CASO STUDIO DI UN IMPIANTO CENTRALIZZATO DI TRATTAMENTO DI FANGHI DI DEPURAZIONE E SUCCESSIVO RECUPERO IN AGRICOLTURA

SINTESI DEL LAVORO di LUIGI MARIO CAROLI
- POLITECNICO DI BARI -

Al fine di comprendere cosa sia un fango di depurazione, la sua origine, e i possibili utilizzi, si può fare riferimento alla seguente definizione contenuta nella Direttiva 91/271/CE, che espone quanto segue:

"ogni qualvolta usiamo l'acqua generiamo uno scarico che dovrà essere opportunamente trattato prima della sua successiva immissione nell'ambiente punto dal trattamento di depurazione si ottengono due prodotti: l'acqua depurata e i fanghi, entrambi i quali realizzano i principi dell'economia circolare tramite processi e procedure gestionali integrate nella politica di sistema che privilegiano alternative di riuso e recupero lasciando solo da ultimo quelle di mero smaltimento."

In virtù di ciò, negli ultimi anni si è ottenuto un forte incremento del trattamento delle acque reflue, cioè del processo di rimozione dei contaminanti organici e/o inorganici da un affluente di origine urbana o industriale, e di conseguenza della produzione di fanghi di depurazione.
Per **fango di depurazione** (figura 1) si intende quella frazione di materia semisolida prodotta come scarto di produzione dagli impianti di depurazione.

Figura 1. Fango di depurazione

L'uso dei fanghi in agricoltura è normato secondo la **Direttiva Europea 86/278/CEE**. Si segue questa direttiva per evitare effetti dannosi nei confronti della flora della fauna e dell'uomo; inoltre, vieta l'uso dei fanghi non trattati sui terreni per non mettere a repentaglio la qualità del suolo, delle acque superficiali e sotterranee.

Poiché il fango di depurazione consiste in uno scarto di produzione degli impianti di depurazione, questo deve essere adeguatamente trattato affinchè non costituisca un rifiuto. Poiché ci si sta avvicinando sempre di più a un modello di economia circolare basato sulla riduzione progressiva della produzione dei rifiuti fino ad eliminarli completamente, valorizzandoli e considerandoli come una risorsa dalla quale è possibile **estrarre materia ed energia**, allora anche i fanghi di depurazione dovranno essere valorizzati.

A tale scopo, è stato progettato il primo impianto (figura 2) per il recupero e il ricircolo degli elementi nutritivi del fango, con lo scopo di migliorare la fertilità del suolo.

Questa si trova a Vellezzo Bellini in provincia di Pavia.

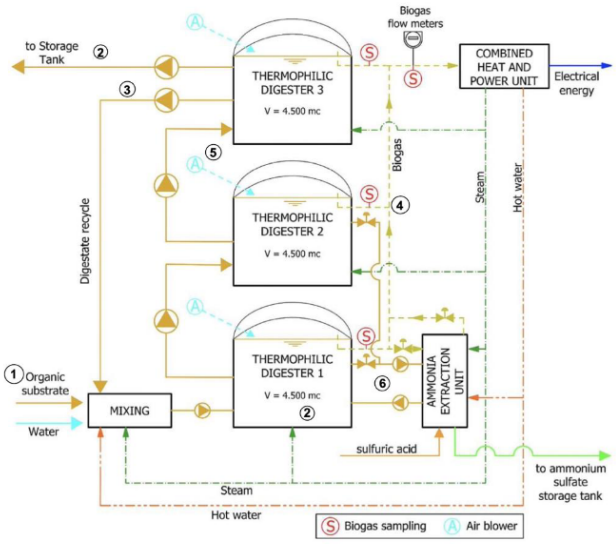

Figura 2. Impianto dell'azienda Acqua & Sole

L'**azienda Acqua & Sole** risponde all'esigenza di rendere **l'agricoltura indipendente dagli elementi nutritivi di origine fossile**, seguendo così i concetti di autosostenibilità e di economia circolare.

Ciò produce diversi benefici:

- Minori inquinamento atmosferico e dell'acqua e quindi una riduzione dell'impatto ambientale;
- minore sfruttamento delle riserve finite e meno emissioni dovuto al consumo di gas naturale;
- diversificazione dell'offerta dei nutrienti, diminuendo la dipendenza dalle importazioni di gas naturale o fosforo;

L'azienda risponde all'esigenza di un crescente fabbisogno energetico del mondo produttivo facendo fronte alla sostenibilità ambientale, producendo quindi **energia rinnovabile** come il **biogas**.

I fanghi che tratta l'azienda arrivano da impianti di depurazione dislocati sul territorio nazionale già ispessiti e disidratati, con lo scopo di andare a **ridurre le volumetria** per andare a ottenere un'efficiente trasporto soprattutto dal punto di vista economico.
Il compito dell'azienda è quello di stabilizzare (abbassando il contenuto di sostanza organica e quindi la putrescibilità) ed igienizzare (eliminando il contenuto di microrganismi patogeni) tramite la **digestione anaerobica** (avviene in assenza di aria) **termofila** (ad una temperatura di 55°C) rendendo quindi il fango adeguato al riutilizzo come fertilizzante in agricoltura.
Questo processo è svolto con **elevate concentrazioni di sostanza secca**, causando alcune problematiche gestionali, come la generazione di solfuri e ammoniaca, dei composti inibenti e corrosivi che dovranno essere rimossi. Inoltre le elevate concentrazioni di sostanza secca rendono il fango costituito da un'elevata viscosità, causando dei problemi relativi alla movimentazione e alla miscelazione di questo.
Alla luce di ciò, l'impianto produrrà fertilizzanti mediante la produzione di digestato e tramite la deammonificazione. Inoltre, la digestione anaerobica, oltre ad essere un metodo di stabilizzazione del fango, è in grado di trasformare i solidi volatili in una matrice di biogas.

