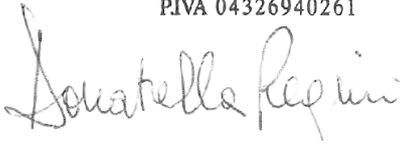


**RICHIEDENTE:**

AZ. AGRICOLA REGINI DONATELLA  
31059 Zero Branco (TV) - Via Michieletto  
C.F. RGN DTL 55P67 L736W  
PIVA 04326940261



**Az. Agricola Regini Donatella**

Cod. Fisc. RGN DTL 55P67 L736W  
P. IVA: 04326940261  
Tel. 0422 17 20 400  
e-mail: tellaregini@gmail.com

sede legale:  
via Miranese, 179  
30174 Mestre-Venezia

sede operativa:  
Via Michieletto, 31  
31059 Zero Branco (TV)

Comune di Casier

Provincia di Treviso

Regione Veneto

**IMPIANTO PER IL RECUPERO MEDIANTE  
COMPOSTAGGIO DI FANGHI BIOLOGICI,  
FRAZIONE VERDE E BIOMASSE  
SELEZIONATE**

*Progetto preliminare  
(D.Lgs 152/2006, L.R. 3/2000, L.R.  
10/1999)*

**PROGETTAZIONE:**

Studio Tecnico dott. E. Faraon  
via Orsato, 46  
Venezia, Marghera  
tel. 348 33 87 380  
fax 041 8109958  
eziofaraon@tiscali.it  
e.faraon@epap.conafpec.it

Dott. Forestale  
Nicola Scantamburlo  
via Liguria 18  
Scorzè, Venezia  
tel. 349 17 80 821  
fax 041 44 63 78  
nicolaskanta@alice.it  
n.scantamburlo@epap.conafpec.it

elaborato

Relazione tecnica



Dr. forestale  
Nicola Scantamburlo



data  
agosto  
2014

scala

revisione  
R00



**INDICE**

<b>1. PREMESSE .....</b>	<b>5</b>
1.1. Individuazione degli enti competenti coinvolti.....	5
<b>2. CARATTERISTICHE GENERALI .....</b>	<b>7</b>
2.1. Ubicazione dell'impianto .....	7
2.2. Destinazione urbanistica .....	7
2.3. Dimensioni e potenzialità .....	8
2.3.1. Dimensioni .....	8
2.3.2. Potenzialità.....	9
<b>3. INDIVIDUAZIONE DELLE TIPOLOGIE CER E DELLE OPERAZIONI DI RECUPERO DA SVOLGERE NELL'IMPIANTO (AI SENSI D. LGS. 152/2006).....</b>	<b>13</b>
3.1. Considerazioni preliminari .....	13
3.1.1. Fanghi da impianti di depurazione.....	14
3.1.2. Residui verdi.....	15
3.1.3. Residui organici da utenze selezionate .....	15
3.2. Identificazione codici CER e delle relative operazioni di recupero .....	16
3.3. Rifiuti prodotti dal ciclo di trattamento .....	19
<b>4. CICLO DI TRATTAMENTO.....</b>	<b>21</b>
4.1. Ricevimento e stoccaggio.....	21
4.1.1. Scarico e stoccaggio dei fanghi.....	21
4.1.2. Stoccaggio e lavorazione dei lignocellulosici.....	23
4.2. Miscelazione e formazione del cumulo.....	24
4.3. Fermentazione aerobica .....	26
4.3.1. Biossidazione .....	27
4.3.2. Rivoltamento dei cumuli.....	28
4.3.3. Insufflazione.....	29
4.4. Maturazione .....	30
4.5. Vagliatura.....	31
4.6. Conservazione del prodotto finito .....	32
4.7. Controlli di processo .....	33
4.7.1. Materiali in entrata .....	33

4.7.2.	Controlli del processo produttivo.....	34
4.7.3.	Controlli sul compost finito.....	35
<b>5.</b>	<b>GESTIONE DELLE ACQUE REFLUE.....</b>	<b>37</b>
<b>5.1.</b>	<b>Percolato.....</b>	<b>37</b>
5.1.1.	Settore stoccaggio fanghi.....	37
5.1.2.	Celle di biossidazione.....	38
5.1.2.1.	Caratteristiche e dimensionamento.....	38
<b>5.2.</b>	<b>Acque meteo dei piazzali.....</b>	<b>39</b>
5.2.1.	Platea di movimentazione e maturazione.....	39
5.2.1.1.	Quantificazione del flusso.....	39
5.2.1.2.	Rete di raccolta.....	40
5.2.1.3.	Impianto di depurazione.....	40
5.2.2.	Altre superfici pavimentate.....	41
5.2.2.1.	Quantificazione e gestione della prima pioggia.....	41
<b>5.3.</b>	<b>Acque bianche.....</b>	<b>42</b>
<b>5.4.</b>	<b>Acque nere civili.....</b>	<b>42</b>
<b>5.5.</b>	<b>Riutilizzo delle acque depurate.....</b>	<b>42</b>
<b>5.6.</b>	<b>Controlli degli scarichi idrici.....</b>	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>GESTIONE DELLE EMISSIONI AERIFORMI.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1.</b>	<b>Sistema di aerazione.....</b>	<b>45</b>
6.1.1.	Ricevimento, stoccaggio e miscelazione.....	46
6.1.2.	Tunnel di biossidazione.....	47
<b>6.2.</b>	<b>Sistema di abbattimento emissioni.....</b>	<b>48</b>
6.2.1.	Trattamento mediante lavaggio.....	49
6.2.2.	Trattamento mediante biofiltro.....	49
<b>6.3.</b>	<b>Controllo delle emissioni.....</b>	<b>51</b>
<b>7.</b>	<b>FABBRICATI E OPERE CIVILI.....</b>	<b>53</b>
7.1.	Capannone principale.....	53
7.2.	Tunnel di biossidazione.....	54
7.3.	Deposito compost finito.....	55
7.4.	Uffici e servizi.....	56
7.5.	Piazzola di scarico.....	56

---

7.6. Platea di lavorazione .....	56
7.7. Altre superfici pavimentate.....	57
7.8. Recinzione.....	57
7.9. Aree a verde .....	58
<b>8. MACCHINE ED ATTREZZATURE .....</b>	<b>61</b>
8.1. Trituratore per frazione legnosa .....	61
8.2. Carro miscelatore.....	61
8.3. Rivoltatore semovente.....	62
8.4. Vaglio rotante.....	62
8.5. Considerazioni conclusive .....	63



## 1. PREMESSE

La seguente proposta impiantistica nasce dalla necessità di integrare il ciclo di produzione di un'attività agricolo-forestale esistente con una produzione in grado di utilizzare convenientemente il residuo lignocellulosico già presente in azienda, attualmente sotto sfruttato.

Si propone quindi la costruzione di un impianto in cui operare il recupero di fanghi biologici, materiali lignocellulosici e altri prodotti valorizzabili in agricoltura, siano essi rifiuti o sottoprodotti agricoli, allo scopo di produrre un compost di elevata qualità fertilizzante da destinare, oltre che alle esigenze interne del proponente, alla soddisfazione delle richieste di ammendante organico provenienti dal territorio limitrofo.

Per avere maggiori garanzie circa il raggiungimento di tale obiettivo è stato scelto di non comprendere la frazione organica dei rifiuti urbani (forsu), privilegiando i singoli componenti caratterizzati da una composizione precisamente definibile e più costante nel tempo.

Le indicazioni progettuali descritte per la costruzione e gestione del nuovo impianto intendono soddisfare, oltre ovviamente alla normativa ambientale generale, anche i provvedimenti che regolamentano lo specifico settore del compostaggio; ci si riferisce in particolare alla DGRV n° 568 del 25 febbraio 2005 (modifiche ed integrazione della DGRV 766/2000).

In ragione delle sue caratteristiche dimensionali l'impianto proposto è sottoposto alla procedura di verifica di assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art. 20 e Allegato IV, lett. Zb), Parte II del D. Lgs 152 / 2006.

### **1.1. Individuazione degli enti competenti coinvolti**

L'esercizio dell'impianto di trattamento e recupero mediante compostaggio coinvolge i seguenti aspetti:

- prevede la costruzione di edifici che necessitano di verifica statica,
- produce emissioni in atmosfera,
- scarica nei corsi d'acqua superficiali, dopo trattamento, le acque meteorologiche di dilavamento dei piazzali esterni e le acque nere civili,
- presenta rischio di incendio limitato al deposito esterno di materiale legnoso.

Coinvolge i seguenti Enti:

- Provincia di Treviso: ente delegato ex L.R. 3/2000
- Comune di Casier,
- Regione Veneto,
- ARPAV, Servizio Territoriale Dipartimento di Treviso e Osservatorio Regionale per il Compostaggio
- ASL 9 Treviso
- Consorzio di bonifica Acque Risorgive.



## 2. CARATTERISTICHE GENERALI

### 2.1. Ubicazione dell'impianto

Il sito proposto per la realizzazione del nuovo impianto di compostaggio è ubicato in Comune di Casier (TV), ai margini della zona industriale di Dosson ed interessa una porzione di territorio agricolo isolato dal contesto rurale .

I terreni sono identificati catastalmente al Comune di Casier, Fig. 7, mapp. 51-217-433-449-516, per una superficie complessiva di circa 19.500 mq.

L'area è di proprietà di un soggetto terzo, (sig. dott. Dino Munarolo) ed è stata concessa a seguito di un apposito accordo preliminare di compravendita condizionato alla approvazione del presente progetto.

L'area è situata al margine sud ovest del territorio comunale, presenta una forma rettangolare, delimitata lungo i lati nord ed est dallo scolo Bigonzo oltre il quale si estende la zona industriale; lungo tutto il lato ovest sono presenti delle ex cave ora adibite all'attività di pesca sportiva; l'accesso al fondo è posto sul lato sud lungo via dell'Artigianato e la relativa zona industriale.

In pratica l'area è circoscritta su 3 lati dalla zona industriale di Dosson e non è in collegamento con altri terreni a destinazione agricola.

La superficie si presenta livellata, uniformemente inerbita, priva di viabilità interna e di scoline; lungo il lato est è presente una linea elettrica di bassa tensione . Non è presente vegetazione arborea ad esclusione di una siepe arbustiva che delimita il lato sud.

Il piano è quotato intorno a m 9,00 slm, posto sostanzialmente alla stessa quota dell'asse stradale .

Si rimanda alla relazione di screening di V.I.A. per l'analisi più approfondita degli aspetti geografici, urbanistici ed ambientali.

### 2.2. Destinazione urbanistica

Negli strumenti urbanistici del Comune di Casier, P.A.T. e relativo P.I. in vigore, l'area è classificata come area agricola "Zona E, sottozona E3 caratterizzata da elevato frazionamento fondiario"

Si rileva a tale proposito che l'art. 21 della Legge Regionale 3/2000 "*requisiti tecnici ed ubicazione degli impianti*" indica che "*...gli impianti di compostaggio vanno localizzati in zone territoriali omogenee di tipo E o F*".

Si conferma quindi la conformità della proposta nei confronti della destinazione urbanistica e delle specifiche previsioni di legge.

Per gli approfondimenti necessari si rimanda all'apposito paragrafo ed alle valutazioni dello studio di screening di VIA.

### **2.3. Dimensioni e potenzialità**

L'impianto prevede il compostaggio aerobico dei materiali organici, posti in cumulo dinamico su platea aerata, secondo il processo descritto nel cap. 4.

Il progetto prevede la suddivisione delle aree e le edificazioni riportate negli allegati (cfr. in particolare le Tavole n. 3 e 7).

Il soggetto proponente ha individuato la potenzialità dell'impianto sulla base delle dimensioni dell'area, della capacità gestionale e delle sue possibilità finanziarie ed economiche; è stato quindi ritenuto congruo passare alla definizione delle caratteristiche dimensionali fissando la massima capacità giornaliera di ritiro, trattamento e recupero di rifiuti riutilizzabili a **75 ton/giorno**, pari ad una **potenzialità annuale di 22.000 ton**. In effetti questo ultimo valore risulta puramente teorico, seppur potenzialmente praticabile, in quanto sarà assai improbabile che tutti i giorni lavorativi di un anno siano utilizzati al massimo della capacità ricettiva giornaliera. E' più realistico prevedere una potenzialità effettiva intorno a 19.000 ton/anno. In ogni caso tutti i dimensionamenti in avanti descritti sono eseguiti sulla base della massima potenzialità.

#### **2.3.1. Dimensioni**

La definizione dei parametri dimensionali è prioritariamente conseguente alle caratteristiche della fase di biossidazione: in questo caso è stato scelto di limitare l'altezza media dei cumuli in fase di biossidazione intorno a 150 cm.

La preventiva definizione dei parametri di processo è necessaria al fine di determinare la suddivisione degli spazi dedicati alle diverse fasi; nel caso in esame si determina quanto segue:

- durata della fase di biossidazione assistita da insufflazione, 26-28 gg.,
- durata della fase di maturazione, ca. 60 gg.,
- capacità del deposito prodotto finito, quanto basta per un periodo di circa 3 mesi senza uscite,
- capacità di stoccaggio fanghi in entrata, ridotta ma sufficiente ad ospitare 3-4 gg di conferimenti,
- capacità di deposito della frazione lignocellosica, massima possibile.

Si considera la fase di biossidazione come stadio vincolante al dimensionamento di tutto l'impianto. Fissati i seguenti parametri:

- ✓ n° 3 platee (poste sotto tunnel) di biossidazione larghe al netto ognuna 10,40 ml,
- ✓ 0,73 il peso specifico della massa miscelata in entrata,
- ✓ potenzialità massima annuale pari a 22.000 ton di rifiuto residuo compostabile,

si ricava il volume di un ciclo biossidazione

$$\text{massa in peso/p.s.} = \text{volume}/12 \text{ cicli mensili}/3 \text{ celle} = \text{volume di 1 ciclo in 1 cella}$$
$$22.000/0,7 /12/3 = 837 \text{ m}^3.$$

questo valore deve essere incrementato del 5-6% a seguito dell'aggiunta del sopravaglio lignocellulosico proveniente dalla raffinazione del compost finito.

Pertanto, approssimando in via cautelativa, un singolo ciclo di bioossidazione andrà a trattare circa 900 mc di miscela.

Quest'ultimo dato consente di definire la lunghezza del singolo cumulo e, di conseguenza, della platea e del tunnel che lo ospita che risulta essere di 58 ml, lunghezza che dovrà essere leggermente incrementata per consentire la manovra della macchina operatrice ed una agevole apertura dei portoni di testa.

Pertanto l'impianto in progetto sarà caratterizzato dalla presenza di 3 unità di bioossidazione di uguali dimensioni pari a ml 65 x 10,85 .

Rimane da sottolineare che detto calcolo non tiene conto delle perdite di peso e volume che si verificano nel corso di questa prima fase del processo di compostaggio; queste perdite sono normalmente stimate intorno al 25-30%.

### **2.3.2. Potenzialità**

Riassumendo i valori sopra espressi si ricava che l'impianto avrà una capacità di trattamento di recupero di rifiuti organici, attività R3, pari a 22.000 ton/anno, pari a circa 38.000 m<sup>3</sup> .

Dopo aver verificato la congruità delle dimensioni dei tunnel di bioossidazione e premesso che la percentuale del fango biologico nella miscela non potrà essere superiore al 50% in peso della stessa, **la massima capacità ricettiva di rifiuti** da avviare a trattamento di recupero (operazione R3), previa eventuale operazione di messa in riserva preliminare (operazione R13), **viene fissata in 75 ton/giorno** così da coincidere con il peso conferibile da n. 3 autocarri con rimorchio o bilico.

Riguardo alla capacità relativa alla fase di stoccaggio, o messa in riserva, Attività R13, essa viene distinta fra i rifiuti da gestire in ambiente confinato (costituiti principalmente da fanghi biologici) e quelli che possono essere stoccati all'aperto su platea cementata (legno cellulosici); le corrispondenti quantità sono così schematizzate:

**1) massima quantità rifiuti stoccabili contemporaneamente all'interno del capannone,**

**ton 250**

**2) massima quantità di rifiuti stoccabili all'esterno su platea pavimentata,**

**ton 1.000**

Maggiori informazioni circa le caratteristiche dello stoccaggio sono riportate in 4.1.1 e 4.1.2.

Si pone l'attenzione sul fatto che lo stoccaggio coperto, ovvero "*messa in riserva*" consente un'autonomia limitata a 4-5 giorni lavoro, ritenuta sufficiente a sopperire a temporanee interruzioni dei conferimenti ma comunque da considerare molto ridotta così da contenere al minimo il rischio ambientale correlato alla fase di messa in riserva.

Invece lo massa in riserva del rifiuto ligno celluloso dovrebbe essere il più grande possibile in modo da compensare il carattere stagionale dei conferimenti; in questo caso lo stoccaggio pieno consente la piena funzionalità dell'impianto con zero conferimenti per circa 30 giorni. Si provvederà quindi ad integrare il fabbisogno di materia lignocellulosica attraverso l'impiego della biomassa legnosa prodotta all'interno dell'azienda stessa e/o ricorrendo all'acquisto di un prodotto surrogato (ad esempio paglia o altri residui colturali) ovvero di frazione legnosa già trituro e rese commercialmente disponibile da produttori terzi.

Si osserva che il materiale lignocellulosico prodotto in azienda o acquistato presso terzi non rientra nella classificazione di rifiuto.

I valori dichiarati in merito alla potenzialità (< a 75 ton / g), ovvero alla "*capacità produttiva o alla resa*" pongono l'impianto sotto alla soglia descritta all'art. 26, comma 5.3, lett. b), del D. Lgs. 46 / 2014 che modifica l'Allegato VIII alla Parte Seconda del D. Lgs 152 / 2006, pertanto l'impianto non risulta sottoposto alla disciplina A.I.A.

