

## RE-BIOMAS - Impianto Pilota per la Produzione di Biogas da Biomasse



*Foto puramente indicativa - Impianto base (Cod. 949100)*

### 1. Generalità

L'impianto Re-Biomass è stato progettato per permettere lo studio del processo di fermentazione anaerobica per la produzione di gas metano (biogas) da materiale organico di scarto (biomasse). Nell'ambito delle tecnologie cosiddette dolci o appropriate, la fermentazione anaerobica riveste un ruolo di primaria importanza per il contributo che essa può apportare sia al problema della crisi energetica che al problema dello smaltimento dei rifiuti di natura organica.

L'impianto pilota Re-Biomass è stato concepito in modo da evidenziare i parametri funzionali che determinano la quantità e le caratteristiche del biogas prodotto nonché i criteri per l'utilizzo dell'impianto in particolare per quanto concerne la sicurezza. Il gruppo risulta così un valido strumento didattico per la comprensione sia del processo sia della tecnologia adottata per la progettazione di impianti reali.

### 2. Il processo della fermentazione anaerobica

La fermentazione anaerobica, attraverso la degradazione di molecole organiche complesse, permette di trasformare la sostanza organica di scarto (come quella dei rifiuti organici solidi, dei rifiuti agro-alimentari, delle deiezioni animali) in materiale pregiato: fertilizzante e un gas detto biogas costituito dal 70% circa di metano. La produzione di biogas varia in relazione alla natura e alla quantità del materiale trattato; mediamente è dell'ordine di 0.3-0.4 Nm<sup>3</sup> di biogas per kg di sostanza solida trattata. Il prodotto gassoso biogas presenta la seguente composizione media:

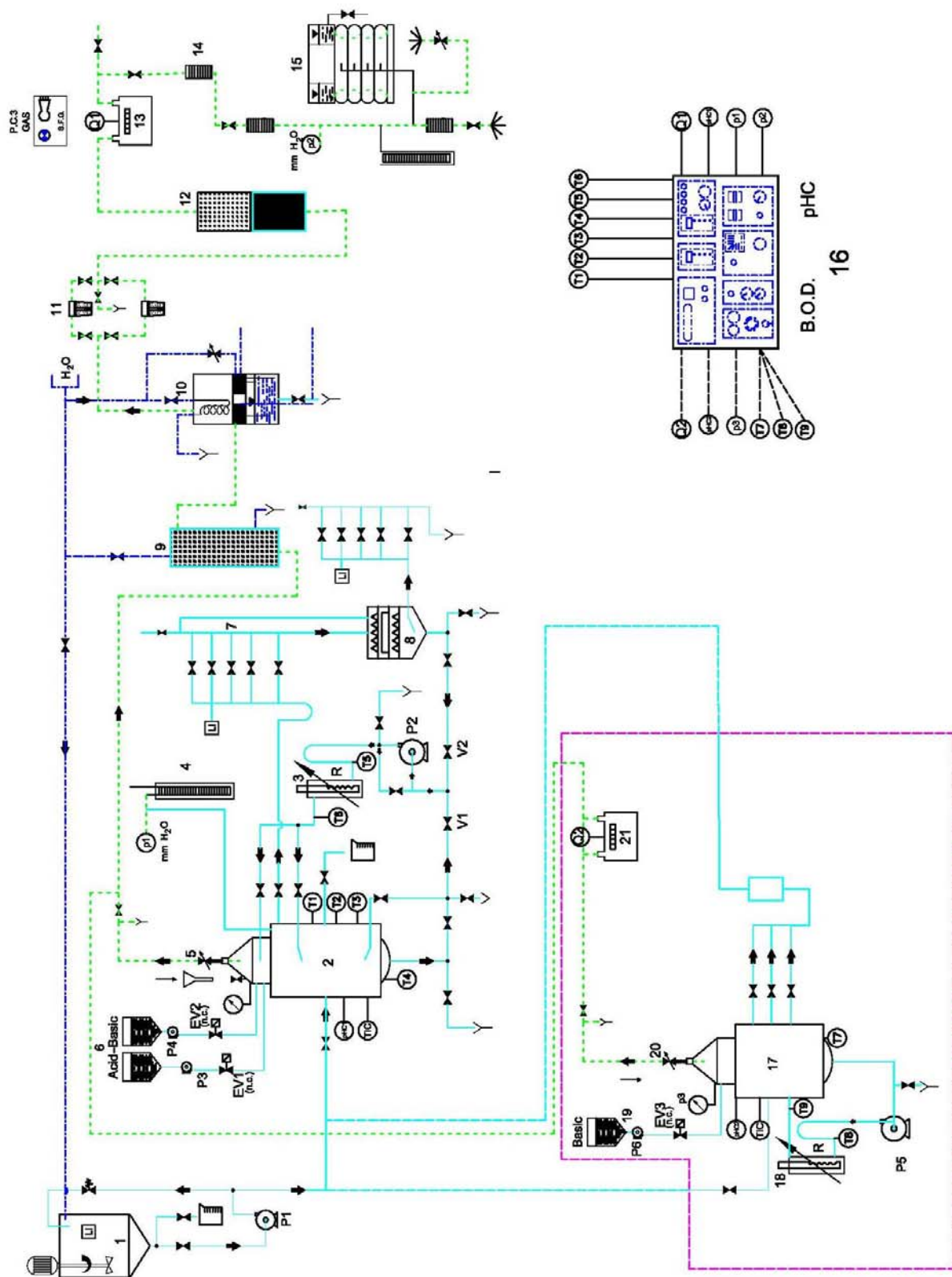
- CH<sub>4</sub> metano (60÷70%);
- CO<sub>2</sub> anidride carbonica (28÷32%);
- H<sub>2</sub>S idrogeno solforato, NH<sub>3</sub> ammoniaca ecc. (2÷3%).

