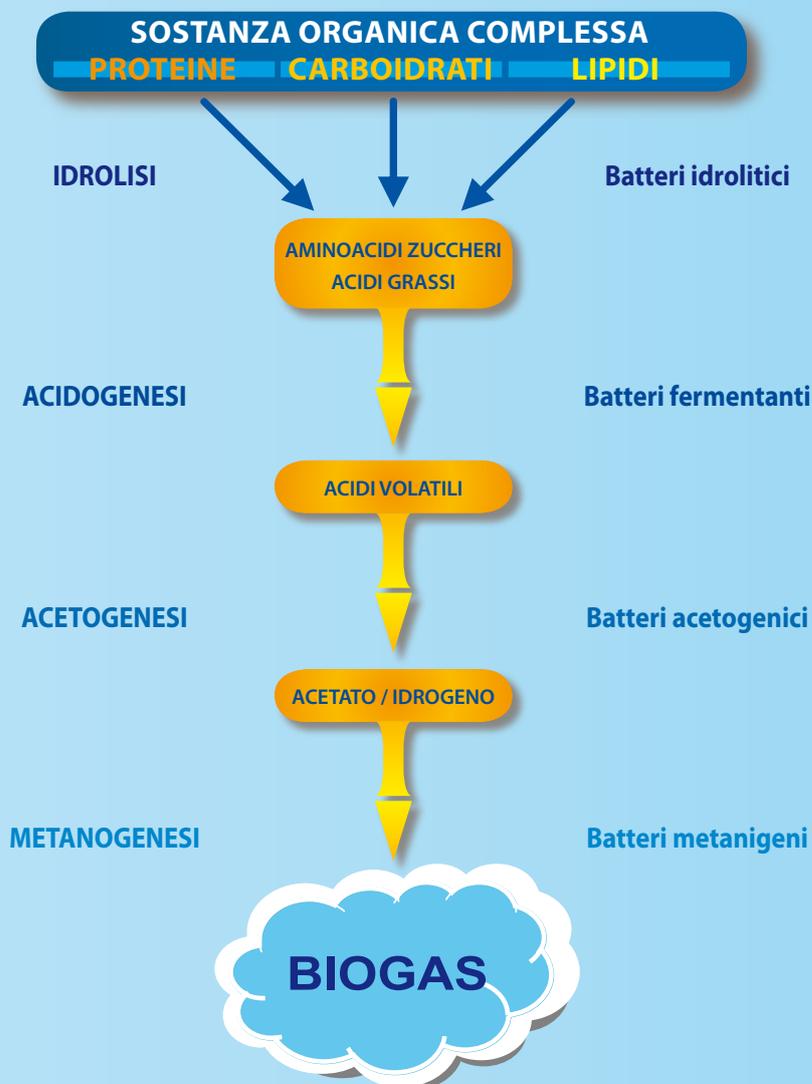
## LA DIGESTIONE ANAEROBICA

Il biogas viene prodotto dalla biodegradazione della sostanza organica presente nelle biomasse, in condizioni di anaerobiosi (assenza di ossigeno).

Il processo coinvolge un consorzio di batteri altamente specializzati, tra cui i batteri metanigeni, che trasformano i composti generati nelle diverse reazioni biologiche, in metano.

Le reazioni biologiche avvengono all'interno di un DIGESTORE, dove sono ricreate le condizioni ottimali per la buona riuscita dell'intero processo, fondamentalmente:

- **assenza di ossigeno**  
(ambiente anaerobico)
- **temperatura**  
30-40°C (sistemi mesofili)  
40-55°C (sistemi termofili)
- **ambiente neutro**  
(pH compreso tra 6,7-7,4)
- **elevata umidità del substrato**  
(> 50%)
- **rapporto carbonio/azoto**  
compreso tra 20-40



## Caratteristiche del biogas

Metano (CH <sub>4</sub> )	50-75%
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	25-45%
Idrogeno (H <sub>2</sub> )	1-10%
Azoto (N <sub>2</sub> )	0,5-3,0%
Monossido di carbonio (CO)	0,1%
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S)	0,02-0,2%
Acqua (H <sub>2</sub> O)	saturazione
Potere Calorifico Inferiore (P.C.I.)	18,8 -21,6 MJ/Nm <sup>3</sup>

# LE BIOMASSE PER LA PRODUZIONE DI BIOGAS

Le matrici impiegate per la produzione di biogas (substrati) sono biomasse ricche in sostanza organica. Tradizionalmente i substrati utilizzati sono stati gli effluenti zootecnici. Oggi l'impiego anche di altre biomasse (co-digestione) con una maggiore densità energetica, quali colture dedicate e residui organici, consente di aumentare la produzione energetica e l'efficienza complessiva degli impianti.

