



Seminario AIAT - Risultati del progetto di cooperazione “Energia rinnovabile da biodigestori in Apurimac” ed esperienze in Paesi in via di sviluppo



 POLITECNICO DI MILANO



La digestione anaerobica nei paesi in via di sviluppo: stato dell'arte

Ing. Davide Scaglione – DICA sezione ambientale

Milano, 24 marzo 2014



Via degradativa della sostanza organica (scarti dell'industria agroalimentare, insilati di mais, foraggi, deiezioni animali, rifiuti umidi domestici) che ha luogo **in assenza di ossigeno** sia in forma libera sia legato a molecole inorganiche (principalmente: NO_3^- , NO_2^- , SO_4^-)

Sostanza organica $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{CH}_4 + \text{gas in tracce}$

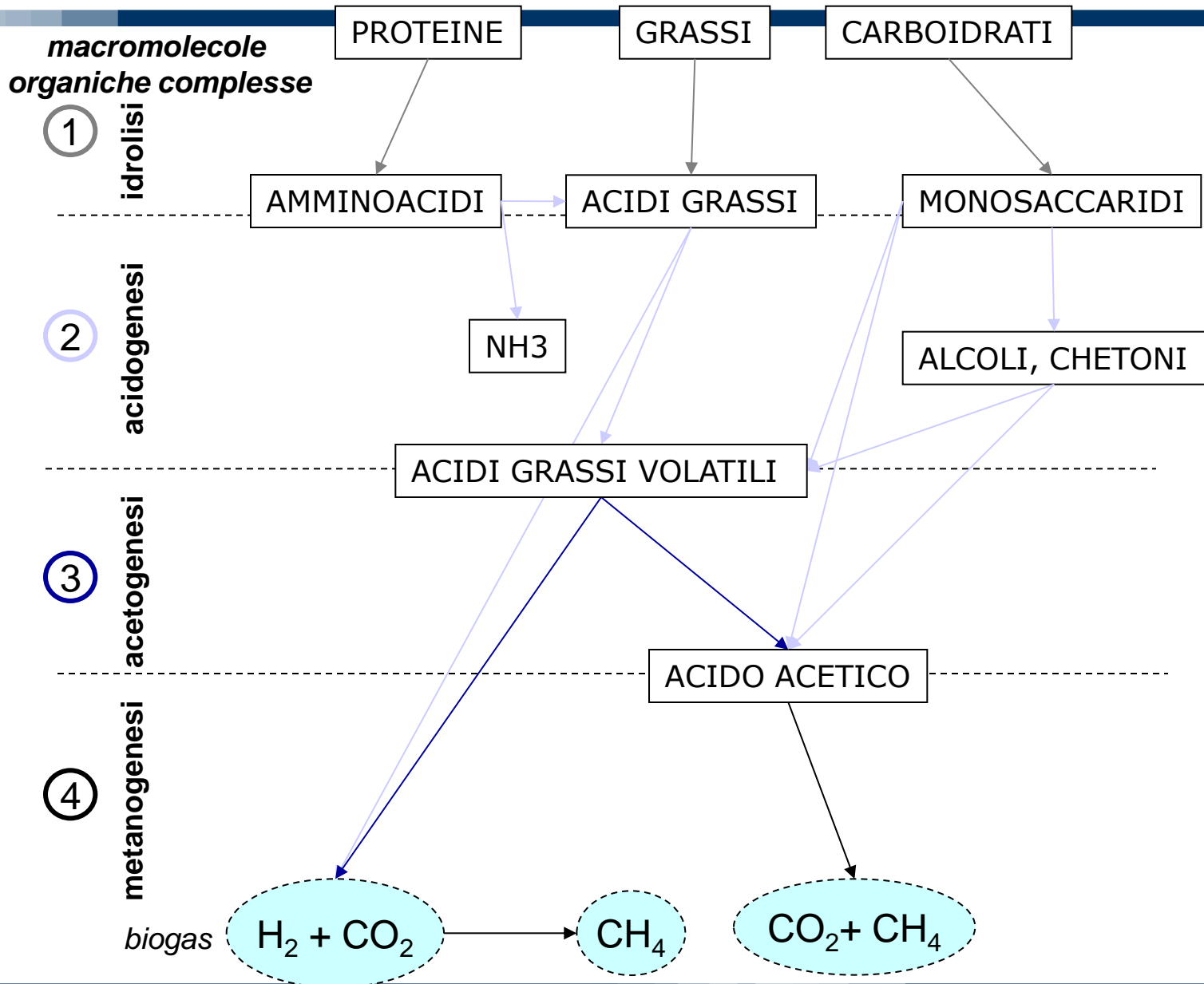
La trasformazione avviene attraverso fasi successive ed è dovuta ad un complesso consorzio batterico. Nella catena trofica, i prodotti di demolizione di uno stadio sono utilizzati come substrato per lo stadio successivo.



