

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"**



**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO**

*Dipartimento di Ingegneria Idraulica Geotecnica ed Ambientale*

## **Abstract**

**“Il trattamento integrato anaerobico/aerobico e recupero energetico:  
la realtà dell’impianto di compostaggio di Salerno”**



**RELATORE**

**Ch.mo Prof. Ing. Gianpaolo Rotondo**

**CORRELATORE**

**Ing. Roberto Nobile**

**CANDIDATA**

**Anna Plata**

**matr. 49/256**

L'oggetto della seguente tesi riguarda il trattamento integrato aerobico/anaerobico dei RSU (compostaggio) e il successivo recupero energetico. Nello specifico lo studio si è focalizzato sulla realtà dell'impianto di compostaggio di Salerno.

Il compostaggio è una tecnica di trattamento dei RSU che ne trasforma la frazione organica biodegradabile in un fertilizzante organico umificato, detto compost, sfruttando quella che è l'azione della flora microbica spontaneamente presente nel rifiuto stesso.

Il miglior utilizzo del compost è in agricoltura come ammendante organico, contribuisce al riequilibrio dello strato vitale del terreno, svolge un'azione legante fra i diversi strati e di protezione dall'erosione dovuta agli agenti atmosferici, inoltre crea le condizioni adatte per lo sviluppo dei processi microbiologici nel terreno.

L'impianto oggetto dello studio è il primo realizzato in Campania per il trattamento integrato aerobico/anaerobico della frazione organica proveniente da RD con recupero energetico e produzione di compost di qualità, tale impianto ha una capacità di trattamento autorizzata di 23.000 t/a di FORSU e 7.000 t/a di verde strutturante per un totale di 30.000 t/a, il ciclo di trattamento è programmato su due processi, uno anaerobico e uno aerobico.

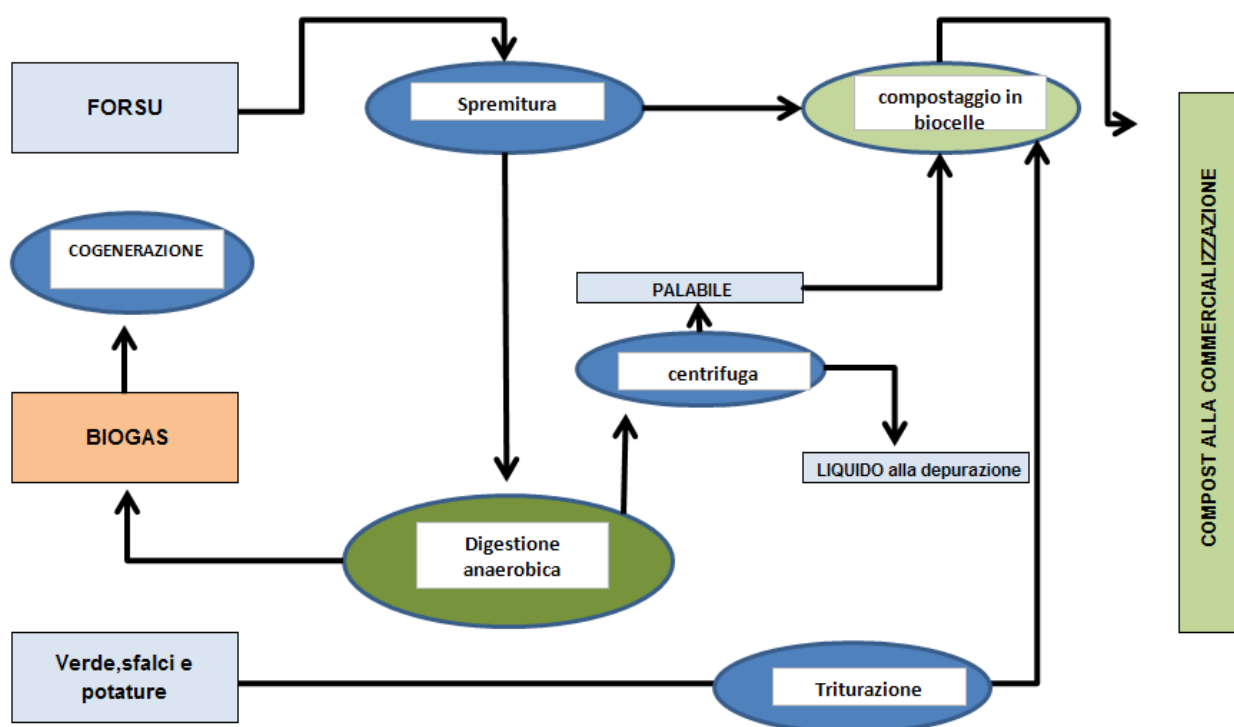
**La linea anaerobica** è composta da 3 digestori, dal sistema di depurazione del biogas prodotto, dal serbatoio di stoccaggio del biogas, da 2 motori di cogenerazione e dalla centrifuga per la separazione del digestato in uscita dai digestori.