## GLI EFFLUENTI ZOOTECNICI

La produzione di biogas da effluenti zootecnici di allevamento dipende non solo dalla specie allevata, ma anche da altri fattori quali lo stadio di accrescimento e la modalità di stabulazione.

Sono principalmente impiegati gli effluenti di bovini (liquame/letame) e liquami suini. Meno diffuso è l'utilizzo della pollina che presenta alcune criticità (elevata concentrazione di azoto, presenza di impurità, ecc.).

## LE COLTURE DEDICATE

Nel Centro-Nord si prestano alla produzione di biogas le colture da insilato quali mais ceroso, sorgo, triticale, segale, loiessa.

Nel Centro-Sud, dove la disponibilità di acqua è più limitata, si può far ricorso a cereali autunno vernini (grano, orzo, triticale), oppure a colture a ciclo primaverile-estivo, con basse esigenze idriche (sorgo, girasole). La convenienza nel loro utilizzo deve essere valutata in funzione del costo di approvvigionamento, della possibilità di stoccaggio e della disponibilità di superfici per la distribuzione del digestato.



# LE BIOMASSE PER LA PRODUZIONE DI BIOGAS

## GLI SCARTI/SOTTOPRODOTTI

Ai sensi della Parte IV del D.Lgs n.152/2006, nella formulazione vigente, gli scarti agroindustriali destinati alla produzione di energia possono essere considerati "non rifiuti", bensì "sottoprodotti", semplificando l'iter autorizzativo degli impianti. Tuttavia al fine di escludere tali materiali dalla nozione di rifiuto, deve essere verificata e dimostrata, per ogni caso specifico, la sussistenza delle condizioni elencate nell'articolo 183 del D.Lgs. 152/06.

Inoltre ai sensi dell'articolo 185, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, possono essere sottoprodotti, nel rispetto delle condizioni della lettera p), comma 1 dell'articolo 183: materiali fecali e vegetali provenienti da sfalci e potature di manutenzione del verde pubblico e privato, oppure da attività agricole, utilizzati nelle attività agricole, anche al di fuori del luogo di produzione, ovvero ceduti a terzi, o utilizzati in impianti aziendali o interaziendali per produrre energia o calore, o biogas.

La resa energetica dei substrati è strettamente legata alla quantità e alla qualità della sostanza organica in essi contenuta, che condizionano la resa specifica di conversione in biogas e la percentuale in metano.



### Resa in biogas e % di metano di diverse tipologie di substrato

Elab. C.E.T.A. da fonti varie

SUBSTRATO	Resa biogas Nm <sup>3</sup> /t sostanza organica (SV)	Resa biogas Nm <sup>3</sup> /t tal quale	Contenuto in metano %
<b>ALLEVAMENTO</b>			
liquame bovino	250-400	20-30	55-60
letame bovino	350-450	60-75	55-60
liquame suino	400-450	15-20	60-65
<b>AGRICOLTURA</b>			
insilato di mais	600-680	190-210	52
insilato di sorgo	500-560	140-160	52
insilato di triticale	550-650	170-200	53
insilato di erba	500-550	130-140	52
<b>AGROINDUSTRIA</b>			
siero di latte	670	30	58
bucchette di pomodoro	350	80	55
polpa di patate	580	100	52

# IL DIGESTATO

## CARATTERIZZAZIONE ED UTILIZZO AGRONOMICO

Alla fine del processo di digestione anaerobica si ottiene il digestato, un prodotto di composizione e consistenza variabili, in funzione dei substrati in entrata e delle modalità di conduzione dell'impianto.