Cosa fanno i microrganismi?

3

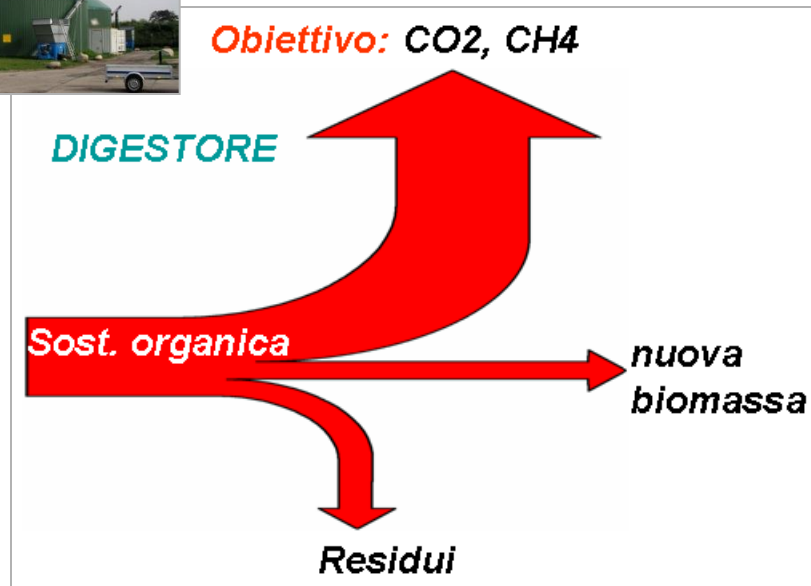
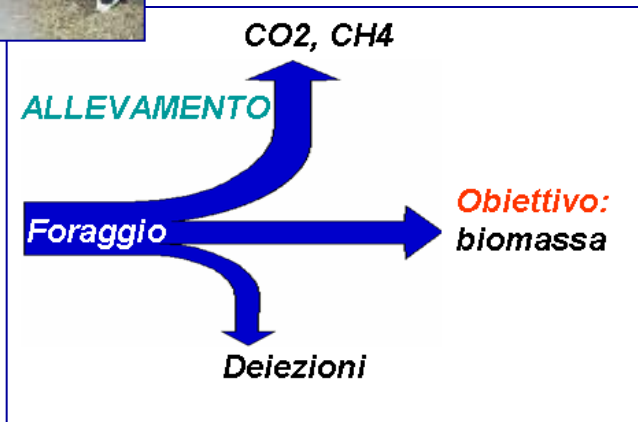
CATENA TROFICA
o di 'smontaggio'





La digestione anaerobica è un processo efficiente

I microrganismi anaerobi hanno un metabolismo a bassa resa cellulare: solo una frazione molto bassa della sostanza organica da loro utilizzabile è impiegata per formare nuovo materiale cellulare, mentre più del 90% è trasformato in metano!





Temperatura:

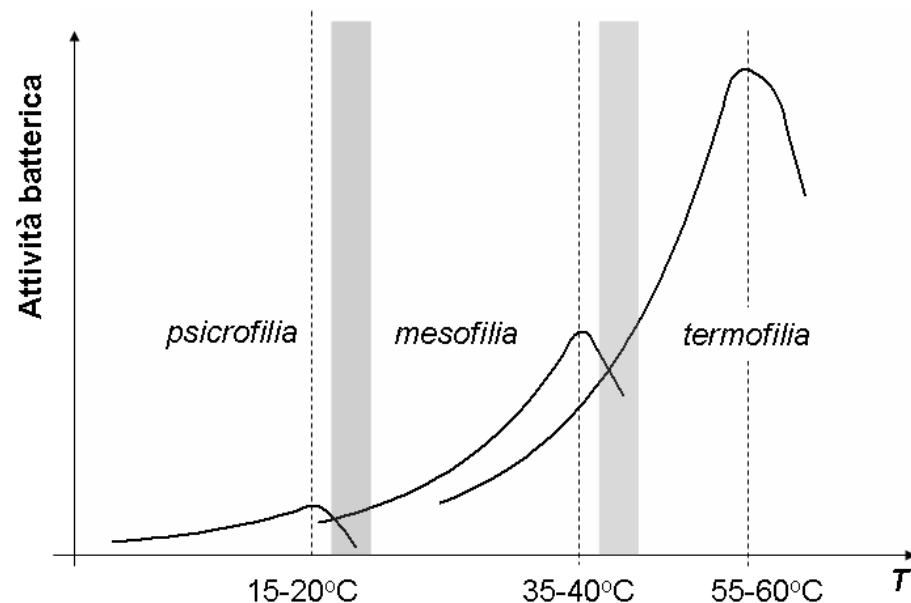
La metanogenesi è fortemente influenzata dalla temperatura

