

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"



FACOLTA DI INGEGNERIA

Corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio

*(Classe delle lauree specialistiche in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio, Classe n.38/S)*

ABSTRACT

IMPLEMENTAZIONE DI UN SISTEMA DI  
BIOSTABILIZZAZIONE PRESSO UN IMPIANTO  
DI TRITO-VAGLIATURA

Relatori

Ch.mo Prof. Ing.

Massimiliano Fabbricino

Ch.mo Prof. Ing.

Francesco Pirozzi

Candidato

Paola Bucci

matr. 324/165

Correlatore

Prof. Ing. Giovanni Perillo

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

## ABSTRACT

La tesi ha come oggetto l'implementazione del sistema di biostabilizzazione dell'impianto di Trito vagliatura e imballaggio dei rifiuti di Giugliano (NA).

In particolare sono state definite le modalità operative atte a permettere il passaggio da un sistema di trattamento a cumuli dinamici ad un sistema di trattamento a cumuli statici al fine di ridurre il quantitativo di rifiuti da inviare ad ulteriori trattamenti o smaltimento.

La biostabilizzazione è un'operazione di trattamento biologico aerobico cui viene sottoposta la frazione umida del rifiuto urbano e consiste nel favorire e accelerare i processi di degradazione delle componenti facilmente biodegradabili ad opera di microrganismi naturalmente presenti nel rifiuto.

Lo scopo del trattamento di biostabilizzazione è:

- Stabilizzare la sostanza organica presente nel rifiuto e ridurre la formazione di biogas e percolati in discarica;
- Igienizzare il materiale, debellando eventuali microrganismi patogeni;
- Ridurre la massa e il volume dei rifiuti.

La metabolizzazione della sostanza organica da parte dei microrganismi in condizioni aerobiche da luogo a diversi prodotti quali  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  che sono i prodotti della respirazione cellulare dei microrganismi; contestualmente la sostanza organica originaria viene trasformata in prodotti sempre più stabili, fino alla formazione di acidi umici e fulvici; il processo di degradazione è fortemente esotermico quindi si avrà anche sviluppo di calore.

Nella biostabilizzazione però non si tende alla umificazione del rifiuto quanto piuttosto al conseguimento della stabilità biologica, vale a dire al raggiungimento di quello stato per cui, garantite le condizioni ottimali per l'esplicarsi delle attività microbiologica aerobica, i processi di biodegradazione si presentano alquanto rallentati. La stabilità biologica viene raggiunta al termine della cosiddetta fase attiva (o high rate) della trasformazione durante la quale hanno luogo intensi processi degradativi a carico delle componenti

organiche più facilmente biodegradabili (zuccheri, amminoacidi, proteine). Lo stadio successivo è detto invece fase di trasformazione (fase curing), in cui avviene la degradazione e successiva trasformazione delle componenti della sostanza organica difficilmente attaccabili dai microrganismi, con formazione, come ultimo risultato, di sostanze umiche.

Trattandosi di un processo aerobico, l'ossigenazione della biomassa deve sempre essere garantita, in primo luogo per permettere l'esplicarsi della attività microbica ma anche per consentire la regolazione della temperatura all'interno del substrato. Il processo di trasformazione è infatti fortemente esotermico e con valori di temperatura all'interno della massa anche di 70-75 °C.

I sistemi di trattamento si distinguono proprio in base alle modalità con cui avviene l'aerazione del substrato. È possibile quindi distinguere tre tipologie generali di sistemi di trattamento:

- a cumuli periodicamente rivoltati, in cui l'aerazione avviene ad opera delle correnti d'aria e dei moti convettivi e diffusivi che si instaurano all'interno del cumulo, i quali dipendono a loro volta dalla porosità della matrice. Il rivoltamento consente di ripristinare la porosità del materiale in trasformazione e permette una eguale esposizione di tutta la matrice sia all'atmosfera più ossigenata della superficie sia alle alte temperature dell'interno del cumulo,
- a cumuli statici: in cui l'ossigenazione della biomassa è garantita dalla circolazione di aria in un sistema di tubazioni forate, poste all'interno o al di sotto del cumulo. È possibile distinguere due metodi di aerazione: passiva e forzata. Nell'aerazione passiva il trasporto dell'aria all'interno del substrato avviene per mezzo di tubazioni forate, aperte alle due estremità; l'aria fluisce all'interno delle tubazioni e si diffonde nel cumulo grazie al cosiddetto "effetto camino". Nell'aerazione forzata invece il sistema di tubazioni è connesso ad un'unità di ventilazione che può aspirare aria o insufflarla attraverso la matrice sottoposta a trattamento.



- bioreattori, i quali prevedono la disposizione della biomassa in particolari strutture di contenimento, dove tecniche di movimentazione e aerazione forzata sono variamente combinate.

L'impianto cui si fa riferimento è lo STIR, cioè lo stabilimento di trito-vagliatura e imballaggio dei rifiuti di Giugliano.

