

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di laurea in Ingegneria per l'ambiente ed il territorio

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA ED AMBIENTALE

ABSTRACT

MONITORAGGIO E VALUTAZIONE DEGLI INTERMEDI DI REAZIONE DI
UN REATTORE ANAEROBICO ALIMENTATO IN MODALITA'
SEMI-BATCH CON GLUCOSIO: INDAGINI SPERIMENTALI E
VALUTAZIONE DEI RISULTATI

RELATORE

Ch.mo Prof. Massimiliano Fabbricino

CANDIDATO

Raffaele Crisci matr. 324/191

CORRELATORE

Ing. Luigi Frunzo

Anno Accademico 2010/2011

La digestione anaerobica è un processo di degradazione biologica della sostanza organica condotto in assenza di ossigeno. Tale processo comporta la produzione di biogas, una miscela gassosa composta principalmente da metano (CH_4) ed anidride carbonica (CO_2), con un notevole potere calorifico, che ne permette la valorizzazione dal punto di vista energetico.

Nell'ambito del presente lavoro di tesi, è stato studiato il processo di digestione anaerobica del glucosio ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), un substrato rapidamente biodegradabile. Il reattore CSTR, di working volume 1,7 litri, è stato alimentato giornalmente in modalità semi-batch per un periodo complessivo di 115 giorni.

Nel corso dell'intero periodo di sperimentazione sono state effettuate prove sperimentali volte alla determinazione dei principali parametri di controllo del processo. Esse hanno riguardato la determinazione di: pH, alcalinità, COD e concentrazione degli acidi grassi volatili (VFA) nel mezzo di reazione; è stata quindi misurata la produzione giornaliera di biogas.

Al fine di garantire il regime mesofilo del processo, è stata mantenuta, per tutta la durata della sperimentazione, una temperatura di 37°C .

I principali obiettivi del lavoro sono stati:

- analisi dei principali intermedi di reazione della digestione anaerobica del glucosio;
- individuazione dei parametri che indicano condizioni di instabilità del processo;
- messa a punto di una procedura di ottimizzazione delle portate e dei tempi di alimentazione in ingresso.

La gestione dell'impianto è stata corredata dal continuo monitoraggio dei parametri precedentemente descritti (figura 1).

Tra gli intermedi di reazione noti nell'ambito della digestione anaerobica, particolare interesse rivestono gli acidi grassi volatili (VFA), tra cui l'acido acetico (CH_3COOH) e l'acido propionico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$), il cui monitoraggio si è dimostrato particolarmente utile al fine di una corretta gestione dell'impianto. Durante l'intero periodo di sperimentazione, è stata, infatti, posta particolare attenzione al controllo delle concentrazioni di acido formico, acetico e propionico nel mezzo di reazione, utilizzando, come tecnica analitica la gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa. Una volta ultimato lo start-up dell'impianto, si è osservato un andamento costante sia dei parametri di controllo che della produzione giornaliera di metano, a testimonianza del corretto funzionamento del reattore in modalità semi-batch. Si è quindi proceduto ad ulteriori indagini al fine di ottimizzare i carichi di alimentazione e le rese del reattore.

