



## **ALLEGATO 6**

### **Progetto Impianto ASET SpA**



# Impianto di Trattamento meccanico-biologico RSU Digestione anaerobica e compostaggio FORSU

## PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

### INDICE

<b>1. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. FABBISOGNI IMPIANTISTICI.....</b>	<b>6</b>
<b>3. UBICAZIONE DELL’IMPIANTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4. SCELTA DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI .....</b>	<b>10</b>
<b>5. DESCRIZIONE GENERALE DELL’IMPIANTO.....</b>	<b>11</b>
Potenzialità operativa dell’impianto.....	11
Tipologia dei rifiuti trattati.....	12
<b>6. DESCRIZIONE DEL PROCESSO TECNOLOGICO .....</b>	<b>15</b>
Processo di trasformazione della biomassa.....	15
Descrizione del sistema tecnologico .....	15
<b>LINEA TRATTAMENTO RIFIUTI URBANI INDIFFERENZIATI.....</b>	<b>20</b>
Conferimento e ricezione dei materiali.....	20
Trattamento meccanico .....	20
Trattamento biologico.....	21
<b>LINEA TRATTAMENTO RIFIUTI ORGANICI .....</b>	<b>22</b>
Conferimento e ricezione dei materiali.....	22
Alimentazione del digestore.....	22
Il trattamento anaerobico .....	23
Impianto di cogenerazione .....	25
Il trattamento Aerobico.....	25
Ricircolo percolati.....	28
Raffinazione, deposito e commercializzazione del prodotto finito.....	28
Filtrazione delle arie di processo.....	29

<b>7. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE CIVILI .....</b>	<b>30</b>
Recinzione .....	30
Piazzale di manovra ed accettazione .....	30
Capannoni industriali .....	30
Biotunnel.....	32
Digestore anaerobico.....	33
Biofiltro.....	34
Fondazioni ed Opere di Sostegno .....	34
Portoni.....	36
Locale tecnico e palazzina uffici.....	36
Gestione acque reflue.....	37
Approvvigionamento idrico, impianto antincendio e pneumatico .....	38
<b>8. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE ELETTO-MECCANICHE .....</b>	<b>39</b>
Trituratore primario.....	39
Vagli.....	40
Bio-Spremitore .....	40
Tramogge di carico FOS e Verde .....	41
Nastri trasportatori .....	41
Carroponte .....	42
Miscelatore .....	42
Cogeneratore .....	43
Sistema insufflazione e ricambio d’aria degli ambienti .....	46
Trattamento delle arie di processo.....	47
<b>9. DIMENSIONAMENTI DEI SETTORI IMPIANTISTICI.....</b>	<b>49</b>
Tab. 9.1 - Rifiuti in ingresso.....	49
Tab. 9.2 - Output dall’impianto.....	49
Tab. 9.3 - Resa energetica (della Digestione anaerobica / Cogenerazione).....	49
Tab. 9.4 - Dimensionamento della vasca di conferimento FORSU + Verde.....	50
Tab. 9.5 - Dimensionamento della vasca di conferimento RSU.....	50
Tab. 9.6 - Dimensionamento del Digestore .....	51
Tab. 9.7 - Dimensionamento delle Biocelle .....	51
Tab. 9.8 - Dimensionamento aia di maturazione.....	52
Tab. 9.9 - Dimensionamento stoccaggio compost finito .....	52
Dimensionamento trattamento arie di processo .....	52
Tab. 9.10 - Dimensionamento volumi di ricambio aria di processo .....	53
Tab. 9.11 - Dimensionamento Biofiltro.....	53
Dimensionamento impianto elettrico.....	53

## 1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La necessità di realizzare un impianto di trattamento dei Rifiuti Urbani Indifferenziati (RSU) e di un impianto di trattamento dei rifiuti organici (FORSU) provenienti da raccolta differenziata, nasce dal combinato disposto delle seguenti norme:

- **Delibera Consiglio Regionale n. 284 del 15/12/1999** - Piano Regionale per la Gestione dei rifiuti (PRGR) e s.m.i. (aggiornato alla Delibera Consiliare n. 132 del 06/10/2009)
- **Deliberazioni Consiglio Provinciale – Pesaro e Urbino - n. 6 del 14/01/2002 e n. 107 del 20/07/2002** – Piano Operativo Provinciale di Gestione dei Rifiuti (PPGR) ed Adeguamento alle prescrizioni della Regione Marche
- **D.Lgs. n. 36 del 01/13/2003** – Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti; in particolare:
  - Art. 5 - .... entro il 27/03/2004 le Regioni devono elaborare un programma di riduzione dei rifiuti urbani biodegradabili (RUB) da collocare in discarica ad integrazione del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti, ... allo scopo di raggiungere, al livello di Ambito Territoriale Ottimale, o a livello provinciale i seguenti obiettivi:
    - a) 173 kg/ab/anno entro il 27/03/2008;
    - b) 115 kg/ab/anno entro il 27/03/2011;
    - c) 81 kg/ab/anno entro il 27/03/2018;il programma prevede il trattamento dei rifiuti ed, in particolare, il riciclaggio, il trattamento aerobico ed anaerobico, il recupero di materiali o energia.
  - Art. 7 – *“I rifiuti possono essere collocati in discarica solo dopo trattamento”*.
- **Revisione del Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti** – Relazione Preliminare del 18/10/2008
- **Deliberazione Giunta Regionale n. 986 del 15/06/2009** – Divieto di conferire in discarica rifiuti non trattati e connessa infrazione europea, richiesta di proroga ai sensi della Legge 13/2009, approvazione misure per il rientro alla situazione prevista dalla vigente normativa
- **Delibera Assemblea Legislativa Regione Marche n. 66 del 26/02/2013** - nuovo Programma regionale per la riduzione dei rifiuti biodegradabili (RUB) e modifica del Piano regionale di gestione dei rifiuti relativamente ai criteri di localizzazione di nuovi impianti
- **Circolare Ministero dell’Ambiente del 06/08/2013** – Ammissibilità in Discarica dei rifiuti trito-vagliati – Superamento della Circolare MATTM del 30/06/2009

Sugli scenari evolutivi di produzione dei rifiuti urbani, sui fabbisogni di trattamento, sulla tipologia e quantità delle dotazioni impiantistiche richieste e sui criteri di localizzazione degli impianti si è fatto riferimento ai dati e alle valutazioni disponibili più recenti, condotte per gli studi preparatori dell'aggiornamento del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti:

- *Lo stato di fatto del sistema regionale di gestione dei rifiuti speciali e stima dei fabbisogni* - 15/05/2013
- *Criteri di localizzazione degli impianti di gestione rifiuti* - 22/05/2013
- *Scenario evolutivo nella gestione dei rifiuti urbani e assimilati* - 18/09/2013

Sulle carenze impiantistiche e sugli sviluppi del settore si è fatto riferimento anche ai seguenti studi:

- Consorzio Italiano Compostatori – *Rapporto annuale 2013*
- Arthur D.Little (Società di consulenza) – *Quale futuro per i rifiuti? Il percorso e le sfide degli operatori verso il 2020* – Luglio 2013

Sulle modalità di realizzazione degli impianti si è fatto riferimento a:

- **D.M. del 13/01/2007** – Emanazione di linee guida per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili (BAT) in materia di gestione dei rifiuti, per le attività elencate nell'allegato I del D.Lgs. 59/2005 – Paragrafo: *Impianti di trattamento meccanico biologico*

## 2. FABBISOGNI IMPIANTISTICI

Come evidenziato nel capitolo precedente, per l'individuazione dei valori di input dell'impianto si è fatto riferimento ai dati validati più recenti (2012), contenuti negli studi preparatori effettuati per l'aggiornamento del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti.

A seconda dello scenario evolutivo preso in considerazione, **per la Provincia di Pesaro e Urbino si prevedono i seguenti quantitativi di rifiuti e relativi fabbisogni impiantistici di trattamento** (per cfr. si riporta anche il dato validato del 2012):

**Tab. 2.1 - Necessità di trattamento RSU indifferenziato a smaltimento – Provincia PU (escluso spazzamento e ingombranti)**

anno	2012 (dato validato)	2016	2017	2018	2019
(t/anno)	<b>94.301</b>	<b>64.679</b>	<b>61.759</b>	<b>58.840</b>	<b>55.927</b>

**Tab. 2.2 - Necessità di trattamento FORSU e Frazione Verde – Provincia PU**

anno	2012 (dato validato)	2016	2017	2018	2019
FORSU (t/anno)	-	<b>23.303</b>	<b>23.832</b>	<b>24.343</b>	<b>24.835</b>
VERDE (t/anno)	-	<b>24.867</b>	<b>25.291</b>	<b>25.697</b>	<b>26.084</b>
<b>Totale (t/anno)</b>	<b>39.618</b>	<b>48.170</b>	<b>49.123</b>	<b>50.040</b>	<b>50.919</b>

Partendo dal dato provinciale, per valutare le necessità di trattamento dell'impianto in esame occorre fare le seguenti considerazioni.

Il vigente Piano Provinciale dei Rifiuti prevede che, all'esaurimento delle Discariche di Cagli (già chiusa) e di Barchi (chiusura prevista per il 2014), i seguenti **ambiti di raccolta-smaltimento**:

- **n. 5 - Area litoranea Fano** – (Comuni di: Fano, Cartoceto, Mondolfo, Monte Porzio, San Costanzo);
- **n. 6 - ex Comunità Montana zona E** – (Comuni di: Barchi, Fossombrone, Isola del Piano, Mondavio, Montefelcino, Montemaggiore al Metauro, Orciano di Pesaro, Piagge, Saltara, Serrungarina, San Giorgio di Pesaro, Sant'Ippolito);
- **n. 8 - ex Comunità Montana zona D2** - (Comuni di: Fratte Rosa, Frontone, Pergola, Serra Sant'Abbondio, San Lorenzo in Campo);

andranno a costituire un unico Ambito di riferimento, denominato *Ambito costiero Sud*, facente capo alla Discarica strategica di Fano e quindi alla gestione ASET.

Nella allegata Tabella si riportano i dati di raccolta anno 2012 RSU ed RD per i Comuni dell’Ambito di riferimento, che possono essere così sintetizzati.

**Tab. 2.3 – Dati di raccolta anno 2012**

	RSU (t)	FORSU (t)	Verde (t)
<b>Ambiti 5, 6 e 8 (*)</b>	37.760	7.260	10.560
<b>Totale Provincia</b>	94.301	39.618	
<b>% Ambiti 5,6 e 8 su Totale Provincia</b>	45,0 %	40,0 %	

(\*) Dell’ambito n. 8 per FORSU e Verde è disponibile solo il dato di Pergola

Come evidenziato in Tab. 2.3 la produzione di rifiuti relativa all’Ambito di riferimento costituisce il 45% del totale provinciale RSU ed il 40% della raccolta FORSU+Verde.

Tuttavia, considerando che per l’Ambito di riferimento non sono stati conteggiati (perché non disponibili) i dati di FORSU e Verde di 4 Comuni (Fratte Rosa, Frontone, San Lorenzo in Campo e Serra Sant’Abbondio) e che nel frattempo produrranno i loro effetti i servizi di raccolte della FORSU attivati nel 2013 nei Comuni di Pergola, Mondolfo e Monte Porzio, a regime si possono considerare (per l’Ambito di riferimento individuato) dei fabbisogni impiantistici di smaltimento RSU e trattamento FORSU+Verde pari al 50 % delle quantità previste per tutto il territorio Provinciale.

Come dato di progetto dell’impianto in esame possono pertanto considerarsi le seguenti quantità di fabbisogno impiantistico (50% valori Tab. 2.2):

**Tab. 2.4 - DATI INPUT IMPIANTO**

anno	2016	2017	2018	2019	media
<b>RSU (t/anno)</b>	32.340	30.880	29.420	27.960	<b>30.151</b>
<b>FORSU + VERDE (t/anno)</b>	24.100	24.560	25.020	25.460	<b>24.780</b>

### 3. UBICAZIONE DELL'IMPIANTO

Il sito prescelto per il posizionamento dell'impianto è composto da un lotto di circa 26.000 mq, di forma quasi rettangolare (140 x 180 m ca.), situato nel Comune di Fano – Loc. Monteschiattello - in area adiacente la Discarica; il terreno risulta inclinato a doppia pendenza, con quota comprese tra i 100 e i 120 m slmm.



**Visione dell'area disponibile – Foto ripresa dallo spigolo sud-est del sito**

L'area in esame (vedi foto) è posta nella porzione meridionale del comune di Fano (PU), in prossimità del confine con il Comune di San Costanzo; si presenta come un terreno incolto, inserito in un contesto agricolo dal profilo morfologico collinare. Si tratta di un lembo di una vallecola posta in direzione est-ovest rivolta verso l'interno; detta vallecola risulta nascosta alla vista dalle principali arterie di mobilità (Autostrada A14, S.S. Adriatica n. 16, Ferrovia Adriatica); solo parzialmente risulta visibile dalla S.P. Orcianense n. 16

Il lotto risulta urbanisticamente classificato come **zona F8\_D**, già quindi destinata ad ospitare impianti tecnologici di pubblico interesse (cfr. Relazione Urbanistica).

