

PROGRAMMA DI MASSIMA
DOTTORATO DI RICERCA IN TECNOLOGIE CHIMICHE ED ENERGETICHE
Inquinamento e depurazione dell'ambiente
XXIV CICLO

Dottoranda: **Ing. Michela Simonetti**
Titolo dell'attività di dottorato **Separazione, trattamento e recupero di matrici solide**
di ricerca: **da acque reflue**

Introduzione

Il lavoro di ricerca proposto si prefigge l'obiettivo di sviluppare soluzioni tecnologiche innovative nell'ambito della separazione, del trattamento e del recupero di matrici solido-liquide. Un inevitabile prodotto della depurazione delle acque reflue sono i fanghi primari, secondari e chimici. L'aumento della produzione di fanghi e le normative sempre più restrittive sullo smaltimento degli stessi in discarica costringono a considerare al possibilità di una loro minimizzazione e riutilizzo.

In Europa, i digestori anaerobici sono stati utilizzati, storicamente, per stabilizzare i fanghi di depurazione. Durante il processo di digestione anaerobica la sostanza organica complessa viene convertita in metano e anidride carbonica (il biogas). L'Unione Europea annovera il biogas tra le fonti rinnovabili di energia in grado di garantire non solo l'autonomia energetica, ma anche la riduzione graduale dell'inquinamento atmosferico e dell'effetto serra. Diversi sono i substrati ai quali è applicabile questa tecnologia. In particolare, negli ultimi anni, la digestione anaerobica è stata applicata anche al trattamento della frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) in miscela con altri scarti organici. Nonostante in Italia tale settore non sia ancora molto sviluppato, l'avviamento e l'ottimizzazione del processo di digestione dei fanghi di depurazione e della FORSU sono promossi dalle recenti normative. Determinante per la sostenibilità economica del trattamento risulta la produzione di biogas che può essere convertito in energia termica ed elettrica attraverso cogeneratori. Parte dell'energia può essere utilizzata per il mantenimento dei reattori anaerobici, l'altra parte può essere venduta ai prezzi di mercato e beneficiare degli incentivi. In quest'ottica si propone uno studio per lo sviluppo di processo e la modifica a livello impiantistico dei digestori anaerobici utilizzati negli impianti di depurazione da applicare ad una realtà presente in Regione. Lo studio può essere impostato separatamente per i fanghi di depurazione e per la FORSU oppure per miscele di matrici organiche. La criticità del processo risiede nel pre-trattamento del materiale in entrata e nella gestione dei rifiuti (acqua e digestato). Per garantire un elevato rendimento del digestore ed un suo corretto funzionamento, è quindi fondamentale cercare le tecniche più valide per il pre-trattamento del campione allo scopo di aumentarne la solubilizzazione e favorirne la fase idrolitica. Inoltre, l'elevata qualità della matrice iniziale si ripercuote positivamente su tutto il ciclo produttivo favorendo una minore usura dei materiali, minori depositi sul fondo del digestore e una migliore qualità del compost prodotto dal digestato. In letteratura sono già presenti dei risultati incoraggianti per migliorare le prestazioni del digestore pretrattando il campione con trattamenti meccanici spinti, con ultrasuoni o aggiungendo matrici pretrattate controllate in fasi critiche. Per approfondire la ricerca dal punto di vista applicativo, è auspicabile ricostruire e controllare

il processo attivando una serie di sperimentazioni in laboratorio, a scale pilota e a scala reale.

Le fasi della ricerca applicata comprenderanno:

- Allestimento di un reattore anaerobico di tipo bench-top per monitorare tutti i parametri caratteristici del processo (temperatura, pH, acidi grassi volatili, quantificazione e caratterizzazione del biogas prodotto) su matrici organiche di varia natura
- Progettazione e allestimento di un impianto pilota per ricreare, in un volume di qualche centinaia di litri, le condizioni del digestore reale
- Studio del digestore a scala reale

FASE 1

Obiettivi:

1. Approfondimento bibliografico per trovare le soluzioni sperimentali e modellistiche più corrette
2. Analisi di trattamenti avanzati di separazione solido-liquidi con particolare attenzione allo studio di sistemi a membrana. Prove sperimentali per la comprensione dei meccanismi di depurazione, separazione ed estrazione della matrice fangosa
3. Pre-trattamento di diverse matrici organiche tramite tecnologia ad ultrasuoni. Successiva caratterizzazione dei campioni
4. Ricostruzione del trattamento anaerobico delle matrici organiche nel reattore bench-top

Sviluppo:

1. Allestimento di un reattore bench-top della capacità di qualche litro, a chiusura ermetica e dotato di fori per l'inserimento delle sonde di misura e per la raccolta del biogas prodotto
2. Calibrazione dei trattamenti meccanici e della sonicazione. Trattamento dei campioni e loro caratterizzazione
3. Monitoraggio del processo bench-top di digestione anaerobica dei campioni tal quali e pretrattati rilevando i valori di temperatura, pH e produzione di biogas

FASE 2

Obiettivi:

1. Analisi di varie matrici sottoposte a digestione anaerobica (con e senza pre-trattamento), in tempi e condizioni di processo diversi, monitorando in continuo i parametri fondamentali quali il pH e la produzione di biogas
2. Caratterizzazione e quantificazione del biogas prodotto per effettuare un bilancio energetico. La stima della produzione potenziale di energia verrà utilizzata per verificare possibilità integrate di utilizzo dell'energia tenendo conto delle condizioni al contorno (ex. caso reale di impianto di depurazione nelle vicinanze di strutture o attività produttive che necessitano di corrente-calore anche solo per il pre-trattamento di processo)

Sviluppo:

1. Realizzazione e calibrazione di un impianto pilota su piccola scala che ricrei le condizioni di rendimento e funzionalità dell'impianto reale di riferimento
2. Monitoraggio del processo durante le varie fasi della digestione anaerobica di diverse matrici organiche. Misura dei principali parametri di controllo del processo
3. Discussione dei risultati

FASE 3

Obiettivi:

1. Controllo del processo in digestori anaerobici a scala reale alimentati con varie composizioni di matrici organiche pre-trattate
2. Applicazione a casi reali inseriti in particolari realtà territoriali

Sviluppo:

1. Programmazione di una sessione di prove (semestrali o annuali) da effettuare direttamente sul digestore reale
2. Raccolta dei dati relativi alla sperimentazione sul caso reale e loro rielaborazione
3. Bilancio energetico sul caso reale e sue condizioni al contorno
4. Caratterizzazione e quantificazione del fango stabilizzato prodotto. Valutazioni sulle varie possibilità di smaltimento o di valorizzazione dello stesso, ad esempio, come ammendante in agricoltura.

Inoltre, durante il ciclo di dottorato si prevede lo svolgimento delle seguenti attività:

- Frequentazione di corsi interni ed esterni all'Università degli Studi di Udine
- Partecipazione ad attività seminariali
- Collaborazione con lo spin-off RISA srl, con l'impianto Tolmezzo Depur srl e con AMGA-NET.