L'impianto è stato realizzato nel 2002 con la funzione di produrre Combustibile da rifiuti e stabilizzare la frazione organica presente nel rifiuto. Nel 2005 però l'impianto è stato declassato da impianto di produzione del CDR a impianto di trito-vagliatura, in quanto i prodotti in uscita dal trattamento non risultavano conformi alle disposizioni normative. In particolare la frazione organica stabilizzata prodotta mediante un sistema a cumuli rivoltati è stata declassata dal codice CER 19.05.03 (compost fuori specifica) al codice 19.05.01 (parte di rifiuti urbani e simili non compostata) in quanto il processo risultava inefficiente.

Ad oggi l'impianto risulta autorizzato al trattamento dei rifiuti urbani indifferenziati, ai quali al termine delle relative lavorazioni si applicano i codici CER 19.12.12, 19.05.01, 19.12.02

L'attuale ciclo produttivo prevede che i rifiuti che giungono all'impianto vengano pesati e fatti passare attraverso un apposito portale per il controllo della radioattività, quindi inviati all'edificio di ricezione e scaricati nella fossa. Dalla fossa una benna mordente, preleva il materiale e lo scarica sul nastro trasportatore per l'avvio al trattamento.

- La prima fase è la triturazione mediante un mulino dilaceratore a bassa velocità di rotazione che ha lo scopo di diminuire e uniformare la pezzatura dei materiali al fine di agevolare le successive fasi.
- Il rifiuto quindi prosegue verso la fase di Vagliatura primaria in cui tramite un vaglio a tamburo rotante, con dimensione dei fori 120 mm, il materiale viene separato in due flussi, sovrvallo e sottovaglio, il sovrvallo prosegue lungo un'altra linea e dopo essere stato sottoposto a separazione

magnetica, va a costituire la cosiddetta Frazione Secca Trito-valgiata.

- Il sottovaglio è inviato invece ad una seconda fase di vagliatura mediante un vaglio con fori di dimensioni di 60 mm, anche in questo caso si genera un sovrullo che viene anch'esso inviato alla linea FST, mentre il sottovaglio, dopo deferrizzazione va a costituire la cosiddetta Frazione umida trito vagliata.

Tale frazione non viene sottoposta ad ulteriori trattamenti ma viene semplicemente stoccata nei capannoni adibiti alla stabilizzazione, in attesa di essere evacuata.

Il sistema di biostabilizzazione dello STIR è un sistema dinamico in cui l'aerazione è garantita sia il rivoltamento che dall'insufflazione d'aria sotto cumulo. L'area di stabilizzazione è divisa in due edifici denominati rispettivamente MVA (macchina volta cumuli automatica) e MVS (macchina volta cumuli semovente) in funzione della topologia di macchinario che effettua il rivoltamento.

Da quanto detto precedentemente però tale sistema non è più operativo.

Di qui la necessità di realizzare nuovo sistema biostabilizzazione che consenta di trattare la frazione umida fresca prodotta dal processo meccanico dello STIR al fine di ridurre il quantitativo di rifiuti da inviare ad altri trattamenti o smaltimento.

Il sistema che si vuole realizzare è un sistema a cumuli statici aerati.

Dalla letteratura emerge che numerose prove sperimentali, prima, e diverse applicazioni su scala industriale, in seguito, hanno consentito la verifica della sostenibilità e delle performance specifiche della fase di bioossidazione gestita con il sistema a cumulo statico aerato; in particolare emerge che l'aerazione forzata consente un miglior controllo dei parametri di processo, e la staticità del sistema evita nel contempo lo "shock termico" temporaneo dovuto alla perdita di calore per diffusione massiva determinata dalle operazioni di movimentazione. Altro possibile vantaggio è rappresentato dal minor sviluppo di



odori dovuto all'assenza di rivoltamento durante la biostabilizzazione forzata.

L'implementazione della fase di biostabilizzazione mediante un sistema a cumuli statici aerati richiede:

- la definizione delle modalità di allestimento dei cumuli in relazione alle superfici disponibili e alla quantità di materiale da trattare.;
- la definizione del sistema di aerazione dei cumuli e quindi la valutazione delle portate d'aria necessarie;
- la definizione delle strategie da adottare per garantire un più semplice ed efficace controllo del processo.

Le recenti imposizioni normative, in particolare il Disciplinare Tecnico per l'uso del biostabilizzato ottenuto dal processo di stabilizzazione delle matrici organiche dei rifiuti"; Delibera di Giunta Regionale Campania n. 426 del 04/08/2011, stabiliscono che il processo di biostabilizzazione dovrà garantire un tempo di trattamento di almeno 21 giorni e permettere di conseguire la stabilità biologica per i materiali sottoposti a trattamento ( $IRD < 1000 \text{ mg O}_2/\text{kg SV/h}$ ).

nella definizione della modalità di allestimento dei cumuli occorrerà tener conto:

- dei limiti dimensionali imposti dalle caratteristiche di porosità del materiale da trattare e dalla necessità di garantire una uniforme distribuzione dell'aria all'interno della massa in trasformazione;
- della quantità di materiali da trattare: i rifiuti trattati giornalmente nell'impianto ammontano a 1000 t/g; il processo di separazione meccanica ha un efficienza del 50%, per cui si stima una produzione giornaliera di FUT pari a 500 t/g corrispondenti a  $715 \text{ m}^3$ .
- Delle superfici disponibili: l'intervento interesserà il capannone MVS la cui superficie totale è  $6400 \text{ m}^2$ , ma quella disponibile per il trattamento ammonta a  $5530 \text{ m}^2$ .