Per ottimizzare le rese del processo, la temperatura di digestione va scelta all'interno di **intervalli** piuttosto ristretti

In ciascun campo di temperatura operano ceppi batterici differenti

Scelto il campo operativo, occorre **limitare le oscillazioni a $\pm 3^{\circ}\text{C}$ e la velocità di cambiamento della temperatura ($<0.6^{\circ}\text{C/d}$)**.

Per garantire la stabilità di processo la temperatura è un parametro fondamentale.





Cos'è: miscela di diversi gas, la cui composizione è influenzata dalla composizione del substrato alimentato, in prevalenza anidride carbonica e **metano**

Composizione media:

COMPONENTE	% IN VOLUME
Metano (CH_4)	55-60 (50-75)
Anidride carbonica (CO_2)	35-40 (25-45)
Vapore Acqueo (H_2O)	2 (20°C) - 7 (40°C)
Idrogeno Solforato (H_2S)	0,02 - 2%
Azoto (N_2)	<2
Ossigeno (O_2)	<2
Idrogeno (H_2)	<1

Produzione di biogas:

Dipende da:

- Natura e degradabilità del substrato
- Condizioni di processo (carichi applicati, tempi di permanenza, condizioni ambientali)



Gas inodore e incolore (formula CH_4) – detto anche “gas naturale”



E' il combustibile meno inquinante.

Chi l'ha scoperto????



Nell'autunno del 1776 Alessandro Volta studiò un fenomeno noto anche in epoche più lontane, segnalatogli da Carlo Giuseppe Campi: **in un'ansa stagnante del fiume Lambro, avvicinando una fiamma alla superficie si accendevano delle fiammelle azzurrine.**

Questo fenomeno era già stato studiato separatamente da Pringle, Lavoisier, Franklin e Priestley pochi anni prima ma lo classificarono semplicemente come un'esalazione di aria infiammabile, di origine minerale..

Volta volle andare più a fondo della questione. Mentre era ospite ad Angera nella casa dell'amica Teresa Castiglioni, **Alessandro Volta scoprì l'aria infiammabile nella palude dell'isolino Partegora, in località Bruschera. Provando a smuovere il fondo con l'aiuto di un bastone vide che risalivano delle bolle di gas e le raccolse in bottiglie. Diede a questo gas il nome di *aria infiammabile di palude* e dedusse che il gas si formava nella decomposizione di sostanze animali e vegetali**





Per una valutazione il più possibile rappresentativa della resa:

necessarie misure sperimentali

- *la materia organica è posta a contatto con un adeguato inoculo di biomassa batterica in condizioni ambientali controllate ed ottimali per i microrganismi anaerobici e si lascia avvenire il processo di degradazione*





BMP per diverse biomasse:

Matrice	$m_{\text{BIOGAS}}^3 t_{\text{SV}}^{-1}$ alimentati
Fanghi di depurazione civile	250-350
Frazione organica VS dei rifiuti urbani (FORSU)	400-700
Deiezioni animali (suini, bovini, avicoli..)	200-500
Colture energetiche (mais, sorgo zuccherino, erba, ecc)	550-750
Residui colturali (paglia, colletti di barbabietole, ecc.)	350-400
Scarti organici agroindustriali (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi reflui di distilleria, birrerie, cantine)	400-800
Scarti organici di macellazione (grassi, contenuto stomacale e intestinale, sangue, fanghi di flottazione, ecc.)	550-1000