Altresì la capacità totale, comprensiva dei materiali lignocellosici autoprodotti e/o acquistati ed aggiunti in fase di miscelazione al fine di ottimizzare il rapporto C/N, sarà leggermente superiore fermo restando che il peso finale in compost (ovvero la resa produttiva) sarà comunque inferiore ai quantitativi totali conferiti

Alla pagina seguente si descrive in forma tabellare la distribuzione degli spazi dell'impianto.

Tabella 2.1 – Suddivisione delle aree dell'impianto

	Superficie (m <sup>2</sup> )	
	parziali	totali
<b>Superficie complessiva dell'area</b>		<b>19.500</b>
<b>Superfici scoperte pavimentate</b>		<b>9.039</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• piazzale di lavorazione e viabilità interna di cui: <ul style="list-style-type: none"> <li>– deposito maturazione finale</li> </ul> </li> </ul>	5.034	
	2.529	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• area stoccaggio rifiuto / materiale verde e legnoso, rampa di scarico</li> </ul>	1.212	
Pertinenze tecniche: - impianto trattamento aria	187	
- impianto trattamento acque meteo	33	
Parcheggi auto e viabilità non operativa (asfalto)	2.573	
<b>Superfici scoperte non pavimentate (drenanti)</b>		<b>7.376</b>
Verde di arredo	4.580	
Fascia a prato di servitù idraulica	2.215	
Aree non utilizzate	178	
Superfici di pertinenza delle acque dello scolo Bigonzo	403	
<b>Superfici coperte</b>		<b>3.085</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificio principale</li> </ul>	974	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• box uffici, servizi e spogliatoi</li> </ul>	63	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celle tunnel di bioossidazione (10,50 x 65 m) x 3</li> </ul>	2.048	



### 3. INDIVIDUAZIONE DELLE TIPOLOGIE CER E DELLE OPERAZIONI DI RECUPERO DA SVOLGERE NELL'IMPIANTO (AI SENSI D. LGS. 152/2006)

#### 3.1. Considerazioni preliminari

Nell'impianto si intendono utilizzare una serie di materie residuali tutte di origine organica (conformi alle caratteristiche previste dalla Dgr 568/2005 e in particolare con contenuti in elementi pericolosi non superiori ai valori indicati nella seguente Tabella 3.1.

Per ottenere dei fertilizzanti di buona qualità è infatti indispensabile un equilibrio tra le diverse componenti, sia per un corretto svolgimento della fermentazione, e quindi del processo di compostaggio, che per l'equilibrio dei componenti nel prodotto finito. A tal fine è necessario soprattutto un equilibrio tra le sostanze organiche di origine vegetale, in particolare i carboidrati (amidi, cellulosa, ecc.), la lignina (fondamentale per la formazione dei composti umici) e i materiali azotati, prevalentemente di origine animale.

Una buona frazione lignincellulosica è infatti fondamentale sia per l'ottenimento di prodotti organici stabili con le caratteristiche delle sostanze umiche che per conferire ai fertilizzanti prodotti buone caratteristiche fisiche, importanti soprattutto per lo spargimento a pieno campo con mezzi meccanici.

La presenza di azoto è però anch'essa essenziale sia per fornire adeguata alimentazione ai microrganismi che operano il compostaggio che per ottenere un fertilizzante in grado di esplicare un buon effetto concimante sulle colture.

Si è ritenuto pertanto opportuno utilizzare il mix di materie prime indicato in Tabella 3.2, che permette un adeguato ed equilibrato apporto di sostanze azotate (da fanghi) con materiali a forte componente lignincellulosica (da residui verdi selezionati) Le proporzioni esatte fra le diverse materie potrà variare di qualche punto percentuale in funzione delle caratteristiche specifiche delle singole materie prime, definibili con certezza solo dopo il loro ricevimento.

*Tabella 3.1 – Limiti massimi per i materiali in entrata (Dgr 568/2005 come modificata da DGRV n. 235/2009).*

Elemento	Valore limite
Cadmio	20 mg/kg s.s.
Cromo tot	750 mg/kg s.s.
Cromo VI	0,5 mg/kg s.s.
Mercurio	10 mg/kg s.s.
Nichel	300 mg/kg s.s.
Piombo	750 mg/kg s.s.
Rame	1000 mg/kg s.s.
Zinco	2500 mg/kg s.s.
IPA <sup>2</sup>	6 Mg/kg s.s.
PCB <sup>2</sup>	0,8 Mg/kg s.s.
PCDD/F <sup>2</sup>	50 Ng I-TE/kg s.s.

*Tabella 3.2 – Principali caratteristiche delle materie prime impiegate per la produzione dei fertilizzanti.*

Materia prima	Rapporto C/N	Umidità	Impurità
Residui verdi selezionati	elevato	medio-bassa	scarse
Fanghi di depurazione civili	basso	elevata	assenti

Va precisato che un eccesso di azoto altererebbe l'evoluzione del processo di compostaggio, mentre un eccesso della frazione lignocellulosica ne rallenterebbe l'evoluzione, con il pericolo di innesco di processi di alterazione delle caratteristiche qualitative del prodotto.

Di conseguenza per ottenere un processo di compostaggio corretto ed un prodotto di qualità non è possibile eccedere né nel quantitativo di residui verdi né in quello dei fanghi. Va ricordato, a tale proposito, che la DGRV 568/2005 pone opportunamente un limite massimo ai fanghi del 50% in peso, ridotto al 35% relativamente ai fanghi reflui dagli impianti di depurazione delle acque civili.

Anche il recente aggiornamento della normativa sui fertilizzanti (D.M. 19 luglio 2013, recante modifiche ed integrazioni al D. Lgs 75 / 2010), introducendo la nuova tipologia di fertilizzante denominata "Ammendante compostato con fanghi" prevede che "*i fanghi, tranne quelli agroindustriali, non possono superare il 35% (p/p sostanza secca)*".

Si ritiene utile un approfondimento riguardo la natura delle diverse classi di materiali utilizzabili nel processo di compostaggio.

### **3.1.1. Fanghi da impianti di depurazione**

Verranno impiegati esclusivamente fanghi di depurazione il cui uso in agricoltura sia ammesso ai sensi delle norme vigenti e, in particolare delle seguenti:

- Direttiva 86/278/CEE;
- Decreto Legislativo 27 gennaio 1992, n. 99;
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 25 febbraio 2005, n. 568.

A tale proposito va rilevato che la DGRV 568/2005 pone limiti più restrittivi di quelli della direttiva 86/278/CEE e del D.Lgs. 99/199.

Nell'impianto progettato saranno pertanto impiegati solo fanghi che rispondano alle caratteristiche di cui alla suddetta DGRV e che derivino da impianti di depurazione di acque reflue da insediamenti civili, agro-alimentari o comunque assimilabili a questi.

Le caratteristiche chimiche di tutti i fanghi in entrata dovranno essere preventivamente certificate da un laboratorio qualificato.

La costanza delle caratteristiche qualitative è abbastanza buona per i fanghi derivanti dalle industrie agro-alimentari, mentre quelli derivanti da reflui di insediamenti civili possono presentare una maggiore variabilità, ma generalmente rientrano ampiamente nei limiti di accettabilità sopra citati.

I fanghi di depurazione hanno solitamente un contenuto relativamente alto in azoto e negli altri principali elementi fitonutritivi, un rapporto C/N basso e una umidità abbastanza elevata. Di conseguenza è di grande importanza la loro miscelazione con materiali vegetali come quelli descritti sopra, e soprattutto con i residui verdi (cfr. 3.1.2), che forniscono sia adeguate quantità di carbonio organico che la base strutturale indispensabile a garantire un buon compostaggio.

Al fine di avere un corretto compostaggio e di ottenere un buon fertilizzante è necessario mantenere un rapporto equilibrato tra i materiali vegetali e i fanghi. Nelle condizioni del presente progetto si ritiene che questi ultimi non possano superare il 50% in peso della miscela avviata al compostaggio, pari ad un rapporto volumetrico di circa 1/3 tra fanghi e altri materiali organici, prevalentemente di origine vegetale.

In conformità con le indicazioni dell'Allegato 1 alla DGRV 568/2005 ed del D.M. 19 luglio 2013, la frazione di fango proveniente dagli impianti di depurazione delle acque non potrà essere superiore al 35% in peso della miscela avviata a compostaggio.

### **3.1.2. Residui verdi**

Si tratta dei residui provenienti da manutenzione del verde pubblico e privato (sfalci, potature, foglie e materiali analoghi) effettuati direttamente dalle competenti amministrazioni, da privati o da ditte specializzate.

Analoghi a questi materiali sono i residui vegetali di provenienza agricola (paglie, stocchi, ecc.) e quelli da industrie del legname (cortecce, segature, trucioli, ecc.).

Questi materiali hanno infatti un notevole valore "strutturale" ed elevano le qualità ammendanti dei fertilizzanti, grazie alla prevalente componente lignicellulosica, che dà un notevole contributo alla produzione di sostanze umiche di qualità ed ha caratteristiche fisiche tali da favorire l'aerazione del cumulo in fase di compostaggio.

Soprattutto per quest'ultima caratteristica, è essenziale che sia sempre garantita la loro presenza nella miscela da avviare al compostaggio, in dosi che verranno determinate caso per caso, in funzione delle caratteristiche degli altri materiali conferiti e soprattutto della loro umidità.

Pur essendo materiali caratterizzati da notevole stagionalità sia per caratteristiche che per disponibilità, sono facilmente stoccabili, dato che, se non triturati, fermentano solo in minima parte. Inoltre il ridotto contenuto in umidità limita al massimo i pericoli di emissione di percolato.

I residui verdi hanno un contenuto elevato in carbonio organico e relativamente ridotto in azoto ed hanno quindi un rapporto C/N elevato. Se compostati da soli richiedono lunghi tempi di fermentazione e non permettono di ottenere prodotti con caratteristiche fertilizzanti ottimali. Risulta pertanto necessaria la loro integrazione con materiali ad elevato contenuto in azoto, quali in particolare i fanghi di depurazione.

### **3.1.3. Residui organici da utenze selezionate**

Con il termine "residui organici da utenze selezionate" ci si riferisce a materiali organici provenienti in particolare da mercati ortofrutticoli, da industrie agro-alimentari, del legname (cortecce, segatura, trucioli di legno, ecc.) o cartarie e da attività di prima lavorazione di prodotti agricoli (ortaggi, frutta, uva, fiori ecc.).

Analoghi a questi sono alcuni residui delle attività agricole (paglie, stocchi, coltetti di bietola, ecc.), anche di serra o di fungicoltura (in particolare lettiere esauste e scarti della pulizia dei funghi).

Già da questa sommaria elencazione delle possibili provenienze è evidente che si tratta di materiali che possono avere caratteristiche molto diversificate.

In particolare i residui da mercati ortofrutticoli hanno generalmente una notevole umidità, un contenuto elevato in cellulosa, ma ridotto in lignina ed azoto e, di conseguenza, un rapporto C/N piuttosto elevato.

I residui di attività agricole e, soprattutto, dell'industria del legname hanno invece umidità inferiore e un contenuto in lignina notevolmente più elevato, possedendo quindi caratteristiche strutturali analoghe o superiori a quelle dei residui verdi, descritti in 3.1.2.

In particolare sono di notevole valore per un compostaggio equilibrato i materiali ad elevato contenuto lignocellulosico derivanti dall'industria del legname (cortecce, segatura, trucioli di legno, ecc.) purché esenti da vernici e da trattamenti antifiamma al borace.

Le lettiere esauste di fungicoltura hanno umidità relativamente ridotte e notevoli contenuti in azoto organico.

Tutti questi residui hanno invece in comune la scarsa presenza di impurità e la costanza di composizione per ogni singola fonte, presentandosi quindi di più facile gestione rispetto alla frazione organica da raccolta differenziata, peraltro non compresa nel nostro elenco.

Considerando che in certi casi è presente una notevole umidità, le quantità che potranno essere immesse nella miscela da compostare varieranno in funzione delle caratteristiche dell'insieme delle materie prime impiegate e, nel caso di elevati contenuti in acqua, si dovranno aumentare in proporzione le quantità di residui verdi o di altri materiali a bassa umidità.

### ***3.2. Identificazione codici CER e delle relative operazioni di recupero***

Riguardo alla precisa individuazione delle tipologie di rifiuto che rispondono alle premesse di cui sopra, avendo l'obiettivo di produrre compost di qualità altresì definito "ACQ" (ammendante compostato di qualità), esse vengono individuate all'interno dell'Allegato A - Tab 1 della stessa DGRV 568 e di seguito riportate

Come già enunciato in premessa, questo progetto si propone di attrezzare l'area come sopra individuata al fine di realizzare un impianto tecnologico per:

- il trattamento di rifiuti organici speciali, non pericolosi, finalizzato al recupero e riutilizzo degli stessi (attività R 3);
- la messa in riserva (attività R 13) di rifiuti speciali, non pericolosi, strettamente funzionale alla successiva fase di trattamento svolta nell'impianto stesso

CER	descrizione	Quantità max in ton		
		R13	R3/g	R3/anno
<b>0201</b>	<b>Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca</b>			
020101	Fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia	32	20	600
020107	Rifiuti della silvicoltura	200	20	2.000
020201	Fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia	32	20	600
020203	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	40	20	1.200
020204	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti	32	32	1.200
<b>0203</b>	<b>Rifiuti della preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli alimen, caffè, tè, tabacco,.....</b>			
020301	Fanghi prodotti da operazioni di lavaggio, pulizia, sbucciatura, centrifugazione e separazione di componenti	32	32	1.200
020304	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	40	20	1.200
020305	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti	80	40	3.000
<b>0204</b>	<b>Rifiuti prodotti raffinazione dello zucchero</b>			
020403	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti	80	40	3.000
<b>0205</b>	<b>Rifiuti industria lattiero casearia</b>			
020501	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	40	20	1.200
020502	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti	150	40	3.000
<b>0206</b>	<b>Rifiuti industria dolciaria e panificazione</b>			
020601	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	40	20	1.200
020603	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti	80	40	3.000
<b>0207</b>	<b>Rifiuti produzione bevande alcoliche ed analcoliche</b>			
020701	Rifiuti prodotti dalle operazioni di lavaggio, pulizia e macinazione della materia prima	40	20	1.200
020702	Rifiuti prodotti dalla distillazione di bevande alcoliche	40	20	1.200
020704	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	40	20	1.200
020705	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti	250	40	3.000

<b>0301</b>	<b>Rifiuti lavorazione legno e produzione pannelli e mobili</b>			
030101	Scarti di corteccia e sughero	150	50	2.000
030105	Segatura, trucioli, residui di taglio, legno e piallacci diversi di quelli di cui alla voce 030104	100	40	2.000
<b>0303</b>	<b>Rifiuti produzione e lavorazione di polpa, carta e cartone</b>			
030301	Scarti di corteccia e legno	150	50	4.000
030309	Fanghi di scarto contenenti carbonato di calcio	80	20	2.000
030311	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 030310	100	40	3.000
<b>0401</b>	<b>Rifiuti lavorazione pelli e pellicce</b>			
040107	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti non contenenti cromo	80	20	2.000
<b>0402</b>	<b>Rifiuti industria tessile</b>			
040221	Rifiuti da fibre tessili grezze	40	20	1.000
<b>1001</b>	<b>Rifiuti prodotti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 19)</b>			
100101	Ceneri pesanti, scorie e polveri <sup>1</sup>	50	10	2.000
100103	Ceneri leggere di torba e di legno non trattato	50	10	2.000
100115	Ceneri pesanti, scorie e polveri prodotte da coincenerimento <sup>1</sup>	50	10	2.000
100117	Ceneri leggere, scorie e polveri prodotte da coincenerimento <sup>1</sup>	50	10	2.000
<b>1501</b>	<b>Imballaggi</b>			
150101	Imballaggi in carta e cartone	80	20	1.000
150103	Imballaggi di legno	150	50	4.000
<b>1006</b>	<b>Rifiuti prodotti da trattamento anaerobico di rifiuti</b>			
190604	Digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani <sup>2</sup>	150	40	4.000
190606	Digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti di origine animale o vegetale	150	40	4.000
<b>1908</b>	<b>Rifiuti prodotti dagli impianti di trattamento acque reflue</b>			

<sup>1</sup> limitatamente a quelle derivate dalla combustione di sanse esauste e scarti vegetali

<sup>22</sup> Rifiuti urbani selezionati , cod CER 191207, 100101, 200108, 200125, 200138, 200201, 200302, 200304

190805	Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	250	40	10.000
190812	Fanghi prodotti dal trattamento biologico acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 11	250	40	10.000
190814	Fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13	250	40	4.000
<b>2001</b>	<b>Frazioni oggetto di raccolta differenziata (tranne 1501)</b>			
200138	Legno, diverso di quello di cui alla voce 20 01 37	500	80	12.000
<b>2002</b>	<b>Rifiuti prodotti da giardini e parchi</b>			
200201	Rifiuti biodegradabili	900	80	12.000
<b>2003</b>	<b>Altri rifiuti urbani</b>			
200302	Rifiuti dei mercati	100	40	8.000

### **3.3. Rifiuti prodotti dal ciclo di trattamento**

Pur ritenendolo poco probabile non si può escludere a priori che in alcune partite di rifiuti in entrata (come ad es. frazione verde proveniente da raccolta differenziata, rifiuti di mercati e lavorazione ortaggi) siano occasionalmente presenti dei corpi estranei.

Questi materiali sono generalmente identificabili come: contenitori in metallo e/o plastica, film plastici, tessuti, reggette e nastri metallici, pezzi di metallo, frammenti di manufatti in legno e/o plastica, ecc.