**La linea aerobica** è composta da n°10 biocelle, dalla maturazione primaria, dotate entrambe di un sistema di aerazione forzata, dalla maturazione secondaria e dallo stoccaggio finale.

Inoltre vi sono due linee di vagliatura, una intermedia tra la maturazione primaria e secondaria con vaglio da 40 mm e una successiva per la raffinazione della frazione organica dopo la maturazione finale con vaglio da 10 mm.

L'impianto è inoltre dotato di un **sistema di trattamento arie esauste**, in particolare costituito da 3 gruppi di torri di lavaggio e da 3 biofiltri, in grado di trattare 160.000 m<sup>3</sup>/ora.

**La produzione di compost** prevista nell'impianto, inaugurato nel maggio del 2010, ed in esercizio dal luglio scorso, è stimata in circa 10.000-12.500 tonnellate. I fondi utilizzati per la realizzazione sono i POR.FERS. 2007/2013. Di seguito è stato riportato il diagramma di flusso che riassume il funzionamento dell'impianto:



### Caratteristiche dell'impianto oggetto dello studio

L'impianto oggetto del presente lavoro è composto dalle seguenti principali sezioni:

- *sezione di ricezione;*
- *sezione di pretrattamento (spremitura) della FORSU;*
- *sezione di pretrattamento meccanico: preparazione della miscela alla fase aerobica;*

- *sezione di trattamento biologico*: bioossidazione della frazione organica palabile dalla spremitura in biocelle (fase *ACT*);
- *sezione di digestione anaerobica*, della frazione liquida dalla spremitura;
- *sezione di maturazione* in aia della matrice compostata.