L'intervento quindi non comporterebbe variante al PRG vigente del Comune di Fano, né quindi dovrebbero essere attivate procedure di VAS (Valutazione Ambientale Strategica), come peraltro confermato dalla Provincia di Pesaro e Urbino su esplicita richiesta di ASET, con grandi vantaggi in termini di iter autorizzativo.

Il lotto identificato risulta di proprietà del Comune di Fano, con grande vantaggio quindi anche in termini di acquisizione dell'area sia dal punto di vista dei tempi di realizzazione (si eviterebbe la procedura di espropriazione) che dei costi di acquisizione dell'area.

Nella Relazione Urbanistica è riportato un approfondito studio atto a verificare la compatibilità della localizzazione dell'impianto prescelta in relazione al sistema di vincoli urbanistico-paesaggistici indicati dagli strumenti di pianificazione Regionale, Provinciale e Comunale e quelli

derivanti dai piani di settore : Piano Regionale di Gestione Rifiuti (PRGR) e Piano Provinciale di Gestione Rifiuti (PPGR).

L'accesso al sito risulta ottimale in quanto l'area risulta pressoché adiacente la S.P. n. 16 Orcianense (che collega il litorale con i Comuni interni), già utilizzata per l'accesso dei mezzi di raccolta rifiuti alla Discarica comprensoriale.

Non risultano rinvenimenti archeologici, mentre le interferenze sono limitate ad un elettrodotto a bassa tensione, facilmente spostabile sui bordi del lotto.

## 4. SCELTA DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Lo studio delle diverse possibili alternative progettuali, che ha portato alla soluzione di seguito presentata, è stato condotto in base ad approfonditi studi su due aspetti principali:

- Localizzazione;
- Tecnologie di trattamento.

Per quanto attiene alla localizzazione sono state prese in considerazione, mettendone a confronto le caratteristiche urbanistico-paesaggistiche, due macroaree; la prima adiacente la Discarica e denominata ZONA A (Monteschiantello), la seconda adiacente il Deposito Automezzi di Igiene Ambientale denominata ZONA B (Loc. Madonna Ponte).

A loro volta dette macroaree sono state divise in ambiti di estensione minore, per ognuno dei quali sono state raccolte le informazioni riportate nelle schede nel paragrafo 14 della Relazione Urbanistica, cui si rimanda per tutti i dettagli.

Sulla base delle considerazioni svolte nella Relazione Urbanistica, valutando vari fattori di natura urbanistica, paesaggistica, antropica ed economica si può affermare che il sito prescelto (tra quelli esaminati) allo stato attuale delle conoscenze risulta il più adeguato alla localizzazione dell'impianto.

Per quanto attiene alla tecnologie di trattamento dei rifiuti organici si rimanda invece alle ampie valutazioni condotte in sede di Studio di Fattibilità, nel quale è stata identificata la tipologia di trattamento delle matrici organiche più idonea condotta mediante processo aerobico controllato preceduto da un trattamento di **Digestione Anerobica**.

## 5. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

### Potenzialità operativa dell'impianto

Con riferimento alle necessità di trattamento evidenziate nei capitoli precedenti, l'impianto proposto è stato concepito per una potenzialità complessiva di 55.000 tonnellate/anno, intesa come capacità di trattamento di FORSU, Verde (sfalci e potature) e di Rifiuto Solido Urbano (RSU) Indifferenziato, così suddivisa:

Quantità conferibile	t/anno
<b>FORSU</b>	15.000
<b>Verde (strutturante)</b>	10.000
<b>RSU indifferenziato</b>	30.000
<b>Totale conferibile</b>	<b>55.000</b>

La possibilità di implementazione dell'impianto, mediante l'inserimento di moduli aggiuntivi (ad esempio il raddoppio del digestore), consentono un eventuale incremento delle capacità di trattamento, senza stravolgere il layout di funzionamento progettato.

L'impianto proposto si compone dalle seguenti sezioni (Cfr. Tav. 6 – *Flusso lavorazioni*):

- Sezione di pesatura, registrazione e controllo del materiale;
- Sezione di ricezione, stoccaggio e trattamento meccanico del RSU indifferenziato (Capannone A);
- Sezione di ricezione e stoccaggio del materiale organico (Capannone C);
- Sezione di pre-trattamento meccanico del materiale organico (Capannone C);
- Sezione di digestione anaerobica (Digestore);
- Sezione di cogenerazione (box esterno);
- Sezione di miscelazione e smistamento (Capannone B);
- Sezione di compostaggio aerobico (Biotunnel);
- Sezione di maturazione e raffinazione del compost (Capannone D);
- Sezione di deposito compost finito (Capannone E);
- Sezione di trattamento delle arie di processo (Scrubber e Biofiltro)

Costituiscono poi sezioni ausiliarie:

- Sala controllo;
- Palazzina uffici e spogliatoi;
- Rete collettamento acque reflue (nere, bianche, pluviali, ecc.);
- Vasca di prima pioggia e stoccaggio liquami;
- Impianto antincendio.

## Tipologia dei rifiuti trattati

Il processo tecnologico proposto mira a realizzare operazioni di trattamento e/o recupero di materia ed energia dalle tipologie di rifiuto di seguito indicate.

In questa fase viene volutamente proposto un elenco minimale di CER, strettamente connesso agli scopi principali dell'impianto di trattamento di rifiuti urbani e assimilabili; si rinvia alle successive fasi di progettazione l'eventuale estensione dell'elenco ad altre tipologie di rifiuto, compatibili con le possibilità e le capacità di trattamento dell'impianto.

Sono in questa fase esclusi i fanghi da depurazione biologica.

### Linea trattamento RSU

**20 - Rifiuti urbani (rifiuti domestici e assimilabili prodotti da attività commerciali e industriali nonché dalle istituzioni) inclusi i rifiuti della raccolta differenziata**

20 03	CER	altri rifiuti urbani
	20 03 01	rifiuti urbani non differenziati
	20 03 02	rifiuti dei mercati
	20 03 03	residui della pulizia stradale
	20 03 07	rifiuti ingombranti
	20 03 99	rifiuti urbani non specificati altrimenti

### Linea trattamento FORSU

**02 - Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti**

02 03	CER	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca
	02 03 04	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione

**03 – Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli, mobili, polpa, carta e cartone**

03 01	CER	Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli e mobili
	03 01 05	trucioli, residui di taglio, pannelli e piallacci di legno vergine (con esclusione della segatura)

**20 - Rifiuti urbani (rifiuti domestici e assimilabili prodotti da attività commerciali e industriali nonché dalle istituzioni) inclusi i rifiuti della raccolta differenziata**

20 01	CER	Frazioni oggetto di raccolta differenziata (tranne 15 01)
	20 01 01	carta e cartone
	20 01 08	rifiuti biodegradabili di cucine e mense = FORSU
20 02		rifiuti prodotti da giardini e parchi (inclusi i rifiuti provenienti da cimiteri)
	20 02 01	rifiuti biodegradabili = Verde
20 03		altri rifiuti urbani
	20 03 02	rifiuti dei mercati

A titolo di esempio si descrivono alcune tipologie di rifiuto

Codice CER: **20 01 08**

Descrizione: **Rifiuti biodegradabili di cucine e mense**

Descrizione merceologica: **Rifiuti biodegradabili di provenienza domestica**



Codice CER: **20 03 02**

Descrizione: **rifiuti dei mercati**

Descrizione merceologica: **rifiuti biodegradabili di mercati**

Codice CER: **20 02 01**

Descrizione: **rifiuti biodegradabili**

Descrizione merceologica: **biomasse vegetali costituite da sfalci e potature**



Codice CER: **02 03 04**

Descrizione: **scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione**

Descrizione merceologica: **rifiuti dalla preparazione e dal trattamento di frutta, verdura, cereali e dalla produzione di conserve alimentari**

Codice CER: **03 01 05**

Descrizione: **trucioli, residui di taglio, pannelli e piallacci di legno vergine**

Descrizione merceologica: **sfridi di lavorazioni di falegnameria di legno vergine (con esclusione di segatura)**



Le Operazioni di Recupero e Smaltimento eseguite presso l’impianto risultano codificate, secondo gli Allegati B e C alla parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., come di seguito indicato.

<b>CODICE</b>	<b>TIPOLOGIA OPERAZ.</b>	<b>DESCRIZIONI DI LEGGE</b>
<b>D8</b>	<b>Trattamento biologico</b>	Trattamento biologico (o fisico-chimico rispettivamente) non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12
<b>D9</b>	<b>Trattamento fisico</b>	
<b>R1</b>	<b>Utilizzo energetico</b>	Utilizzazione principalmente come combustibile o come altro mezzo per produrre energia
<b>R3</b>	<b>Digestione anaerobica</b>	Riciclaggio/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)
<b>R3</b>	<b>Compostaggio</b>	
<b>R4</b>	<b>Recupero metalli</b>	Riciclaggio/recupero dei metalli e dei composti metallici

La sezione di trattamento RSU dell’impianto si configura come un’attività IPPC avente la seguente codifica.

<b>n° attività IPPC</b>	<b>Categoria di attività IPPC</b>	<b>codice IPPC</b>	<b>codice NOSE-P</b>	<b>codice NACE</b>	<b>codice ISTAT 1991</b>
1	5 – Gestione Rifiuti	5.3 - Impianto per l’eliminazione dei rifiuti non pericolosi quali quelli definiti nell’Allegato IIA della direttiva 75/442/CEE punti D8, D9 con capacità superiore a 50 tonnellate giorno - secondo allegato IIB “operazioni di recupero” punti R3, R13	109.07	90	<b>90020</b>

## 6. DESCRIZIONE DEL PROCESSO TECNOLOGICO

### Processo di trasformazione della biomassa

La biomassa da sottoporre a trattamento biologico è costituita da:

- frazione organica dei rifiuti urbani (**FORSU**) per circa il 60 %
- frazione **Verde** derivante dalle potature per circa il 40 %  
(gli sfalci di erba sono da considerarsi nella FORSU)

L'impianto di trattamento è finalizzato alla produzione di:

- **biogas**, da trasformare in energia elettrica (da immettere in rete) e termica;
- **ammendante compostato misto** (ai sensi del D.Lgs. 75/2010 e s.m.i.), da reimpiegare in agricoltura.

La tecnologia di processo adottata per la frazione organica prevede:

- 1) un pretrattamento meccanico dei rifiuti in ingresso;
- 2) un processo di degradazione anaerobica della sostanza organica;  
da cui si ottiene
  - biogas, per l'utilizzo energetico, inviato all'impianto di cogenerazione;
  - materiale digestato, destinato all'ulteriore trattamento;
- 3) un processo stabilizzazione aerobica del digestato (suddiviso in 2 fasi)

### Descrizione del sistema tecnologico

Come accennato in premessa, l'impianto proposto, pur costituendo un unico complesso produttivo, è suddiviso in due sezioni di lavoro che assolvono a compiti distinti:

- Il trattamento del Rifiuto Urbano Indifferenziato ai fini di un corretto smaltimento;
- Il trattamento del Rifiuto Organico (FORSU e Verde) ai fini della valorizzazione energetica e del recupero di sostanza organica.

Facendo riferimento alla Tav. 6 – *Flusso delle lavorazioni* - si ha:

Il trattamento del RSU Indifferenziato avviene secondo i seguenti passaggi funzionali:

- Accettazione, pesatura e controllo del materiale;
- Conferimento in area chiusa;
- Separazione frazione non processabile e pre-trattamento meccanico (triturazione);
- Separazione secco-umido-metalli (vagliatura-deferizzazione);
- Avvio a smaltimento della frazione secca e a recupero della frazione metallica;

- Stabilizzazione della frazione umida;
- Avvio a smaltimento della frazione umida stabilizzata (FOS).