Il quantitativo di azoto nel digestato è funzione di quello presente nei substrati di partenza; l'azoto totale rimane invariato lungo il processo di digestione; esso subisce solo una trasformazione

chimica (mineralizzazione) e da azoto prevalentemente organico nelle biomasse di origine, diventa in larga parte azoto ammoniacale, forma prontamente assimilabile dalle colture.

### Contenuto di azoto (N) per tipologie di substrato

Fonte: autori vari

SUBSTRATO	AZOTO [% sostanza secca]	AZOTO [kg/ t di fresco]
Liquame bovino	2,6-6,7	4,42
Liquame suino	6-18	8,40
Pollina	5,4	17,28
Silomais	1,1-2	4,26
Colletto e foglie barbabietola	0,2-0,4	0,48
Marcomela	1,1	3,85
Sfalci d'erba	2-3	3,00



## BENEFICI AGRONOMICI NELL'USO DEL DIGESTATO

- **materiale stabilizzato, igienizzato e deodorato;**
- **apporto di sostanza organica (proprietà ammendante);**
- **apporto di NPK (proprietà fertilizzante che consente una sostituzione dei concimi di sintesi);**
- **riduzione delle emissioni di gas serra.**

### Composizione del digestato

Fonte: Barbanti et al. L'Informatore Agrario 13/2010, pp. 44 e ss.

Per valorizzare appieno il potenziale nutritivo e minimizzare le perdite, specie quelle per volatilizzazione dell'ammoniaca, è necessario che la distribuzione avvenga a ridosso dell'epoca di utilizzo da parte delle colture e che sia tempestivamente seguita da interramento.

Sostanza secca - ss (g/kg)	Solidi volatili (% ss)	pH	Azoto Totale Kjeldahl NTK (g/kg)	Azoto ammoniacale N-NH <sub>4</sub> (%NTK)	C/N	Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/kg)	Potassio (K <sub>2</sub> O) (g/kg)
30-90	50-70	7,5-8,2	3-6	50-80	3-8	0,8-1,6	4,7

## INQUADRAMENTO NORMATIVO DEL DIGESTATO

Non esiste attualmente un inquadramento normativo univoco a livello nazionale per il trattamento e/o impiego del digestato a scopi agronomici o commerciali.

In generale la qualificazione del digestato può, in funzione delle matrici di alimentazione del digestore, delle caratteristiche del ciclo produttivo e delle modalità di impiego del digestato, essere inquadrata nell'ambito della disciplina che regola l'utilizzo:

- **dei rifiuti;**
- **dell'esclusione dal regime dei rifiuti in caso di sostanze naturali non pericolose utilizzate nell'attività agricola;**
- **dei sottoprodotti;**
- **ai sensi del DM 7/4/2006 sull'utilizzo agronomico (attualmente riservato ai soli effluenti di allevamento).**

Nell'ambito dei lavori di revisione in materia di rifiuti e della disciplina che regola l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici, le modifiche proposte al D.M. 7 aprile 2006 e al D.Lgs 152/2006, introducono finalmente la definizione di "digestato". Le modifiche in corso sono dettate dall'esigenza di adeguare ad una realtà agricola in evoluzione la "utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento". Questi sono sempre più utilizzati in miscela con biomasse agricole sottoposte a digestione anaerobica o ad altri trattamenti e sempre più



diffusa è la loro utilizzazione per scopi di valorizzazione energetica. Riferimenti in tal senso erano già presenti nel vecchio decreto, adesso si intende ampliare e dare maggiore certezza agli operatori in tal senso.

Una volta stabilita la possibilità di impiego agronomico del digestato, il dosaggio deve essere definito in base al contenuto di azoto, nel rispetto dei vincoli stabiliti dalla Direttiva Nitrati (91/676/CEE) e relativi provvedimenti di attuazione: 170 kg di N/ha in Zone Vulnerabili da Nitrati (ZVN); 340 kg di N/ha in Zone Ordinarie (ZO).

Come noto, il vincolo imposto dalla Direttiva Nitrati riguarda l'azoto di origine zootecnica. In assenza di un inquadramento relativo alle differenti tipologie di digestato a livello nazionale, diverse sono state le interpretazioni da parte delle singole Regioni relativamente all'azoto presente nel digestato, e possono essere ricondotte ai seguenti casi:

Il digestato è assimilato ad un reflu zootecnico, quindi **tutto l'azoto presente** rientra nei massimali previsti dalla Direttiva Nitrati, a prescindere dalla natura del digestato.