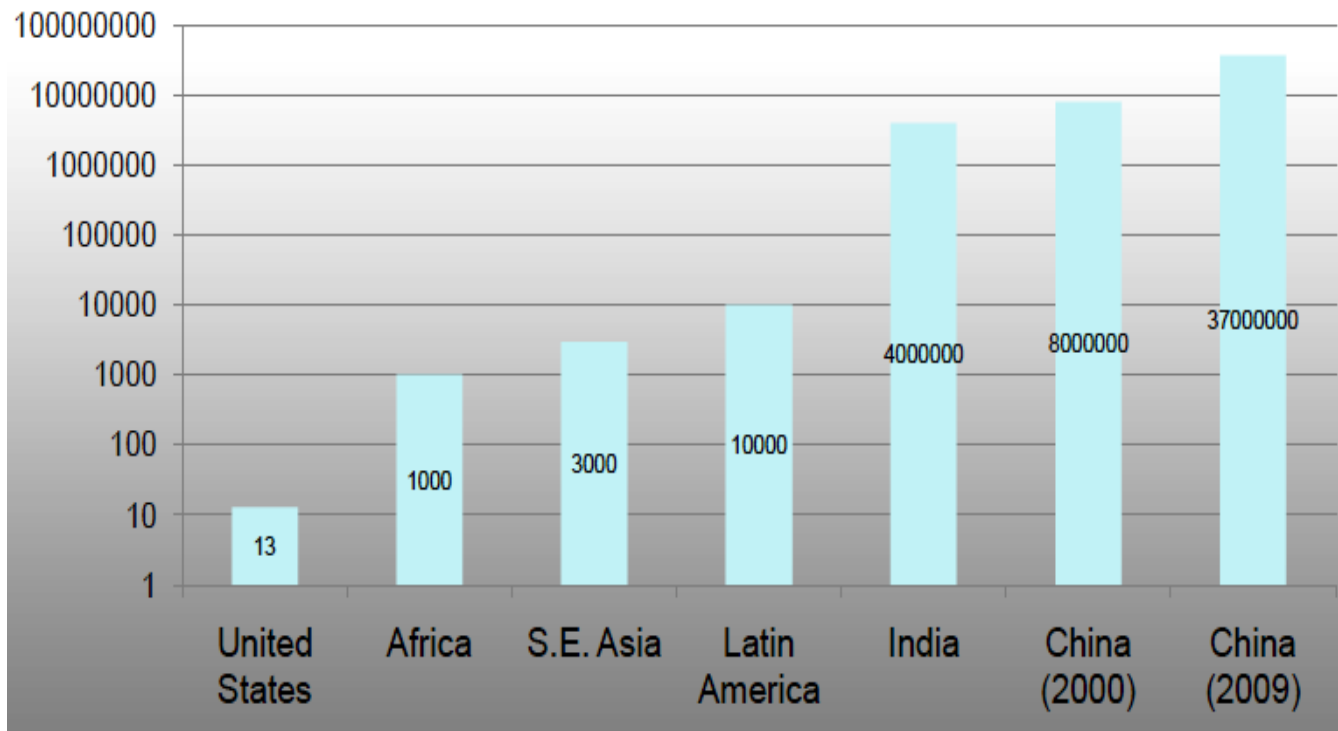
Contenitore o reattore nel quali avvengono i processi di degradazione anaerobica.

Deve garantire condizioni ottimali per i processi:

- Temperatura adeguata,
- Sufficiente miscelazione per favorire il contatto tra batteri e sostanza organica in degradazione
- Sufficiente tempo di permanenza per un'adeguato sviluppo dei microrganismi
- Affidabile ed efficiente captazione del gas prodotto

Ci sono milioni di piccoli impianti in tutti il mondo; questa tecnologia si è diffusa specialmente in Asia (40 milioni solo in Cina), ma anche in America Latina e in Africa: **principalmente come combustibile per cucinare**