Il trattamento del Rifiuto Organico avviene secondo i seguenti passaggi funzionali:

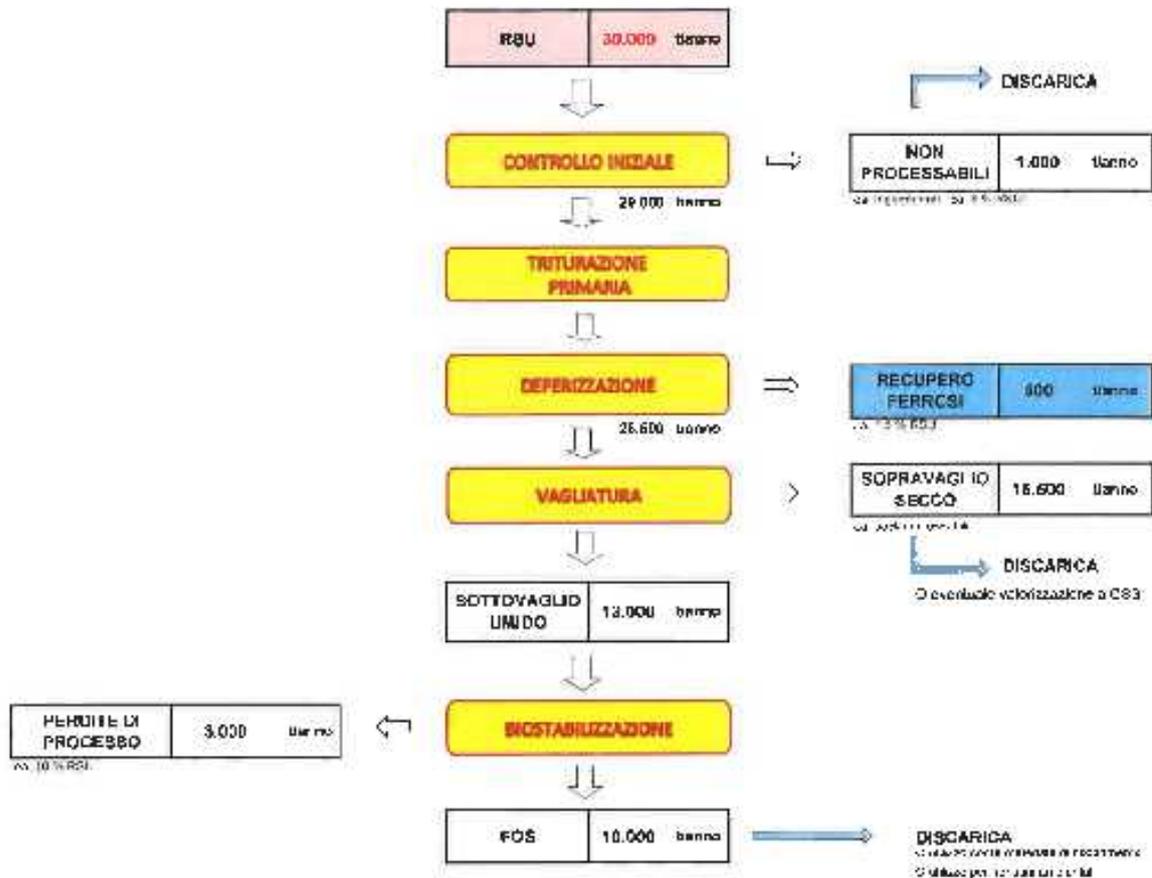
- Accettazione, pesatura e controllo del materiale;
- Conferimento in fossa;
- Pretrattamento meccanico della frazione umida (FORSU);
- Alimentazione del Digestore;
- Digestione Anaerobica;
- Cogenerazione;
- Miscelazione (digestato, verde, sovalli);
- Compostaggio aerobico;
- Vagliatura intermedia;
- Maturazione del compost;
- Raffinazione del compost (Vagliatura finale);
- Biofiltrazione arie di processo.

Nelle pagine che seguono si presentano gli schemi generale dei **Flussi di processo** ed i **Bilanci di massa** delle singole fasi di:

- Trattamento Meccanico – Biologico dei RSU
- Trattamento anerobico FORSU – Sistema tipo Kompogas
- Trattamento FORSU – Fase aerobica

### TRATTAMENTO MECCANICO - BIOLOGICO RSU

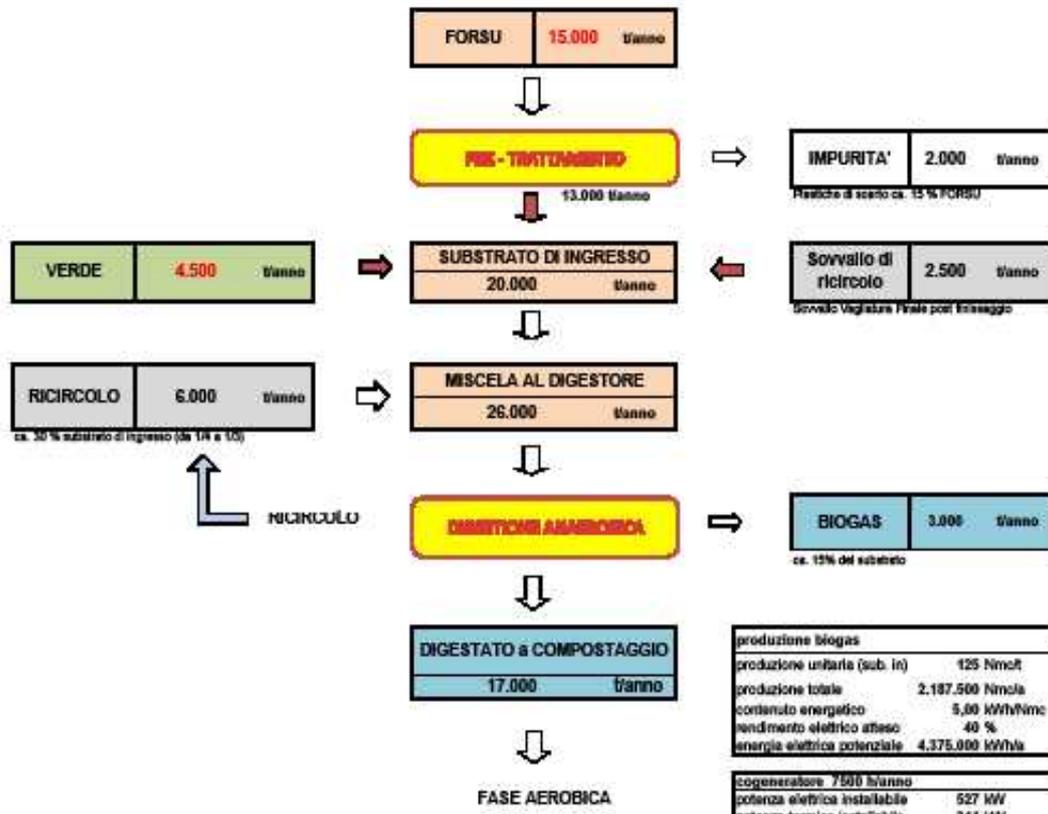
#### BILANCIO DI MATERIA



#### DATI IMPIANTO TRATTAMENTO TME



### TRATTAMENTO ANAEROBICO della frazione organica - Sistema tipo Kompogas BILANCIO DI MATERIA



produzione biogas	
produzione unitaria (sub. in)	125 Nm <sup>3</sup> /t
produzione totale	2.187.500 Nm <sup>3</sup> /a
contenuto energetico	5,00 kWh/Nm <sup>3</sup>
rendimento elettrico atteso	40 %
energia elettrica potenziale	4.375.000 kWh/a

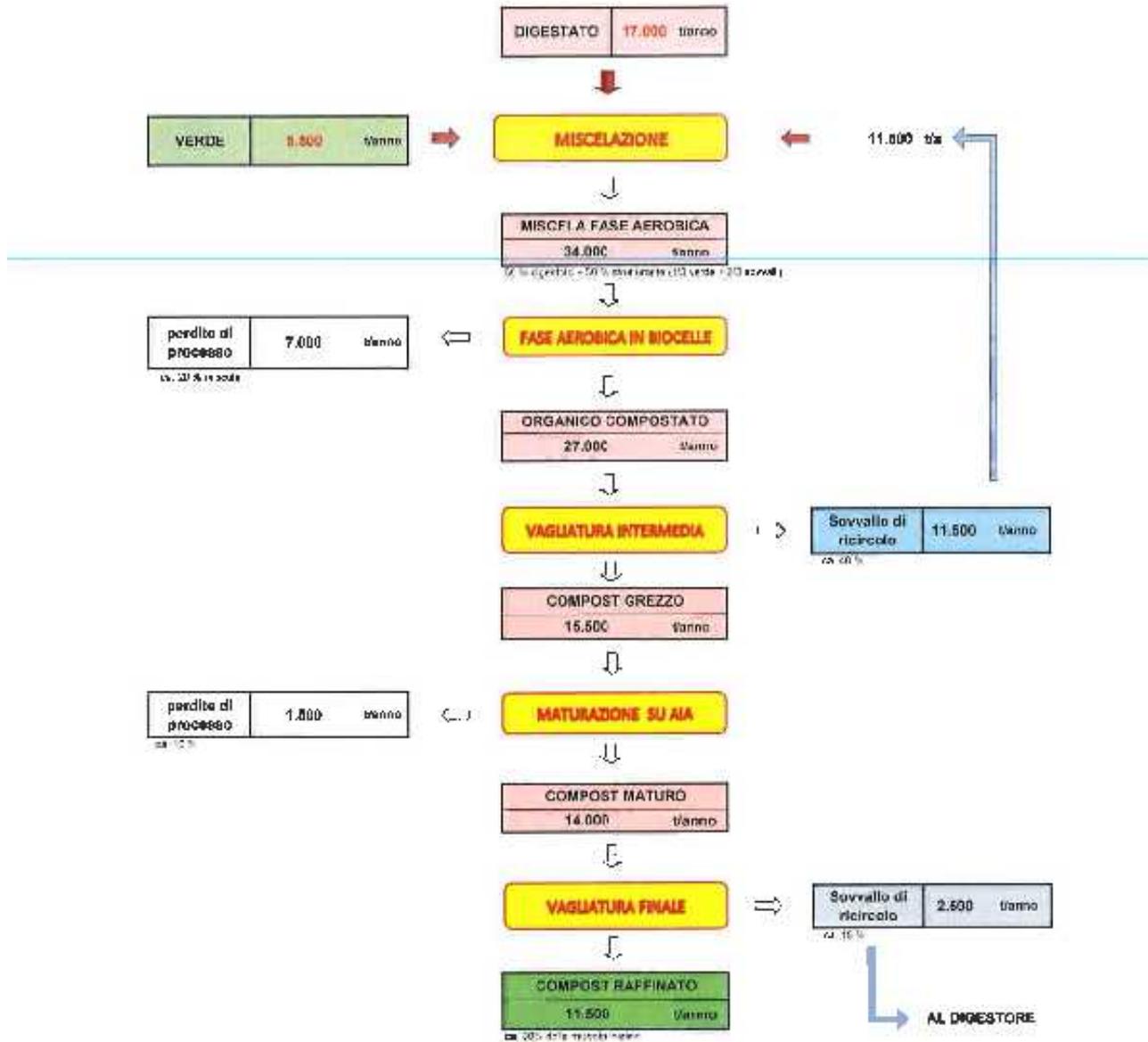
cogeneratore 7500 t/anno	
potenza elettrica installabile	527 kW
potenza termica installabile	314 kW
energia elettrica attesa	3.952.500 kWh/a
potenza termica attesa	2.355.000 kWh/a

**DATI IMPIANTO (Anaerobico + Aerobico)**

INPUT		
FORSU	15.000	t/anno
VERDE	10.000	t/anno
		25.000 t/anno

OUTPUT		
BIOGAS	3.000	t/anno
COMPOST	11.500	t/anno
IMPURITA'	2.000	t/anno
perdite di processo	8.500	t/anno
		25.000 t/anno

### FASE AEROBICA - BILANCIO DI MATERIA



## LINEA TRATTAMENTO RIFIUTI URBANI INDIFFERENZIATI

Per il posizionamento dei macchinari richiamati nel presente capitolo si faccia riferimento alla Tav. 3.3 – Planimetria generale.

### Conferimento e ricezione dei materiali

Il conferimento del rifiuto indifferenziato, una volta espletate le operazioni di pesatura, registrazione dei conferimenti e controllo visivo del materiale avviene direttamente nell'area di accumulo del materiale, posta sul lato ovest del Capannone A.

I mezzi dovranno fare manovra accostando la parte posteriore verso uno dei tre portoni di scarico disponibili; un sistema semaforico informerà l'autista sulla corsia di scarico da utilizzare.

I mezzi non entrano nel capannone ma scaricano dall'alto verso l'interno dello stesso; la pavimentazione del capannone si trova ad una quota ribassata ( - 2.50 m) rispetto al piazzale di manovra dei mezzi; questa differenza di quota consente di ricavare un volume di stoccaggio sufficiente a garantire i conferimenti per più giorni lavorativi , in previsioni di giorni festivi di raccolta, di punte di conferimento, di fermi impianto per manutenzioni, ecc.

L'impianto è dimensionato in modo che, al termine di una giornata lavorativa standard, i rifiuti in ingresso siano stati tutti lavorati.

L'area di stoccaggio è leggermente in pendenza, favorendo la raccolta sul fondo dell'eventuale percolato, che verrà drenato dalla rete principale di raccolta delle acque di percolazione; la pavimentazione di quest'area è dotata di particolari accorgimenti per evitare l'infiltrazione di percolati nel sottosuolo.

Tramite una pala meccanica i rifiuti vengono avvicinati al trituratore primario (**Pos. 1**), che viene alimentato tramite un caricatore a polipo.

Il sistema di aspirazione e di trattamento dell'aria all'interno della sezione di ricezione, garantisce 4 ricambi d'aria all'ora, mantenendo ottimali le condizioni igieniche e di lavoro.

### Trattamento meccanico

La triturazione del rifiuto è finalizzata all'apertura dei sacchi e all'omogeneizzazione merceologica e granulometrica del materiale.

Il materiale in uscita dal trituratore viene convogliato, tramite nastri trasportatori al vaglio rotante (**Pos. 3**).

Il vaglio provvederà ad effettuare una separazione meccanica della **frazione umida** (sottovaglio), avente ancora una importante componente organica, dalla **frazione secca** (sovvallo o sopravaglio) del rifiuto che, essendo più leggera, tenderà a "flottare" all'interno del vaglio.

La frazione secca "inorganica" dopo essere stata sottoposta a deferrizzazione viene avviata automaticamente, per mezzo di un sistema di nastri, ad una tramoggia di scarico che consente il conferimento del rifiuto in continuo su semirimorchi autocompattanti con caricamento dall'alto.

Tale frazione potrà trovare una delle seguenti collocazioni:

- Recupero di energia presso termovalorizzatori;
- Invio ad impianti di recupero per la produzione di CSS;

- Smaltimento in discarica.