Nei digestati "misti" da co-digestione, **solo alla frazione di azoto che deriva dai reflui zootecnici** viene applicato il limite per le ZO o ZVN; il resto dell'azoto va a contribuire alla quota del fabbisogno colturale specifico.

Qualora i quantitativi di azoto presenti nel digestato risultino eccedenti rispetto alla disponibilità di superficie, è necessario introdurre appositi trattamenti (vedi aspetti tecnologici).

# IMPIEGO DEL BIOGAS

L'uso energetico del biogas può avvenire con tre modalità:

- 1 combustione diretta in **caldaia**, per la sola produzione di **energia termica**;
- 2 combustione in un **cogeneratore**, per la produzione combinata di **energia termica ed elettrica**. Il calore prodotto può essere ulteriormente sfruttato in sistemi ad assorbimento per la produzione di energia frigorifera (**trigenerazione**);
- 3 produzione di **bimetano** (autotrazione o immissione nella rete gas).

L'impiego più diffuso è la produzione di elettricità e di calore mediante cogenerazione, grazie agli incentivi esistenti che premiano la produzione di energia elettrica.



Per l'alimentazione di caldaie e cogeneratori sono richiesti alcuni semplici pretrattamenti del biogas, finalizzati alla rimozione dell'umidità e dell'idrogeno solforato ( $H_2S$ ), con lo scopo di evitare problemi di corrosione. Per la produzione di "bio-metano" è previsto un trattamento di eliminazione dell'anidride carbonica ( $CO_2$ ).

## IL BIOMETANO

Il biometano è ottenuto dal biogas mediante un processo denominato "upgrading" (rimozione della  $CO_2$ ), associato ad un trattamento di purificazione. Il gas ottenuto contiene circa il 95-98% di metano, è chimicamente molto simile al gas naturale e, come tale, può essere immesso nella rete di distribuzione.

Questa pratica è largamente diffusa in alcuni paesi europei (Germania, Austria, Svezia, Danimarca). In Italia allo stato attuale non sono previste specifiche norme tecniche di connessione alla rete né specifiche tariffe di connessione per il biogas. Sono tuttavia previsti tra gli indirizzi strategici del PAN-Piano di Azione Nazionale per le energie rinnovabili dell'Italia 2010 - misure per sviluppare ed incentivare l'immissione di biometano in rete.