Small-Scale Anaerobic Digesters





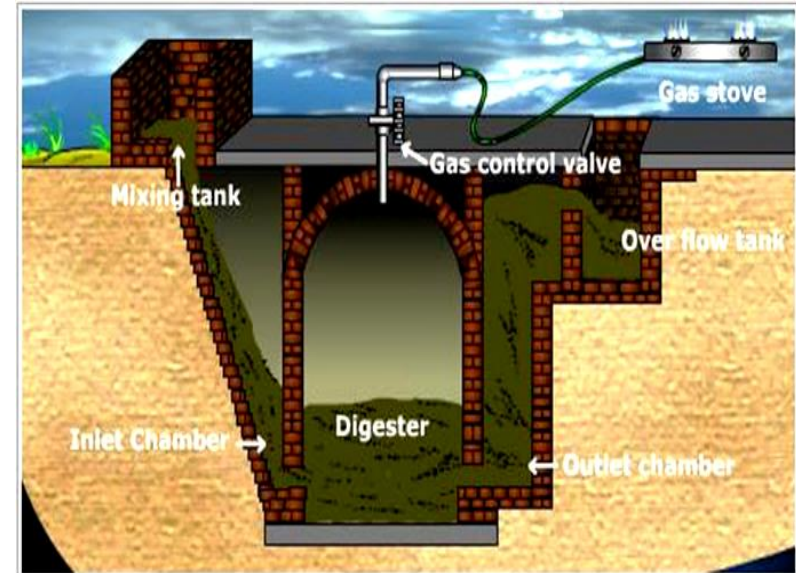
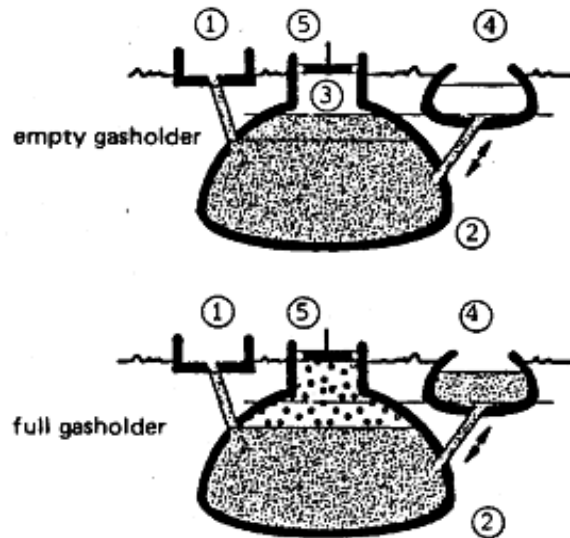
Tipologie di impianti semplificati nel mondo:

Fixed - dome digester

13

Fixed - dome digester

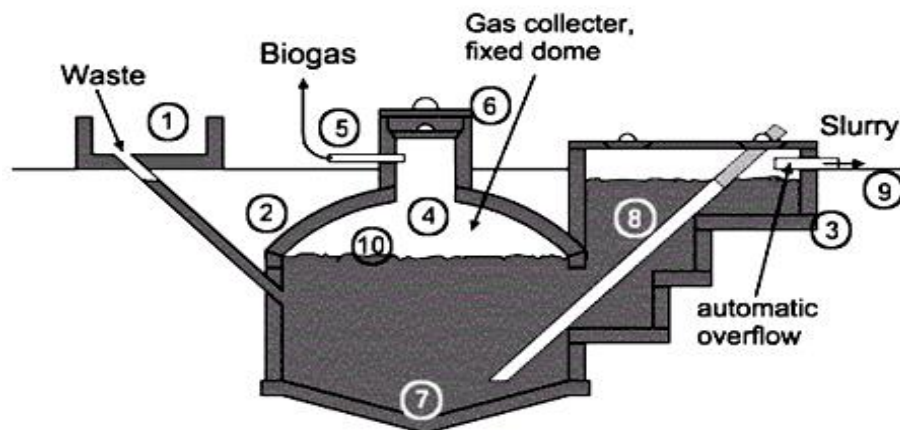
L'impianto è composto da pozzetto di carico (1), da un reattore a forma di cupola (2), da un gasometro (3) e infine da un serbatoio di compensazione (4). Il biogas può essere raccolto per mezzo di una tubazione (5) ed essere immagazzinato nel gasometro, mentre parte del digestato risale un tubo che lo conduce al serbatoio di compensazione.