Nelle successive fasi progettuali si potrà valutare se eseguire direttamente in questo impianto le prime fasi di valorizzazione della materia con la produzione di CSS.

L'estrazione delle componenti metalliche avviene attraverso deferrizzatori magnetici a nastro (**Pos. 2**) montati perpendicolarmente ai nastri trasportatori.

Il materiale recuperato viene raccolto in appositi container ed inviato a recuperatori specializzati.

Il sottovaglio cade in una nicchia appositamente ricavata all'interno del perimetro del Capannone A; la pavimentazione di tale nicchia è posta alla stessa quota del Capannone B, il volume ricavato dalla nicchia costituisce l'area di stoccaggio del materiale da trattare.

Anche la pavimentazione dell'area di stoccaggio è dotata di canalette drenanti e di speciali rivestimenti che evitano l'infiltrazione dei percolati nel sottosuolo.

Mediante la pala meccanica a servizio del Capannone B si potrà quindi prelevare il materiale che verrà avviato al trattamento biologico.

E' prevista una lavorazione in due turni di lavoro di 6 ore ciascuno su 6 giorni/settimana.

## Trattamento biologico

La sezione di trattamento biologico prevede l'impegno di 2 delle 8 biocelle (vedi oltre) di cui è dotato l'impianto.

Qui la frazione umida (sottovaglio) subisce un processo statico di igienizzazione e stabilizzazione del materiale. Attraverso una "biossiazione accelerata" si attivano infatti rapidi ed intensi processi degradativi a carico delle componenti organiche maggiormente fermentescibili ancora contenute nel rifiuto indifferenziato.

Valgono qui le stesse considerazioni sulle caratteristiche tecniche e di lavorazione eseguite per il trattamento aerobico della FORSU meglio descritte nei paragrafi successivi, cui si rimanda.

Il tempo di permanenza del materiale all'interno delle biocelle è di 15÷21 giorni.

Il materiale in uscita dai biotunnel assume la definizione di FOS (Frazione Organica Stabilizzata).

Il materiale stabilizzato potrà così essere avviato a smaltimento o ad utilizzo come materiale tecnico di ricoprimento giornaliero in Discarica.

Nelle fasi successive della progettazione sarà possibile valutare se destinare parte della sezione di maturazione in aia per il finissaggio aerobico del materiale in esame, al fine di garantire il rispetto dei requisiti chimico-fisici del materiale nel caso in cui si opti per l'avvio a recupero.

La FOS in uscita dalle biocelle viene spostata, mediante pala meccanica, nell'area di stoccaggio apposita predisposta nel Capannone C; da qui, mediante carroponete, il materiale viene caricato su una tramoggia (**Pos. 4**) che alimenta una sequenza di nastri trasportatori che portano il materiale alla tramoggia di scarico posta in testa all'impianto (piano rialzato Capannone A).

## LINEA TRATTAMENTO RIFIUTI ORGANICI

### Conferimento e ricezione dei materiali

Il conferimento delle biomasse, una volta espletate le operazioni di pesatura, registrazione dei conferimenti e controllo visivo del materiale, avviene direttamente nella fossa di accumulo del materiale posto sul lato nord-est del Capannone C.

La FORSU, gli sfalci ed in generale i materiali putrescibili, vengono scaricati direttamente dai mezzi adibiti alla raccolta.

La frazione verde (ramaglie) proviene dalla vicina Piattaforma di raccolta e triturazione posta a monte dell'impianto, pertanto il materiale viene conferito in fossa già triturato.

La fossa assume anche la funzione di stoccaggio dell'accumulo giornaliero e del fine settimana di tutti i materiali in ingresso, al fine di garantire una alimentazione continua della biomassa al digestore e quindi una produzione regolare di gas ed un ottimale recupero energetico mediante il motore.

Il materiale scaricato dai mezzi di raccolta viene movimentato da un carroponete che può essere azionato sia manualmente (per l'eventuale distribuzione uniforme dei materiali all'interno della fossa o per la separazione di materiali non idonei) che in automatico; in questo caso le operazioni di movimentazione vengono gestite da un programma di prelievo pre-impostato.

### Alimentazione del digestore

La frazione organica da Raccolta Differenziata contiene una certa percentuale di impurità costituita per lo più da sacchetti di plastica che devono essere aperti e separati dalla sostanza organica. Ciò avviene mediante l'utilizzo di uno spappolatore (**bio-spremitore – Pos. 7**); si tratta di una macchina spremitrice che separa le plastiche (senza romperle) dalla sostanza organica che a sua volta viene ridotta in forma di purea pompabile.

In questo modo si ha, sin da subito, la separazione e l'allontanamento delle plastiche, che non entreranno quindi in nessuna delle lavorazioni seguenti e quindi nel compost finale.

Durante la lavorazione la purea verrà raccolta e convogliata al di sotto della macchina e condotta verso l'esterno. La frazione solida verrà espulsa verso l'esterno della macchina stessa da un apposita apertura.

La purea pompabile (che ha un tasso di sostanza secca di circa il 15 %) corrisponde a circa l'80 ÷ 90 % dei rifiuti in ingresso, la restante quota tra il 20 ÷ 10 % è costituita dalla frazione "solida inerte" costituita dalle plastiche selezionate destinate a scarto.

I rendimenti di selezione sono funzione della qualità del materiale in ingresso.

La purea viene pompata direttamente all'interno del digestore, mentre le plastiche vengono sistemate dal carroponete nella tramoggia di carico della FOS (**Pos. 5**) che, tramite nastri trasportatori, porta il materiale nel capannone A, nella zona di scarico dei sovralli e della FOS (**Pos. 4**).

L'alimentazione al digestore della frazione verde tritata avviene tramite una tramoggia di carico dedicata (**Pos. 8**); il materiale viene prelevato dalla fossa mediante il carroponte ed inserito nella tramoggia che invia il materiale al digestore.

L'immissione del materiale nel digestore avviene mediante una coclea discendente chiusa, nella parte inferiore dello stesso; la massa di reazione funge quindi da guardia idraulica impedendo l'immissione di ossigeno indesiderato.

All'interno del digestore possono essere inserite, attraverso linee separate, acque di processo dell'impianto o direttamente acqua pulita.

La richiesta giornaliera di materiale dalla fossa al gestore è espletata in modo uniforme nell'arco delle 24 ore per mezzo di unità logiche di controllo automatico (PLC).



**Coclea di alimentazione**

## Il trattamento anaerobico

Come definito in premessa (vedi anche Appendice) la tecnologia di digestione in progetto è del tipo semisecco (semidry) con processo in semi-continuo.

La fermentazione anaerobica a semisecco è caratterizzata da un tenore in solidi del rifiuto alimentato al digestore che, per un funzionamento ottimale, si aggira attorno al 20 %, ottenendo una miscela pastosa ma ancora manipolabile con mezzi di trasporto automatici a ciclo chiuso.

Rispetto alla fermentazione ad umido si evita la diluizione con acqua, il rimescolamento in forma liquida e lo smaltimento di grossi quantitativi di acque di processo.

In confronto con le tecnologie cosiddette a secco si caratterizza invece per la possibilità di alimentare il reattore con FORSU tal-quale (senza particolare aggiunta di materiale strutturante), contenendo così i volumi di reazione necessari in questo stadio di trattamento.



La biomassa inserita rimane all'interno del digestore per un periodo di ritenzione medio di ca. 20 giorni, durante i quali subisce i diversi processi di degradazione ad una temperatura mantenuta pressoché costante attorno ai 55° C per garantire le condizioni termofile, necessarie per l'igienizzazione del prodotto finale.

Nel progetto in esame si prevede l'installazione di un solo digestore (di capacità nominale di 20.000 t/anno) ad asse orizzontale in cemento armato, completamente rivestito all'interno in acciaio inossidabile.

L'eventuale scelta di raddoppiare la produttività mediante l'inserimento di un digestore gemello avrebbe anche il vantaggio di far fronte ad eventuali punte di conferimento dei rifiuti ed avere delle riserve in caso di manutenzione ordinaria e straordinaria di uno dei due elementi.

Nel digestore è incorporato un agitatore ad asse orizzontale (mixer) per la movimentazione interna del materiale in fase di fermentazione; tale movimentazione consente un continuo rimescolamento del materiale, in modo da prevenire la formazione di depositi galleggianti, garantendo altresì una lavorazione ottimale del materiale senza interrompere il flusso di alimentazione e scarico.

Nella parte inferiore il digestore ha sezione circolare, questo consente alle aste del mixer (dotate nella parte terminale di palette raschianti) di tenere sempre pulito il fondo, evitando depositi ed incrostazioni.

La disposizione orizzontale del digestore fa sì che al suo interno si formi un "flusso a pistone" di biomassa che si muove da un estremo all'altro dello stesso, sostando per un tempo mediamente definito e permettendo un'ottimale decomposizione anaerobica del materiale.



Il digestore è riempito per 3/4 con biomassa, in particolare il livello di carico viene mantenuto tra l'85 % (max) ed il 70 % (min) dell'altezza interna del fermentatore. Un PLC controlla permanentemente il livello del materiale all'interno del digestore; se questo scende sotto il livello minimo si arresta l'estrazione, mentre se sale sopra il livello massimo si arresta l'alimentazione.

La temperatura all'interno della massa in fermentazione è mantenuta costantemente attorno ai 55°C per mezzo di tubazioni verticali in cui viene fatta scorrere l'acqua riscaldata a circa 80°C, sfruttando il cascame termico del motore.

Il biogas che si sprigiona dalla biomassa si accumula sulla parte alta del reattore mettendolo in leggera sovrappressione (15-60 mbar), in modo da ottenere un flusso costante di biogas verso l'esterno attraverso le apposite apparecchiature di prelievo e le condotte di convogliamento agli impianti utilizzatori.

I dispositivi di alimentazione, di prelievo e la leggera sovrappressione interna fanno sì che il rischio di ingresso di ossigeno sia molto limitato, evitando così qualsiasi formazione di miscela gas-aria esplosiva.

Al completamento della fase di digestione anaerobica il digestato viene estratto in basso, sul lato opposto del digestore, da una pompa a pistone che opera in ciclo automatico; parte del materiale spillato è riciclato per inoculare il materiale fresco in arrivo.

Il digestato estratto viene pompato direttamente nel miscelatore (**Pos. 10**) assieme al materiale strutturante.

Tutte le operazioni sono controllate da un sistema PLC centralizzato che consente un funzionamento in automatico; il personale operativo può ovviamente forzare il sistema agendo manualmente.

Una serie di allarmi progressivi e l'attivazione di eventuali interventi garantiscono un sicuro ed ottimale funzionamento del sistema.

## Impianto di cogenerazione

Il sistema proposto non necessita di camera di accumulo del gas in quanto il digestore stesso funge da gasometro.

All'interno del digestore viene mantenuta una pressione media di pochi millibar (15-60), sufficiente a convogliare il biogas direttamente alla centrale di cogenerazione. Le condizioni operative del digestore assicurano una produzione ed alimentazione stabile di biogas e quindi di energia.

Il biogas prodotto nel digestore è costituito da una miscela di gas composto per circa il 60% da metano (CH<sub>4</sub>).

Il biogas prima di essere convogliato verso l'impianto di utilizzatore, viene preventivamente deumidificato utilizzando uno scambiatore a fascio tubiero che condensa il biogas mediante raffreddamento ad una temperatura di circa 7°C. Il biogas viene altresì purificato mediante un filtro a cartuccia; la qualità dello stesso è tenuta sotto controllo, mediante la misura del tenore di metano, azoto, anidride carbonica e acido solfidrico.

Il gas prodotto viene così inviato all'impianto di cogenerazione, costituito da un motore a gas a combustione interna, accoppiato ad un generatore di corrente elettrica.

L'energia elettrica prodotta viene immessa in rete attraverso una sottostazione elettrica di trasformazione e di media tensione (MT).

In caso di esubero del gas prodotto, la parte eccedente viene bruciata in torcia.

## Il trattamento Aerobico

Il materiale digestato, in uscita dal fermentatore anaerobico, dopo aver subito un processo di biodegradazione del carbonio organico (fino ca. al 70%), dovrà essere inviato poi ad ulteriori fasi di trattamento (questa volta in condizioni aerobiche) che completino il ciclo della desiderata decomposizione/stabilizzazione della sostanza organica biodegradabile residua nel digestato.

Per l'ulteriore trattamento del digestato in cumuli areati, questo deve essere sottoposto alla miscelazione con materiale legnoso triturato e/o con sovrappeso di ricircolo; andranno infatti garantite la porosità necessaria al passaggio dell'aria di ossigenazione, nonché le caratteristiche strutturali ottimali nel prodotto finito.

Il processo di miscelazione del digestato con il materiale strutturante avviene appunto mediante un apposito **miscelatore (Pos. 9)** la cui tramoggia dosatrice viene così alimentata:

- pompaggio del digestato in uscita da digestore;
- prelievo dalla fossa, mediante carroponete, del verde triturato, che alimenta un'apposita tramoggia di carico (**Pos. 8**);
- carico manuale del sovrullo di ricircolo mediante pala meccanica.

Un sistema di controllo dei pesi dei vari materiali garantisce la corretta composizione della miscela; le operazioni di miscelazione si svolgono sempre con presenza di operatori.