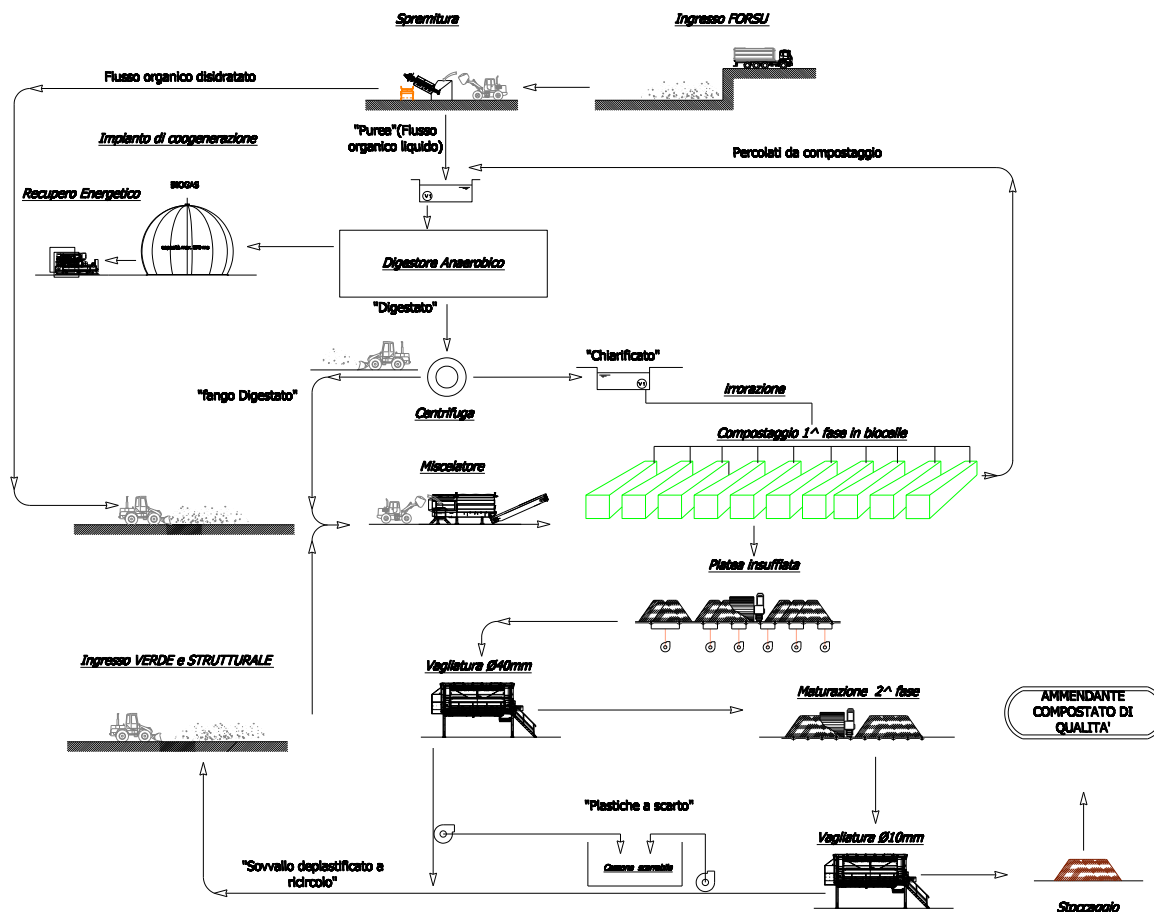
L'accoppiamento dei processi di digestione anaerobica e compostaggio nel trattamento dei rifiuti solidi organici ha ottenuto in questi ultimi anni sempre maggiore attenzione da parte degli operatori del settore.

L'integrazione dei due processi si esplicita nel far seguire al processo anaerobico una fase aerobica, semplificata nei tempi, a carico del digestato opportunamente disidratato e miscelato con strutturante ligneo-cellulosico.

Le operazioni effettuate sono quelle codificate secondo l'*All.C* alla *Parte IV* del *Dlgs. 152/06*, tutti i rifiuti conferiti sono sottoposti ad almeno una delle operazioni R3.

**Nell'impianto si effettua un compostaggio di qualità, in quanto si trattano biomasse selezionate alla fonte, con produzione di un ammendante organico per applicazioni agronomiche, corrispondente agli standard previsti dal D.lgs.217/06 e D.Lgs. 75/2010 (Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti).**

L'impianto funziona su turno giornaliero di 6 ore, per un'operatività media di 300 giorni all'anno ed una potenzialità media pari a: 95.3 t/giorno. Di seguito è riportato lo schema di funzionamento con la descrizione delle varie fasi di lavorazione:



## Filiera del trattamento aerobico

Il trattamento aerobico inizia dalla sezione di spremitura della FORSU dove si ottengono due flussi:

- un flusso organico disidratato
- un flusso organico liquido "pura"

Il primo viene miscelato con materiale strutturante ed avviato alla sezione di trattamento biologico in biocelle, successivamente il flusso disidratato passa nella sezione di 1^ maturazione dove viene disposto in cumuli su pavimentazioni areate in apposita piazzola dedicata.