Occorrerà inoltre tener conto della superficie necessaria superficie necessaria al passaggio dei mezzi adibiti alla formazione e allo smantellamento dei cumuli.

Per determinare le dimensioni dei cumuli è stato ipotizzato una forma trapezoidale, con angolo di inclinazione  $\beta$  delle pareti pari a  $55^\circ$ , altezza massima  $h$  2 metri; larghezza  $a$  variabile al massimo tra i 4-9 m; volume di materiale trattato per ciascun cumulo pari al volume di materiale prodotto giornalmente =  $715 \text{ m}^3$ .

Fissate  $h$  e  $\beta$ , al variare di  $a$  è stato calcolato  $V_m$ :

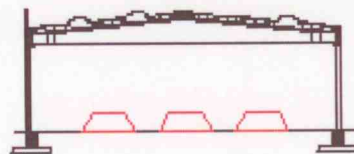
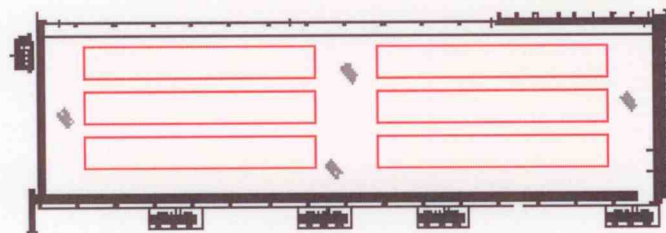
$$\frac{V_{cumulo}}{S_{cumulo}} = V_m = \frac{\left[ \frac{(a+a_1)}{2} * h * L \right]}{(a * L)} = \frac{h}{a} * \left( a - \frac{h}{\tan \alpha} \right) \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$$

e quindi la superficie occupata dai cumuli:

$$S_{cumulo} = \frac{V_{cumulo}}{V_m} \left[ \text{m}^2 \right]$$

dalla quale si risale alla lunghezza  $l$  del cumulo.

La dimensione ottimale del cumulo è  $7 \times 60 \text{ m}$ ; in questo modo è possibile disporre nel capannone 6 cumuli distanti tra loro almeno tre metri e ad un'opportuna distanza dalle pareti perimetrali.



Ad ogni cumulo è associato un proprio sistema di aerazione costituito da un ventilatore e da una serie di canalette realizzate direttamente nella plate in calcestruzzo. La portata d'aria da garantire a ciascun cumulo è stata valutata imponendo una portata d'aria specifica di  $20 \text{ Nm}^3/\text{h}/\text{t}$  che è il valore che più si frequentemente si riscontra in letteratura.

$$Q = 500 \text{ t} * 20 \frac{\text{Nm}^3}{(\text{h} * \text{t})} = 10000 \left[ \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} \right]$$

È fondamentale che i ventilatori siano dotati di dispositivi di inverter per consentire la modulazione delle portate in relazione alle necessità del processo.

È possibile adottare diverse strategie di controllo del processo a seconda di come vengono governati le soffianti; è possibile infatti operare sia in continuo che ad intermittenza. Operando È garantita la costante ossigenazione della biomassa ma si ha l'inconveniente che le zone più vicine alla soffiante si raffreddano troppo e non vengono igienizzate.

Operando ad intermittenza si garantisce una maggiore omogenizzazione di T e U all'interno del cumulo. L'accensione e spegnimento dei ventilatori possono essere governati o da un timer o attraverso il controllo della temperatura.

Il sistema più efficiente, anche in termine di consumo di energia è quello ad intermittenza controllato dalla temperatura.

In conclusione:

Il ripristino della fase di biostabilizzazione mediante l'installazione di un nuovo sistema a cumuli statici aerati è un'operazione semplice da realizzare, i cui costi di installazione sono minori rispetto ad altri sistemi di trattamento.

È necessario però che il processo sia condotto e gestito in maniera ottimale. A tal fine si raccomanda l'installazione di dispositivi di monitoraggio della temperatura (sonde dotate di trasmettitori wireless) che permettano il controllo automatizzato del sistema delle soffianti.

La riduzione volumetrica dei materiali da smaltire in discarica o da avviare a



trattamenti presso altri impianti porterà innegabili vantaggi da un punto di vista economico in quanto si ridurranno i costi dello smaltimento e del trasporto.

Il raggiungimento della stabilità biologica ( $IRD < 1000 \text{ mgO}_2 \cdot \text{kgSV}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) limiterà la formazione di percolati inquinanti e biogas in discarica.

Il materiale prodotto potrà essere classificato come CER 19.05.03 e quindi utilizzato come materiale di copertura giornaliera delle discariche, o dopo opportuna maturazione, recuperato in attività di carattere paesistico-ambientale secondo le prescrizioni legislative vigenti.