Il miscelatore scarica la miscela (per mezzo di un nastro) in un box di accumulo, pronta per essere avviata a compostaggio.

La fase di compostaggio aerobico che, come detto, ha l'obiettivo di completare la stabilizzazione della biomassa, viene suddivisa in due sottofasi successive:

- La fase di bio-ossidazione aerobica accelerata;
- La fase di maturazione.

### Prima fase - ossidazione aerobica accelerata in biocelle (biotunnel)



La prima fase, denominata di bio-ossidazione intensiva, avviene mediante la deposizione del materiale in cumuli posto all'interno di box chiusi (**biotunnel** o **biocelle**), dotati di un pavimento ventilato e di un sistema di aspirazione dell'aria esausta.

Le celle sono realizzate in cemento armato prefabbricato, del volume totale di circa 460 m<sup>3</sup> ciascuna.

Qui i processi di biodegradazione a carico delle componenti organiche fermentescibili

sono più intensi e rapidi; in questa fase, che si svolge tipicamente in condizioni termofile, si raggiungono temperature elevate nella biomassa, provocandone la sterilizzazione e l'essiccazione. L'eccesso di calore viene asportato sotto forma di vapore acqueo assieme all'aria aspirata ed espulsa attraverso il biofiltro.

L'andamento della temperatura del materiale è monitorato e pilotato in continuo, mediante la variazione automatica della portata d'aria insufflata.

Il pavimento è provvisto di un sistema integrato di insufflazione di aria di processo (con portate che possono raggiungere i 40-45 m<sup>3</sup>/h/t) che attraversa il materiale dal basso verso l'alto. L'aria in eccesso viene ripresa dall'alto per essere ricircolata ed eventualmente integrata da aria fresca qualora il tenore di ossigeno sia insufficiente, in questa fase infatti si ha un'elevata richiesta di ossigeno necessario alle reazioni biochimiche.

Il ricircolo dell'aria consente di mantenere l'umidità della massa nelle condizioni ottimali di processo (contrariamente a quanto avviene nel compostaggio in aie aperte, dove l'umidità del materiale degrada rapidamente, specie nello strato superficiale, inibendo l'attività microbica).

Dall'alto è possibile umidificare il materiale mediante irrigazione a pioggia sulla biomassa (con ugelli tipo sprinkler), al fine di garantire le condizioni di umidità ottimali per la coltivazione dei microorganismi.

Il materiale viene caricato attraverso la porta anteriore mediante pala meccanica; l'operatore dovrà curare una uniforme distribuzione del materiale all'interno del biotunnel. Durante le fasi di carico e scarico il tunnel viene ventilato mediante la condotta di sfogo delle arie.

Una volta completato il caricamento, il portone ermetico viene chiuso ed inizia il processo, che durerà mediamente 3 settimane.

Si tratta quindi di un processo discontinuo (*in batch*), in quanto i tunnel devono essere caricati (riempimento dei box) e scaricati (svuotamento dei box) uno dopo l'altro fino alla completa movimentazione del materiale da lavorare. In ogni tunnel il materiale subisce un processo di fermentazione fino al raggiungimento di un determinato grado di stabilizzazione.

Il grado di stabilizzazione può essere misurato mediante una prova di laboratorio che individua il valore dell'Indice Respirometrico (IR).

Tutto il processo è controllato da un sistema informatico che consente il controllo dinamico e la programmazione dei passaggi chiave del processo all'interno di ciascun biotunnel.

I dati di monitoraggio raccolti sono visualizzati sui monitor posti in sala controllo e confrontati in automatico con quelli di riferimento; in caso di scostamenti, il sistema attiva azioni correttive del processo (ad esempio la correzione dei flussi di aria e di acqua) in modo da garantire le condizioni prescrittive dettate dalla normativa. Anche la possibilità di visualizzazione chiara e sintetica dei dati consente rapide valutazioni e correzioni manuali del processo.

Al termine di questa lavorazione il materiale pre-compostato subisce una **Vagliatura**, cosiddetta **Intermedia** mediante un vaglio a tamburo rotante (**Pos. 11**) a maglia grossolana (# 40 mm).

Il sottovaglio del materiale pre-compostato viene spostato, mediante pala meccanica, alla seconda fase aerobica che conclude il ciclo produttivo.

Il sopravaglio viene invece ricircolato in quanto viene utilizzato come materiale strutturante per un nuovo ciclo di trattamento aerobico.

Il percolato prodotto durante questo processo viene raccolto sul fondo di ognuno dei tunnel ed inviato ad una vasca di raccolta per il suo stoccaggio e recupero.

### Seconda fase aerobica in aia di maturazione

Questa seconda fase, denominata di maturazione o finissaggio, si svolge con il materiale disposto in cumuli estesi all'interno



di un grande capannone areato; qui il materiale permane, in base alle caratteristiche del prodotto atteso, indicativamente altre 4-6 settimane.

Anche in questo caso il materiale pre-compostato viene ossigenato attraverso la platea insufflata per garantire la respirazione dei microrganismi che completano il processo di compostaggio.

Anche nella seconda fase le condizioni di umidità ottimali per la flora batterica sono garantite da un apposito impianto di umidificazione a soffitto, che in questo caso viene alimentato con acqua “chiare” (recuperate dalle acque piovane); l’operazione di umidificazione viene attivata solo nel caso in cui il condizionamento del materiale destinato alla maturazione richieda un intervento correttivo dell’umidità.

### Ricircolo percolati

Il percolato prodotto nella prima fase aerobica viene prelevato dal fondo dei tunnel e raccolto in una vasche di accumulo della capienza complessiva di 60 m<sup>3</sup>, lo stesso, tramite pompe di ricircolo, potrà successivamente essere spruzzato sulla biomassa mediante appositi ugelli che garantiscono una distribuzione omogenea dello stesso; eventuali quantità prodotte in eccesso al riutilizzo verranno inviate al trattamento in impianti autorizzati.

### Raffinazione, deposito e commercializzazione del prodotto finito

Come detto il materiale pre-compostato subisce una vagliatura intermedia per separare il materiale grossolano (sopravaglio) dal **compost grezzo** (sottovaglio). Tale lavorazione è possibile in quanto il materiale pre-compostato ora ha già perso gran parte della sua umidità ed è caratterizzato dalla mancanza di substrati velocemente biodegradabili e quindi non necessita più dello strutturante nella quantità iniziale.

Al termine della fase di maturazione il materiale viene trasferito ad un sistema di **Vagliatura Finale** di raffinazione mediante un vaglio a tamburo rotante (**Pos. 12**) a maglia fine (# 10 mm).

La frazione di sopravaglio viene avviata in testa al processo per essere utilizzata quale materiale strutturante di ricircolo.

La frazione passante al vaglio è considerata invece **compost maturo o compost raffinato di qualità** (secondo le definizioni di legge di seguito indicate) e viene inviata, mediante autocarri o con pala meccanica, nell’apposito capannone di stoccaggio del materiale finito, nel quale è ricavato anche lo spazio per il ritiro del materiale con grandi mezzi di trasporto, che vengono caricati con una pala gommata.

Il compost maturo potrà essere commercializzato e/o direttamente ritirato dagli utilizzatori per l’impiego in agricoltura o in giardinaggio.



Da studi condotti dal Consorzio Italiano Compostatori (CIC) – (vedi Rapporto Annuale 2013) più del 70 % del compost di qualità è stato impiegato in agricoltura in pieno campo, mentre il rimanente 30 % è stato venduto per trasformazione in prodotti per il giardinaggio e per la paesaggistica.

Ai sensi della recente revisione normativa sui fertilizzanti (D.Lgs. 75/2010 – All.2) emessa con DM 10/07/2013, che ha riordinato la classificazione degli ammendanti compostati: il compost in uscita dal processo è classificabile come **Ammendante Compostato Misto**, per il quale si prevede appunto l'utilizzo di digestato (con un range di pH più alto, fino a 8.8) ma non quello dei fanghi di depurazione.

## Filtrazione delle arie di processo

Tutti i volumi tecnici dell'impianto sono mantenuti in costante depressione (mediante aspirazione verso i punti di presa) per contenere la fuoriuscita di odori dall'impianto. L'aria prelevata dai capannoni e l'aria di processo viene avviata al biofiltro posto sopra le biocelle.

Il biofiltro è costituito da un letto di materiale filtrante collocato in una vasca in c.a. la cui pavimentazione è areata con le stesse modalità delle biocelle o realizzata mediante un pavimento flottante grigliato su cui viene poggiato il materiale filtrante. La posa del materiale filtrante avviene mediante una pala meccanica.

L'aria da trattare viene dapprima immessa in torri di lavaggio (scrubber) e poi inviata in pressione (tramite due ventilatori) sotto il biofiltro, dove si distribuisce uniformemente e attraversa il materiale filtrante. Il pavimento filtrante garantisce anche il drenaggio delle acque di condensa.

La biofiltrazione è un processo biologico di abbattimento degli odori, contenuti nelle arie di processo che sfrutta l'azione di una popolazione microbica eterogenea (composta da batteri, muffe e lieviti) che agisce da agente di rimozione naturale.

Questi microrganismi metabolizzano la maggior parte dei composti organici ed inorganici attraverso una molteplice serie di reazioni che trasformano i composti in ingresso in prodotti di reazione non più odoriferi.

L'utilizzo di biofiltri naturali viene ormai unanimemente riconosciuto come la migliore tecnologia di depurazione dell'aria, in quanto:

- Ha il miglior rapporto prestazione/costi
- Alta affidabilità dovuta alla semplicità costruttiva e gestionale;
- Il processo è completamente naturale e non fa uso di sostanze chimiche;
- Non sono richieste particolari opere di installazione e di manutenzione;
- Bassi costi energetici: l'elevata porosità del letto filtrante ed il suo basso spessore portano a ridotte perdite di carico, con conseguente riduzione delle portate di aspirazione degli impianti di ventilazione;
- Limitazione delle attività di manutenzione e controllo: vengono monitorati solo la temperatura e l'umidità del letto filtrante ed il funzionamento dei ventilatori;

I tempi di vita media del materiale filtrante sono lunghi da 2 a 5 anni, a seconda del grado di usura meccanica e dell'impoverimento microbiologico, dopo di che il materiale va sostituito.

Il materiale esausto non comporta problemi di smaltimento, essendo compatibile con i criteri di ammissibilità in discarica o (se possibile) può essere utilizzato come combustibile.

## 7. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE CIVILI

### Recinzione

Tutto l'areale oggetto di intervento è circondato da una recinzione resistente metallica di 2 metri di altezza.

Presso il lato est sono previsti tre punti di accesso carrabile all'impianto, in corrispondenza dei quali sono montati altrettanti cancelli scorrevoli.

L'ingresso nord viene invece lasciato libero in quanto su questo lato (da cui è previsto l'ingresso dei mezzi) l'impianto confina con la Discarica aziendale.

### Piazzale di manovra ed accettazione

Nel piazzale di ingresso, posto a quota assoluta 116.50 mslm, è dislocata una pesa a ponte a raso di dimensioni: 3 x 18 metri da 60 tons; il terminale di controllo è alloggiato in un box accettazione adiacente la pesa.

Il piazzale ha dimensioni di circa 40x75 m, sufficientemente largo da garantire adeguati spazi di manovra anche agli autotreni.

Verso il Capannone A il piazzale di ingresso sale a quota 117.50, per poi discendere nuovamente a 116.00 nella parte adiacente la zona di conferimento della FORSU (lato nord Capannone C)

Tutto il piazzale è realizzato con adeguata fondazione stradale ed un asfalto in binder chiuso da 10 cm. Un sistema di canalette di raccolta, convoglia le acque meteoriche alla vasca di prima pioggia.

### Capannoni industriali

L'impianto prevede la realizzazione di 5 capannoni industriali aventi le seguenti dimensioni (interassi pilastri):

**Tab. 7.1 – Dimensioni capannoni**

Capannone	Larghezza	Lunghezza	Altezza utile	Superficie coperta	Volume lordo	Quota pavimento
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>mslm</i>
<b>A</b>	27,00	48,00	9,0	1.380	13.938	115,0
<b>B</b>	34,90	49,20	9,0	1.805	18.231	110,0
<b>C</b>	19,20	39,85	12,0	850	11.135	110,0
<b>D</b>	18,80	94,90	6,0	1.900	13.490	110,0
<b>E</b>	20,30	60,00	6,0	1.308	9.287	102,0

Nel capannone A è alloggiato un soppalco a quota 117,50 di dimensioni 10,00 x 16,25 m

Sempre nel capannone A è presente una nicchia a quota 110,00 di dimensioni 6,60 x 6,00 m.