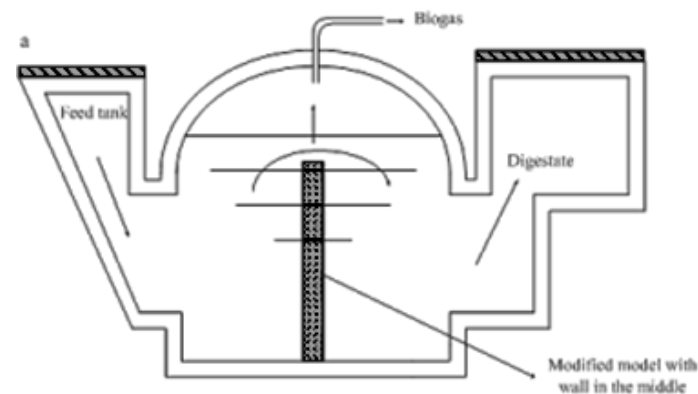


Esistono varie tipologie di digestori a cupola fissa:

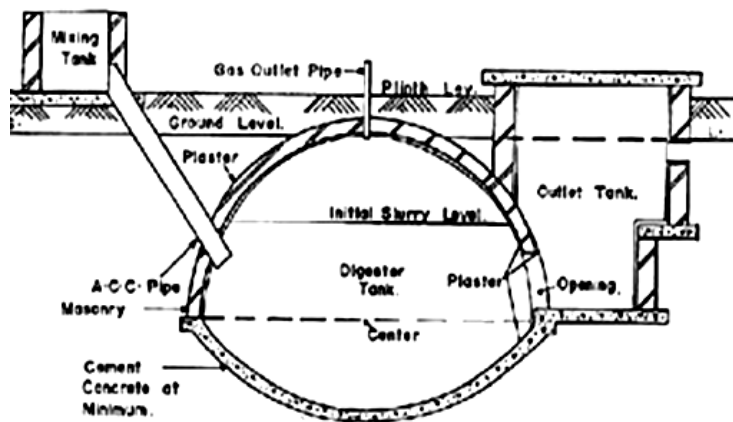
Cinese



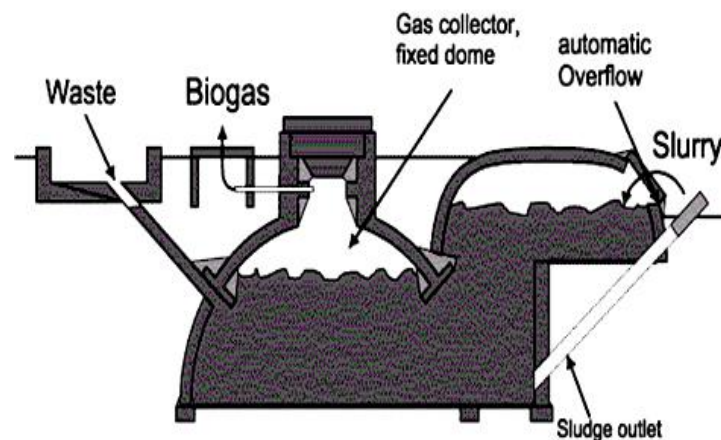
Janata



Deenbandhu



CAMARTEC





VANTAGGI

- Costi d'investimento ridotti;
- Durata dell'impianto (fino a 20 anni);
- Nessuna parte in movimento;
- L'installazione genera l'impiego di manodopera.

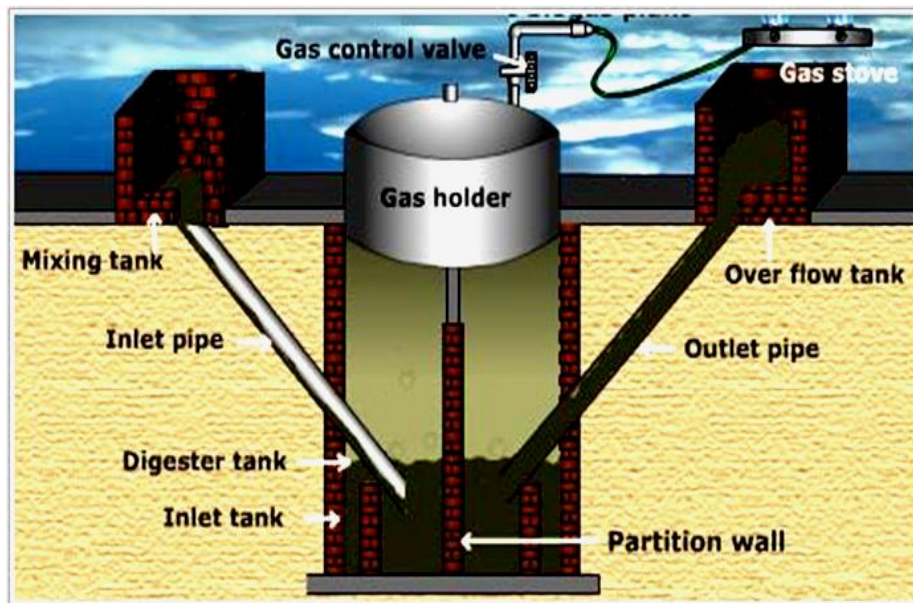
CRITICITA'