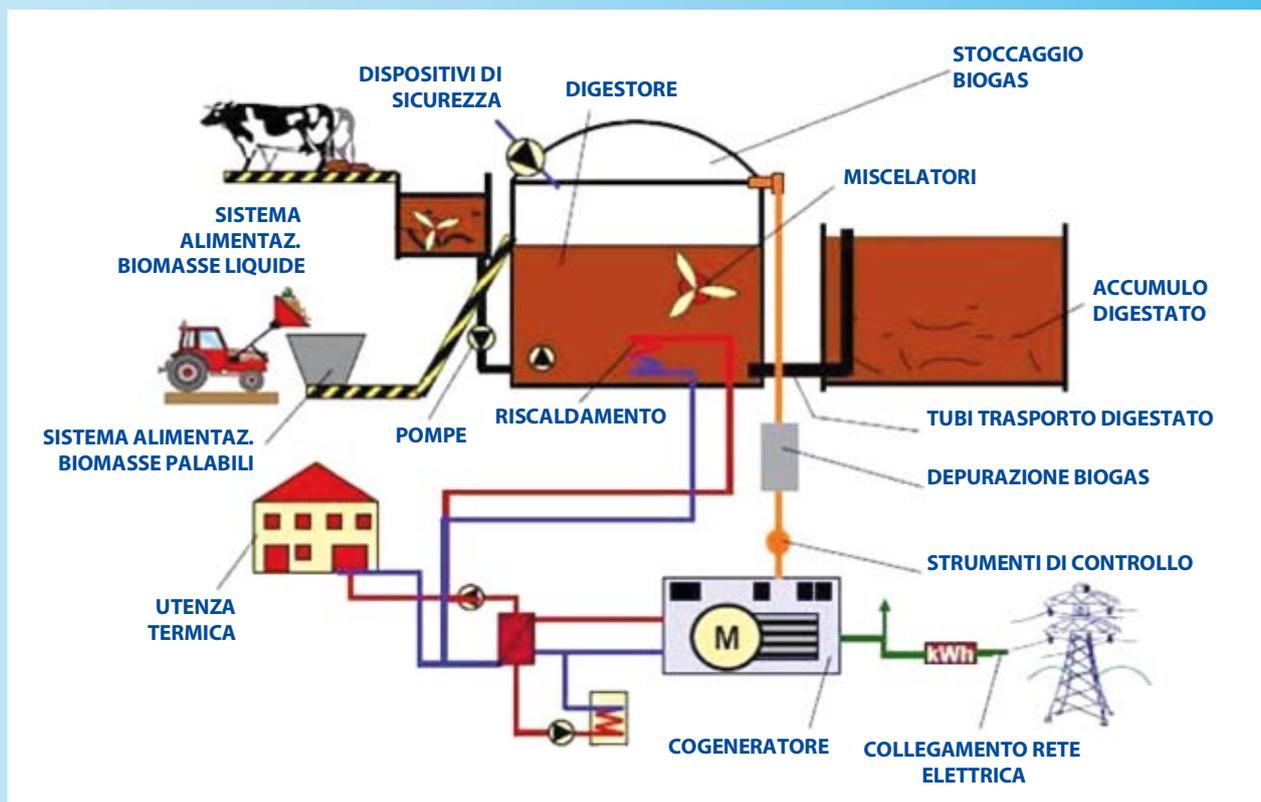
E' evidente come questa applicazione consenta un impiego più flessibile ed efficiente del biogas, grazie alla possibilità di sfruttare il notevole potenziale di trasporto, stoccaggio e utilizzo del gas naturale presente nel nostro Paese.



# TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOGAS

Un impianto di biogas è costituito da diverse componenti tecnologiche:

- **sistema di alimentazione substrati** (pompe, tramogge, coclee, ecc.);
- **digestore anaerobico** (vasca, copertura, sistema di riscaldamento, miscelatori, valvole di sicurezza, ecc.);
- **trattamento biogas** (deumidificazione, desolforazione, filtrazione, ecc.);
- **unità di cogenerazione** (motore, alternatore, scambiatore, circuito raffreddamento, scarico fumi, ecc.);
- **installazioni elettriche ed allacciamento alla rete** (quadri, cabina di trasformazione, contatori, ecc.);
- **strumenti per l'automazione e il controllo;**
- **vasca di stoccaggio del digestato.**



# TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOGAS

## TIPOLOGIE DI DIGESTORI

La tipologia più diffusa in ambito agricolo sono i **digestori a umido** (che lavorano con un contenuto in sostanza secca inferiore al 10-12%), **verticali e completamente miscelati**.



In alternativa i digestori a umido possono essere anche **a flusso orizzontale**.

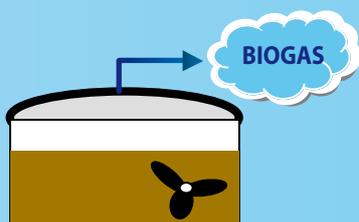


I **digestori "a secco"** sono adatti alla digestione di materiali con contenuto in sostanza secca superiore al 20% (es. letame, biomasse vegetali, ecc.). Sono per lo più diffusi nel settore del trattamento dei rifiuti solidi urbani.

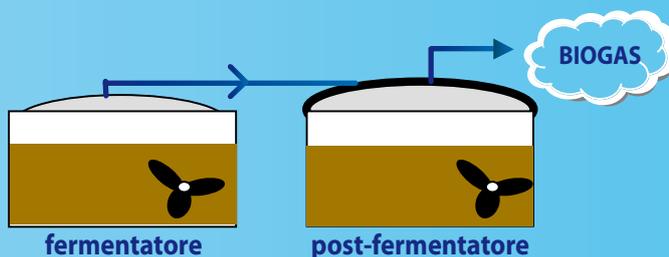


A seconda degli **stadi** in cui avviene la digestione, gli impianti possono essere:

### MONOSTADIO



### BISTADIO



# TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOGAS

## COMPONENTI DEI DIGESTORI

### CARICAMENTO DELLE BIOMASSE SOLIDE

Tramogge di carico dotate di coclee e nastri trasportatori.