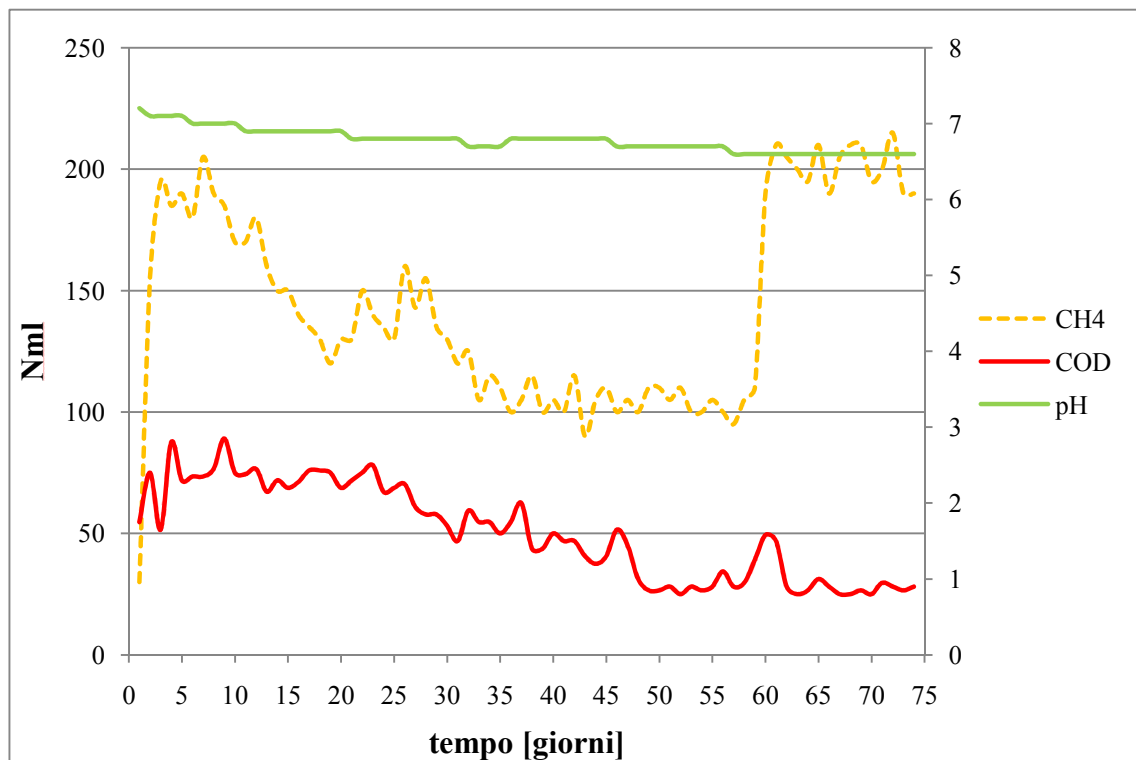


Figura 1 – Monitoraggio di COD, CH4 e pH nel corso della sperimentazione

È stata, inoltre, messa a punto una procedura di corsa cinetica, che consiste nell'effettuare un set di campionamenti ad intervalli regolari di tempo, nel corso di uno stesso ciclo di alimentazione, seguiti da relative analisi alla GC-MS. Si è potuto così diagrammare l'andamento delle concentrazioni di acidi volatili nel tempo, al fine di determinare la relazione con l'andamento del pH e della produzione di metano. Si è potuto altresì determinare il tempo di degradazione completa degli intermedi del processo che potrebbe coincidere con i tempi di alimentazione semi-continua dell'impianto, consentendo la produzione della massima quantità di biogas, senza incorrere nel rischio di crisi del processo. La procedura messa a punto in laboratorio è stata quindi testata su un impianto in scala reale, l'impianto di digestione anaerobica dell'azienda "Perla del Mediterraneo", sito nel Comune di Capaccio, a regime da circa due anni.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che, tale impianto, pur funzionando correttamente, risulta ampiamente sottoalimentato rispetto alle sue reali potenzialità. Per tale motivo, come ulteriori sviluppi futuri, si propone un graduale aumento della portata di alimentazione, connesso all'analisi della dinamica degli acidi volatili e alla realizzazione di una serie di corse cinetiche finalizzate alla ricerca del carico influente ottimale.

Inoltre, dall'analisi dei risultati ottenuti dalla corsa cinetica sull'impianto in scala di laboratorio (figura 2), è stato osservato che elevate concentrazioni di acidi volatili nel mezzo di reazione, in particolare di acido propionico, sono indice di uno squilibrio nel funzionamento del sistema, che si traduce in una riduzione della produzione di biogas.