- Impermeabilizzazione della cupola gasometrica;
- Fluttuazione della pressione che rende complicato lo sfruttamento del biogas;
- Quantità di biogas prodotto non visibile;
- L'escavazione della fossa è laboriosa e costosa;
- Necessità di personale specializzato nella progettazione e per l'installazione.



Floating - drum digester

L'impianto è composto da un reattore cilindrico o semisferico e da un gasometro mobile, chiamato *tamburo*, che galleggia direttamente sui fanghi (o in una sacca impermeabile), ed è collegato con un telaio guida alle pareti del digestore che gli conferisce stabilità e lo mantiene nella posizione verticale.



Quando il processo di produzione di biogas ha inizio il tamburo si solleva mentre quando viene consumato ritorna nel punto di partenza fornendo al digestato la spinta per risalire la tubazione di scarico.

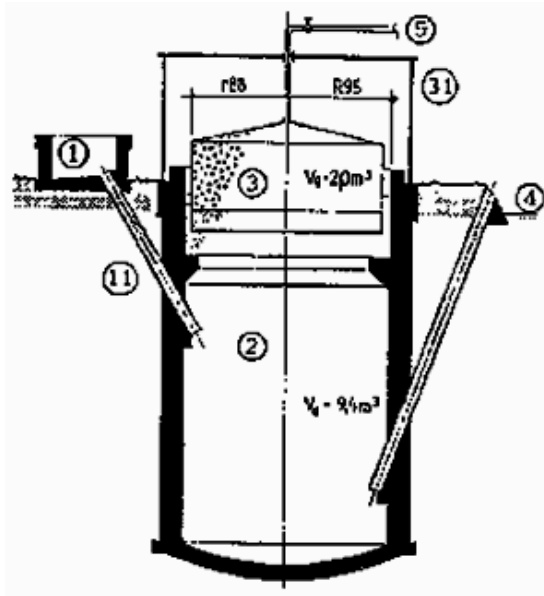


Tipologie di impianti semplificati nel mondo:

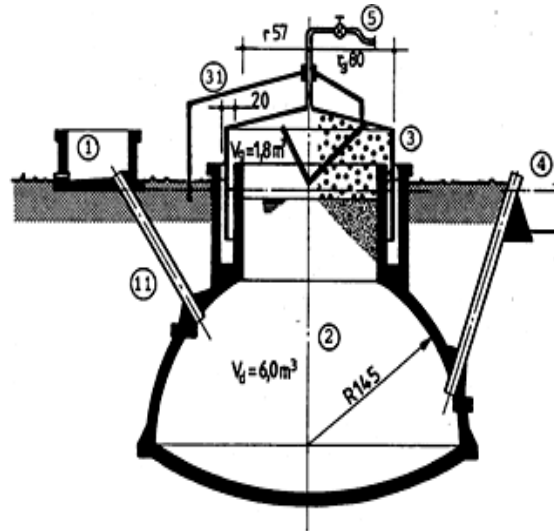
Floating - drum digester

17

KVIC



Pragati



Ganesh





ARTI (INDIA) Compact biogas system

2500 impianti «familiari» venduti (da 1 a 5 mc, costo da 500 a 1200 euro)

Alimentati principalmente con scarti di cucina

Pubblicazione SANDEC-EAWAG 2014

<http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/swm/dl/biowaste.pdf>



VANTAGGI

- **Funzionamento intuitivo e poco impegnativo;**
- **Quantità di biogas prodotto visibile (intuito dalla posizione del gasometro);**
- **Produzione di biogas ad una pressione costante;**

CRITICITA'

- **Manutenzione impegnativa (ruggine e impermeabilizzazione);**
- **Durata dell'impianto breve (massimo 15 anni);**
- **Parti in movimento (rischio blocco gasometro);**
- **Difficile rimuovere schiume eventualmente accumulate**