Il Potere Calorifico Inferiore (PCI) di tale gas è dell'ordine di 5200÷6000 kcal/Nm<sup>3</sup> a seconda della percentuale di metano.

La parte liquida e quella solida rimanenti risultano ottimi fertilizzanti che come tali possono essere usati in agricoltura.

Il liquido effluente, in zone calde (temperatura ambiente 25÷28°C) è un'ottima base per colture acquatiche che possono costituire un valido alimento per animali.

Il processo della fermentazione anaerobica è anche un valido mezzo depurativo, con un rendimento all'abbattimento del BOD<sub>5</sub> fino all'80÷85%.



### Fig. 1 - Sinottico generale

1. Serbatoio di alimentazione capacità 200 litri con agitatore/sminuzzatore
2. Reattore in materiale plastico atossico capacità circa 100 litri
3. Riscaldatore elettrico potenza variabile 2000 W
4. Manometro ad U per la misura della pressione di lavoro nel reattore
5. Valvola di sfiato gas per regolare la pressione di lavoro del reattore
6. Serbatoio con soluzioni acida e basica per controllo del pH nel reattore
7. Scarico a sifone per diversi valori di pressione di lavoro
8. Degasatore/sedimentatore
9. Colonna assorbimento acqua estrazione CO<sub>2</sub> gas
10. Colonna eliminazione CO<sub>2</sub> con soluzione basica
11. Filtro deidratatore a gel di silice
12. Colonna con materiale ferroso e carbone attivo per eliminazione H<sub>2</sub>S e altri composti organici
13. Contatore gas prodotto con rivelatore fughe gas a sirena
14. Rompifiamma di sicurezza
15. Serbatoio di accumulo volumetrico gas a bassa pressione con valvola di sicurezza
16. Sistema opzionale per acquisizione dati SAD/RE-BIOMAS
17. Reattore in acciaio inossidabile per la produzione di H<sub>2</sub>, capacità 40 litri
18. Riscaldatore elettrico potenza variabile 1500 W
19. Serbatoio soluzione basica per controllo pH nel reattore H<sub>2</sub>
20. Valvola di sfiato gas per regolare la pressione di lavoro nel reattore
21. Contatore gas prodotto con rivelatore fughe gas a sirena
- P1. Pompa alimentazione reattori
- P2. Pompa di ricircolo e miscelazione metano reattore
- V1 Elettrovalvola ricircolo e miscelazione
- V2 Valvola ricircolo fanghi
- P3. Pompa alimentazione soluzione correttiva acida reattore metano
- EV1. Elettrovalvola soluzione correttiva acida reattore metano
- P4. Pompa alimentazione metano e soluzione correttiva basica reattore
- EV2. Elettrovalvola metano e soluzione correttiva basica reattore
- P5. Pompa di ricircolo e miscelazione reattore H<sub>2</sub>
- P6. Pompa alimentazione soluzione correttiva basica reattore H<sub>2</sub>
- EV3. Elettrovalvola soluzione correttiva basica reattore H<sub>2</sub>
- LI Indicatori di livello
- TIC Termostato controllo temperatura reattore
- pHC Sistema controllo pH