Caratteristiche tecniche dei capannoni :

- realizzati con elementi prefabbricati in c.a. con tipologia di riferimento " Sicap - Sideral" ;
- Vita Nominale: VN > 50 anni;
- Classe d'Uso: II;
- Sovraccarico accidentale sulla copertura per neve ZONA I 1,20 kN/m<sup>2</sup>
- Spinta orizzontale del vento 0,70 (N/m<sup>2</sup>);
- Categoria sottosuolo: B;
- Sollecitazione sismica secondo NTC 2008;
- Resistenza al fuoco struttura a Norma UNI 9502- UNI EN 1992-1- 2:2005: R=120' ;
- Trasmittanze Termiche secondo D.Lgs. 311/06;
- Zona climatica E: Copertura U = 0.30 W/mq°K;
- Lucernari di Copertura U = 2.20 W/mq°K
- Pannelli di Tamponamento TT sp.28 cm U = 0.34 W/mq°K;
- Pannelli di tamponamento con Certificazione delle Caratteristiche Energetiche secondo UNI EN ISO 6946:2008 e Decreto MICA

Descrizioni dei principali elementi strutturali:

- PANNELLI IN DOPPIA LASTRA costituiti da due lastre in calcestruzzo con superficie esterna piana e liscia da fondo cassero, modulo cm. 120, spessore cm.35, compresa superficie speroni, complete di montaggio e del getto in opera.
- PLINTI A COLLARE costituiti da un collare in c.a. prefabbricato per l'alloggiamento del pilastro e dotato, inferiormente, di ferri sporgenti per l'ancoraggio e da ferri integrativi di armatura come da calcolo. (Il plinto va completato in opera con calcestruzzo, come da calcolo, su magri di fondazione o pali già predisposti).
- CORDOLI PERIMETRALI a sezione rettangolare con ferri sporgenti per l'ancoraggio ai pilastri e/o ai plinti di fondazione.
- PILASTRI a sezione come da calcolo con internamente tubo in p.v.c. per lo scarico acque piovane ove ritenuto necessario. La testa del pilastro è attrezzata con ritegno sismico per le travi di copertura.
- Mensole per soppalco
- TRAVI PORTA-SOLAIO autoportanti in C.A. calate sotto l'intradosso del solaio, montate sui pilastri c/o su mensole.
- SOLAIO / SOPPALCO Realizzato con pannelli alveolari foro-cap in c.a.p. estrusi ad intradosso piano e liscio, modulo cm. 120, carico totale 1.000 kg./mq oltre al peso proprio dei pannelli e alla soletta in calcestruzzo dello spessore minimo di cm. 5. La soletta dovrà essere eseguita in opera, a cura ed onere dell'Acquirente, ed integrata con rete, ferri e staffe di ammaraggio.
- TRAVI PORTA "SIDERAL" in C.A. / C.A.P. sezione rettangolare c/o doppio T provviste, ove necessario, di raccordi, canalizzazione con guaina al poliestere da mm.4 protetta con vernice rifrangente alluminosa e bocchettoni per lo scarico delle acque piovane.

- TEGOLI "SIDERAL" di copertura in C.A.P. con sezione ad ala complete di coibentazione, guaina al poliestere da mm.4 protetta con vernice rifrangente alluminosa, compresi timpani in c.l.s. per formazione di canali per raccolta acque piovane.
- COPPELLE IN C.A.P. autoportanti e pedonabili, con estradosso curvo e nervato ed intradosso piano e liscio da fondo cassero; ancorate alle travi di copertura mediante tassellatura.
- MANTO DI COPERTURA realizzato con Pannelli grecati retti di alluminio coibentato "pre-accoppiato" autocentrinante. Supporto superiore in alluminio naturale Lega 3103-3105 H 18 sp. mm 0,5, poliuretano espanso di densità e spessore adeguato, supporto inferiore in cartonfeltro monobitumato.
- PANNELLI DI TAMPONAMENTO ESTERNI MQ.1.200 Tipo orizzontale/verticale colore grigio naturale, faccia esterna liscia da fondo cassero, faccia interna tirata a mano, spessore cm. 28 coibentati, completi di ancoraggi alla struttura e sigillatura esterna.
- SCOSSALINE di finitura realizzate in lamiera preverniciata, colore standard a scelta DD.LL., dello spessore di 6/10.

## Biotunnel

Gli 8 biotunnel proposti nel presente progetto hanno dimensioni interne nette di 5,50 x 27,85 x H 5,50 m.

I biotunnel sono realizzati con elementi prefabbricati a tenuta stagna con tipologia di riferimento "Sicap – Doppia lastra /Foro CAP".

### Caratteristiche tecniche di riferimento:

- Vita Nominale: VN > 50 anni;
- Classe d'Uso: II;
- Sovraccarico accidentale sulla copertura per neve ZONA I 1,20 kN/m<sup>2</sup>
- Spinta orizzontale del vento 0,70 (N/m<sup>2</sup>);
- Categoria sottosuolo: B;
- Sollecitazione sismica secondo NTC 2008;
- Resistenza al fuoco struttura a Norma UNI 9502- UNI EN 1992-1- 2:2005: R=120' ;

### Descrizione dei principali elementi strutturali:

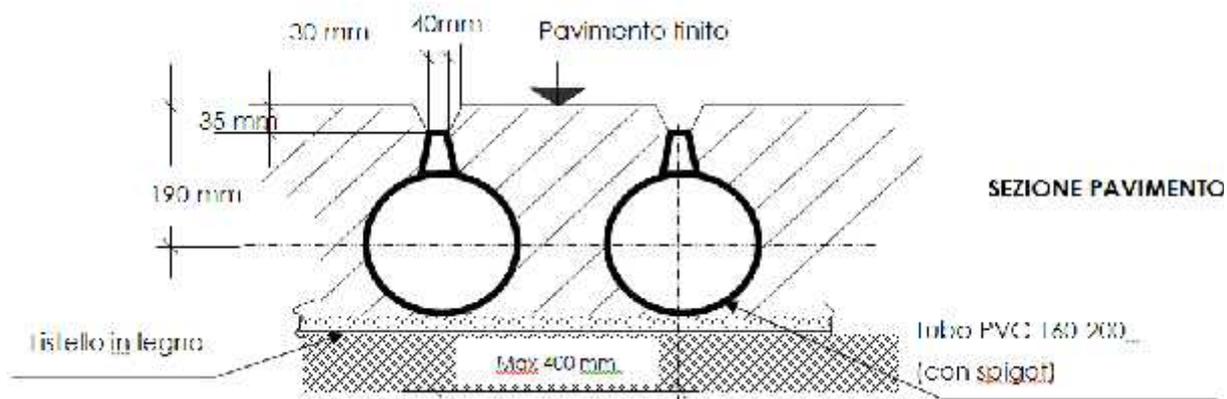
- DOPPIA LASTRA SP. CM 40 - Elementi costituiti da due lastre in calcestruzzo con superficie esterna piana e liscia da fondo cassero, modulo cm. 120, spessore cm.40, compresa superficie speroni, complete di montaggio e del getto in opera.
- SOLAIO / SOPPALCO mq 1504. Realizzato con pannelli alveolari tipo "foro-cap" in c.a.p. estrusi ad intradosso piano e liscio, modulo cm. 120, carico totale 1.300 kg./mq oltre al peso proprio dei pannelli e alla soletta in calcestruzzo dello spessore minimo di cm. 5. La soletta, esclusa dalla fornitura, dovrà essere eseguita in opera ed integrata con rete, ferri e staffe di ammaraggio.

- Tutte la parti in calcestruzzo devono essere altamente resistenti agli acidi organici.
- PORTONI TERMOISOLATI realizzati in acciaio zincato e rivestito; si aprono e si chiudono mediante un sistema idraulico (alimentato da condutture in acciaio inox) azionato dal sistema di controllo del processo, che blocca le porte dopo l'operazione di chiusura.  
Le sospensioni idrauliche delle porte sono integrate staticamente nei corrispondenti solai dei box.
- GRIGLIE DI CONTENIMENTO del materiale, realizzate in acciaio e posizionate tra la porta e la griglia di drenaggio del percolato;
- POZZETTI DI RACCOLTA del percolato esterni (uno per tunnel), dotati di una pompa di ricircolo. Tutte le condutture passano sopra il soffitto del tunnel;
- SISTEMA DI RICIRCOLO DEI PERCOLATI: dalla vasca di raccolta centrale una pompa di mandata, comandata dal sistema di controllo del processo, rilancia il percolato al sistema di ricircolo; questo termina in una rete di tubazioni e di irrigatori a pioggia, predisposti sul soffitto dei biotunnel; che provvedono all'umidificazione controllata della biomassa in fermentazione.

Il pavimento dei biotunnel è costituito da una pavimentazione in cls. altamente resistente agli acidi organici, inglobante una serie di tubazioni forate (vedi schema sottostante) dotate di appositi ugelli, poste ad una distanza massima tra loro di circa 400 mm.

Al di sopra di questa pavimentazione viene adagiato il materiale estratto dalle biocelle. Le tubazioni nelle parte posteriore sono collegate ad una camera chiusa in calcestruzzo in cui viene insufflata l'aria tramite un ventilatore dedicato.

L'aria di processo, passando per le tubazioni, viene insufflata nel materiale dal basso (attraverso la platea finestrata).



## Digestore anaerobico

Il digestore anaerobico è un grande silos orizzontale eseguito interamente in cemento armato gettato in opera, completamente impermeabile all'acqua ed ai gas, entro il quale si svolgono le reazioni biochimiche anaerobiche che trasformano la biomassa nelle sue componenti riutilizzabili.

Nel caso in esame si tratta di un singolo modulo avente le seguenti dimensioni: lunghezza 32,0 m; larghezza 8,5 m; altezza 6,9 m, volume totale di ca. 1600 m<sup>3</sup> e volume utile di ca. 1300 m<sup>3</sup>; costituito da:

- Un digestore realizzato in cemento armato internamente rivestito in acciaio INOX ;
- Un sistema di mixer con asse orizzontale in acciaio;
- Un impianto di riscaldamento interno al digestore, costituito da barre concentriche verticali connesse alla centrale idraulica;
- Un isolamento termico delle pareti laterali e della copertura realizzata con pannelli isolanti in poliestere espanso, rivestimenti esterni in lamiera grecata;
- Dispositivi di controllo della pressione di biogas e dispositivi di sicurezza (torcia, guardia idraulica, disco di rottura, ecc.);
- Un sistema di scale e piattaforme di accesso alle varie componenti esterne del modulo.

Si tratta di un'opera che deve essere realizzata secondo le migliori tecnologie per resistere alle aggressioni biochimiche della biomassa in decomposizione ed i suoi sottoprodotti.

Tutti i componenti che richiedono manutenzione, quali cuscinetti, ingranaggi, ecc., sono accessibili dall'esterno. All'interno del digestore non ci sono componenti o gruppi che richiedono manutenzione.

## Biofiltro

Il biofiltro è costituito da una vasca in cemento armato delle dimensioni di ca. 1.300 m<sup>2</sup>, con pavimento forato (per l'insufflazione dell'aria esausta da trattare), riempito di biomassa strutturata (solitamente triturato di corteccia), sulla quale si insediano i microorganismi che provvedono all'azione di depurazione biologica dell'aria passante.

Nel caso in esame per motivi di spazio il biofiltro è stato posizionato sopra il complesso di biotunnel.

Esso è composto da:

- pavimento in cemento armato resistente agli acidi organici con annegata rete di insufflazione dell'aria da trattare; il passo dei tubi (dello stesso tipo dei biotunnel) è di circa 40 cm;
- pareti in cemento armato resistente agli acidi organici;
- paratie frontali di carico/scarico in legno;
- vasca e canalette di raccolta condense e percolati;
- sistema di umidificazione/irrigazione biofiltro.

## Fondazioni ed Opere di Sostegno

Per le fondazioni delle varie strutture, essendo in presenza di terreni argillosi notoriamente plastici e con deformazioni a lungo termine, anche al fine di limitare i cedimenti dei vari elementi strutturali e garantirne la funzionalità, si è optato per il trasferimento del carico in profondità, mediante la realizzazione di **pali trivellati** di diverso diametro e lunghezza (per il pre-

dimensionamento si rimanda alla Relazione Geotecnica RGT3 – *Dimensionamento Geotecnico Preliminare delle opere*).

**Tab. 7.2 – Caratteristiche fondazioni**

Struttura	Tipologia pali	N.	Φ [cm]	Lungh. [m]
<b>Capannone A</b>	Pilastri	18	100	10
	Rompitratta	7	60	8
<b>Capannone B</b>	Pilastri	15	80	14
	Rompitratta	14	60	8
<b>Capannone C</b>	Pilastri	10	80	8
	Rompitratta	11	60	7
<b>Capannone D</b>	Pilastri	21	80	13
	Rompitratta	20	60	8
<b>Capannone E</b>	Pilastri	14	80	13
	Rompitratta	18	60	8
<b>Edificio A – Sala controllo</b>	Pilastri	9	60	8
	Tr. Rovescia	-	80x60	45
<b>Edificio B – Palazzina Uffici</b>	Pilastri	12	60	10
	Tr. Rovescia	-	60/30 x 60	93
<b>Digestore</b>	Platea	-	sp. 50	34,25 x 9,35
	Pali	27	80	10
<b>Tunnel Biocelle</b>	Pali	63	80	8
	Tr. Rovescia	-	100/40x60	403

Considerato che l'area a disposizione possiede un dislivello complessivo di 20 m (tra quota 120 e quota 100 mslm) e doppia inclinazione (sia longitudinale che trasversale) con pendenza media del 11 %, per la realizzazione dei piazzali di lavoro, posti a quote differenti (116,50; 110,00 e 102,00 mslm), si è dovuta prevedere un'ampia gamma di opere di sistemazione del terreno, comprendente:

- movimenti terra, con ricerca e conseguimento di un sostanziale pareggio tra i volumi di sterro (24.486 m<sup>3</sup>) e quelli di riporto (25.726 m<sup>3</sup>) (cfr. Tavola 3.1);
- Stabilizzazione a calce dei rilevati "strutturali" (quelli sottostanti i capannoni, i piazzali e le strade);
- Esecuzione di dreni di pre-carico (realizzati mediante pali a perdere in sabbia) sottostanti le aree che accolgono i rilevati, al fine di limitare le deformazioni a medio e lungo termine;
- Realizzazione di alcune opere di sostegno (muri e paratie di pali).