Se sono evidenti già in fase di scarico e stoccaggio in entrata, essi verranno separati manualmente dal resto della massa e posizionati in appositi contenitori. Altresì potranno essere separati nel corso della fase di vagliatura del compost finito; in questo caso si verranno a trovare all'interno del flusso del sopravvaglio normalmente costituito dalla frazione legnosa non ancora degradata che viene separata dal composto raffinato per essere reimpressa nel ciclo. Sarà quindi necessario operare una seconda opera di selezione del sopravvaglio al fine di separare le frazioni estranee definite "sovalli".

I sovalli verranno depositati all'interno di un cassone scarrabile dotato di coperchi di chiusura.

Si prevede la presenza contemporanea all'interno dell'impianto di n° 3 cassoni da 20 mc, ciascuno per un peso massimo non superiore alle 10 ton.

I sovalli verranno gestiti con il codice CER 191212 "Scarti indifferenziati" e periodicamente avviati a smaltimento definitivo.

I cassoni scarrabili utilizzati per lo stoccaggio sono posti su area pavimentata.



## 4. CICLO DI TRATTAMENTO

I rifiuti ed i materiali descritti verranno sottoposti ad un processo di compostaggio aerobico dopo miscelazione degli stessi, in proporzioni tali da garantire l'equilibrio della composizione, soprattutto per quanto riguarda l'umidità e il rapporto tra sostanze ad alto contenuto azotato e materiali prevalentemente lignocellulosici.

Successivamente al compostaggio (inteso come somma delle fasi di preparazione, bioossidazione e maturazione) verrà effettuata la vagliatura, per l'eliminazione delle impurità e delle parti che non hanno subito una fermentazione adeguata, e si provvederà quindi all'immagazzinamento del prodotto maturo.

### 4.1. Ricevimento e stoccaggio

La fase di stoccaggio dei rifiuti in entrata è necessaria per compensare le inevitabili disconnessioni nell'arrivo dei materiali, determinate sia dai differenti ritmi di produzione e consegna dei fornitori che dalle variazioni stagionali delle produzioni, particolarmente rilevanti per i residui verdi.

I materiali in arrivo all'impianto verranno scaricati e stoccati con modalità differenti in relazione al loro stato fisico, al grado di fermentescibilità ed al conseguente rischio di rilascio di odori e percolati.

#### 4.1.1. Scarico e stoccaggio dei fanghi

I camion in entrata, dopo aver eseguito le formalità di accesso (controllo del carico e dei documenti, pesatura), si avviano alla piazzola specificatamente predisposta per lo scarico dei fanghi.

La piazzola è posta all'inizio del lato lungo del capannone, in posizione sopraelevata di 120 cm rispetto alla quota definita per la viabilità interna e collegata alla stessa mediante una rampa di salita-discesa.

L'automezzo si posiziona in retromarcia, seguendo l'apposita segnaletica orizzontale, accostandosi al portone dedicato.

Lo scarico potrà avvenire solo in presenza di un addetto dell'impianto che provvederà ad aprire il portone, del tipo ad apertura verticale rapida, e a verificare visivamente la conformità del rifiuto conferito.

In concomitanza con l'apertura del portone di scarico, un comando automatico sincrono provvede a deviare tutto il flusso di aspirazione (40.000 mc/ora) concentrandolo sulla bocca di presa posta sopra il portone stesso; in questo modo si viene a creare una barriera d'aria aspirata localizzata che impedisce la fuoriuscita degli eventuali odori già presenti all'interno dell'edificio e cattura le emissioni prodotte in fase di scarico.

Con il portone sollevato il camion completa la retromarcia appoggiandosi con le ruote posteriori contro l'apposito cordolo, in questa posizione la sponda di scarico del cassone viene

a trovarsi sicuramente all'interno del capannone, quindi si alza il cassone ribaltabile e il rifiuto si scarica sulla zona appropriata, posta alla quota pavimento e cioè 110 cm al di sotto della piattaforma su cui si trova il camion.

Eseguito lo scarico, il camion si scosta dalla bocca di scarico, abbassa il cassone e scende dalla piazzola per avviarsi all'uscita.

L'operazione di scarico, corrispondente al periodo di apertura del portone, dovrebbe essere svolta in un tempo stimabile intorno a 2-2 ½ minuti.

Il fango già posto all'interno del capannone viene movimentato da una pala gommata e avviato direttamente alla miscelazione e compostaggio oppure trasferito alla zona di stoccaggio assegnato.

L'area di stoccaggio (più precisamente definita come "messa in riserva") occupa tutto il lato sud interno del capannone per una profondità di 4,5 m, ricavando così una capacità stimabile in circa 180-200 mc (nella pratica il volume utile sarà fortemente condizionato dalle caratteristiche fisiche del rifiuto da stoccare, ovvero dalla possibilità di poterlo accumulare senza che lo stesso esca dalla zona assegnata).

L'area di stoccaggio è suddivisa in n. 6 box per mezzo di pannelli parete prefabbricati, autoportanti, in cls, tipo "jersey". Si ritiene opportuno mantenere la possibilità di spostare i pannelli di divisione in modo da variare la capacità di stoccaggio di una singola tipologia in base alle effettive esigenze; ovviamente deve restare inalterata la capacità totale e il numero di definizione dei singoli box.

Calcolando anche il volume messo a disposizione dalla zona di scarico, stimato in circa 60 mc, e imputando un p.s. medio ton/mc pari a 0,95, si ricava la capacità massima di messa in riserva all'interno del capannone fissata in 230 ton.

Sulla parte superiore dei box viene posizionata la linea di aspirazione dell'aria mentre il bordo a terra viene delimitato da una canaletta grigliata che avrà la funzione di intercettare eventuali acque di percolazione.

All'interno di ogni box potrà essere stoccata contemporaneamente una sola tipologia contraddistinta dal suo codice CER. La data di arrivo ed il codice CER saranno evidenziati su di un cartello posto in modo chiaro ed inequivocabile sul fronte di ogni box.

Oltre ai fanghi biologici, le modalità operative sopra descritte saranno impiegate anche per le altre tipologie di rifiuti umidi e fermentescibili, comunque si prevede che queste tipologie siano conferite in modo sporadico e occasionale. Quindi, a parte i rifiuti con i seguenti CER: 020107, 030101, 030105, 030301, 150101, 150103, 200138, 200201, 200302 (tutti riconducibili a matrici ligno-cellulosiche) tutti gli altri rifiuti saranno scaricati e stoccati all'interno del capannone chiuso.

Per tutti questi questi è prevista una capacità di messa in riserva complessiva tale da consentire una autonomia di circa 4 - 5 giorni lavorativi, tuttavia, in fase gestionale si dovrà tendere a garantire l'avvio immediato dei rifiuti alle linee di lavorazione. Ciò al fine di ridurre le emissioni maleodoranti e la produzione di percolati e garantire condizioni igieniche accettabili per gli operatori presenti nella sezione.

In conseguenza della volontà di esercitare il meno possibile l'attività R13 negli spazi assegnati all'interno del capannone, si ritiene giustificato prevedere e richiedere espressamente che gli stessi spazi, limitatamente ai periodi di non utilizzo possano essere proficuamente sfruttati anche per altri scopi come ad esempio:

- ✓ posteggio delle attrezzature e dei mezzi d'opera,
- ✓ deposito del legno triturato prima della sua miscelazione,
- ✓ scarico temporaneo della miscela da compostare prima del trasferimento nel tunnel di bioossidazione.

L'edificio che ospita i box di stoccaggio e la zona destinata alla preparazione della miscela è completamente chiuso ed è tenuto in depressione. Per garantire un ambiente di lavoro compatibile con la presenza di addetti saranno garantiti 6 ricambi/ora.

L'aria aspirata dal capannone trattamenti sarà inviata al sistema di abbattimento formato da una sezione di lavaggio (torri scrubber) e biofiltrazione finale.

#### **4.1.2. Stoccaggio e lavorazione dei lignocellulosici**

Il conferimento della matrice lignocellulosica non avviene uniformemente nel corso dell'anno; inoltre, il particolare ingombro che caratterizza tale frazione induce a garantire una importante capacità di stoccaggio. Altresì è chiaro che la messa a deposito di questi materiali non comporta nessun particolare impatto in quanto non si propagano né odori né percolati ed infatti anche la normativa ammette la messa in riserva su piazzale scoperto pavimentato o meno in ragione delle dimensioni dello stoccaggio.

Si prevede di utilizzare un'ampia porzione, estesa circa 900 mq, del piazzale esterno, fronte sud, pavimentato in asfalto.

La capacità massima di messa in riserva viene determinata prevedendo di accumulare il materiale su un'altezza media di 2,8 m, imputando un p.s. di 0,4 si ricava,

$$\text{peso in ton} = \text{mq} \times \text{H medio} \times \text{p.s.}$$

$$900 \times 2,8 \times 0,4 = 1.008 \text{ ton, arrotondate a } 1.000 \text{ ton}$$

L'area dedicata al deposito in entrata (attività R13) viene identificata mediante segnaletica orizzontale e parzialmente conterminata da pannelli in cls prefabbricati autoportanti, comunemente denominati "jersey"; questo manufatto è utile ad evitare la dispersione sul resto della platea delle parti più leggere, inoltre facilita il lavoro della macchina operatrice (pala o benna mordente) che deve trasferire il materiale al tritatore.

I camions in fase di conferimento raggiungono l'area di stoccaggio, peraltro ubicata in prossimità dell'entrata, attraverso la viabilità interna dedicata e provvedono direttamente allo scarico.

Si riassume in tabella l'elenco delle tipologie e delle rispettive quantità massime stoccabili all'esterno su platea pavimentata, ricordando che la massima capacità complessiva rimane fissata entro le 1.000 ton.

<b>CER</b>	<b>descrizione</b>	<b>Ton R13</b>
020107	Rifiuti della selvicoltura	100
030101	Scarti di corteccia e sughero	150
030105	Segatura, trucioli, residui di taglio, legno e piallacci diversi di quelli di cui alla voce 030104	100
030301	Scarti di corteccia e legno	150
150101	Imballaggi in carta e cartone	80
150103	Imballaggi di legno	150
200138	Legno, diverso di quello di cui alla voce 20 01 37	500
200201	Rifiuti biodegradabili	900
200302	Rifiuti dei mercati	100

Le caratteristiche proprie di questo materiale consentono di semplificare notevolmente le modalità gestionali della fase di stoccaggio per cui non si prevede, a meno di specifiche prescrizioni, la suddivisione per codice, né l'identificazione in zona dei dati di provenienza.

La quantità relativamente importante è necessaria per compensare la stagionalità dei conferimenti; infatti lo stoccaggio pieno (1.000 ton) risulta sufficiente a garantire il fabbisogno di frazione verde nella miscela da compostare per un periodo di circa 1 mese e ½.

Per la preparazione del materiale si prevede l'impiego di un trituratore mobile a funzionamento elettrico. Esso può quindi lavorare all'interno del capannone formando un unico cantiere con l'attrezzatura per la preparazione della miscela da compostare.

La pezzatura dei residui lignocellulosici, dopo l'intervento di amminutamento, deve essere compresa mediamente fra i 2 e i 5 cm, ciò al fine di conferire al cumulo adeguata struttura e porosità.

#### **4.2. Miscelazione e formazione del cumulo**

La miscelazione delle materie prime è necessaria per ottenere una corretta omogeneizzazione, che a sua volta è essenziale per lo svolgimento della successiva fase di fermentazione e per la qualità del prodotto finito.

Infatti i principali parametri di processo che condizionano la scelta del grado di miscelazione dei materiali e l'evoluzione dell'intero biochimismo sono l'umidità ed il rapporto C/N dei materiali di partenza.

Con una umidità troppo elevata l'acqua va ad occupare gli spazi vuoti del materiale, riducendo la porosità, favorendo il compattamento del materiale e quindi lo sviluppo di fermentazioni anaerobiche che peggiorano la qualità agronomica del prodotto e favoriscono la produzione di sostanze maleodoranti. Al contrario una umidità troppo ridotta rende difficile l'attività microbica, rallentando il processo di compostaggio.

Un rapporto C/N basso difficilmente permette l'innesco della fermentazione, ma un rapporto troppo alto rallenta il compostaggio e può ridurre le qualità agronomiche finali del prodotto. L'obiettivo è di avere una biomassa miscelata con un rapporto C/N fra 20 e 30

Questa miscelazione non rappresenta l'unico momento di omogeneizzazione della biomassa in trasformazione, dato che i cumuli in fermentazione saranno oggetto di rivoltamento meccanico, ma l'equilibrio delle componenti della miscela iniziale è importante per un corretto rapporto C/N, che tanto influisce sulla velocità e sulla qualità della fermentazione aerobica. I rivoltamenti successivi possono solo migliorare l'intimo contatto delle componenti, ma non modificano i rapporti fra le composizioni elementari degli stessi.

La miscelazione verrà effettuata con apposita attrezzatura meccanica costituita da un carro autoscaricante dotato di coclee controrotanti posizionato nel medesimo edificio utilizzato per lo stoccaggio provvisorio dei materiali in arrivo.

In linea generale le proporzioni tra le due principali classi di componenti (fanghi biologici e biomasse lignocellulosiche) saranno quelle già indicate (cfr. 3.1.1) ma potranno essere leggermente variate in funzione delle reali caratteristiche qualitative delle diverse partite di materiali in arrivo. In ogni caso verrà sempre garantita la presenza non inferiore al 35% di biomassa verde lignocellulosica.

Allo scopo di facilitare l'innesco della fase fermentativa è utile che una parte della frazione lignocellulosica sia costituita da materiale derivante dalla selezione del compost finito; questo materiale viene appositamente tritato in modo grossolano così da poter essere riutilizzato in cicli successivi. Per la stessa ragione viene ricircolato il liquido di percolazione (di fatto assimilabile ad un brodo batterico) raccolto dalle sezioni di stoccaggio fanghi e bioossidazione e stoccato a parte; tuttavia, se il processo funziona a dovere la produzione di percolato sarà limitata e quindi non sempre disponibile per l'innesco della fermentazione.

La massa omogeneizzata esce dal miscelatore e viene trasferita mediante pala gommata all'interno del tunnel e posta in cumulo. Il trasferimento avviene dall'interno, utilizzando l'apposito passaggio che mette in comunicazione il capannone con i tunnel di bioossidazione, evitando così l'uscita di emissioni diffuse.

Ogni giorno lavorativo si apportano circa 100 mc di biomassa, i quali vengono disposti in 3 andane affiancate l'una all'altra e, inevitabilmente, parzialmente sovrapposte.

Data la larghezza effettiva della platea (10,40 m) e l'altezza media del cumulo (1,5 m) si ricava il tratto di cella necessario a soddisfare l'input giornaliero,

$$100/1,5/10,4 = 6,4 \text{ ml}$$

Di conseguenza si ricava che una platea di bioossidazione avente un lunghezza utile di 58 m. viene riempita in 9 gg lavoro.

### 4.3. Fermentazione aerobica

La fase fondamentale del compostaggio consiste nella fermentazione aerobica delle sostanze organiche, ovvero nella digestione di tali materiali da parte di batteri ed altri microrganismi, con demolizione delle sostanze originarie e formazione di molecole più complesse e ad alto peso molecolare, genericamente definite “composti umici”. I diversi elementi, e in particolare carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto e zolfo, vanno a ricostruire nuovi composti, decisamente più stabili, ma a loro volta degradabili, soprattutto nelle condizioni dell’ambiente del terreno.

La fermentazione è il risultato di una serie di numerose reazioni biochimiche diverse, che si svolgono più o meno contemporaneamente, ma di cui molte sono condizionate dalla disponibilità delle sostanze prodotte da altre reazioni.

Il complesso della reazione di fermentazione avviene in quattro stadi:

- 1) *Fase psicrofila*, di innesco delle reazioni, definita anche tempo di latenza;
- 2) *Fase mesofila*, di accelerazione della reazione, con aumento della temperatura complessiva, caratterizzata da una intensa attività biologica che permette di ottenere la maggiore resa in sostanze organiche complesse ad alto valore fertilizzante;
- 3) *Fase termofila*, di massima attività batterica, con il raggiungimento di temperature molto elevate, che consentono l’inattivazione dei semi di infestanti e dei germi patogeni per le piante, gli animali e l’uomo eventualmente presenti;
- 4) *Fase mesofila post-termofila*, o di raffreddamento, in cui si ha una decelerazione della reazione biologica complessiva, per l’esaurimento dell’ossigeno e delle materie prime e l’accumulo di anidride carbonica e di cataboliti, almeno su scala locale.

Il compostaggio deve quindi privilegiare soprattutto la fase mesofila, senza inibire però quella termofila, il cui verificarsi è tra l’altro richiesto dalle normative vigenti.

Per prolungare la fase mesofila è quindi necessario rimescolare periodicamente la massa in fermentazione in maniera da favorire:

- l’allontanamento dell’anidride carbonica;
- l’intrappolamento di aria nei pori del cumulo e quindi l’ossigenazione della massa;
- il raffreddamento della miscela;
- l’intimo contatto delle componenti, con la redistribuzione di sostanze nutritive e di cataboliti in aree più prossime ai batteri attivi nelle diverse reazioni biochimiche.

Effettuando il rivoltamento in corrispondenza della fase termofila si avrà un blocco della stessa e ripartirà quindi la fase mesofila con un nuovo innalzamento della temperatura, senza bisogno di una fase di innesco, grazie alla presenza di una attiva microflora.

E' da rilevare che la temperatura della massa tende ad aumentare soprattutto nei giorni seguenti i rivoltamenti, ma si potrà riportare a valori più consoni per l'attività biologica (circa 50 °C) agendo opportunamente mediante l’impianto di insufflazione d’aria, tenendo presente la necessità di garantire una fase termofila di 55÷60 °C per almeno 5 giorni, ai sensi delle disposizioni vigenti.