### 3. Composizione

L'impianto pilota è composto da:

- Impianto base (Cod. 949100)
- Frigo termostato opzionale per apparecchio BOD (Cod. 949104)
- Termoreattore opzionale per l'analisi COD (Cod. 949103)
- Kit opzionale per la misura concentrazione gas (Cod. 949101)
- Reattore opzionale per la produzione di idrogeno da fermentazione (Cod. 949115)
- Sistema Automatico opzionale di Acquisizione Dati SAD/RE-BIOMAS costituito da:
  - Kit di trasduttori elettronici e condizionamento segnali (Cod. 914344)
  - Software di acquisizione e analisi dati (Cod. 914345).

### 4. Descrizione

#### Impianto base - Cod. 949100

L'impianto pilota Re-Biomass è descritto attraverso lo schema sinottico di fig.1.

Il gruppo può essere alimentato attraverso il serbatoio (1), dotato di agitatore/sminuzzatore per amalgamare le parti solide. Nel serbatoio di alimentazione è possibile immettere una soluzione appositamente preparata per la conduzione delle esperienze, oppure un refluo (liquido, fango ecc.) di natura organica. Nel serbatoio stesso è possibile aggiungere sostanze nutritive e/o variare il pH prima di iniziare la prova. La fermentazione vera e propria avviene nel reattore (2) alimentato attraverso l'elettropompa (P1). Un timer programmabile permette di comandare la pompa centrifuga (P1) e quindi di variare il flusso di alimentazione nel reattore. Il reattore (2) è dotato di un'ampia finestra trasparente per l'osservazione dell'interno. Il refluo staziona nel reattore per un tempo sufficiente in condizioni anaerobiche (assenza di ossigeno) quindi si trasforma parzialmente in gas. Il fermentatore può lavorare a temperature superiori a quella ambiente grazie all'azione del riscaldatore (3). La pompa (P2) assicura il ricircolo e la miscelazione. Il pH nel serbatoio può essere controllato automaticamente poiché una sonda di pH controlla le elettrovalvole (EV1 e EV2) di uscita dei serbatoi contenenti le soluzioni correttive (6).

Nel degasatore-sedimentatore (8) dotato di scarico a sifone (7), si ha la separazione dei "fanghi" dal gas prodotto: gli ultimi possono essere reimmessi nel fermentatore aumentando l'efficienza del processo. Il gas prodotto viene purificato attraverso una serie di trattamenti: dapprima subisce l'eliminazione dell'anidride carbonica attraverso il passaggio su una colonna ad assorbimento con acqua (9), quindi subisce l'eliminazione della rimanente parte di CO<sub>2</sub> passando attraverso una soluzione basica (10), poi viene essiccato da un filtro di gel di silice (11) ed infine viene eliminato l'idrogeno solforato ed altri composti organici mediante il passaggio prima su un letto costituito da materiale ferroso e poi da un letto di carboni attivi. Infine nel serbatoio volumetrico (15) avviene lo stoccaggio a pressione atmosferica previa misurazione della quantità prodotta.

L'impianto pilota, può funzionare in diversi modi, ognuno dei quali è rappresentativo di una metodologia tecnologica per la realizzazione del processo di fermentazione anaerobica. Ad esempio con un'alimentazione liquida è possibile avere:

- funzionamento discontinuo;
- funzionamento continuo;
- funzionamento con riciclo dei fanghi.

Con un'alimentazione costituita da materiale solido o semi-solido (ad esempio rifiuti ad alta natura organica) l'impianto può invece funzionare come "lisimetro" ossia consente lo studio del processo fermentativo di tale materiale. In questo caso il materiale va caricato direttamente nel reattore (2) e funziona solo in modalità discontinua.