Prima di essere avviato alla fase di 2^ maturazione, il materiale viene sottoposto ad una prima vagliatura di 40 mm, mentre il sopravaglio viene avviato a scarto e il sottovaglio alimentato nella aia di 2^ maturazione.

Al termine della 2<sup>a</sup> fase di maturazione il compost viene ulteriormente vagliato a 10 mm, deplastificato ed alimentato allo stoccaggio finale dove, dopo un opportuno ciclo complessivo di circa 180 gg., può essere avviato alla commercializzazione.

### **Filiera del trattamento anaerobico**

La digestione anaerobica, in cui va la parea da spremitura, é un processo biologico che sfrutta le capacità di trasformazione di alcuni ceppi di microrganismi viventi.

E' un processo energetico, che permette la trasformazione dell'energia contenuta nella materia organica in un'energia facilmente recuperabile e valorizzabile: il metano.

Il gruppo dei digestori è così costituito:

- n°1 vasca di premiscelazione da 400 m<sup>3</sup>
- n°2 digestori primari da 800 m<sup>3</sup>
- n°1 digestore secondario da 800 m<sup>3</sup>

Tutti realizzati in cemento armato tenendo conto che i manufatti realizzati, sono in zona sismica di “tipo 2”.



Il biogas prodotto viene inviato al sistema di recupero energetico, il quantitativo effettivamente utilizzabile, è di circa 1.184 t/a.

Per rendere compatibili le cinetiche di produzione di biogas con quelle di utilizzo dello stesso nella centrale cogenerativa è stato previsto di installare un sistema di accumulo.

Al fine di evitare volumi e costi troppo sostenuti, lo stoccaggio è stato limitato alla quantità necessaria per ammortizzare le punte di produzione, cioè un volume uguale ad almeno un'ora di produzione. Il gasometro è stato realizzato a bassa pressione ed è del tipo "a doppia membrana".

Per garantire la sicurezza nel caso di fermo del gruppo cogenerativo è stata installata una torcia di emergenza adatta alla combustione del biogas in eccesso, la torcia è in grado di assicurare la combustione di almeno 300 Nm<sup>3</sup>/h di biogas.

### **Il problema degli odori negli impianti di compostaggio**

Il problema delle emissioni odorose ha assunto un ruolo di primaria importanza, in Campania così come in tutta Italia, nelle valutazioni sulla localizzazione degli impianti di compostaggio.

Le cause dei fenomeni odorosi particolarmente intensi possono essere ricondotte soprattutto alla presenza di situazioni critiche legate ai processi o agli impianti come:

- presenza di sacche "anaerobiche" nei cumuli
- scarso o intempestivo utilizzo dell'aerazione forzata della biomassa
- rivoltamenti inopportuni e/o intempestivi

Occorre sottolineare che alla molestia olfattiva, nel settore del compostaggio, in genere non corrisponde un impatto tossicologico; soprattutto nel caso degli impianti di compostaggio di biomasse da RD, che sono costituite da materiali di origine "naturale".

Per il controllo dei cattivi odori generati nelle diverse fasi della lavorazione si sono previsti alcuni accorgimenti di aspirazione aria dagli edifici in modo da mantenere in depressione il locale, e avviarla agli scrubbers e successivamente ai biofiltri.

Per realizzare un efficace abbattimento degli odori si sono adottati due sistemi, la cui combinazione realizza le condizioni di impatto ambientale nullo e/o irrilevante:

- trattamento primario chimico-fisico delle emissioni, dove le sostanze odorose a maggiore reattività sono ossidate a composti inodori;
- trattamento finale di biofiltrazione per le residue molecole maleodoranti a minore reattività che sono demolite da microrganismi.

In particolare in ogni edificio si prevede di aspirare l'aria in quantitativi tali da assicurare almeno **2 ricambi/ora**; solo per l'edificio ricezione e disidratazione fanghi si prevedono **4 ricambi/ora**.