In particolare, nell'ambito della mia tesi e del tirocinio effettuato si sono elaborati una serie di dati forniti dall'azienda in merito alla **rimozione dell'acido solfidrico dal biogas mediante la microaerazione.**
L'acido solfidrico si crea nel biogas a causa della fermentazione anaerobica di molecole organiche contenenti zolfo.
Si insuffla aria nello spazio di testa dei digestori dell'impianto di Acqua & Sole, come mostrato nella figura 3.

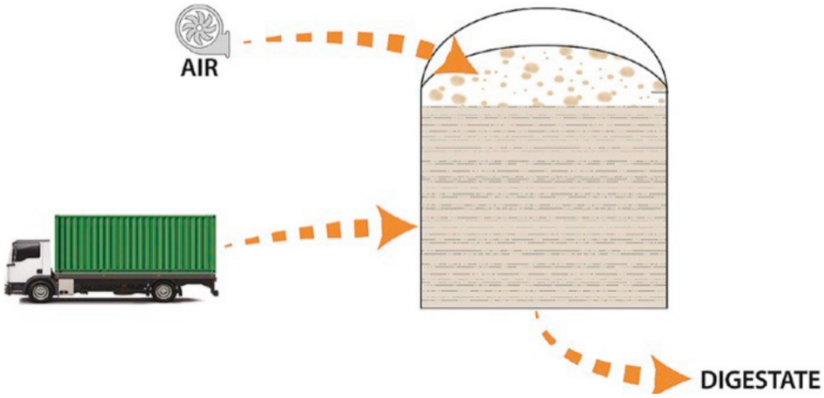

Figura 3. Microaerazione nel digestore

L'ossigeno insufflato consiste in un ossidante usato dai batteri per trasformare i solfuri in zolfo elementare.

La microaerazione, però, può causare delle problematiche quali la diluizione del metano e la probabile inibizione della metanogenesi.

Queste problematiche verranno risolte attraverso:

- un miglior dosaggio di ossigeno-aria con un risultato ottimale in termini di produzione di biogas;
- la riduzione di costi operativi e di manutenzione.

Quindi, lo scopo di questa tesi è quello di effettuare uno studio sperimentale volto a monitorare la rimozione dei solfuri, abbassando la portata di aria influente, perché le condizioni microaerobiche richiedono un piccolo contributo di ossigeno, che si traduce in costi e consumi energetici limitati per l'aereazione.

Lo studio in esame effettua una valutazione:

- della prestazione di rimozione dell'acido solfidrico dei 3 digestori anaerobici termofili;
- dell'impatto delle diverse condizioni microaerobiche sulla produzione di biogas.

Si è preso in considerazione un periodo di 81 settimane, ed inoltre, possiamo osservare nel grafico (figura 4) le diverse condizioni di ossigeno residuo che sono comprese tra 0,2% e 2%.

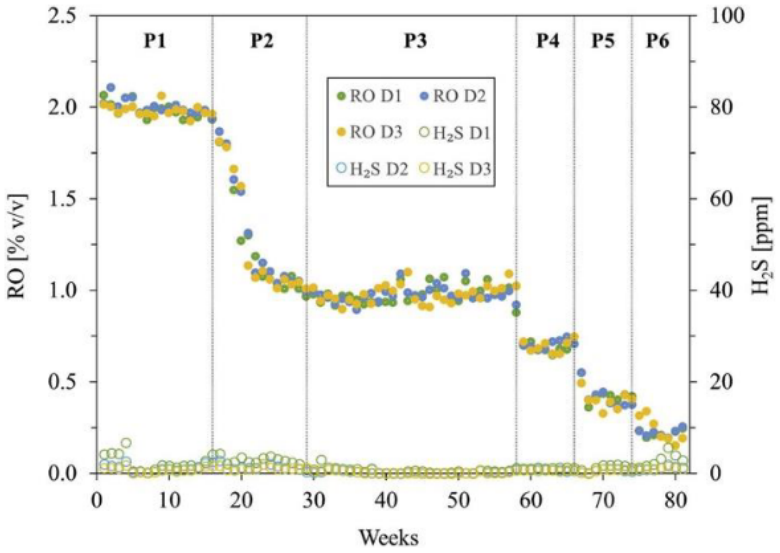

Figura 4. Grafico delle diverse condizioni di ossigeno residuo

I **risultati** ottenuti in merito allo studio hanno mostrato un'efficienza del 100% di rimozione dell'acido solfidrico nelle diverse condizioni di ossigeno residuo ed, per quanto riguarda la produzione di biogas, questa è variata tra 8,5 e 12,3 ton/giorno nel periodo in esame.

In conclusione:

- i risultati di questo studio mostrano come **l'ossigeno residuo** può essere considerato come un **parametro di controllo** per rimozione dell'acido solfidrico dal biogas nei digestori termofili;
- si è visto dallo studio che **dosando 0,88 kg di ossigeno per tonnellata di solidi volatili** nei tre di gestori si produrrebbe **biogas privo di ossigeno residuo**, riducendo così i costi di produzione del biometano;
- si è stimato, inoltre, **un consumo elettrico specifico** per effettuare la **microaerazione** di soli **3,4 kWh/ton di biogas**;
- osservando il mantenimento delle concentrazioni di ossigeno residuo maggiori o uguali allo 0,2% nel biogas, si è avuta la **completa desolforazione** in condizioni di tasso di carico organico e tempo di detenzione fluttuanti, come tipicamente accade per impianti reali.

Infine, questo studio ha confermato che la **desolforazione microaerobica** è una **soluzione economica** per l'upgrading del biogas.

LUIGI MARIO CAROLI