L'umidità della miscela iniziale, pur raggiungendo valori elevati (fino al 65% nel caso delle miscele con fanghi) dopo l'innesco del processo e conseguentemente ai primi interventi di rivoltamento cala di diversi punti percentuali fino a valori compresi tra 50 e 55%, molto favorevoli alle attività metaboliche. Non dovrà peraltro scendere sotto 45% nel prosieguo del processo per non limitare l'azione dei microrganismi (interventi di umidificazione).

Si potrà quindi rendere necessario il bagnamento delle masse in via di compostaggio, utilizzando prioritariamente le acque di pioggia reflue dal processo di depurazione, appositamente raccolte nelle apposite cisterne (cfr. 5.2).

Durante il compostaggio verrà effettuato il controllo dei principali parametri e in particolare di temperatura, umidità, reazione (pH), conducibilità elettrica e tenore di ossigeno. Tali controlli servono a seguire l'andamento del processo e, in caso di anomalie, a variare il programma degli interventi che lo condizionano, in particolare per quanto riguarda l'aerazione, i rimescolamenti e l'umidificazione.

Più in particolare, giunti alla fine della fase di biossidazione si rende necessario verificare il livello di dregadazione della biomassa: a tale scopo verrà prelevato un congruo campione di biomassa da sottoporre ad analisi per determinare l'Indice di respirazione dinamico potenziale (IRDP). Tale analisi sarà effettuata almeno una volta ogni 3 mesi, avendo cura di prelevare il campione da tunnel diversi così da verificare anche l'efficienza degli apparati fissi che condizionano la fase fermentativa (insufflazione, irrigazione) in tutte le 3 platee.

L'analisi verrà eseguita utilizzando il metodo descritto nell'allegato D alla DGRV 568/2005.

#### **4.3.1. Biossidazione**

I cumuli sono appoggiati su di una platea in cls attrezzata con canalette disposte lungo l'asse longitudinale, all'interno di queste corre un tubo in PE fessurato collegato al circuito di insufflazione dell'aria, la stessa canaletta serve anche per la captazione del percolato; la sezione libera del canale viene intasata con legno triturato grossolanamente, in questo modo si soddisfano tre requisiti:

1. protezione del sistema di diffusione dell'aria,
2. drenaggio dei percolati,
3. assenza di materiali drenanti estranei (ad es. ghiaia e/o geotessuti) in grado di "sporcare" il compost.

Un sistema di sifoni e guardia idraulica impedisce che l'aria di insufflazione esca attraverso la via preferenziale rappresentata dal percorso del percolato.

La platea attrezzata è delimitata sui lati lunghi da un muretto in cls alto 1,20 m, sulla cui testa si innesta la copertura costituita da una struttura leggera in carpenteria metallica tipo serra agricola tamponata con telo in poliestere e PVC ad alta resistenza. L'insieme viene altresì definito "tunnel di biossidazione".

Sono previste n° 3 celle uguali, disposte lungo un lato lungo del capannone I due ambienti (capannone e cella), ambedue chiusi e in depressione, sono separati da un diaframma in bandelle plastiche flessibili che permette un discreto contenimento nei confronti delle migrazioni di sostanze aeriformi da un'ambiente all'altro.

Il fronte opposto della cella è tamponato con un portone scorrevole a tutta larghezza che viene aperto in occasione dello svuotamento della stessa.

I cumuli avranno una lunghezza leggermente inferiore alla cella che li ospita, lo spazio rimanente serve per consentire lo spostamento del cumulo conseguente all'operazione di rivoltamento e l'operatività della macchina rivoltatrice.

Una cella viene riempita dal materiale messo a compostaggio in 9-10 giorni lavorativi; essendo presenti n° 3 celle risulta che la sezione di biossidazione soddisfa il fabbisogno di 27-30 giorni lavoro; sommando i 4 fine settimana nei quali non è prevista l'operazione di carico della cella, si ottiene che l'impianto si satura in non meno di 35 giorni, rispettando così, con ampio margine l'ipotesi iniziale che prevede il periodo di biossidazione lungo 28 gg.

#### **4.3.2. Rivoltamento dei cumuli**

L'importante operazione di rivoltamento dei cumuli verrà eseguita con una apposita macchina semovente che esegue il rivoltamento del cumulo lungo l'asse di avanzamento della stessa. L'energica azione di presa del materiale operata dalle coclee frontali comporta anche l'ulteriore sminuzzamento del materiale; questa peculiare caratteristica permette di iniziare il processo di biossidazione utilizzando una frazione legnosa con pezzatura grossolana, a tutto vantaggio della porosità della massa, con un ovvio miglioramento dei parametri di fermentazione.

Il cumulo supera la macchina passando all'interno della stessa, quindi viene sollevato e rilanciato all'indietro mediante un largo nastro rotativo. La velocità del nastro è regolabile e consente di modificare l'altezza del cumulo (alta velocità del nastro e avanzamento lento provocano un incremento dell'altezza).

La frequenza ed il numero dei rivoltamenti dipendono dall'età del cumulo, dalle sue caratteristiche fisiche (umidità, p.s.) e dalle condizioni ambientali; tutti questi fattori sono comunque strettamente correlati fra loro. In generale, nei primi 28-30 giorni, si possono indicare 4-5 rivoltamenti, incrementabili in caso di necessità.

Le macchine presenti sul mercato nazionale che impiegano questo sistema sono prodotte da tre case diverse ma hanno in linea di massima le stesse caratteristiche:

- fronte di lavoro, fino a 4 m;
- altezza del cumulo, fino a 2.5 m;
- produzione oraria, intorno a 1.500 m<sup>3</sup> all'ora;

Il processo di rivoltamento dei cumuli provocherà nella biomassa frequenti punte di massima temperatura, sempre più decrescenti, man mano che la massa esaurisce la fase termofila in relazione alla disponibilità dei substrati specifici.

### 4.3.3. Insufflazione

Come si è detto, il processo di compostaggio consiste nella digestione di sostanze organiche da parte di batteri ed altri microrganismi, con demolizione delle sostanze originarie e formazione di molecole più complesse e ad alto peso molecolare, genericamente definite "composti umici". I diversi elementi, e in particolare carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto e zolfo, vanno a ricostruire nuovi composti, decisamente più stabili, ma a loro volta degradabili, soprattutto nelle condizioni dell'ambiente del terreno. Man mano che si formano composti stabili, la velocità delle reazioni diminuisce per la riduzione della disponibilità di materie grezze alterabili.

In condizioni di aerobiosi l'ossigeno partecipa attivamente al processo, con la produzione di notevoli quantità di energia, grazie all'ossidazione dei composti del carbonio. Si hanno quindi perdite gassose di anidride carbonica e, grazie all'energia liberata, evaporazione di acqua. Se la disponibilità di quest'ultima scende sotto un certo livello si ha però il blocco dell'attività batterica e quindi delle reazioni biochimiche.

La più semplice reazione di fermentazione aerobica è quella della respirazione del glucosio:



Le sostanze organiche da sottoporre al processo di fermentazione sono però formate da molecole estremamente più complesse ed a peso molecolare generalmente piuttosto elevato. Generalizzando, la reazione di fermentazione aerobica sarà:



dove  $\alpha$  è il coefficiente di biodegradabilità che varia generalmente tra 0,35 e 0,55 ed è strettamente dipendente dalla tipologia dei materiali da degradare.

In linea di massima si può considerare che le sostanze organiche in entrata nell'impianto di cui al presente progetto abbiano le seguenti caratteristiche medie:

- coefficiente  $\alpha$ : 0,4
- peso molecolare: 600 mol
- umidità: 400 g kg<sup>-1</sup>
- sostanze organiche: 600 g kg<sup>-1</sup>
- parametro  $x$ : 3

Pertanto si avrà che in un tonnellata di materie prime tal quali la presenza in sostanza organica sarà di:

$$1 \cdot \left(1 - \frac{400}{1000}\right) \cdot \frac{600}{1000} = 0,36 \text{ t} = 360.000 \text{ g} \quad [3]$$

ovvero:

$$\frac{360.000 \text{ g}}{600 \text{ mol}} = 600 \text{ mol t}^{-1} \quad [4]$$

di cui ne verranno degradate:

$$600 \cdot 0,4 = 240 \text{ mol t}^{-1} \quad [5]$$

Ricordando che per la fermentazione di una mole di sostanza organica ( $x = 3$ ) sono necessarie tre moli di ossigeno, ognuna delle quali ha una massa di 32 grammi, per la fermentazione di una tonnellata di materie prime si avrà un fabbisogno di ossigeno di:

$$3 \cdot \frac{240 \cdot 32}{1.000} = 23,04 \text{ kg t}^{-1} [6]$$

Il fabbisogno di aria, che contiene mediamente il 21% di ossigeno sarà quindi di:

$$\frac{23,04 \text{ Kg}}{0,21} = 109,71 \text{ kg t}^{-1} \quad [7]$$

Considerando un peso medio dell'aria (a 760 mm Hg, 20°C e con il 60% di umidità relativa) pari a 1,2 kg m<sup>-3</sup>, il fabbisogno di aria per la fermentazione di una tonnellata di materie prime in entrata sarà di:

$$\frac{109,71 \text{ Kg}}{1,2} = 91,43 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1} \quad [8]$$

Dato che si prevede un ciclo di compostaggio di 28 giorni, il fabbisogno medio giornaliero di aria per la fermentazione di una tonnellata di materie prime in entrata sarà di:

$$\frac{91,43 \text{ Kg}}{28} = 3,26 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1} \quad [9]$$

A regime, all'interno di una cella di biossidazione, si avrà un quantitativo massimo di sostanze in fase di compostaggio di 657 t e il quantitativo giornaliero complessivo di aria per garantire l'alimentazione di ossigeno per la fermentazione sarà di:

$$657 \text{ t} \cdot 3,26 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1} = 2.142 \text{ m}^3 [10]$$

Tale valore, arrotondabile a 2.200 m<sup>3</sup>, va aumentato dell'aria necessaria per l'evaporazione dell'acqua contenuta nella massa in fermentazione, considerando anche che nello specifico ambiente in cui è inserito l'impianto l'umidità relativa dell'aria può risultare piuttosto elevata. Si ritiene pertanto prudentiale quadruplicare tale valore, prevedendo un fabbisogno minimo di aria di 8.800 m<sup>3</sup> al giorno.

Un ricambio più spinto favorirà il mantenimento di bassi livelli di anidride carbonica nell'impianto, evitando problemi sia alla stessa massa in fermentazione che, soprattutto, agli operatori, anche se le emissioni di anidride carbonica sono comunque in quantitativi tali da non creare rischi di asfissia né all'interno né, tanto meno, all'esterno dell'impianto.

#### 4.4. Maturazione

Come sopra accennato, il processo è distinto in due fasi successive. Nel corso della prima fase sono avvenute le reazioni esotermiche tumultuose che determinano la produzione

di composti maleodoranti, controllati a mezzo di sistema di ventilazione forzata sia in insufflazione che in aspirazione. La seconda fase, definita di “maturazione” *consiste in una trasformazione della sostanza organica, caratterizzata da una bassa attività respiratoria, nel corso della quale avviene l’umificazione* (definizione riportata nell’Allegato 1 alla DGRV 568/2005)

La seconda fase avviene all’esterno, su platea cementata attrezzata. il settore di platea destinata ad ospitare il cumulo è delimitato sui fianchi da cordoli in cls prefabbricati alti 150 cm, idonei al contenimento laterale.

Si prevede di collocare il materiale mantenendo la distinzione tra i cumuli in uscita dai diversi cicli di biossidazione in modo da conservare la tracciabilità delle partite di compost almeno fino alla fine del processo.

Essendo il periodo di maturazione lungo circa il doppio rispetto alla prima fase, risulta necessario prevedere almeno 6 cumuli le cui dimensioni in pianta sono ridotte rispetto alla prima fase in conseguenza di due motivi distinti:

- ✓ la riduzione di volume dovuta alla perdita di materia provocata dalla fase di biossidazione, stimabile nel 30-35% ca in peso;
- ✓ la possibilità di aumentare l’altezza del cumulo fino a 2,5 – 3 m in quanto risulta praticamente terminata la fase fermentativa esotermica e quindi la biomassa ha ridotto enormemente la richiesta di ossigeno.

Viene comunque previsto lo spazio per un’altro cumulo in modo da prevenire situazioni di necessità.

La superficie complessiva dedicata al settore maturazione, comprensiva dei corridoi di servizio, è pari a m<sup>2</sup> 2.530

Il periodo di permanenza è compreso fra 50 e 70 giorni in funzione della stagione meteorologica.

Al fine di contenere al meglio la dispersione delle seppur ridotte emissioni e, nel contempo, proteggere i cumuli in maturazione nei confronti degli agenti atmosferici, principalmente sole e vento, si prevede la copertura degli stessi con appositi teli traspiranti ed impermeabili. Questo prodotto, molto sofisticato ma altrettanto pratico, attraverso una speciale membrana semi permeabile, trattiene le molecole di composti volatili più complesse, permette l’uscita della CO<sub>2</sub> ma non fa entrare l’acqua di pioggia. La sua efficacia è stata ormai dimostrata più volte in impieghi anche molto più gravosi come ad esempio la copertura per la stabilizzazione aerobica dei rifiuti urbani.

#### **4.5. Vagliatura**

Il processo di compostaggio provoca anche la riduzione della dimensione media dei componenti, per azione soprattutto delle disgregazioni di origine biologica. La massa contiene però inevitabilmente anche dei grumi più grossolani, che devono essere separati per ottenere

un prodotto fertilizzante di qualità, impiegabile con facilità dai mezzi meccanici utilizzati per la distribuzione.

A differenza del compost prodotto con la FORSU, la presenza di materiali inerti (inclusi frammenti di plastiche, metalli o vetri) si può considerare occasionale e comunque non si può escludere a priori.

Si dovranno inoltre separare le frazioni organiche più grossolane, che non sono state ridotte alla pezzatura glomerulare, tipica di un buon prodotto ammendante, per ragioni meccaniche o per motivi riconducibili alla natura chimica delle stesse (lignine, suberine, chitine, ecc.).

La separazione verrà effettuata con apposito vaglio rotativo mobile (cfr. 8.4), posizionato sul fronte dell'area destinata all'accumulo del compost finito.

Il rischio di propagazione delle polveri provocate in fase di vagliatura viene controllato dal sistema di copertura e tamponatura mobile previsto per quest'area, inoltre si prevede l'utilizzo di un sistema di nebulizzatori posizionati in prossimità della tramoggia di carico.

Eventuali materiali di scarto (sovalli) verranno depositati in un apposito cassone mobile e quindi avviati allo smaltimento.

Le frazioni organiche grossolane saranno invece riciclate in testa al ciclo di compostaggio, al fine di allungare il loro tempo di ritenzione nel processo e permettere la demolizione anche di molecole complesse, fortemente strutturate e difficilmente demolibili. Il sopravaglio organico ha sempre una notevole carica microbica superficiale e pertanto favorirà anche l'attivazione della fermentazione, riducendo il tempo di innesco delle reazioni microbiologiche.

#### **4.6. Conservazione del prodotto finito**

Successivamente alla vagliatura il prodotto maturo verrà stoccato in cumulo unico posizionato su platea in cls, coperta da una struttura mobile tipo "Kopron".

Avendo superato la fase post-termofila il prodotto sarà piuttosto stabile e il contatto con l'aria atmosferica favorirà solo il completamento della maturazione con modeste fermentazioni senza però dare luogo alla dispersione di polveri o odori molesti.

Il compost maturo è un prodotto stabile e pertanto non emanerà odori molesti, anzi dovrebbe esalare il tipico odore del terriccio di bosco.

L'area dedicata al deposito del compost finito è estesa ca. 840 mq e consente un volume di deposito di poco inferiore a 3.000 mc.

La copertura mobile ed estensibile, poggia lungo il lato est su di un muro in cls armato, alto ca. m 3, che funge da contenimento laterale al cumulo di compost; diversamente il lato ovest scorre sul piano del piazzale così da permettere l'agevole movimentazione della pala meccanica.

#### **4.7. Controlli di processo**

L'impianto sarà soggetto alle vigenti normative, oltre ovviamente a quanto previsto in materia di esercizio di impianti di trattamento e recupero dal D. Lgs. 152 /2006, in particolare alla Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 25 febbraio 2005, n° 568 che aggiorna ed integra la precedente D.G.R.V. 10 marzo 2000 n° 766.

Quest'ultima delibera regionale stabilisce infatti norme specifiche per quanto riguarda le operazioni di recupero e in particolare la produzione di compost di qualità e in generale di fertilizzanti con l'impiego di scarti nel rispetto di norme tecniche che dovranno essere adottate.

In termini generali i controlli si possono in 4 gruppi principali:

1. controllo dei rifiuti in entrata,
2. controlli sul processo propriamente detto;
3. controllo del compost finito;
4. controlli sugli scarichi liquidi e aeriformi.

Si prendono in esame le prime 3 serie di controlli e si rimanda ad un capitolo successivo la descrizione dei controlli sui reflui.

##### **4.7.1. *Materiali in entrata***

Nei precedenti par. 3.1, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 vengono descritte le caratteristiche richieste alle diverse categorie di rifiuti conferibili, in particolare per quanto attiene ai parametri chimici dei fanghi biologici.