### SISTEMA DI RISCALDAMENTO

Tubazioni in acciaio inox o PE posizionate nella parete interna del digestore.

Scambiatori esterni.



### SISTEMA DI MISCELAZIONE

Miscelatori a pale.

Miscelatore idraulico con motore esterno.

Miscelatori ad elica con motore esterno.



### COPERTURA

Copertura con soletta in calcestruzzo o telo gasometrico.



# TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOGAS

## IL COGENERATORE

Il biogas prodotto 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 **rendimento elettrico** migliora con l'aumentare della taglia della turbina o del motore, in un intervallo compreso tra circa il **28-42%**; il rendimento termico è pari a circa 40-50%.



### Trattamenti per il biogas - Fonte C.E.T.A.

Inquinante	Problema	Trattamento
Acqua (H <sub>2</sub> O)	Formazione di condensa che provoca malfunzionamenti; azione corrosiva potenziale	Separatori di condensa Apparati frigoriferi di condensazione
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S)	Corrosione dei motori e degli elementi elettrici	Insufflazione di ossigeno O <sub>2</sub> (rimozione biologica) Filtri di ossidi di ferro Filtri di carbone attivo Biofiltri Lavaggio con idrossido di sodio (NaOH) Lavaggio con soluzione di sali di ferro
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	La rimozione della CO <sub>2</sub> è necessaria per aumentare il tenore di metano del biogas (biometano)	Assorbimento in acqua con strippaggio ed emissione in atmosfera o compressione Membrane semipermeabili che trattengono selettivamente il metano (CH <sub>4</sub> )

## SISTEMI DI CONTROLLO ED AUTOMAZIONE

Gli impianti sono solitamente dotati di diverse tipologie di sensori (temperatura, pH, indicatori di livello, analizzatore biogas, ecc.), che consentono il monitoraggio costante dell'andamento del processo e della produzione energetica. Anche negli impianti più semplici il funzionamento è totalmente automatizzato, gestito dalla centralina di controllo.



# TECNOLOGIE PER IL TRATTAMENTO DEL DIGESTATO

Le tecnologie per il trattamento del digestato, qualora sia necessaria la riduzione dei composti azotati presenti, sono molteplici e presentano diverso grado di efficienza, di complessità e di maturità tecnologica.



## A - TRATTAMENTI MECCANICI

La separazione meccanica tra solido e liquido è il trattamento più diffuso. Essa genera un solido palabile (con circa il 20-30% di sostanza secca) e un liquido con basso tenore di solidi (circa il 2-8% di sostanza secca), consentendo una gestione agronomica più flessibile, nonché una riduzione dei volumi di stoccaggio.

Il trattamento non porta ad una effettiva rimozione dell'azoto presente, bensì determina una ridistribuzione dello stesso.

buzione dello stesso.

Il liquido, dove si concentrano l'azoto ammoniacale e i sali solubili, presenta caratteristiche simili a quelle di un concime e può essere distribuito in fertirrigazione. Il solido, ad elevato contenuto in sostanza organica ed azoto organico a lento rilascio, presenta proprietà ammendanti e può essere ceduto ad altre aziende terze, consentendo la riduzione del carico azotato aziendale.

### Prestazioni di diverse tecnologie per la separazione meccanica dei solidi

Fonte C.E.T.A.

Tipo di separatore	Efficienza di separazione		Frazione solida		Consumo energetico	
	%SS	%N	%SS	% di volume rispetto al liquame in ingresso	kWh/m <sup>3</sup> liquame trattato	kWh/kgN separato
Separatore rotante	40-55	25-35	18-20	16-32	0.4-1.8	0.5-2.4
Separatore a compressione elicoidale	30-40	15-25	20-25	8-20	0.4-0.8	0.5-1.7
Centrifuga	50-75	20-35	20-28	10-20	4.3-6.7	6.2-9.1



# TECNOLOGIE PER IL TRATTAMENTO DEL DIGESTATO

## B - TRATTAMENTI FISICO-CHIMICI

Gran parte dell'azoto viene estratto e trasferito in un "concentrato" solido, eventualmente utilizzabile come fertilizzante. Sono solitamente processi molto efficienti, ma costosi, che comunque necessitano di pretrattamenti a monte (separazione solido liquido, depurazione). Pur essendo tecnologie collaudate e diffuse in altri settori economici (industriale, depurazione civile), trovano ancora scarsa applicazione in campo zootecnico.