### **Gli scrubbers**

Sono torri di lavaggio che si basano sul principio dell'assorbimento; comportano il trasferimento dalla fase gas alla fase liquida delle componenti inquinanti presenti in una miscela, mediante la loro dissoluzione in un opportuno solvente.

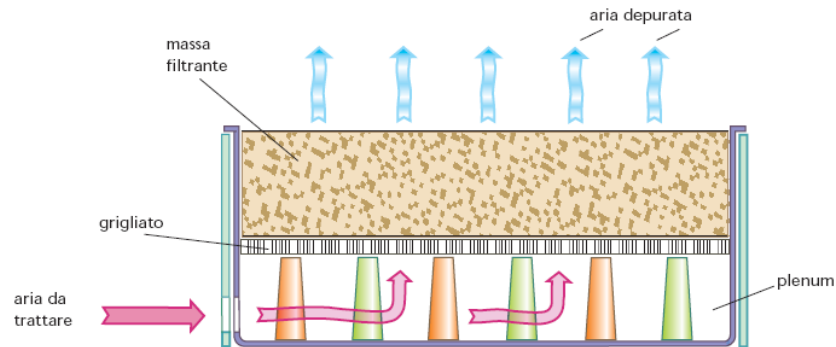
E' consolidato il fatto che, qualora lo scrubber sia accoppiato ad un biofiltro posto a valle, il semplice lavaggio ad acqua è sufficiente ad abbattere il carico odorigeno in maniera sufficiente.

### **Il biofiltro**

La biofiltrazione è una tecnologia mediante la quale le emissioni gassose da trattare vengono fatte passare uniformemente attraverso un mezzo poroso biologicamente attivo, ovvero in un apposito letto riempito con materiali quali cortecce, legno triturato, compost maturo, torba, ecc., mantenuti a condizioni di T e umidità costanti e che



vengono colonizzati da microrganismi aerobi in grado di degradare i composti da trattare presenti nelle emissioni.



E' importante sottolineare che la colonizzazione e le attività metaboliche avvengono all'interno del **biofilm** (pellicola d'acqua che si crea attorno alle particelle della matrice solida di cui il biofiltro è costituito).

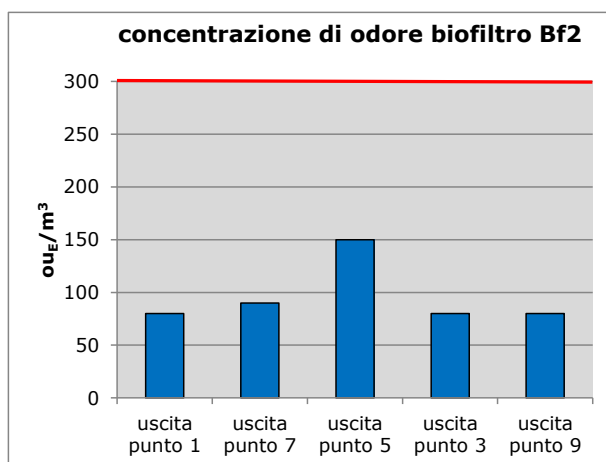
Con la biofiltrazione si rimuovono i composti organici volatili e i composti ridotti dello zolfo e dell'azoto.

Il processo di biofiltrazione consta fondamentalmente di tre stadi:

1. l'inquinante, contenuto nel flusso gassoso da depurare, attraversa l'interfaccia fra il gas di trasporto e il biofilm acquoso che circonda il mezzo solido;
2. il composto si diffonde attraverso il biofilm;
3. i microrganismi traggono energia dall'ossidazione del composto utilizzandolo come substrato primario, oppure lo metabolizzano attraverso vie enzimatiche alternative.



Le analisi effettuate e i dati rilevati durante il campionamento avvenuto in data 23/05/2012, delineavano un quadro emissivo di tutta tranquillità, di seguito si riporta la concentrazione del biofiltro Bf2.