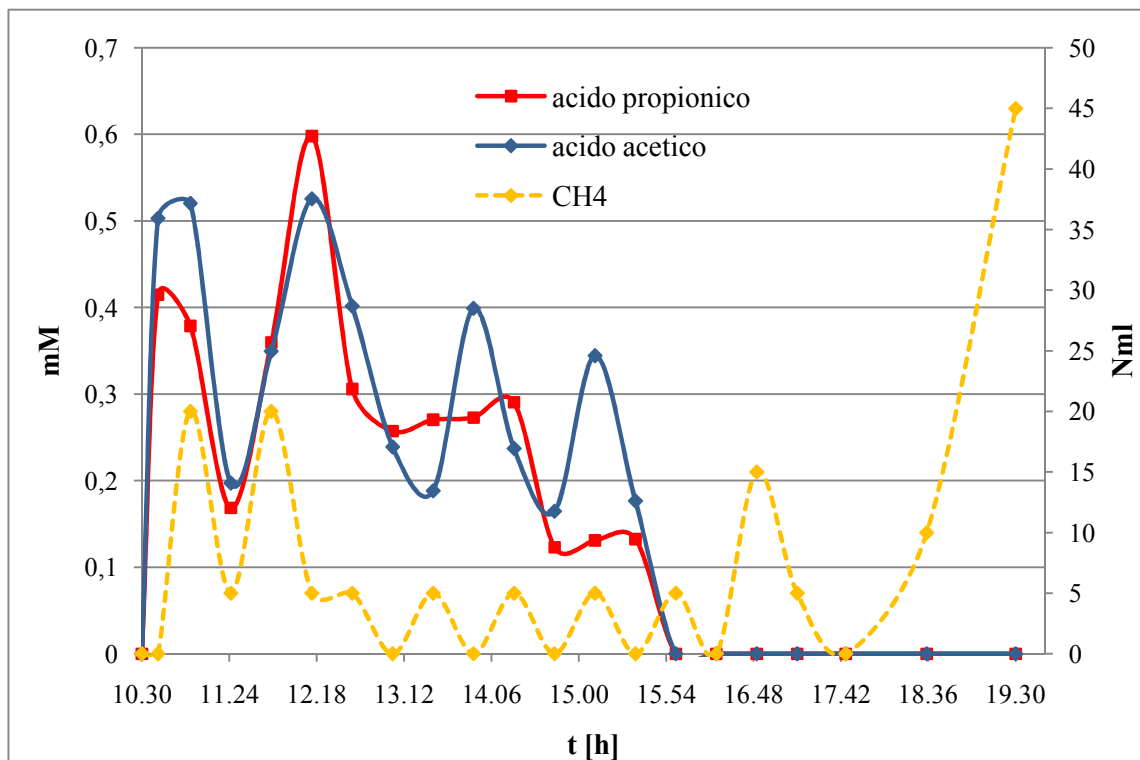


Figura 2- Relazione tra la produzione di metano e le concentrazioni di propionato e di acetato nel sistema

Dalla figura 2 si nota, inoltre, che il propionato, rispetto a tutti gli altri parametri monitorati (pH, alcalinità, COD), fornisce un preavviso circa eventuali condizioni di instabilità del sistema; di conseguenza esso può essere assunto come parametro fondamentale di monitoraggio nell'ambito della corretta gestione di un impianto di digestione anaerobica.

Il trend ottenuto dalle analisi della corsa cinetica si dimostra motivo di interesse per studi futuri, per i quali risulta necessario approfondire la biochimica del processo ed il monitoraggio di eventuali altri intermedi di reazione.

Essa è stata applicata ad uno specifico valore dell'OLR; adottando, però, diversi valori di carico, consentirebbe di trovare la condizione di ottimo dell'alimentazione, al fine di sfruttare al meglio il volume del sistema e massimizzare la quantità di biogas prodotto.

Inoltre, dall'analisi dei dati della corsa cinetica, si evince che il tempo in cui si registra il minimo del pH non coincide col tempo in cui si individua il massimo della produzione degli acidi. Una futura sperimentazione potrebbe essere indirizzata alla determinazione del gap che intercorre tra i due istanti temporali su menzionati.