Tra le opere di sostegno più significative si evidenziano:

- La paratia realizzata tra il piazzale superiore, posto a quota variabile da 105,00 a 117,50 ed il piazzale intermedio posto a quota 110,00. L'opera prevede la realizzazione di 101 pali

trivellati di lunghezza 17 metri (di cui 5 fuori terra), diametro 100 cm ed interasse 1,5 D = 1,5 metri, per uno sviluppo complessivo di 148 m;

- La coronella di micropali da realizzare a sostegno della parte interrata del Capannone A, prevista con pali affiancati da 50 cm di diametro, altezza media 7 m, e sviluppo complessivo di 125 m.

**Tab. 7.3 – Caratteristiche opere di sostegno**

Struttura	Tipologia pali	N.	Φ [cm]	Lungh. [m]
Paratia a valle Capannone A	pali	101	100	17
Paratia perimetro Capannone A	pali	250	50	7

## Portoni

Si prevede che tutte le aperture dei capannoni siano realizzate con serrande flessibili automatiche a scorrimento verticale, denominate anche **porte ad impacchettamento rapido**, tali da garantire una veloce apertura/chiusura al passaggio dei mezzi, al fine di limitare la dispersione degli odori all'esterno dell'impianto, i cui ambienti sono posti in leggera depressione.

Le porte hanno le seguenti caratteristiche:

- struttura a portale metallico in lamiera zincata senza saldature con guarnizioni di PVC nei montanti
- albero di rotazione su cuscinetti con sistema anticaduta
- gruppo operatore alimentazione 400/230 V trifase di potenza adeguata (UNI 8612) con freno elettromagnetico
- velocità di impacchettamento ca. 1 m/s
- elementi di trasmissione protetti
- sicurezza con gruppo fotocellula interno
- manto in telo antilacerazione di poliestere spalmato PVC, reazione al fuoco classe 2, nervato con tubi ad alto snervamento per una resistenza alla spinta vento pari a 100 Km/h
- semaforo a luce rossa - verde
- quadro elettrico in armadio di plastica IP56
- movimentazione automatica apertura a comando e chiusura temporizzata
- dispositivo antisollevamento tramite sicurezza
- pulsantiera con tasto apro e tasto fungo stop

Sono previsti n. 10 portoni con larghezze variabili da 3,50 a 5,00 metri ed altezza standard di 6,00 metri.

## Locale tecnico e palazzina uffici

Costituiscono completamento delle opere strutturali 2 edifici tecnici:

- Locale Tecnico – Sala controllo, posto a monte del Capannone A (dimensioni 7,5 x 9,5 m)
- Palazzina Uffici – Spogliatoi (dimensioni 10,0 x 20,0 m)

Entrambe le strutture verranno realizzate in elementi prefabbricati.

La palazzina uffici comprende tutte le strutture per la gestione amministrativa dell'impianto, i locali per il personale (spogliatoi, servizi igienici, soggiorno), nonché una sala conferenze per gli amministratori, utilizzabile anche a scopi didattici per i visitatori dell'impianto.

Per il rifornimento del gasolio dei mezzi si farà riferimento alle strutture (cisterne carburanti) già esistenti presso l'adiacente Discarica.

## Gestione acque reflue

La costruzione dell'impianto comporterà la realizzazione delle necessarie infrastrutture di gestione delle acque reflue, che è possibile dividere in diverse categorie.

### a) Acque bianche da tetti e coperture

Le acque raccolte da tetti e coperture non vengono in contatto con sostanze inquinanti, possono pertanto essere restituite direttamente al corpo idrico recettore posto sullo spigolo sud-ovest dell'impianto.

Il sistema di pluviali e grondaie dei tetti ne garantisce il corretto drenaggio ed allontanamento. Nelle successive fasi di progettazione se ne potrà valutare il recupero ad uso industriale (servizi igienici, pulizia piazzali, inaffiamento aiuole, umidificazione substrato in maturazione, umidificazione biofiltro, riserva antincendio, ecc.).

### b) Acque di piazzale – strade

Si tratta di quelle acque che vengono raccolte dai piazzali (esterni) di manovra dei mezzi di conferimento rifiuti e delle strade; in caso di eventi piovosi le acque di "prima pioggia" lavano la superficie asfaltata e vengono quindi raccolte in apposite vasche poste a valle dell'impianto aventi una capacità di stoccaggio di 60 mc complessivi.

Le acque raccolte, prima di essere inviate nel corpo recettore, subiscono un pretrattamento di decantazione e disoleazione (vedi schema sotto).



Un sistema di tombini e griglie stradali garantirà un corretto drenaggio e deflusso delle acque verso la vasca di prima pioggia.

Per il pre-dimensionamento della vasca si rimanda alla Relazione Idraulica.

Il sistema di drenaggio delle acque di tipo a) e b) è disegnato nella Tavola 5 – *Schema rete di raccolta acque meteoriche*.

c) Acque di processo - Percolato

Sono composte dalle acque provenienti da: fossa FORSU, lavaggio scrubber, condense del biofiltro, percolati delle biocelle, aia di maturazione e pulizia dei corridoi; queste vengono raccolte in apposite vasche poste a valle dell'edificio che ospita i biotunnel ed il biofiltro, in prossimità degli scrubber.

Nel bilancio di massa del processo è previsto che tutto il percolato prodotto venga interamente messo in ricircolo mediante un apposita rete ed un sistema di pompaggio delle acque di processo.

Nel caso di eventuali eccedenze di produzione i reflui verranno prelevati con autobotte e smaltiti come rifiuti presso impianti autorizzati.

d) Acque nere dei servizi igienici

Le acque nere civili, provenienti dalla palazzina uffici e dai servizi igienici vengono accumulate in una apposita vasca presso la palazzina uffici; è prevista la realizzazione di un impianto di sub-irrigazione.

## **Approvvigionamento idrico, impianto antincendio e pneumatico**

L'approvvigionamento idrico di acqua potabile avverrà con allaccio all'adiacente acquedotto comunale, verrà così garantita anche l'alimentazione della vasca di riserva idrica a fini antincendio. Detta vasca ed il gruppo di pompaggio sono posti (in alloggiamento interrato) a monte del Capannone C.

La rete antincendio dovrà prevedere un anello esterno lungo tutto il perimetro dell'impianto ed un anello interno sul perimetro dei capannoni.

Completerà l'impianto una rete di distribuzione dell'aria compressa per esigenze di servizio, alimentata da un compressore elettrico.

## 8. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE ELETTRO-MECCANICHE

L’impianto in oggetto è dotato di tutta una serie di macchine ed attrezzature tecniche e tecnologiche, che garantiscono la massima efficienza ed affidabilità dei processi svolti nello stabilimento. Essi vengono di seguito dettagliatamente descritti (senza impegno di marca o prodotto specifico).

### Trituratore primario

Si tratta di macchine molto robuste appositamente costruite per la triturazione di rifiuti, in cui le parti più sollecitate sono costruite in acciaio.

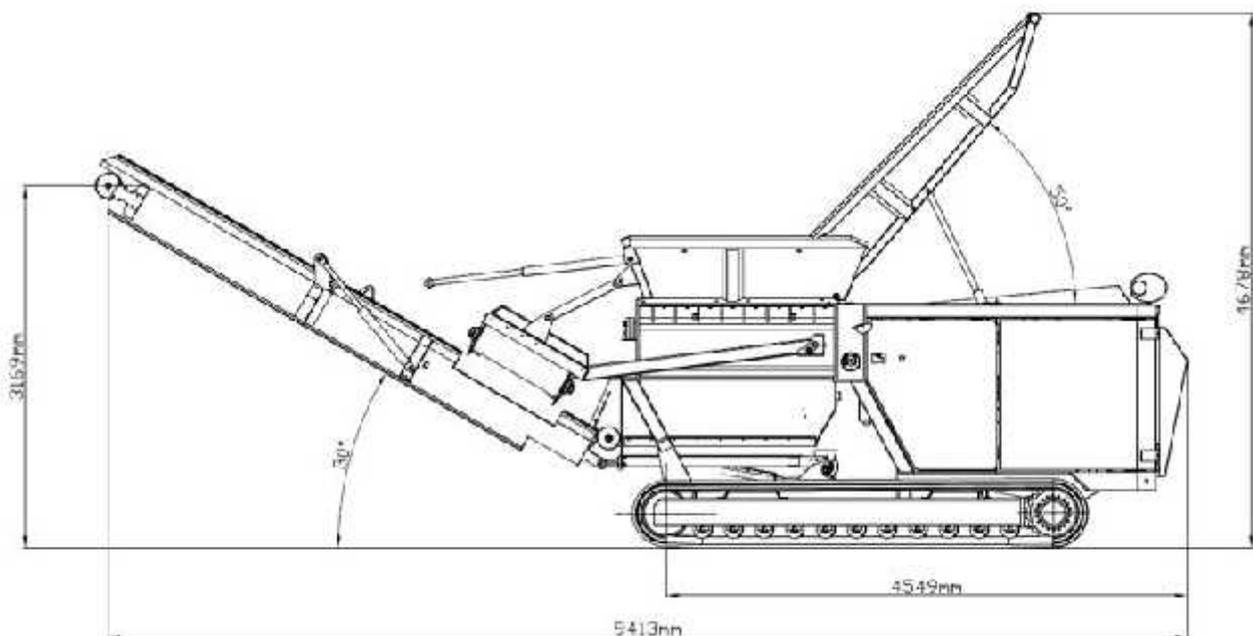
I rifiuti da triturare vengono collocati su una tramoggia di carico, la quale convoglia il materiale verso il/i rulli frantumatori che in genere hanno rotazione lenta (da 0 a 30 giri/min); il materiale triturato cade al di sotto degli organi di triturazione e viene allontanato mediante un nastro trasportatore.

Sistemi di sicurezza consentono di espellere corpi non triturbabili al fine di evitare danni alla organi di triturazione e fermi macchina.

Le unità di comando e controllo sono in genere opportunamente separate dal vano di frantumazione ed adeguatamente protette da polveri e sporco.

Anche i modelli più piccoli in commercio possono garantire le capacità di triturazione richieste (ca. 100 t/gg). La versione elettrica di tali modelli, proposta per l’impianto in esame, richiede una potenza di installazione di circa 150÷200 kW.

E’ prevista l’installazione di una macchina in testa alla filiera di trattamento degli RSU (**Pos. 1**), le cui dimensioni sono del tipo indicato nella figura sottostante.



## Vagli

Queste macchine servono a separare il materiale in base alle varie pezzature/granulometrie richieste dalle filiere di lavorazione. Anche in questo caso si tratta di macchine molto robuste ed affidabili.

I rifiuti da vagliare vengono collocati su una tramoggia di carico, la quale convoglia il materiale verso l'apparato vagliante; quest'ultimo è in genere costituito da un tamburo rotante (con fori circolari o a maglia poligonale di diversa ampiezza) dotato di spirali interne saldate, per l'avanzamento del materiale. In altri casi (cd. vagli stellari) l'apparato vagliante è costituito da una serie di rondelle rotanti interspaziate che fanno avanzare il materiale, lasciando cadere il materiale più fine negli spazi tra una rondella e l'altra.



Il materiale che rimane all'interno del rullo (o sopra le rotelle) costituisce il cd. *sopravaglio*, di pezzatura più grossolana; mentre il materiale passante (più fine) va a costituire il *sottovaglio* o *sovvallo*. Quest'ultimo viene allontanato mediante un nastro trasportatore.

Le capacità di lavorazione delle macchine disponibili sul mercato in questo caso rispondono ampiamente alla necessità di lavorazione richieste.

Per l'impianto in esame è prevista l'installazione di tre vagli:

- (**Pos. 3**) sulla linea di trattamento RSU, dopo la triturazione primaria, per la separazione della frazione secca (pezzatura grossolana/leggera) da quella umida (fine/pesante);
- (**Pos. 11**) sulla linea di trattamento FORSU (**Vagliatura intermedia**), dopo la fase aerobica in biotunnel, per la separazione del compost grezzo che va a maturazione in aia (parte fine) dal sopravaglio secco che viene ricircolato;
- (**Pos. 12**) sulla linea di trattamento FORSU (**Vagliatura finale**), dopo la fase di maturazione in aia del compost grezzo, per la separazione del compost finito (stabilizzato e raffinato) dal sopravaglio che viene ricircolato in testa al processo.

La versione elettrica dei modelli proposti per l'impianto in esame, richiedono mediamente potenze di installazione di 15÷30 kW/cad.

## Bio-Spremitore

Si tratta di macchine in grado di spappolare la FORSU, separando la frazione organica (che viene ridotta in purea pompabile) dalle plastiche. Si è fatto qui riferimento alla spremitrice modello DSP 25-5 TIGER della ditta Cesaro.

La macchina presa a riferimento è costituita da una tramoggia di carico completamente stagna ed isolata in acciaio inox; all'interno della tramoggia alloggia una coclea di alimentazione che

trasferisce il prodotto da trattare al gruppo di spremitura, secondo un sistema di gestione comandato da un PLC.