E' doveroso specificare che, le impressioni riscontrate quando si effettuano le operazioni di prelievo sono in genere confermate dagli esiti delle prove stesse; infatti le superfici emissive dei 3 biofiltri si sono presentate uniformi alla ricognizione visiva; non si sono riscontrate particolari macchie di secchezza che avrebbero potuto attirare l'attenzione. Si può ritenere che le modalità di gestione dei presidi considerati rispondano alle esigenze di mantenere una corretta umidificazione del mezzo biofiltrante; considerazione confermata da valori abbastanza uniformi delle umidità, delle T e delle velocità riscontrate nei punti campione dalle superfici stesse.

### **Sviluppi futuri dell'impianto**

L'impianto oggetto della presente tesi è stato fortemente voluto dall'Amministrazione Comunale di Salerno, nato in una posizione strategica, scelta nella previsione futura di creare la cosiddetta, "filiera corta".

Il grande risultato della raccolta differenziata ha permesso all'impianto nei soli primi dieci mesi di esercizio, di raggiungere quota 22.000 t di FORSU, tanto che il Comune sta già predisponendo l'ampliamento a 40.000 t/a di FORSU + strutturante, data la

possibilità dell'impianto di soddisfare tale risultato; a tal fine vi è la volontà di avviare tutte le procedure per l'ottenimento della VIA, necessaria ai fini autorizzativi.

Inoltre grazie alla vicinanza con l'impianto di depurazione, vi è la volontà di smaltire i fanghi provenienti dall'impianto di compostaggio, abbattendo i costi di trasporto.

E' prevista la realizzazione all'interno dell'impianto di compostaggio di un impianto ad osmosi inversa per il trattamento del percolato, in questo momento smaltito in discarica, ed abbattere così i costi molto onerosi relativi a tale smaltimento.

E' stata inoltre avviata la procedura per l'ottenimento del cosiddetto "marchio di qualità" da parte del CIC (Consorzio Italiano Compostatori).

E' importante segnalare anche la forte attenzione verso le energie rinnovabili, tanto che a copertura dell'edificio è stato realizzato un impianto fotovoltaico perfettamente integrato, con potenza installata pari a 515 kWp.

Il valore ambientale dell'impianto è pari alla mancata emissione in atmosfera di 338.000 kg/a di CO<sub>2</sub> equivalenti alla mancata combustione di circa 150 t/a di petrolio o derivati fossili. I prodotti ottenuti sono circa 12.500 t di compost di qualità ed una produzione di energia elettrica di 3.900.000 kWh/a, dato che verrà verificato a breve dalla società fornitrice dei servizi elettrici.

## **Conclusioni**

Nel corso degli ultimi dieci anni il trattamento integrato aerobico/anaerobico si è diffuso in molti paesi europei, tra cui anche l'Italia.

Anche il processo di evoluzione nella politica ambientale, che riguarda anche il settore della valorizzazione energetica delle biomasse, attivatosi a seguito della Conferenza di Kyoto sulla riduzione dell'inquinamento atmosferico da gas serra (di cui il metano è uno dei principali), può accentuare l'attenzione sul recupero del biogas.

Ne deriva l'utilità di potenziare e di razionalizzare i sistemi che sfruttano processi di codigestione anaerobica di biomasse di varia natura, come ad esempio, incomincia a succedere nel nostro Paese.

Si ritiene che, il mondo agricolo possa essere interessato alle opportunità che il coincidere di problematiche, quali l'effetto serra, la valorizzazione degli scarti organici, la richiesta di un maggior contributo di energie rinnovabili, sta facendo emergere.

Infine, anche alla luce del fatto che l'attenzione verso i trattamenti dei rifiuti a bassa emissione di gas serra è un fattore che assumerà sempre più importanza in futuro, si ritiene che l'integrazione dei processi anaerobici ed aerobici nel trattamento dei rifiuti organici, dovrà essere sempre più presa in considerazione, sia nella costruzione di nuovi impianti che nel potenziamento di impianti già esistenti.