L'impianto è dotato di tutta la strumentazione necessaria per lo svolgimento delle prove, in particolare essa comprende:

- pHmetro per la misura e la regolazione del pH nel reattore;
- Misuratore del BOD (Biological Oxygen Demand) a 6 posti;
- Cono Imhoff per la determinazione dei solidi totali;
- Manometro ad U (4) per la misura della pressione nel reattore (i);
- Manometro ad U per la misura della pressione del gas nel serbatoio volumetrico;
- N. 6 sonde di temperatura Pt100 collegate ad un indicatore digitale per la misura della temperatura nei diversi punti dell'impianto;
- Contatore gas prodotto;
- Rilevatore di fughe di gas con sirena.

L'impianto base può essere integrato con alcuni strumenti opzionali o con il Sistema Automatico Acquisizione Dati.

#### **Frigotermostato opzionale per il mantenimento apparecchio BOD - Cod. 949104**

Consente di mantenere l'apparecchio di misura BOD a temperatura costante  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  durante le prove, quando la temperatura ambiente sia compresa tra  $-10$  e  $+50^{\circ}\text{C}$ .

#### **Termoreattore opzionale per l'analisi COD - Cod. 949103**

Permette l'analisi del COD (Chemical Oxygen Demand) a 6 posti ed è dotato di un meccanismo per il controllo della temperatura e la durata della prova.

#### **Kit opzionale per la misura concentrazione gas - Cod. 949101**

Il kit consente di prelevare dei campioni ed effettuare misure di concentrazione sui seguenti gas:

- anidride carbonica;
- metano;
- idrogeno solforato.

#### **Reattore opzionale per la produzione di idrogeno da fermentazione - Cod. 949115**

Questo gruppo è installato tra il serbatoio di alimentazione e il reattore a metano. Esso produce idrogeno da biomasse. Recenti studi dimostrano che la produzione di idrogeno e metano aumenta di circa il 20% la quantità di energia ottenibile dalle biomasse e aumenta anche la produzione di  $\text{CH}_4$ . Il gruppo è composto da:

- reattore sigillato da 40 l (17);
- riscaldatore elettrico con potenza variabile 1500W (18);
- pompa di ricircolo e miscelazione (P5);
- serbatoio di alimentazione soluzione basica con pompa per controllo pH (EV3);
- misuratore gas prodotto (21);
- N. 3 termoresistenze Pt100 collegate a un indicatore digitale per misurare la temperatura a differenti punti del sistema;
- manometro per misurare la pressione del reattore (P3).

Il gas prodotto è trattato nello stesso modo del  $\text{CH}_4$  e poi viene immagazzinato a pressione atmosferica con il metano.

### **OPZIONALE**

#### **Sistema Automatico di Acquisizione Dati SAD/RE-BIOMAS**

Consente di acquisire dati in tempo reale e di trarre i massimi vantaggi didattici dall'impianto di generazione di gas da biomasse.

Il sistema permette di acquisire tutte le grandezze in esame durante le esperienze eseguibili nella versione a conduzione manuale; inoltre è in grado di produrre grafici significativi, finalizzati ad una approfondita comprensione dei principi di funzionamento e delle problematiche impiantistiche della fermentazione anaerobica.

Il sistema comprende:

- Kit di trasduttori elettronici e condizionamento segnali (Cod. 914344)
- Software di acquisizione e analisi dati (Cod. 914345)

Il Kit di trasduttori elettronici e condizionamento segnali (Cod. 914344) comprende i trasduttori elettronici per l'acquisizione delle seguenti grandezze:

- Pressione nel reattore (P1);
- pH nel reattore (pH);
- Pressione serbatoio stoccaggio gas (P2);
- Quantità gas prodotto (Q).