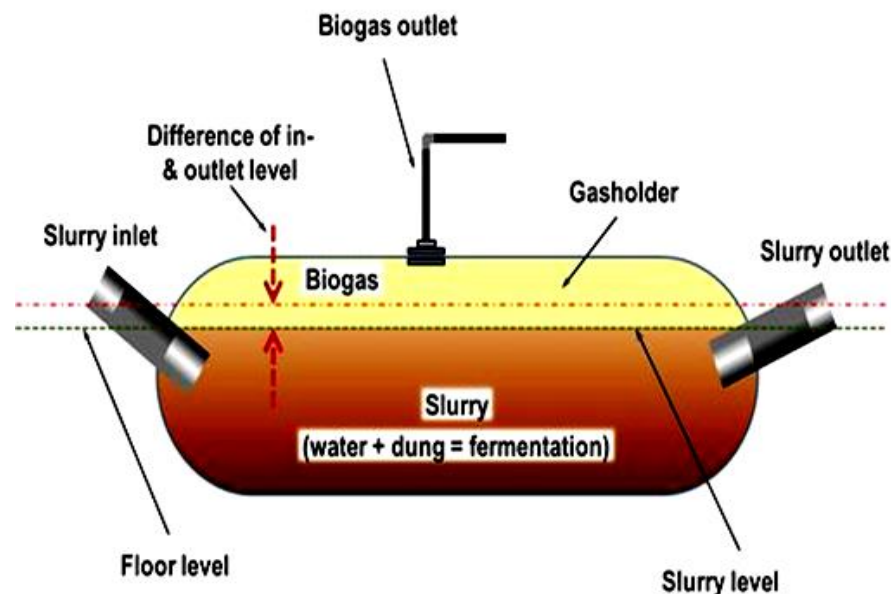
Tipologie di impianti semplificati nel mondo:

Plastic -Tubular digester

20

Plastic-Tubular Digester

L'impianto è costituito da una **sacca in polietilene o PVC** in cui alle due estremità vi sono due tubi: uno per l'ingresso del substrato e uno per l'uscita del digestato. Nella parte centrale vi è una tubazione che permette di trasportare il biogas fino al gasometro.





VANTAGGI

- **Possibilità di impiego di varie tipologie di materiali (a seconda della disponibilità);**
- **Costo d'installazione modesto;**
- **Quantità di gas prodotto visibile;**

CRITICITA'

- **Pressione del biogas molto bassa;**
- **Durata dell'impianto modesta (massimo 15 anni).**
- **Rischio stratificazioni se miscelazione non adeguata**



- **Costi d'investimento/costruzione che comportano spesso la richiesta di prestiti non sempre assicurati;**
- **Necessità di manutenzione costante;**
- **Durata media dell'impianto limitata (15 anni);**
- **Tecnologia difficilmente applicabile in regioni estremamente fredde o aride;**
- **Impossibilità di analisi frequenti ed adeguate per valutare efficienza processo**
- **Formazione del personale e coinvolgimento della comunità locale;**
- **Eventuale percezione negativa (impianti esistenti e non funzionanti);**



- **Recupero energetico di scarti organici;**
- **Miglioramento delle condizioni igieniche: riduzione dei batteri patogeni con conseguente minor diffusione di malattie;**
- **Miglioramento delle condizioni di vita: minor inquinamento degli ambienti domestici (particolato e CO₂);**
- **Costo di approvvigionamento del combustibile inferiore a fronte di un investimento iniziale;**
- **Impiego del digestato come fertilizzante in sostituzione di fertilizzanti chimici**
- **Minor emissioni di gas serra su scala globale;**
- **Conservazione delle aree boschive e minor erosione del suolo;**





World Access to Modern Energy



MILANO 2015

[HOME](#) [ABOUT US](#) [MISSION](#) [THE ISSUE](#) [SOLUTIONS](#) [PLAYERS](#) [WORLD MAP](#) [MAIN SOURCES](#) [NEWS](#) [CONTACTS](#)

MISSION

WAME - World access to modern energy

wame2015.org



Home

News

- [Convegno anaerobio e biomassa](#)
- [Convegno](#)
- [Linea S impianti](#)
- [Linea F Pretrattamento](#)
- [Linea F azoto](#)

Grazie per l'attenzione

davide.scaglione@polimi.it

www.fabbricabioenergia.it