### Efficienza di separazione dell'azoto (N) e del fosforo (P) mediante diversi trattamenti fisico-chimici

Tecnologia di trattamento	DISTRIBUZIONE DOPO TRATTAMENTO			
	Frazione liquida (nota **)		Frazione solida/ densa	
Strippaggio	Azoto 20-40% (*)	Fosforo: 10-70% (*)	Azoto: 60-80% (*)	Fosforo: 30-90% (*)
Precipitazione della struvite	Azoto: 20% (*)	Fosforo: 10% (*)	Azoto: 80% (*)	Fosforo: 90% (*)
Microfiltrazione e ultrafiltrazione	Azoto: 50% (*)	Fosforo: 15% (*)	Azoto: 50% (*)	Fosforo: 85% (*)
Osmosi inversa	Azoto: 5% (*)	Fosforo: 1% (*)	Azoto: 95% (*)	Fosforo: 99% (*)

(\*) Regione Lombardia – ERSAF – I.I.A. Gestione e riduzione dell'azoto di origine zootecnica Soluzioni tecnologiche e impiantistiche - Quaderni della ricerca.

(\*\*) Nei quantitativi di N presenti nelle frazioni liquide non sono considerate eventuali perdite per volatilizzazione che possono avvenire durante la fase di stoccaggio. Ad esempio la Regione Veneto (All. A al Decreto 104 del 31 marzo 2008), considera che uno stoccaggio di 90 giorni può comportare una perdita di azoto ammoniacale pari al 28% dell'azoto.

## C - TRATTAMENTI BIOLOGICI

Consentono una vera e propria riduzione della concentrazione di composti azotati, mediante la loro trasformazione biochimica in azoto molecolare allo stato gassoso (N<sub>2</sub>).

I trattamenti biologici, specie quelli nitro-denitro tradizionali, sono noti in ambito zootecnico, in particolare negli allevamenti intensivi di suini. Sono processi molto "energivori" e quindi costosi. In un contesto simile, la digestione anaerobica, attraverso la produzione di energia, rappresenta un'opportunità interessante per la riduzione dei costi di gestione del reflui per le aziende nelle aree a maggior criticità.

### Efficienza di separazione dell'azoto attraverso diversi trattamenti biologici

Fonte C.E.T.A. da fonti varie

Tipologia di trattamento	Rimozione dell'Azoto (N)
Fanghi attivi tradizionali con nitro-denitro	70-95%
Trattamento SHARON- ANAMOX (sistemi di denitrificazione via nitrito)	95%
Impianti SBR (Sequencing Batch Reactor)	70-90%
Impianti MBR (Membrane bio reactors)	> 90%
Fitodepurazione	>50%



Progetto dei contenuti e testi: Fattorie del Sole COLDIRETTI - Coordinamento: Luca D'Apote - Autori: Luca D'Apote, Daniela Migliardi (C.E.I.A.) - Foto: archivio Fattorie del Sole, C.E.I.A., C.R.P.A. - Progetto grafico: Marco Dalla Vedova - Stampa: Stilgrafica Srl / Roma - Settembre 2010 - © Riproduzione vietata

**Enama** è una associazione a cui aderiscono le principali organizzazioni agricole (Cia, Coldiretti e Confagricoltura), del contoterzismo (Unima), del commercio (Assocap e Unacma), dell'industria (Unacoma) e, in qualità di membri di diritto, il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, le Regioni e l'Ente C.R.A.

PARTNER DI PROGETTO:



# ENAMA

ENTE NAZIONALE PER LA  
MECCANIZZAZIONE AGRICOLA

Via Venafro, 5 - 00159 ROMA  
Tel. +39 06 40860030 - +39 06 40860027  
Fax +39 06 4076264  
info@enama.it  
www.enama.it