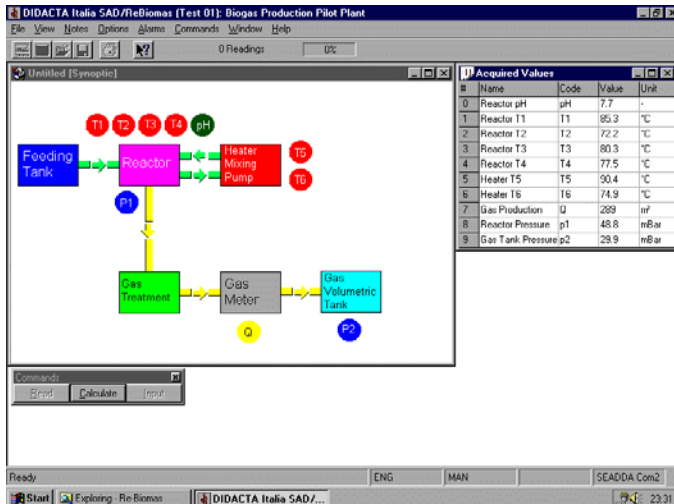


Fig. 2 - Software SAD/RE-BIOMAS: Ambiente di lavoro

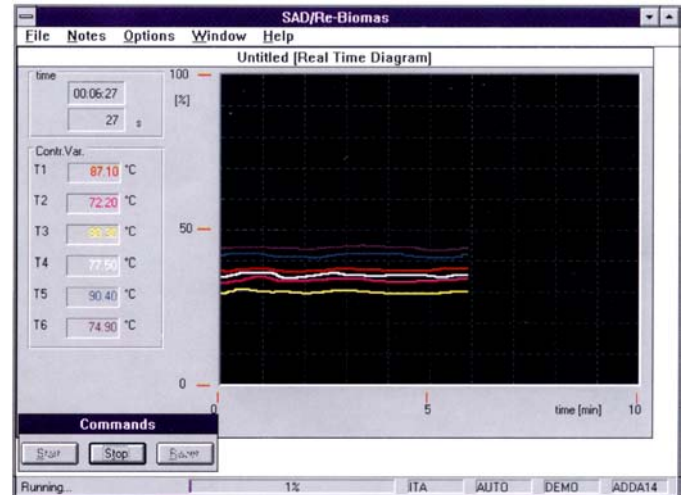


Fig. 3 - Software SAD/RE-BIOMAS: Diagramma segnali in tempo reale

L'apparecchiatura elettrica effettua inoltre il condizionamento e la conversione *A/D* dei segnali forniti dalle 6 sonde di temperatura Pt100, rendendo così possibile anche l'acquisizione automatica delle temperature seguenti:

- Temperature nel reattore (T1, T2, T3, T4)
- Temperature nel riscaldatore (T5, T6).

Il software di acquisizione e analisi dati (Cod. 914345) (vedi fig. 2 e fig.3) opera in ambiente MS-Windows e permette di acquisire dati dall'impianto in tempo reale, di elaborarli ed archivarli, di stampare su carta o su video i parametri ed i diagrammi caratteristici del processo nelle diverse condizioni di esercizio.

Il sistema è utilizzabile con:

- PC minimo Pentium con Hard Disk (>10Gb) e CD drive, scheda grafica SVGA minimo, mouse, RAM 32 MB, porta USB.
- Windows XP o successivi.
- Stampante grafica.

**Se il reattore di idrogeno è presente, il sistema di acquisizione dati acquisirà anche i dati del reattore di idrogeno.**

## 5. Applicazioni

Le esperienze consistono nell'alimentare l'impianto con una soluzione organica appositamente preparata (soluzione di zucchero, alcool o con batteri liofilizzati) oppure utilizzare rifiuti organici solidi e/o liquidi, nell'impostare i parametri di lavoro e quindi nel condurre la prova fino alla produzione di biogas.

Utilizzando gli strumenti di misura forniti col sistema è possibile quindi valutare come la quantità e le caratteristiche del biogas prodotto dipendano dal tempo di ritenzione nel reattore, dalla temperatura e dal modo di condurre il processo e confrontare la resa di materiali liquidi e solidi diversi.

## 6. Manuale di riferimento e guida agli esercizi

Con il sistema viene fornito un completo manuale didattico che descrive le caratteristiche del sistema, illustra le modalità di messa in funzione e di utilizzo e propone numerosi esercizi fornendo valori numerici e diagrammi di riferimento.

## 7. Servizi richiesti

- Alimentazione elettrica: trifase - 50/60 Hz 4 kW
- Alimentazione idrica: 1000 l/h - 3 Bar
- Alimentazione aria compressa: 50 l/h - 6 Bar

## 8. Pesì e dimensioni

- Peso a vuoto: 450 kg
- Peso a carico: 650 kg
- Dimensioni: 2500 x 1800 x 2300 h mm

Cod. R00776/I 1110 Ed. 01 Rev. 03

In qualsiasi momento e senza preavviso, la Didacta Italia potrà apportare ai propri prodotti, ferme restando le caratteristiche essenziali descritte, le modifiche che riterrà opportune secondo le esigenze di carattere costruttivo o didattico.