Premesso che l'impresa richiedente non ritiene opportuno aderire fin dalla partenza al "Disciplinare regionale per la produzione di -COMPOST VENETO-", rinviando tale decisione ad una fase successiva all'ottenimento della certificazione di processo ISO 14.000, sarà comunque utilizzato fin dall'inizio il programma di controllo dei materiali in entrata descritto al pt. 5 dell'Allegato C della Delibera del Direttore Generale n° 30 del 21. 01. 2005 "Disciplinare regionale per la produzione del compost veneto". Nel caso specifico si prevede che i criteri di accettazione ed i controlli che l'impianto di compostaggio deve eseguire sui materiali in ingresso siano i seguenti:

a) fanghi di depurazione:

- a.1) i fanghi delle industrie agroalimentari, cartaria, tessile naturale, devono rispettare i limiti riportati nella tab. 2; la verifica deve prevedere l'esecuzione di un'analisi ogni anno per conferitore. Qualora uno stesso soggetto conferisca fanghi provenienti da luoghi o processi produttivi differenti, dovrà essere eseguita un'analisi all'anno per categoria omogenea di fango conferito;
- a.2) i fanghi di depurazione dei reflui urbani devono rispettare i limiti riportati nella tab. 2; la verifica deve prevedere l'esecuzione di un'analisi ogni 3 mesi per gli impianti di potenzialità superiore a 100.000 abitanti equivalenti, ogni 6 mesi per gli impianti di potenzialità inferiore a 100.000 ab. eq. ed annualmente per gli impianti con potenzialità inferiore a 5.000 ab. eq.;

- b) residui verdi e lignocellulosici: il materiale deve essere controllato prevedendo l'esecuzione di un campione rappresentativo del triturato da sottoporre a verifica. Sul campione così ottenuto viene effettuata un'analisi chimica ogni 6 mesi. Per i residui provenienti da zone ad alto traffico, foglie e sfalci in particolare, è opportuno verificare il contenuto in metalli pesanti.
- c) residui organici da industrie agroalimentari o altre tipologie previste: il rispetto dei limiti riportati nella tab. 2 va accertato con un'analisi chimica per fornitore da ripetere ogni anno. Qualora uno stesso soggetto conferisca rifiuti provenienti da luoghi o processi produttivi differenti, il presente criterio dovrà essere applicato a ciascuno di essi. Ogni qualvolta si verifichi una variazione nella tipologia del materiale ritirato, l'impianto deve provvedere ad un controllo analitico del materiale stesso.

#### **4.7.2. Controlli del processo produttivo**

Il controllo del processo produttivo avviene principalmente attraverso la memorizzazione delle componenti del processo stesso; a tale scopo verrà elaborata un'apposita scheda dedicata ad ogni singolo ciclo di compostaggio.

Nel caso specifico un ciclo di compostaggio corrisponde al materiale lavorato in un singolo tunnel di bioossidazione, corrispondente a circa 900 mc, che andrà successivamente a formare un cumulo di maturazione finale di dimensioni inferiori.

Il cumulo di compost finito sarà contraddistinto come la somma di diversi cicli noti.

Nella scheda dedicata ad ogni ciclo, distinta da numerazione progressiva, saranno riportate le informazioni relative alle diverse fasi del processo, come di seguito specificato:

##### **A. Miscelazione delle matrici:**

- ✓ la composizione percentuale della miscela con descrizione del numero progressivo di registrazione di presa in carico delle singole matrici.
- ✓ La data di avvio del cumulo.

Il materiale putrescibile diverso dai fanghi dovrà essere lavorato entro 24 ore dal conferimento mentre per quanto riguarda i fanghi al massimo entro una settimana.

##### **B. Bioossidazione.** La fase verrà monitorata con le seguenti modalità:

- ✓ parametri: temperatura, umidità, CO<sub>2</sub> o ossigeno disponibile,
- ✓ frequenza: ogni 9 gg,
- ✓ numero di rilievi: n. 3 per ogni cumulo, presi a  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{4}$  della lunghezza
- ✓ attrezzatura: sonda multiparametrica
- ✓ Inoltre saranno riportati a scheda, la data di termine della fase, il numero di rivoltamenti e la frequenza e durata delle operazioni di insufflazione ed aspirazione.
- ✓ Una volta al mese verrà determinata la stabilità biologica di un cumulo giunto alla fine della fase di bioossidazione mediante Indice di Respirazione Dinamico

Potenziale (IRDP); presupposta la piena operatività dell'impianto, ogni tunnel sarà sottoposto a questa verifica per 4 volte/anno.

**C. Maturazione.** La fase verrà monitorata con le seguenti modalità:

- ✓ parametri: temperatura, umidità, CO2 o ossigeno disponibile,
- ✓ frequenza: ogni 20 gg,
- ✓ numero di rilievi: n. 1 per ogni cumulo,
- ✓ attrezzatura: sonda multiparametrica.

Inoltre saranno riportati a scheda, la data di termine della fase coincidente con l'operazione di vagliatura, il quantitativo stimato di sopravaglio, l'esecuzione di eventuali rivoltamenti.

#### **4.7.3. Controlli sul compost finito**

L'impianto di cui al presente progetto, ha l'obiettivo di produrre un materiale fertilizzante rispettivamente così definito:

- secondo la più recente normativa nazionale, ex D.M. 10 luglio 2013 "Ammendante compostato con fanghi" .
- dalle norme e regolamenti regionali, ex D.G.R.V. 568/2005, "Ammendante compostato di qualità, ACQ"

Come già specificato sopra, si intendono lavorare circa 22.000 t e, considerando una riduzione media delle masse durante il processo, per respirazione e per perdita d'acqua, di circa il 35% in peso, si prevede che il materiale in uscita assommerà a circa 14.300 t.

Per poter essere liberamente impiegato il prodotto in uscita dovrà rispettare i valori limite previsti dalla Dgr 568/2005 e riportati nella seguente Tabella 4.1.

L'analisi sul compost finito verrà eseguita con cadenza trimestrale.

Tabella 4.1 – Estratto da tabella B della DGRV 568/2005

elemento	unità di misura	Ammendante compostato misto
pH	—	6.0-8.5
Umidità	%	≤ 50
Carbonio Organico	% s.s.	≥ 25
Azoto Organico	% s.t.	≥ 80
Cadmio	Mg/Kg s.s.	≤ 1.5
Rame	Mg/Kg s.s.	≤ 230
Mercurio	Mg/Kg s.s.	≤ 1.5
Nichel	Mg/Kg s.s.	≤ 100
Piombo	Mg/Kg s.s.	≤ 140
Zinco	Mg/Kg s.s.	≤ 500
Cromo VI	Mg/Kg s.s.	≤ 0.5
Rapporto C/N	—	≤ 25
Materiale plastico (≤3.33 mm)	% s.s.	≤ 0.45
Materiale plastico (3.33-10 mm)	% s.s.	≤ 0.05
Altri inerti-vetro metalli(≤ 3.33 mm)	% s.s.	≤ 0.9
Altri inerti-vetro metalli (3.33-10 mm)	% s.s.	≤ 0.1
Materiali plastici ed altri inerti (≥10 mm)	% s.s.	assenti
Acidi umici e fulvici	% s.s.	≥ 7
Torba	% t.q.	—
Salmonelle	n°/25g	assenti
Enterobacteriacee totali	UFC/g	≤ 100
Streptococchi fecali	MPN/g	≤ 1000
Nematodi	n°/50g	assenti
Trematodi	n°/50g	assenti
Cestodi	n°/50g	assenti

## 5. GESTIONE DELLE ACQUE REFLUE

L'impianto progettato produce quattro tipologie di acque reflue:

1. Il percolato rilasciato dai rifiuti umidi nelle fasi di ricevimento, miscelazione e messa in riserva nonché quello prodotto nel corso della fase di biossidazione. Gestito in modo esclusivo e riutilizzato tal quale nel processo di compostaggio.
2. Le acque di pioggia che dilavano i piazzali di lavorazione e transito pavimentati sono suddivise e gestite in 2 sottotipologie
  - 2.1 Le acque di pioggia che dilavano la platea in cls che è parte integrante del processo di lavorazione (fase di maturazione del compost, piazzali di movimentazione della biomassa in fase di compostaggio, vagliatura e deposito del compost finito). Totalmente raccolte, sottoposte a trattamento di depurazione e messe a deposito per essere riutilizzate nel processo
  - 2.2 Le acque di pioggia cadute sulle superfici non adibite alla lavorazione delle biomasse (viabilità interna di accesso, piazzale sopraelevato utilizzato per la manovra di scarico, piazzale per la messa in riserva della frazione verde-legnosa, superfici attrezzate con le pertinenze tecniche, parcheggi). Raccolte dalla apposita rete di drenaggio (pozzetti e tubazioni) e avviate allo scarico in corso d'acqua superficiale previa separazione delle acque di prima pioggia che vengono inviate al trattamento di cui al pt. precedente.
3. Le acque dei tetti raccolte dai pluviali, avviate direttamente allo scarico in corso d'acqua superficiale
4. Le acque dei servizi igienici del blocco uffici e servizi.

### 5.1. Percolato

#### 5.1.1. **Settore stoccaggio fanghi**

La maggior parte delle biomasse in entrata presentano una umidità decisamente superiore a quella del compost finito; Il fango biologico contiene alte percentuali d'acqua che può essere rilasciata più o meno facilmente in ragione dei trattamenti eseguiti nel depuratore che lo ha generato (% di polielettrolita aggiunto, tecnologia di disidratazione, ecc).

In genere un fango fresco rilascia minime quantità d'acqua che aumentano progressivamente con la diminuzione dell'effetto del polielettrolita aggiunto.

Per raccogliere il liquido di percolazione delle aree adibite allo scarico, ricevimento, messa in riserva e preparazione della miscela, si prevede di modellare il pavimento con pendenze atte a convogliare i liquidi verso una canaletta grigliata che delimita le rispettive zone. Le diverse zone sono collegate ad una vasca di raccolta mediante pozzetti sifonati e tubazioni interrate. Detta vasca ha una capacità di 1.000 l ed è dotata di un coperchio d'ispezione carrabile e di un sistema di avviso di riempimento tarato al 75% della suo volume. Lo svuotamento avviene tramite pompaggio e travaso all'interno di una cisterna mobile carellata ed il liquido sarà integralmente riutilizzato in fase di preparazione della miscela.

### 5.1.2. Celle di bioossidazione

I processi fermentativi caratterizzati da fasi termofile spinte consumano gran parte dell'acqua presente nella biomassa, risulta quindi necessario prevedere la possibilità di irrorare la biomassa per mantenere il tasso di umidità desiderato e una certa parte d'acqua viene inevitabilmente persa per gravità, diventa percolato e come tale è necessario provvedere alla sua raccolta e gestione.

Questo settore presenta un sistema di raccolta più complesso dovuto al fatto che bisogna evitare che l'aria immessa nella biomassa utilizzi come via d'uscita preferenziale le canalizzazioni di captazione del percolato. Per quanto attiene alla geometria di posa del sistema di captazione del percolato risulta senz'altro più semplice ed efficace rimandare agli appositi elaborati grafici (cfr. Tav. n. 5.2).

Lungo l'asse longitudinale dei cumuli è predisposta una serie di canalette di idonea fattura e resistenza; i liquidi intercettati sono convogliati, mediante pendenze contrapposte, verso il centro, qui sono raccolti in un canale collettore che corre trasversalmente ai cumuli ed esce dalla cella innestandosi in un pozzetto dal quale prosegue mediante tubazione chiusa.

La soluzione al problema di cui sopra, consiste in una guardia idraulica, posta subito fuori del tunnel formata da un pozzo in PE, sufficientemente profondo per superare la pressione residua dell'aria immessa; il sistema per funzionare deve essere riempito di percolato fino al livello di sfioramento. La lunghezza del tubo collettore è difficilmente predeterminabile (dipende dalla perdita di carico dell'aria a sua volta collegata a molteplici fattori) per cui conviene predisporre il fondo del pozzo ad un livello inferiore del 10% ca. rispetto alla prevalenza data dal ventilatore e verificare sul campo la lunghezza idonea di immersione del tubo collettore. E' ovvio che al momento dell'avvio del sistema il pozzo deve essere riempito di acqua in modo da compensare il ritardo di arrivo del percolato.

Il percolato in uscita dalla guardia idraulica viene recapitato mediante tubazione all'interno di una vasca di raccolta posizionata nel corridoio posti fra i tunnel di biostabilizzazione. .

L'esperienza insegna che questa tipologia d'impianto presenta livelli di produzione di percolato decisamente ridotti, tali da non giustificare l'impiego di sofisticati meccanismi di ricircolo; anche in questo caso è sufficiente dotarsi di una comune cisternetta carellata dotata di pompa di aspirazione con la quale prosciugare periodicamente (dovrebbe bastare 1 volta alla settimana) le due vasche di raccolta e trasferire la stessa a fianco del cantiere di preparazione della miscela dove il liquido raccolto verrà proficuamente riutilizzato. E' invece sconsigliabile impiegare il percolato attraverso il sistema di irrorazione - umidificazione dei cumuli perché si provoca il danneggiamento degli ugelli di aspersione dell'acqua i quali dovrebbero essere smontati e puliti con eccessiva frequenza.

#### 5.1.2.1. Caratteristiche e dimensionamento

- ✓ Condotte percolato, diam. mm 160, spess. 4,4 (UNI 7613 - UNI EN 18666)
- ✓ Pozzetto guardia idraulica in PEAD con coperchio carrabile, diam > = 500 mm, innesto tubazioni con saldatura continua a riporto, profondità utile allo sfioro > = 700 mm.

- ✓ Vasca di raccolta e stoccaggio del percolato in cls armato vibrato prefabbricata, impermeabilizzata all'interno con trattamento in resina epossidica a spessore; volume utile 2.000 l, dotata di sistema di avviso di riempimento tarato al 75% della suo volume, coperchio carrabile e chiusini di ispezione e svuotamento.

## **5.2. Acque meteo dei piazzali**

In linea generale si ritiene che né i rifiuti lignocellulosici in fase di stoccaggio, né le fasi finali del processo di compostaggio, possano rappresentare un rischio ambientale conseguente all'azione di dilavamento operata dalla pioggia battente.

Altresì, la scelta di limitare la costruzione di nuove strutture fisse ed eseguire all'aperto le fasi del processo già ricordate comporta una attenta gestione delle acque meteoriche cadute sulle superfici pavimentate ed impermeabilizzate diversamente interessate dalla presenza dei rifiuti in fase di compostaggio.

Di conseguenza è stato scelto di differenziare la gestione delle acque in funzione dell'utilizzo delle aree di incidenza.

### **5.2.1. Platea di movimentazione e maturazione**

Corrisponde alla parte nord dell'impianto; comprende il piazzale di movimentazione della biomassa che collega l'uscita dei tunnel, la platea di maturazione finale e quella di deposito del compost finito. Su quest'area si muovono le pale gommate che spostano la biomassa, eseguono la vagliatura e caricano il compost finito.

Si ritiene più cautelativo considerare tutte le acque di dilavamento di questa zona come "acque di processo" e di conseguenza sottoporle in toto ad idoneo trattamento di depurazione.

#### **5.2.1.1. Quantificazione del flusso**

La quantificazione dei volumi di acqua da trattare è direttamente collegata alla pluviometria della zona; si ritiene che la situazione più critica sia rappresentata dal regime di pioggia intensa caduta in un mese. Infatti un singolo evento piovoso anche se molto intenso viene facilmente assorbito dalla capacità d'invaso dell'area conterminata, diversamente le piogge ripetute per più giorni (specie nella stagione in cui evaporazione e evapotraspirazione non aiutano, sono in grado di mettere in crisi un'impianto sottodimensionato.

In questo caso la superficie di raccolta, come sopra specificata, somma mq 5.034.

Il periodo piovoso mensile più intenso rilevato dalla stazione meteo più vicina, corrispondente a Treviso città (fonte ARPAV - centro Teolo) con tempo di ritorno di 20 anni è quantificato in 276 mm, avvenuto nel settembre 2005. Per i conteggi che seguono viene applicata una perdita del 5% dovuto a evaporazione e assorbimento quindi:

$$(5.34 \times 0,276) - 5\%/30 = 44 \text{ m}^3 / \text{g}$$

#### 5.2.1.2. Rete di raccolta

Le acque di pioggia sono raccolte da 3 canalette grigliate disposte lungo l'asse nord sud del piazzale che confluiscono in una linea collettore alla quale si collegano anche dei pozzetti ubicati sulla porzione di piazzale prospiciente il fronte dei tunnel.

La canaletta grigliata viene considerata più efficiente e più semplice da pulire dai residui che inevitabilmente si andranno a depositare al suo interno; altresì si preferisce utilizzare i pozzetti nella zona dove sono più frequenti i transiti dei mezzi d'opera in quanto questi ultimi sono molto più resistenti alle sollecitazioni meccaniche.

Il collettore si collega ad una vasca in cls che funge da pretrattamento mediante separatore dei surnatanti e sedimentatore per i materiali più pesanti trascinati dall'azione dilavante della pioggia.

Dimensioni: m 6,4 x 2,5 x H 2,5, capacità utile m<sup>3</sup> 40

La vasca è divisa in 3 scomparti per mezzo di paratie;

- la prima costringe l'acqua a passare sotto e di conseguenza i materiali leggeri e surnatanti si fermano nel primo scomparto,
- il secondo setto funziona da sedimentatore con il probabile inserimento di un pacco lamellare adatto ad aumentarne l'efficienza,
- nel terzo scomparto viene posizionata una pompa di tipo sommerso ad innesco automatico, essa ha portata e prevalenza adeguate e provvederà a mandare l'acqua all'impianto di trattamento.

#### 5.2.1.3. Impianto di depurazione

L'individuazione di una idonea tecnologia di depurazione presuppone la conoscenza, il più dettagliata possibile, delle caratteristiche fisico - chimiche del refluo da trattare. Nel caso in esame si presuppone che l'acqua da trattare sia caratterizzata da:

- pH tendenzialmente acido
- BOD alto
- COD medio basso
- Solidi sospesi alti
- Metalli assenti o in traccia
- Idrocarburi derivati assenti
- Olii minerali in traccia (anche emulsionati).

Essendo acque di dilavamento e non di processo, la concentrazione dei diversi composti sarà inversamente proporzionale all'entità dell'evento meteorico con un blando effetto tampone provocato dalla presenza della vasca di raccolta e pretrattamento.

La portata viene resa il più possibile omogenea e costante dalla pompa di alimentazione posta nella vasca già descritta ed è individuata in ca. 7 m<sup>3</sup>/h così da poter trattare il massimo carico previsto in un tempo inferiore alle 6 ore.

Riguardo alla tecnologia di trattamento, viste le caratteristiche previste, si ritiene di utilizzare un impianto di tipo biofisico in cui la depurazione avviene per filtrazione ed adsorbimento su carbone attivo, è previsto anche il dosaggio automatico di enzimi e di aria compressa.

Questo tipo di impianti vengono forniti preassemblati su apposite slitte metalliche e posti fuori terra, sono modulari e pertanto facilmente potenziabili in caso di necessità.

Il refluo depurato viene trasferito in una apposita vasca di deposito e successivamente riutilizzato nel processo (umidificazione della biomassa) e/o altri usi compatibili.

In fase di progetto definitivo, anche a seguito di specifiche prove sperimentali, qualora la descritta scelta impiantistica non fosse ritenuta idonea a garantire il rispetto dei limiti previsti per lo scarico in acque superficiali, si opterà per l'impiego della tecnologia definita "ultrafiltrazione" attraverso un sistema di membrane sintetiche a fibra cava, sicuramente in grado di garantire i risultati richiesti.

Le quantità eccedenti la capacità di stoccaggio saranno avviate direttamente allo scarico in acque superficiali tramite pozzetto sfioratore.

### **5.2.2. Altre superfici pavimentate**

Queste superfici corrispondono al piazzale d'entrata, alla platea dedicata alla messa in riserva del rifiuto legno cellulosico, alla rampa e piazzale sopraelevato ed ai due tratti di viabilità interna che corrono lungo i lati est ed ovest compresi i parcheggi per le auto e l'impianto di pesatura. Queste superfici sommano mq 3.785; sono tutte pavimentate con manto di asfalto. Si esclude che possano essere imbrattate con spanti e residui della biomassa in lavorazione ed anche la parte dedicata al deposito del materiale legnoso, in considerazione della natura dello stesso e delle ridotte dimensioni dell'area, non costituiscono motivo di rischio nei confronti di una possibile contaminazione delle acque di pioggia che dilavano le superfici. In conseguenza si procede alla separazione delle acque definite "di prima pioggia" che vengono trattenute in un apposita vasca mentre il surplus viene considerato "acque bianche" e defluisce per sfioramento allo scarico in corso d'acqua superficiale. Prima dello scarico viene interposto un pozzetto idoneo al prelievo.

#### **5.2.2.1. Quantificazione e gestione della prima pioggia**

L'Allegato 1 alla DGRV 568 quantifica la prima pioggia nei primi 3 mm.

Al solo scopo di semplificare la rete di raccolta, vengono unite anche le acque di pioggia cadute sui due corridoi aperti interposti fra i tunnel di bioossidazione la cui superficie somma 1.080 mq; pertanto si ricava che la vasca di raccolta della prima pioggia deve avere un volume utile di,

$$(3.785+1.080)\times 0,005 = 14,6 \text{ mc}$$

L'acqua viene trattenuta nella vasca, costituita da una cisterna interrata, e alla fine dell'evento piovoso viene trasferita tramite pompaggio alla rete di raccolta descritta al punto precedente e quindi addotta al relativo sistema di depurazione.

### **5.3. Acque bianche**

Le acque cadute sui tetti degli edifici e raccolte dalle grondaie e pluviali non subendo nessun rischio di contaminazione vengono scaricate, mediante una condotta dedicata direttamente nel corso d'acqua adiacente.

### **5.4. Acque nere civili**

Per quanto riguarda invece i servizi igienici, si provvederà alla raccolta dei reflui in una vasca settica tipo Imhoff e scarico in fognatura, ovvero, qualora questa non fosse disponibile, si andrà a completare la depurazione delle acque nere civili con un trattamento biologico – ossidativo e scarico in acque superficiali. Si ricorda a tale proposito che il personale sarà complessivamente composto da cinque persone .

### **5.5. Riutilizzo delle acque depurate**

Le acque in uscita dall'impianto di depurazione vengono normalmente inviate ad un sistema di accumulo ricavato al di sotto della piazzola di scarico sopraelevata, formato da una vasca in cls armato avente le stesse dimensioni della piazzola ed una altezza utile di 230 cm e quindi una capacità di circa 276 mc. L'acqua immagazzinata sarà riutilizzata per diversi scopi:

- ✓ il mantenimento dell'umidità ottimale della massa in fase di bioossidazione attraverso irrigazione e nebulizzazione dei cumuli;
- ✓ il lavaggio dei piazzali esterni quando necessario;
- ✓ in ultimo, anche se non ritenuto strettamente necessario, come riserva idrica antincendio.

In caso di produzione di refluo depurato eccedente la capacità della vasca di accumulo, ovvero superiore anche al fabbisogno dell'impianto, ipotesi verificabile in occasione di precipitazioni intense e prolungate, il surplus verrà scaricato nel canale di scolo adiacente; ovviamente la qualità del refluo dovrà essere conforme ai limiti fissati per lo scarico in acque superficiali e tale caratteristica sarà verificata mediante analisi periodiche eseguite con prelievi all'uscita del trattamento. Per i controlli ufficiali è previsto l'installazione di un apposito pozzetto adatto al campionamento, posizionato in prossimità del punto di scarico.

### **5.6. Controlli degli scarichi idrici**

Lo scarico in corpo idrico superficiale è costituito dalle acque di "seconda pioggia" dei piazzali non interessati dalle lavorazioni e dalle acque reflue dal trattamento di depurazione eccedenti la capacità di accumulo delle cisterne destinate a riserva idrica. Si sottolinea che la frequenza di questo scarico è legata ad eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati..

Il refluo in uscita dal depuratore sarà sottoposto al seguente programma di controlli:

- un controllo mensile dei principali indicatori eseguito da personale interno con strumentazione portatile,

- una analisi chimica dei parametri che saranno individuati in sede di autorizzazione eseguita ogni 6 mesi da personale del laboratorio esterno incaricato con prelievo dal pozzetto di controllo in prossimità del punto di scarico.
- Inoltre, allo scopo di verificare il corretto funzionamento dell'impianto di trattamento, si prevede un controllo semestrale del livello di saturazione dei carboni attivi.



## 6. GESTIONE DELLE EMISSIONI AERIFORMI

Gli impianti di trattamento di biomasse emettono essenzialmente anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), derivante dalla digestione microbica delle sostanze organiche.

L'anidride carbonica è ritenuta la principale responsabile del cosiddetto "effetto serra", ma va ricordato che nel caso specifico la sua emissione è una conseguenza della naturale ed inevitabile decomposizione di sostanze organiche più o meno ricche di carbonio, che deriva a sua volta dalla fissazione dell'anidride carbonica atmosferica effettuata dalle piante grazie alla clorofilla. Questo ciclo di fissazione e liberazione è piuttosto rapido e non è il responsabile dell'incremento della presenza di anidride carbonica nell'atmosfera (e quindi dell'effetto serra), attribuibile soprattutto all'impiego massiccio di combustibili fossili (carbone, metano e derivati del petrolio).

Di conseguenza è evidente che l'emissione di anidride carbonica da sostanze organiche di scarto si avrebbe comunque nei siti di deposizione delle stesse e pertanto la gestione dell'impianto modificherà solo la località di emissione, ma non l'effetto globale sull'ambiente.

Gli impianti di compostaggio possono emettere inoltre sostanze maleodoranti, che non sono pericolose per la salute, umana o di altre forme di vita, ma sono indubbiamente fonte di disagio e di disturbi psicologici, la cui gravità varia in funzione dell'età, dello stato di salute, del tempo di esposizione, dell'entità e della qualità delle emissioni, delle caratteristiche meteorologiche e territoriali.

Dal punto di vista chimico le sostanze maleodoranti appartengono a numerosissime famiglie di composti, tra le quali si ricordano in particolare:

- composti ammoniacali (o composti basici azotati);
- sostanze organiche solforate (solfuri, mercaptani);
- composti organici ossigenati (acidi organici e aldeidi).

Tali sostanze possono essere già presenti nei materiali impiegati o prodursi durante il trattamento, in particolare nel corso del trasporto, del deposito e della prima lavorazione. Le principali fonti di odori sono infatti localizzate nelle sezioni di ricevimento, stoccaggio e miscelazione. La fase fermentativa è invece meno problematica da questo punto di vista, anche se durante i rivoltamenti si possono avere emissioni localizzate. Durante i rivoltamenti è anche possibile l'emissione di polveri, nel caso in cui la massa abbia una umidità troppo ridotta

### 6.1. Sistema di aerazione

Per garantire sia l'allontanamento dell'anidride carbonica, e quindi la funzionalità del processo, sia l'abbattimento degli odori molesti si è previsto di chiudere e mettere in depressione le seguenti sezioni dell'impianto individuate come fonti di emissioni:

- 1a. ricevimento ed accumulo dei rifiuti (escluso lo stoccaggio dei residui lignocellulosici e verdi);
- 1b. pretrattamento (miscelazione);
2. bioossidazione.

Relativamente alle prime due sezioni operative, sono previste specifiche scelte progettuali ed accorgimenti impiantistici tali da ridurre al minimo possibile il rischio di disturbo ambientale verso l'esterno. Altresì, all'interno dello stesso edificio, in considerazione della quasi costante presenza dei lavoratori, è necessario mantenere le indispensabili condizioni di salubrità dell'aria.

L'impianto di compostaggio progettato è corredato di due sistemi di aspirazione e trattamento delle emissioni indipendenti; il primo riguarda le sezioni 1a e 1b situate all'interno dello stesso edificio, il secondo sistema interessa i tunnel di biossidazione.

Le motivazioni che sovrintendono alla scelta di differenziare le due zone di aspirazione si spiegano per differenti ragioni:

- le diverse funzioni delle tre sezioni,
- i meccanismi che attivano le priorità di aspirazione in un determinato settore a scapito temporaneo delle altre sezioni,
- la portata d'aria complessiva comporterebbe l'impiego di attrezzature singole di dimensioni tali da rendere complicata la fase di trasporto (carico eccezionale)

Di seguito vengono fornite le prescrizioni ed il dimensionamento di massima per le linee di aspirazione aria a servizio delle sezioni:

- Ricevimento, Stoccaggio provvisorio, Miscelazione
- Tunnel di biossidazione

#### **6.1.1. Ricevimento, stoccaggio e miscelazione**

Si consideri in premessa che i fanghi biologici verranno lavorati giornalmente, ed infatti sarebbe più corretto definire la fase di scarico e deposito nel box come "travasò" piuttosto che "messa in riserva". Si può quindi realisticamente prevedere che, in condizioni normali, i box di stoccaggio non produrranno quantità tali di sostanze aeriformi da risultare superiori alla soglia di disagio olfattivo.

Tuttavia, soprattutto allo scopo di ovviare a situazioni particolari (partite di rifiuti già deteriorati e puzzolenti, pressione barometrica bassa e persistente, improvvisi fermi tecnici o conferimenti eccedenti il fabbisogno giornaliero) si prevede di dotare questo settore di un canale di aspirazione posizionato lungo il lato che ospita la zona di scarico e stoccaggio.

Per il capannone è previsto un impianto costituito un'unità di aspirazione da 40.000 mc/ora dimensionata in base alla cubatura (6.300 mc) e per evitare la dispersione dell'aria attraverso le aperture, mantenendo una velocità dell'aria, in corrispondenza del portone di ingresso, pari a 0,3 m/sec.

Per ovviare al rischio di emissione diffusa in coincidenza con l'apertura del portone necessaria per gestire la fase di scarico dei fanghi, si prevede l'utilizzo di un automatismo collegato al comando di apertura del portone che, agendo su una serranda posta lungo la tubazione principale, provoca la deviazione e concentrazione del flusso (40.000 m<sup>3</sup>/ora) verso una cappa posta sopra il portone stesso per tutto il periodo in cui il portone resta aperto.

Per le attività con presenza di personale viene utilizzata la portata massima di aspirazione (40.000 mc/ora), corrispondente a 6,3 ricambi/ora, mentre per il mantenimento

delle condizioni di salubrità nei periodi in cui il personale non si trova all'interno (notte, festivi) viene utilizzata una portata inferiore, regolabile secondo le esigenze mediante un sistema inverter comandato da un PLC in grado di gestire anche la temporizzazione dei periodi di riposo delle macchine.

L'aspirazione dell'aria dalle sezioni interessate sarà effettuata attraverso tubazioni di diametro variabile, ancorate alla copertura da appositi staffali e posizionate in modo da assicurare la massima aspirazione in punti concentrati di emissioni e da non intralciare i mezzi in movimento.

#### Altre caratteristiche

- ✓ velocità aria nella tubazione: 12-18 m/s
- ✓ sviluppo tubazione principale: 80 m ca.
- ✓ diametro tubazione iniziale: 1.000 mm
- ✓ diametro tubazione finale: 600 mm
- ✓ potenza ventilatore: 90 Kw.
- ✓ dimensioni bocchette aspiranti: 1.200 mm x 800 mm
- ✓ bocchette aspiranti: n° 6 con deviatore di flusso per concentrare l'aspirazione in coincidenza con l'apertura del portone
- ✓ prese d'aria: n° 4 in corrispondenza della parete posteriore dei box di stoccaggio

#### **6.1.2. Tunnel di biossidazione**

Questa sezione è formata da n° 3 tunnel disposti lungo il lato lungo del capannone, collegati allo stesso attraverso aperture protette da barriere a bandelle flessibili in materiale plastico.

Il tunnel è completamente chiuso e le emissioni diffuse sono praticamente assenti, di fatto coincidenti solo con l'operazione di scarico della cella che avviene quando la massa è già stabilizzata. Di conseguenza l'aspirazione viene dimensionata principalmente sulla base delle esigenze respiratorie della biomassa in fermentazione (allontanamento dell'anidride carbonica).

L'aspirazione dell'aria dalle sezioni interessate sarà effettuata attraverso tubazioni di diametro variabile, ancorate centralmente alla struttura metallica della copertura. Sulla testa di ogni linea è presente una serranda di esclusione a comando remoto rinviato al PLC.

Il ciclo di aspirazione normale è previsto ad un tunnel per volta; comunque quando si opera all'interno (carico, scarico, rivoltamento) l'aspirazione dovrà essere sempre attiva. Si deduce pertanto l'esigenza di disporre di un impianto in grado di porre in depressione 2 tunnel (fattore di contemporaneità).

Si prevede 1 ciclo di aspirazione di 1 ora ogni 3 ore, in grado di asportare 2,5 - 5 ricambi / ora in relazione al fattore di contemporaneità.

La presenza degli operatori all'interno della cella è limitata alle fasi di carico - scarico della stessa e all'operazione di rivoltamento meccanico dei cumuli; in questo caso l'operatore è situato all'interno della cabina climatizzata.

## Dimensionamento

Volume <b>sezione bioossidazione 1 tunnel</b>	2.900 m <sup>3</sup>
ricambi aria	2,5
fattore di contemporaneità	2
portata aria aspirazione	14.500 m <sup>3</sup>
portata ventilatore appros. (perdite di carico da calcolare)	16.000

## Altre caratteristiche

- ✓ velocità aria nella tubazione: 12-18 m/s
- ✓ diametro tubazione iniziale: 800 mm
- ✓ diametro tubazione finale: 500 mm
- ✓ potenza ventilatore: 75 Kw.
- ✓ bocchette aspiranti: n° 8 per ogni tunnel
- ✓ prese d'aria: n° 4 per ogni lato di ogni tunnel dotate di deflettore ad alette

**6.2. Sistema di abbattimento emissioni**

I due flussi d'aria provenienti dalle sezioni sopradescritte convergono verso l'impianto di trattamento e abbattimento delle emissioni dislocato, per quanto possibile, in posizione mediana rispetto alle due sorgenti di flusso.

Un apposito dispositivo automatico provvede alla registrazione delle ore di funzionamento degli aspiratori e dell'impianto di abbattimento delle emissioni.

Allo scopo di fornire la massima garanzia circa l'efficacia del sistema di abbattimento, si prevede un doppio trattamento associando le tecnologie del lavaggio ad umido mediante "torri scrubber" e del biofiltro.

Il primo sistema funziona sulla base di precise reazioni chimiche, il biofiltro affida la sua efficacia all'azione biologica della flora microbica presente su di un substrato organico.

Senza entrare nel merito del confronto fra la maggiore o minore efficacia dei due diversi sistemi, nel caso in esame si intende affidare il trattamento principale al sistema di lavaggio. Il biofiltro, essendo posto a valle del primo, espleta un trattamento di finissaggio del flusso prima che questo venga rilasciato in atmosfera.

La fase di lavaggio verrà mantenuta separata per ognuno dei due flussi, diversamente le dimensioni degli scrubber sarebbero eccessive e costringerebbero ad una complicata costruzione in opera. I 2 impianti di lavaggio differiscono, in ragione della differente quantità di aria trattata, unicamente per le dimensioni delle torri rispettivamente m 2,7x6,5 e m 3,4x7. Pertanto la seguente descrizione non distingue una linea dall'altra.

Il biofiltro, decisamente più semplice da costruire, invece sarà unico per ambedue i flussi.

### 6.2.1. *Trattamento mediante lavaggio*

Il trattamento previsto è di tipo a pioggia con l'uso di uno *scrubber*, formato da un doppio stadio di lavaggio ottenuto in due separate torri di abbattimento in cui avvengono rispettivamente le seguenti reazioni:

- 1) un primo stadio di lavaggio in controcorrente con soluzione di acido solforico ( $H_2SO_4$ ) a pH = 2 per l'assorbimento dei composti basici azotati. Il mantenimento della soluzione a pH nettamente acido permette un rapido ed efficiente assorbimento sia dell'ammoniaca che degli altri composti amminici e basici azotati in genere. L'ambiente di abbattimento sarà mantenuto costantemente acido mediante aggiunta automatica di acido solforico con pompa dosatrice comandata da un apposito misuratore in continuo di pH.
- 2) un secondo stadio di lavaggio in controcorrente con soluzione di soda (NaOH) a pH = 12 alla quale si aggiunge sodio perclorato (NaClO), al fine di mantenere il potenziale redox della soluzione ossidante. In questo stadio avviene quindi l'assorbimento e l'ossidazione dei composti solforati (principalmente solfuri e mercaptani) e degli altri composti acidi sia inorganici che organici.

Le torri di lavaggio saranno realizzate interamente in polipropilene con una base di appoggio adibita a serbatoio di ricircolo della soluzione di lavaggio opportunamente rinforzato e corredato dei necessari attacchi di carico-scarico, troppo pieno, livello, portella d'ispezione per prelievo e aggiunta dei reagenti, attacco per la pompa di ricircolo.

L'impianto si completa con:

- sistemi di controllo automatico del livello dei liquidi di lavaggio;
- tre sistemi indipendenti di dosaggio dei reagenti completi di serbatoio, pompa dosatrice, tubi e valvole;
- tre sistemi indipendenti di misurazione e regolazione della reazione, per le diverse fasi reattive, completi di indicatore digitale, sonda di misura e attivatori di dosaggio;
- quadro elettrico di controllo e comando delle apparecchiature descritte.

L'uscita dell'aria trattata e deodorata avverrà attraverso apposita condotta posizionata a valle della seconda torre ed alla cui base si trova il gruppo ventilatore posto all'interno di un apposito cassone di insonorizzazione.

Una condotta appoggiata all'interno di una canaletta collega l'uscita del ventilatore con il biofiltro.

### 6.2.2. *Trattamento mediante biofiltro*

Prima dell'emissione in atmosfera l'aria viene fatta passare attraverso un filtro biologico opportunamente dimensionato.

L'azione del filtro biologico è basata su una combinazione di processi fisici, chimici e biologici che avvengono nel materiale organico filtrante.

Gli odori vengono assorbiti dalla matrice organica del letto filtrante, solubilizzati, demoliti ed ossidati dalla flora batterica che si seleziona con il tempo nel filtro.

Il processo è autosufficiente e non necessita di apporto esterno di energia o agenti chimici. Il filtro biologico, se vengono mantenute le condizioni accettabili di umidità e temperatura, raggiunge a regime uno stato di equilibrio fra i processi di assorbimento delle sostanze organiche ed i processi di demolizione.

L'aria deve entrare nella parte inferiore del biofiltro ed uscire nella parte superiore in modo da permettere un sufficiente tempo di contatto tra l'aria da trattare ed il materiale filtrante.

Nella presente progettazione il biofiltro è stato dimensionato sulla base dei seguenti parametri:

- tempo di contatto minimo di 30 secondi.
- rapporto volume d'aria trattata / superficie biofiltro =  $320 \text{ Nm}^3 / \text{m}^2$

Nel nostro caso quindi:

$$(15.000+40.000)/320 = 172 \text{ m}^2$$

Data una perdita di carico predeterminata intorno a 110 mm di colonna d'acqua, la velocità di attraversamento sarà pari a 0,032 m/sec; ipotizzando uno spessore del letto filtrante pari a cm 120, si ricava un tempo di contatto di 37,5 secondi, dato ampiamente cautelativo anche in considerazione del fatto che l'aria ha già subito l'abbattimento dei composti maleodoranti attraverso di lavaggio.

Riassumendo:

portata aria da trattare	55.000 m <sup>3</sup> /h
altezza materiale organico filtrante	1,2 m.
volume di aria trattato da 1 mq di sup. filtrante	320 m <sup>3</sup>
superficie totale biofiltro	172 mq.
velocità aria attraversamento biofiltro	0,035 m/s
tempo di contatto minimo	40 sec.

Il manufatto consiste in un cassone in muratura di cls avente dimensioni utili m 28,5 x 6. L'altezza totale è pari a 1,60 m dei quali 0,4 sono entro terra e corrispondono alla camera di espansione dell'aria. I lati di testa sono chiusi da tavole di grosso spessore inserite in apposite guide così da permettere l'entrata di un piccolo mezzo d'opera (bob cat) utilizzato per il ricambio periodico della massa filtrante.

E' prevista la copertura mediante struttura leggera tipo serra, attrezzata per proteggere il biofiltro sia dalle intemperie, sia dal sole battente (rete ombreggiante), inoltre verrà installato un sistema di irrigazione automatico comandato da una sonda di umidità.

Il materiale filtrante è formato da una miscela di compost e corteccia in rapporto di 4/1. Il compost da biofiltro deve avere struttura stabile e alti contenuti di sostanza organica. I suoi tenori di sostanze nutritive, microelementi, umidità e capacità di ritenzione idrica, devono collocarsi in un intervallo compatibile con la attività di demolizione biologica.

### 6.3. Controllo delle emissioni

Per quanto riguarda la qualità dello scarico in atmosfera, essa è legata principalmente alla capacità delle attrezzature previste di abbattere gli odori presenti nell'aria estratta dai settori chiusi del compostaggio; per questo tipo di impianti non esistono metodi ufficiali di analisi

Il metodo definito di "olfattometria dinamica" così come descritto nella norma EN 13725:2003, recepita in Italia come UNI EN 13725:2003, corrisponde ad un "panel test" e si basa sull'identificazione, da parte di un gruppo di persone appositamente addestrate e controllate, della soglia di rivelazione olfattiva del campione, ossia del confine oltre il quale il campione, dopo essere stato diluito in maniera crescente, tende ad essere percepito dal 50% degli esaminatori. Pur essendone riconosciuta la validità scientifica, è un metodo di analisi di difficile applicazione pratica in quanto richiede tempi di preparazione ed esecuzione molto lunghi.

Di fronte alla necessità di disporre di un sistema il più oggettivo possibile, altri impianti di compostaggio operanti in Veneto e nelle regioni limitrofe hanno concordato con l'autorità di controllo la verifica strumentale di una serie di parametri determinati su campioni di aria prelevata dall'ambiente circostante l'insediamento. I composti da analizzare sono di seguito descritti:

Descrizione parametro	Unità Mis.	Metodo
Acido solfidrico	µg/Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> S	RADIELLO H1 ED.02/2003
Ammoniaca NH <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup> NH <sub>3</sub>	RADIELLO I1 ED.02/2003
Composti Organici Volatili	µg/Nm <sup>3</sup>	RADIELLO D1 ED.02/2003
Metilmercaptano	mg/m <sup>3</sup>	NIOSH 2542 1994
Etilmercaptano	mg/m <sup>3</sup>	NIOSH 2542 1994
Butilmercaptano	mg/m <sup>3</sup>	NIOSH 2542 1994

I risultati dovranno essere confrontati con un analogo indagine da condursi prima dell'entrata in esercizio dell'impianto che costituisce il "valore di fondo naturale" o "bianco di riferimento"

In fase di progetto definitivo, oltre a stabilire la frequenza dei controlli, sarebbe opportuno sviluppare un "modello di caduta previsionale" in modo da identificare al meglio i punti di prelievo.



## 7. FABBRICATI E OPERE CIVILI

La definizione delle forme e dimensioni dei fabbricati è risultata fortemente condizionata dalla necessità di operare scelte edificatorie in grado di corrispondere alle tipologie edilizie tipiche del paesaggio rurale del territorio; infatti l'area risulta totalmente sottoposta al vincolo paesaggistico ex D.Lgs. 42/2004 conseguente alla presenza del corso d'acqua denominato Scolo Bigonzo.

E' comunque il caso di ricordare che sui lati nord, est e sud il paesaggio immediatamente circostante è formato esclusivamente da edifici di tipo industriale ed il lato ovest è totalmente occluso da una cava di argilla dismessa trasformata in laghetti per la pesca sportiva e quindi tutto l'intorno dell'area non presenta nessuna evidenza riconducibile al paesaggio rurale.

In tale situazione sono stati quindi definiti i seguenti presupposti la cui enunciazione risulta necessaria per comprendere, e si spera condividere, le scelte conseguenti:

- limitare al minimo indispensabile la costruzione di nuovi edifici;
- contenere al massimo lo sviluppo verticale;
- i prospetti ed i volumi in linea con la consuetudine dell'architettura rurale della zona;
- i fabbricati devono essere facilmente reimpiegabili per altri usi agricoli, ovvero facilmente demolibili e/o smontabili;

E' su tali presupposti che sono maturate soluzioni di progetto come: il capannone a doppia falda e basso; i cumuli in maturazione coperti con i teli traspiranti; le celle di bioossidazione assimilabili a comuni serre agricole, ecc.

### 7.1. Capannone principale

Rappresenta l'edificio principale dell'impianto; esso è funzionale alle operazioni di scarico, messa in riserva, triturazione della frazione lignocellusica, miscelazione della biomassa prima dell'avvio alla fase di bioossidazione.

Il capannone ha pianta rettangolare, dimensioni m 18,50x50,50, altezza in gronda m 7,0, altezza al colmo m 8,70; tetto a doppia pendenza con inclinazione della falda del 18%. Manto di copertura in coppi (pannelli isocoppo); finitura delle pareti frontali in blocco leca lavorato a faccia vista.

La superficie complessiva coperta somma mq 974, quella utile mq 940.

Gli accessi sono posizionati sui due fronti e regolati da portoni a sollevamento verticale.

La falda del fronte ovest si prolunga, per una larghezza di 5m fino all'altezza di gronda di m 5,30 così da formare lo spazio interno dedicato allo scarico dei rifiuti che devono essere gestiti all'interno del capannone

Lungo il lato sud si sviluppa un piccolo piazzale sopraelevato (dislivello cm 100 ca.) predisposto per lo scarico e la relativa rampa di raccordo. Questo piazzale termina sul fronte del box di scarico attrezzato con un portone dimensionato sulla proiezione del cassone del camion in fase di ribaltamento con 50 cm di margine su ogni lato. Il sistema di chiusura

consiste in un telo in PVC particolarmente resistente e rinforzato che scorre dentro guide laterali e compie i movimenti di apertura e chiusura in un tempo rapidissimo, stimabile in pochi secondi. Il tutto è finalizzato a ridurre i periodi di emissione diffusa conseguenti all'apertura dei portoni.

Sono inoltre previsti due portoni più piccoli posizionati lungo il lato nord, in corrispondenza degli spazi liberi posti fra un tunnel e l'altro; questi sono utili a facilitare le operazioni di gestione e manutenzione delle attrezzature ubicate su questi spazi (impianto di trattamento dell'aria e delle acque di scarico, sistema di insufflazione)

La luce naturale entra attraverso una tamponatura trasparente a fascia, H cm 100, che interessa tutto lo sviluppo lineare dei due lati lunghi, a questa si sommano i timpani frontali e dei punti luce ricavati sul manto di copertura per un totale di superficie trasparente pari a mq 190 e un rapporto sup. utile / sup. trasparente del 20% .

Il ricambio d'aria viene assicurato da apposite bocche di presa posizionate lungo la parete sud, le bocche saranno attrezzate con bandelle a gravità che impediscono l'uscita di emissioni nel corso dei brevi periodi di fermo dell'impianto di aspirazione dell'aria.

La pavimentazione interna (ma anche le altre platee interessate coinvolte nel ciclo di compostaggio) deve essere approntata secondo alti standard di resistenza. E' previsto uno spessore compreso fra 25 e 30 cm, un'armatura con doppia rete metallica Ø 8 cm 20 x 20, il calcestruzzo tipo Rbk 300 kg/cm<sup>q</sup> sarà additivato con composto superfluidificante, e lavorato con idonea vibratura e lisciatura.

## **7.2. Tunnel di bioossidazione**

Come già riferito nel paragrafo 4.3.1 sono previste n° 3 platee coperte da una struttura a tunnel, disposte lungo il lato nord del capannone. Queste sono perfettamente uguali una all'altra, quindi si svolge la descrizione di un singolo elemento.

Un elemento ha dimensioni (esterne) di m 65,0x10,8, H utile m 4,1, H tot. m 5,90, esso è formato da una platea in cls, costruita con le stesse caratteristiche già citate in 7.1, attrezzata con una serie di canalette disposte lungo l'asse longitudinale e 2 canalette trasversali che hanno funzione di collettore per quelle longitudinali.

In pratica la platea viene suddivisa in due parti uguali, ognuna servita da un sistema indipendente di drenaggio del percolato e distribuzione dell'aria.

Il fondo delle canalette ha una pendenza del 5‰ ed una profondità massima di 15 cm; in fase di approntamento sarà necessario conformare lo scavo in modo da garantire il mantenimento dello spessore di cls.

Ogni canaletta avrà la doppia funzione:

- captare e veicolare il percolato fuori dalla platea,
- ospitare la tubazione fessurata per la diffusione dell'aria.

Lo spazio libero viene intasato con cippato legnoso in modo da poter permettere la percolazione dei liquidi e nel contempo proteggere la tubazione.

La platea di ogni cella è solidale con un muretto in cls armato, alto 120 cm, che funge da contenimento laterale della stessa. Sulla testa del muretto viene ancorata una struttura in carpenteria metallica leggera, tipo serra agricola; questa ha un'altezza al colmo di m 4,70 che sommata al muretto dà un H totale pari a m 5,90. I portali in ferro zincato sono montati con un passo di 2,4 m. La struttura può venire tamponata con diversi tipi di materiali; al momento la scelta è orientata verso un telo di copertura realizzato in poliestere tramato ad altissima resistenza, spalmato su entrambi i lati in PVC autoestinguente.

A metà del lato lungo è previsto l'inserimento di una porta di sicurezza necessaria come via di fuga intermedia in considerazione dello sviluppo longitudinale della cella.

Il frontale esterno è tamponato con un portone scorrevole ad apertura manuale che apre quasi tutta la sezione del tunnel in modo da agevolare la procedura di svuotamento della stessa.

Il corridoio libero che si viene a creare fra una platea e l'altra è funzionale al posizionamento delle diverse attrezzature necessarie alla gestione del processo: ventilatori per insuflaggio aria, uscita delle canalette di drenaggio del percolato con relativi pozzetti, pompe e vasca di raccolta. La presenza di questo corridoio posto all'esterno facilita molto tutti gli interventi di controllo e manutenzione (pulizia con idrogetto delle tubazioni, manutenzione dei ventilatori, sostituzione delle pompe sommerse) che potranno essere eseguiti senza entrare nella cella stessa e quindi indipendentemente dal fatto che la stessa sia o meno piena di biomassa in fermentazione.

### **7.3. Deposito compost finito**

Essa è destinata a proteggere il prodotto finito dagli agenti atmosferici in modo da preservarne le caratteristiche fisiche (grado di umidità) ed evitare la propagazione di polveri provocata dal vento.

Trattasi in effetti di una porzione della platea di lavorazione attrezzata con una parete singola H m 4,50 ca., costruita in cls armato che svolge la funzione di contenimento e reggispinga nei confronti della pala meccanica utilizzata per la movimentazione del compost finito. Sulla testa della parete si appoggia una struttura di copertura mobile tipo "KOPRON" formata da arcarecci metallici con telo di chiusura superiore e laterale, che si apre e chiude scorrendo su delle guide solidali con la platea. Presenta un'altezza utile di 6 m e le sue dimensioni in pianta variano da:

- tutta chiusa, m 8 x 14
- tutta estesa m 50 x 14

La posizione ed il sistema costruttivo consentono di agevolare la movimentazione del compost dai cumuli di maturazione al deposito del finito, limitando al minimo gli spostamenti del mezzo d'opera. In pratica si ottiene un cantiere in linea con l'inserimento della fase di vagliatura che viene comunque eseguita in ambiente confinato così da escludere il rischio di propagazione di polveri (compost fine) verso l'esterno.

#### **7.4. Uffici e servizi**

Si prevede una soluzione minima costituita da n° 2 box tipo cantiere, posizionati affiancati sopra ad uno zoccolo in cls.

Un box è destinato ad ufficio, l'altro è attrezzato con i servizi igienici e lo spogliatoio per il personale.

Le dimensioni di un box sono quelle standard di m 6x2,40 H 2,50.

Qualora questa soluzione si rilevasse insufficiente sarà possibile raddoppiarla utilizzando lo spazio ora dedicato ai parcheggi delle auto, spostando queste ultime in adiacenza alla fascia verde che delimita il fronte sud.

#### **7.5. Piazzola di scarico**

La piazzola di scarico costituisce un elemento non secondario nell'organizzazione generale dell'impianto. Essa è conseguente alla decisione di contenere l'altezza del capannone, scelta che impedisce però il sollevamento dei cassoni dei bilici che richiedono una altezza interna di almeno 9,5 m sottotrave.

La piazzola sopraelevata permette di eseguire lo scarico del fango direttamente all'interno del capannone evitando di sporcare la superficie esterna in quanto il materiale cade su di un piano inferiore a quello dove appoggiano le ruote del mezzo, inoltre il bordo del cassone si trova all'interno del capannone; al fine di agevolare e rendere più sicura la manovra è previsto un cordolo battiruota alto 30 cm lungo il perimetro.

La piazzola presenta il piano sopraelevato di 120 cm rispetto alla quota del pavimento; le sue dimensioni, m 8x16, consentono una facile manovra di accosto. Il piano di manovra è formato da una platea solaio in cls armato che chiude la vasca di deposito dell'acqua già descritta; è previsto l'inserimento di due coperchi carrabili utili alle ispezioni interne alla vasca.

Il piano sopraelevato è collegato alla viabilità interna mediante una rampa lunga 18 m ca.

#### **7.6. Platea di lavorazione**

Il piazzale di lavorazione occupa la parte nord dell'area, è esteso mq 5.034 comprese le zone di transito che vengono utilizzate per la movimentazione interna del compost.

La platea viene preparata con un sottofondo di ghiaia in natura spesso da 20 a 30 cm, posata sopra un geotessuto idoneo alla distribuzione dei carichi avente caratteristiche di resistenza meccanica di almeno 100x50 kN/m (trazione longitudinale e trasversale).

Tutto il perimetro è delimitato da un cordolo in cls alto cm 20, solidale con la platea, in modo da formare un'unica grande vasca che impedisce, anche in caso di piogge intense e prolungate, l'uscita delle acque di dilavamento verso l'esterno; in corrispondenza dei due accessi alla platea, il cordolo assume la forma di un dosso in modo da permettere il transito dei mezzi.

La tenuta del sistema platea - cordolo è garantita dall'inserimento di un cordone bentonitico posizionato lungo tutta la ripresa del getto.

La platea è formata in getto di cls Rbk 300 kg/cm<sup>q</sup>, spesso da 20 a 25 cm, armata con doppia rete metallica Ø 8 cm 20x20, i giunti di dilatazione saranno sigillati con appositi materiali siliconici.

Dal punto di vista funzionale il piazzale si divide in diverse zone:

- ✓ area destinata ad ospitare i cumuli di compost in fase di maturazione, estesa m 64x34;
- ✓ area per la vagliatura ed il deposito del compost finito, estesa m 16 x 88;
- ✓ la parte rimanente dello spazio è utilizzata come spazio di manovra e transito per le movimentazioni interne e per il posteggio dei cassoni scarrabili che contengono i residui della vagliatura del compost finito.

La precisa ubicazione delle diverse zone è chiaramente descritta e riportata in quasi tutti gli elaborati grafici e principalmente nella Tavola 3.

#### **7.7. Altre superfici pavimentate**

La rimanente superficie pavimentata esterna utilizzata per i transiti interni e la messa in riserva dei rifiuti lignocellosici è formata da un manto di asfalto che poggia su di un massetto di materiale inerte opportunamente costipato.

Quest'area è prospiciente al cancello d'ingresso e ospita anche l'impianto di pesatura, il blocco uffici e servizi ed i parcheggi delle auto, essa interessa una superficie di mq 3.785 e comprende anche la platea utilizzata per la messa in riserva del materiale lignocellulosico e la rampa di scarico.

La linea di raccolta delle acque di pioggia di questa zona è indipendente rispetto al piazzale di lavorazione e recapita alla cisterna di separazione della prima pioggia.

#### **7.8. Recinzione**

Il perimetro dell'impianto viene delimitato lungo i lati sud ed ovest da una recinzione in rete metallica alta m 2,00, sostenuta da pali in ferro posti con un interasse di m 2-2,5. Lungo i lati nord ed est delimitati dal corso d'acqua, Scolo Bigonzo, caratterizzato da una larghezza di m 10. Si osserva che il confine di proprietà corre lungo l'asse dell'alveo dello scolo e comunque resta l'obbligo di ripetere la servitù idraulica necessaria per la conduzione dei lavori di manutenzione delle sponde del canale previsto in una fascia larga m 5,00; né consegue l'esigenza di prevedere due cancelli posti rispettivamente all'angolo nord-ovest e sud-est le cui chiavi di apertura saranno consegnate al Consorzio di Bonifica.

L'accesso è previsto sul lato sud, costituito da un cancello scorrevole ampio 8 m così da facilitare la manovra di entrata-uscita dei mezzi pesanti.

### 7.9. Aree a verde

La forma dell'area a disposizione (stretta ed allungata) e la presenza delle fasce di rispetto, comportano la possibilità di destinare ampi spazi a verde. Tali spazi non sono solo sulle fasce perimetrali ma sono stati distribuiti anche all'interno sfruttando ogni porzione residua di superficie, come ad esempio l'area libera fra le attrezzature dedicate all'abbattimento delle emissioni, ecc.

La sistemazione a verde di questi spazi porterà un sicuro beneficio estetico al complesso, tuttavia dal punto di vista strettamente funzionale riveste maggiore importanza la creazione di un'idonea barriera verde che deve interessare tutte le fasce perimetrali dell'insediamento. Lo stato attuale vede la presenza di un doppio filare di pioppo italico (pioppo cipressino, *Populus nigra var. italica*) che fiancheggia il corso d'acqua; si propone, al fine di mantenere le forme piramidali presenti ma al contempo adottando specie maggiormente idonee sia per manutenzione che per caratteristiche di resistenza del legno, un impianto plurispecifico costituito dalla regolare successione degli individui di tre specie, disposti in modo tale da ottenere una siepe schermante di grandi dimensioni a tre piani di vegetazione.

Il piano arboreo è costituito dal carpino bianco (*Carpinus betulus var. pyramidalis*), specie arborea tipica dei boschi di pianura, in grado di raggiungere altezze di 15-20 metri. I caratteri peculiari del carpino bianco sono tre:

- essendo tollerante dell'ombra (sciafilo), il carpino non dissecca i rami bassi e pertanto mantiene anche la parte basale della chioma;
- sopporta molto bene la potatura laterale e pertanto la sua forma può essere plasmata secondo le necessità;
- mantiene durante l'inverno gran parte delle foglie dell'anno precedente, secche, sui rami, garantendo un effetto schermante durante tutto l'anno.

Il piano alto-arbustivo è costituito da biancospino (*Crataegus monogyna*), grande arbusto in grado di raggiungere a maturità un'altezza media di 5-6 metri (fino a 8). Tipico anch'esso del sottobosco di carattere planiziale, può sopportare un parziale ombreggiamento, andandosi ad inserire con la sua chioma nello spazio lasciato libero tra due carpini successivi. Ha caratteri simili a quelli del carpino (tolleranza all'ombra e alle potature) e si caratterizza per la bellezza delle fioriture e delle fruttificazioni che ne fanno una specie di grande interesse ornamentale oltre che naturalistico.

Il piano basso-arbustivo infine è costituito dal viburno (*Viburnum lantana*), piccolo arbusto tipico del margine dei boschi e degli arbusteti, su terreni asciutti e ben drenati. Al contrario delle specie precedenti tollera poco le potature, operazione peraltro non necessaria vista la forma compatta e serrata che assume a maturità. Come il biancospino, il viburno è di grande pregio per le fioriture e per le fruttificazioni, apprezzate dalla fauna selvatica.

I viburni vengono piantati in ogni spazio libero tra i biancospini ed i carpini.

Lo schema d'impianto è molto semplice ma al tempo stesso efficace perché permette di ottenere una fitta barriera schermante ed al tempo stesso ornamentale e di grande valore naturalistico.

Altre opere accessorie utili da menzionare ma la cui descrizione appare superflua sono:

- l'impianto di pesatura dei camion, formato da pesa elettronica a ponte, lunga 18 m posizionato di fronte al blocco ufficio;
- l'impianto di illuminazione esterna;

Non si ritiene invece necessario predisporre uno spazio attrezzato per il lavaggio dei mezzi in quanto, avendo previsto le superfici pavimentate ed il particolare sistema di scarico dei fanghi, gli stessi non dovrebbero sporcarsi. Il lavaggio dei mezzi d'opera interni sarà eseguito quando e se necessario, mediante idropulitrice ad alta pressione, e posizionando la macchina su una zona di platea cementata in modo che le acque di lavaggio siano recapitate all'impianto di depurazione.



## 8. MACCHINE ED ATTREZZATURE

Un impianto di compostaggio si caratterizza per un serie di attrezzature fisse (ventilatori per isufflaggio, aspiratori e impianto di abbattimento degli odori) e per altre macchine che pur essendo impiegate stabilmente nel processo non perdono la caratteristica di macchina mobile.

Premesso che per personale scelta etica e fatto salvo il principio della sicurezza dell'ambiente di lavoro, la committenza intende privilegiare l'utilizzo del lavoro manuale in alternativa alla logica della meccanizzazione spinta, nell'impianto qui proposto il processo di compostaggio si andrà a compiere con l'indispensabile ausilio delle seguenti macchine specializzate: trituratore per frazione legnosa, carro miscelatore, rivoltatore semovemente, vaglio rotante.

### 8.1. Trituratore per frazione legnosa

La macchina ha funzionamento elettrico ed è mobile. E' costituita da una tramoggia di carico atta a ricevere materiale lignocellulosico e verde alla rinfusa; da un nastro di alimentazione ed un sottonastro di raccolta del materiale tritato; da un tamburo rotante su cui sono montati pesanti martelli con punte di usura intercambiabili e da un nastro trasportatore di scarico del materiale tritato. La macchina è comprensiva di quadro di controllo e comando e dei sistemi di sicurezza.

#### Caratteristiche tecniche indicative

Peso	12.000 Kg. ca.
Larghezza del tamburo	1.750 mm
N° giri tamburo	1.100/minuto
Capacità di lavoro (sul tritato)	> 40 mc/ora
Potenza installata	150 kW
Grado di protezione motore	IP 55

### 8.2. Carro miscelatore

Miscelatore a coclee a basso numero di giri, composto da una tramoggia di ricezione con capacità 15 mc, tre coclee atte a sminuzzare ed a miscelare, provvisto di nastro posteriore di scarico con porta ad apertura idraulica. La macchina è comprensiva di sistema automatico di pesatura, quadro di controllo e di comando e dei sistemi di sicurezza.

#### Caratteristiche tecniche indicative

Lunghezza	7.500 mm
Larghezza	2.500 mm
Altezza	2.800 m
Peso	15.000 Kg. ca.
Volume camera di miscelazione	12 mc
Potenza installata	80 kW
Capacità di lavoro	> 30 mc/ora

### 8.3. Rivoltatore semovente

Macchina semovente su cingoli in gomma azionata da motore diesel e trasmissione idraulica

#### Requisiti tecnici indicativi

- ✓ Impianto e motore idraulico distinto per trazione e sistema di movimentazione del compost (coclee, nastro di sollevamento e scarico).
- ✓ Apparato di presa del compost costituito da più coclee controrotanti;
- ✓ Apparato di miscelazione e organi di trasmissione del moto dotati di dispositivi idraulici automatici di sicurezza contro la presenza di sovraccarichi, di eventuali corpi estranei non miscelabili.
- ✓ Scarico del materiale rimescolato tramite un nastro trasportatore, con velocità di trasferimento variabile.
- ✓ Cabina di guida isolata e climatizzata, dotata di filtri adatti a trattenere eventuali polveri messa in sospensione

#### Caratteristiche tecniche indicative

Lunghezza	6.000 mm
Larghezza esterno cingolo	> = 2.500 mm
Altezza	< = 3.000 m
Peso	11.000 Kg. ca.
Potenza del motore diesel	> = 200 Kw
Larghezza del fronte lavoro	4.000 mm
Altezza del fronte lavoro	2,500 mm
Velocità minima di avanzamento	0,25 m/sec
Velocità massima di trasferimento	5 km/ora
Pressione di esercizio motore idraulico	250 bar
Capacità di lavoro	> 1.200 mc/ora

### 8.4. Vaglio rotante

#### Descrizione

Struttura semovente in acciaio nella quale sono sistemati tutti gli organi necessari al funzionamento della macchina. Rivestita sulle pareti laterali di pannelli per l'isolamento acustico ed il contenimento delle polveri e dotata di sportelli di accesso alle parti meccaniche. Il tamburo è dotato di spirali interne, saldate, per l'avanzamento del materiale ed il conseguente scarico della parte a sovrallo. Sotto il tamburo è sistemato un nastro trasportatore per la raccolta del materiale vagliato. Il sovrallo confluisce in un nastro che lo trasporta direttamente nel cassone scarrabile. Il sistema è completo di quadro di controllo e sistemi di sicurezza. La macchina è provvista di due nastri (uno posteriore, l'altro laterale), per lo scarico del sovrallo e del materiale vagliato.

Il compost maturo verrà caricato in una apposita tramoggia, attrezzata con un sistema di nebulizzazione per l'abbattimento delle polveri, da una pala meccanica.

I flussi di uscita del vaglio saranno i seguenti:

- sottovaglio (materiale passante i fori del tamburo) costituito da compost raffinato da collocare a deposito,
- sovallo, costituito in massima parte da frazione lignocellulosica non completamente destrutturata, da reinserire nel ciclo.

#### Caratteristiche tecniche indicative

Lunghezza totale	10 m
Larghezza totale	2,50 m
Altezza	3,0 m
Peso	10.000 Kg. ca.
Larghezza tramoggia di carico	3,50 m
Altezza tramoggia di carico	3 m
Lunghezza tamburo	6,0 m
Diametro interno tamburo	1,8 m
Dimensione fori	4/10 mm
Potenza installata	18 Kw
Capacità di lavoro	> 30 m <sup>3</sup> /ora
Lunghezza nastri trasportatori laterali	8,0 m
Grado di protezione motore	IP 55

Saranno inoltre impiegate le seguenti altre macchine di tipo comune:

- ✓ n° 2 pale gommate di media capacità, potenza 150 Kw ca., benna da 1,5 – 2 mc, preferibilmente articolate o con 2 assi sterzanti per poter manovrare in spazi ristretti
- ✓ Un escavatore gommato di media capacità attrezzato con benna a polipo.
- ✓ Una macchina multiuso di tipo compatto, tipo bob cat, attrezzata con benna, spazzole per pulizia del piazzale.
- ✓ Un autocarro con telaio per cassoni scarrabili autocaricanti e almeno n° 4 cassoni.
- ✓ Un trattore agricolo di media potenza.
- ✓ Un rimorchio cisterna tipo agricolo con capacità di almeno 5 mc.
- ✓ Nastri trasportatori

#### 8.5. Considerazioni conclusive

La commercializzazione dei materiali fertilizzanti è regolamentata dal D Lgs. 75 / 2010 “*Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti ...*” che sostituisce la Legge 19 ottobre 1984, n. 748, “*Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti*”.

Tale legge prevede, tra l'altro, tre categorie di fertilizzanti organici: i concimi organici, i concimi organo-minerali e gli ammendanti organici naturali

La differenza sostanziale tra i concimi (organici ed organo-minerali) e gli ammendanti è data dal contenuto in azoto, che nei concimi non può mai essere inferiore al 3%. Di conseguenza in questa categoria sono inclusi prevalentemente prodotti di origine animale, quali il guano, il

sangue o i cascami di lana, o di origine mista, ma con prevalenza di componenti animali, quali la pollina e il letame essiccato.

Al contrario, gli ammendanti organici sono di origine vegetale, o al massimo contengono anche residui animali. L'alto contenuto in carbonio organico e la relativa povertà di azoto rendono questi prodotti più idonei al miglioramento delle caratteristiche del terreno piuttosto che alla nutrizione vegetale.

Gli ammendanti organici naturali, ovvero le sostanze *“capaci di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno”*, sono prodotti impiegati essenzialmente per incrementare e mantenere la fertilità organica del suolo. Infatti il loro contenuto in elementi nutritivi è relativamente ridotto e, di conseguenza, vengono impiegati in dosi massicce, tali da incidere significativamente sulla dotazione organica del terreno.

La normativa italiana unisce nella stessa categoria degli ammendanti organici prodotti con caratteristiche molto diverse, il cui mercato complessivo in Italia è stimabile attorno alle 400.000÷500.000 tonnellate all'anno.

In generale si tratta di materiali abbastanza *“poveri”* e pertanto il mercato è fortemente condizionato dai costi di trasporto e distribuzione, ancor più che per i concimi organici.

Una parte degli ammendanti sono finalizzati soprattutto ad incrementare i contenuti di sostanza organica del terreno, impiegati quindi periodicamente sia sulle colture erbacee in rotazione e sulle foraggere che in orticoltura, frutticoltura e viticoltura. Vi sono inoltre degli utilizzi specifici, sempre in campo, quali la concimazione organica allo scasso all'impianto delle colture arboree o il ripristino della fertilità organica a seguito di movimenti di terra o di rimodellamenti degli appezzamenti. Notevoli quantità di tali ammendanti sono inoltre impiegati nel caso di aree da mettere a coltura per la prima volta o dopo un lungo intervallo e quindi anche nel ripristino delle cave, delle discariche e dei residui dell'attività mineraria.

La maggior parte degli ammendanti è a base di torba che viene perlopiù reperita sul mercato internazionale, (soprattutto Germania e Paesi Bassi). Tuttavia anche nei paesi del Nord Europa la disponibilità di torba è in progressiva rapida diminuzione, sia per l'esaurimento di molti giacimenti che per la maggiore sensibilità ambientale, che porta alla chiusura di molte torbiere, in quanto ambienti di notevole interesse ecologico.

Vi è quindi la necessità assoluta di avere, nel giro di pochi anni, la disponibilità di materiali alternativi alla torba, a prezzi competitivi, ed assume quindi enorme importanza la possibilità di produzione in vicinanza dei luoghi di utilizzo.

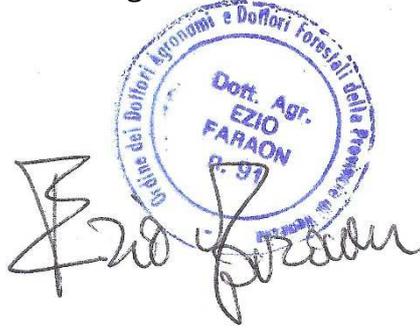
La possibilità di soddisfare questa esigenza operando nel contempo il recupero di materiale organico diversamente destinato allo smaltimento o, nel migliore dei casi, alla combustione, aumenta il valore ambientale dell'iniziativa proposta nel presente progetto.

Fine della relazione

Agosto 2014

Gli estensori

Dr. Agronomo Ezio Faraon



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Ezio Faraon". To the right of the signature is a circular blue ink stamp. The stamp contains the text "Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di..." around the perimeter, "Dott. Agr. EZIO FARAON" in the center, and "n. 97" at the bottom.

Dr. Forestale Nicola Scantamburlo



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Nicola Scantamburlo". To the left of the signature is a circular blue ink stamp. The stamp contains the text "Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di..." around the perimeter, "Dott. For. NICOLA SCANTAMBURLO" in the center, and "n. 305" at the bottom.