Il gruppo di spremitura è costituito da un albero verticale sul quale sono disposti in modo ordinato degli elementi a coclea intercambiabili. L'albero verticale è completamente racchiuso all'interno di un guscio entro il quale avviene il processo di trattamento del prodotto.

Il gruppo di spremitura consente di ottenere una capacità oraria di prodotto trattato pari a ca. 10 ton/h, con la peculiarità di ottenere un prodotto liquido privo di corpi di plastica ed un prodotto solido (le plastiche) privo di sostanza organica.



### Tramogge di carico FOS e Verde

Le tramogge di carico assumono un ruolo fondamentale per la corretta alimentazione delle macchine; quelle ipotizzate nel progetto proposto hanno una capacità di contenimento di ca. 10 m<sup>3</sup>.

Sono previste tre tramogge aventi il seguente scopo:

- (Pos. 5) sulla linea di trattamento RSU per l'alimentazione della FOS in uscita dall'impianto;
- (Pos. 8) sulla linea di trattamento FORSU per l'alimentazione del verde nel digestore;
- (Pos. 9) sulla linea di trattamento FORSU per l'alimentazione del verde nel miscelatore.

### Nastri trasportatori

Un sistema di nastri trasportatori è essenziale per trasferire il materiale su livelli diversi o per garantire un'alimentazione in continuo.

Essi vanno previsti in profili di lamiera in acciaio, con sponde laterali per il contenimento e la visione del materiale trasportato. Devono essere di facile assemblaggio e realizzati in modo da limitare il numero di sostegni verticali da terra.

Sono previste diverse linee, per uno sviluppo complessivo di circa 125 m.

### Su linea trattamento RSU:

- alimentazione vaglio (dopo la triturazione);
- alimentazione tramoggia di scarico sopravaglio secco (dopo vagliatura);
- alimentazione tramoggia di scarico FOS (dopo bio-stabilizzazione) con recupero di quota da capannone C a Capannone A.

### Su linea trattamento FORSU:

- alimentazione digestore (da bio-spremitore);
- alimentazione miscelatore con verde.

## Carroponte

Il carroponte viene proposto con le seguenti finalità operative e gestionali:

- limitare la movimentazione dei materiali nella fossa;
- caricare in maniera continuativa e automatica nell’arco delle 24 ore e nei giorni festivi il materiale che va al digestore (FORSU e Verde);
- caricare la tramoggia di carico del Verde per la preparazione della miscela da avviare al compostaggio;
- alimentare la tramoggia di carico della FOS che esce dall’impianto.

L’uso del carroponte consente di limitare la movimentazione con mezzi gommati.

Il montaggio del carroponte è previsto nel capannone C (di altezza utile maggiore rispetto agli altri per tener conto delle esigenze di lavoro dello stesso) ed ha le seguenti caratteristiche:

- scartamento (campata) 19 m;
- portata massima 3 ton;
- lunghezza dei binari: 40 m;
- funzionamento automatico.

## Miscelatore

Ai fini della preparazione della miscela (verde-sovvallo-digestato) da inviare al compostaggio aerobico è previsto un apposita macchina miscelatrice che, attraverso un sistema di coclee riesce in pochi minuti a sminuzzare e amalgamare tra loro tutte le frazioni.



Nel caso in esame è prevista una installazione (**Pos. 10**), sulla linea trattamento FORSU, in uscita dal digestore.

## Cogeneratore

Il biogas prodotto nel digestore alimenterà un motore a gas con annesso generatore elettrico e scambiatore di calore. Il digestore è in grado di produrre biogas in modo costante, rendendo possibile il funzionamento ottimale del cogeneratore nel produrre energia elettrica e termica.



L'energia elettrica é direttamente immessa nella rete MT di distribuzione, mentre l'energia termica è usata in parte (circa il 50 %) per il riscaldamento del digestore, delle arie insufflate e degli ambienti di lavoro ed in parte rimarrà a disposizione di eventuali utenze.

L'unità di cogenerazione è fornita in un container di dimensioni standard, pronta per la connessione e la messa in servizio, nella prima immagine si evidenzia il solo motore; nelle altre immagini si vedono il container e la torcia di sicurezza.



L'impianto di cogenerazione è costituito da un modulo di cogenerazione di energia elettrica e termica, predisposto per funzionamento in parallelo alla rete elettrica, con recupero termico, alloggiato in apposito container insonorizzato (rumorosità esterna 70 dB).

Il motore preso a riferimento è del tipo JGS-320 della Jenbacher alimentato a biogas, è a ciclo OTTO a 4-tempi, raffreddato ad acqua, turbocompresso con potenza elettrica nominale di 527 kWe e potenza termica di 314 kWt; nella tabella che segue vengono riportati i dati caratteristici della macchina.

Potere calorifico inferiore del gas (PCI)	kWh/Nm <sup>3</sup>	4,5		
		100%	75%	50%
Potenza introdotta	kW	1.268	981	695
Quantità di gas	Nm <sup>3</sup> /h	282	218	154
Potenza meccanica	kW	544	408	272
Potenza elettrica	kW el.	527	395	261
Potenza termica recuperabile	kW	314		
Potenza erogata complessiva	kW totale	841		
Consumo specifico del motore	kWh/kWh	2,33		
Rendimento elettrico	%	41,6%		
Rendimento termico	%	24,8%		
Rendimento complessivo	%	66,3%		
Circuito acqua calda:				
Temperatura di mandata	°C	80,0		
Temperatura di ritorno	°C	70,0		
Portata nominale	m <sup>3</sup> /h	27,0		

La componentistica è stata predisposta per prolungare la vita del motore anche in presenza di gas non depurati come quello per il biogas da discarica o da digestione anaerobica.

Le vibrazioni sono eliminate mediante l'impiego di appositi supporti elastici.

Il quadro elettrico di controllo sarà progettato per il funzionamento in parallelo con la rete del distributore d'energia. Attraverso il comando di avvio della centrale, da operatore o telecomando, si producono le seguenti azioni: attivazione del gruppo, sincronizzazione messa in parallelo con la rete, con successivo inizio dell'erogazione della potenza fino al limite preimpostato.

Il quadro BT di potenza viene alloggiato in un'apposita nicchia nella parte terminale del container, questo assolve la funzione di controllo e gestione dei parametri elettrici e meccanici del gruppo.

L'energia elettrica prodotta in BT (bassa tensione a 380 V) verrà trasformata in MT (media tensione), per poter essere ceduta alla rete.

Per il caso in esame si propone di utilizzare l'allaccio alla rete già operativo presso l'adiacente impianto di utilizzo energetico del biogas prodotto dalla discarica.

Nelle fasi successive della progettazione, anche in base alle modalità burocratiche per l'ottenimento degli incentivi da fonti rinnovabili, si valuteranno i dettagli di utilizzo dell'allaccio esistente o l'eventualità di predisporre un nuovo allaccio.

L'allaccio alla stazione di ricevimento esistente verrà realizzato mediante cavidotto interrato.

### Trattamento gas di immissione ed emissione

Il biogas proveniente dal digestore, carico di vapore acqueo, necessita di abbattimento delle condense.

Il sistema di deumidificazione del biogas è costituito da uno scambiatore a fascio tubiero fisso a bassa pressione raffreddato ad acqua; un separatore di condensa in acciaio inox, installato all'uscita del refrigerante e scaricatori automatici di condense.

Il sistema di miscelazione aria/biogas è progettato per assicurare bassi livelli di emissione degli NO<sub>x</sub>, CO ed idrocarburi incombusti.

Esperienze maturate nel settore evidenziano che le emissioni di gas in uscita dal termoreattore alimentato con biogas da digestione anaerobica di FORSU e Verde non necessitano di trattamento delle arie di combustione; tuttavia, se fosse necessario, sarà possibile inserire dei moduli di post-combustione termica del tipo CLEAR-AIR che, mediante ossidazione termica, trasformano gli inquinanti organici volatili in sostanze innocue (anidride carbonica e vapore acqueo).

### Dispositivi di sicurezza

Nelle condizioni normali di utilizzo il biogas che si forma all'interno del digestore viene fatto fluire verso il gruppo di cogenerazione.

La pressione di lavoro del digestore è normalmente contenuta nel range 15-40 mbar.

Qualora si presentino delle condizioni straordinarie che esulano dal normale funzionamento (manutenzione, guasti, utilizzo parziali, ecc.), sono previsti tre livelli di sicurezza contro il rischio di esplosioni, che si attivano progressivamente al raggiungimento di preventivati livelli di pressione:

- Torcia d'emergenza -> 45 ÷ 55 mbar
- Guardia idraulica -> 60 mbar
- Disco di rottura -> 100 mbar (+/- 30 mbar)

#### TORCIA D'EMERGENZA

L'accensione della torcia avviene automaticamente al raggiungimento del primo stadio del sensore di pressione del biogas. L'accensione manuale risulta sempre possibile.

La combustione avviene in un tubo d'acciaio, di modo che la fiamma non risulti visibile dall'esterno ed il funzionamento non possa essere alterato da vento o da altri eventi atmosferici.



#### GUARDIA IDRAULICA

Il dispositivo di controllo della sovrappressione del gas è flangiato direttamente su ogni modulo di fermentatore al fine di garantire lo sfogo del gas in caso di sovrappressione. Il dispositivo è costituito da un contenitore cilindrico chiuso, dotato di una guardia idraulica ad acqua.

La pressione di attivazione del dispositivo è regolabile, normalmente è fissata a 60 mbar.



#### DISCO DI ROTTURA

Il disco a rottura consente la fuoriuscita del biogas in atmosfera qualora si formi internamente al digestore una pressione superiore 130 mbar. In caso di malfunzionamento dei rimanenti sistemi di regolazione, la membrana si apre ed il gas viene rilasciato all'esterno.

L'impianto è controllato da un sistema PLC (Program Logic Controller) che permetta allo stesso di operare 24 ore su 24 anche in assenza di personale. L'intervento manuale nel controllo elettronico resta comunque assicurato da un terminale installato sull'impianto oppure in remoto ad opera del personale reperibile.

#### Sistema insufflazione e ricambio d'aria degli ambienti

L'insufflazione dell'aria nel pavimento delle biocelle nella platea dell'aia di maturazione sono garantite da unità ventilanti con portate d'aria fino a circa 15.000 m<sup>3</sup>/h.

Il sistema di aspirazione e ricambio d'aria è garantito da unità di aspirazione con portata complessiva fino a 160.000 m<sup>3</sup>/h .

I locali ed ambienti aspirati sono i seguenti:

- Capannone A: ricezione RSU
- Capannone C: fossa di ricezione e pretrattamento FORSU
- Capannone B: miscelazione
- Capannone D: maturazione compost

Le linee di aspirazione ed espulsione dell'aria verso il biofiltro andranno realizzate con tubi di alluminio a sezione circolare, di spessore e diametro variabile in funzione delle portate d'aria

## Trattamento delle arie di processo

Le emissioni derivanti dalle fasi attive del processo vengono aspirate, convogliate e avviate al sistema di trattamento arie esauste che si svolge in due fasi:

1. **SCRUBBER AD UMIDO:** le arie attraversano una colonna d'acqua (se necessario con aggiunta di reagenti basici od acidi). Questo sistema di pulizia è adatto soprattutto per la riduzione dei particolati; inoltre esso elimina anche molteplici inquinanti gassosi per mezzo di processi di dissoluzione o assorbimento dei gas nel liquido acquoso.



2. **BIOFILTRO:** Il biofiltro è un bioreattore a letto fisso, costituito da un supporto di materiale organico (torba, argilla, corteccia, ecc.), su cui verrà fatta sviluppare un'opportuna



popolazione batterica, la cui funzione è quella di degradare biologicamente le sostanze organiche volatili a composti elementari, anidride carbonica, azoto e acqua. La tecnica in generale mostra un'alta efficienza di abbattimento di circa il 90%.

La scelta di realizzare il trattamento delle arie espulse in due step garantisce un'elevata efficienza della depurazione dell'aria e dell'abbattimento degli odori.

Per un efficace controllo degli odori mediante l'impiego di biofiltri, è fondamentale mantenere il substrato di crescita dei microorganismi in condizioni ottimali; ciò si ottiene con:

- a) ritenzione del particolato: con lo scrubber installato a monte del biofiltro si ottiene il completo abbattimento delle polveri presenti nell'aria espulsa.
- b) controllo della temperatura: specialmente nel periodo invernale con basse temperature, si utilizzerà il calore di recupero dai cogeneratori per mantenere il substrato del biofiltro in condizioni termiche ottimali.
- c) umidificazione del substrato: lo scrubber a monte del biofiltro, oltre ad assicurare la depurazione dell'aria, consente anche di mantenere il substrato del biofiltro in condizioni ottimali di umidità, ovvero di evitare un'eccessiva essiccazione del biofiltro negli strati profondi, non raggiunti dall'acqua irrorata dall'alto.

Normalmente lo scrubber funziona senza aggiunta di reagenti chimici; si fa ricorso a questi solo nel caso che nelle arie da trattare si dovesse manifestare una concentrazione troppo elevata d'ammoniaca, che avrebbe un'azione inibente il lavoro dei microorganismi nel biofiltro.

Il pretrattamento arie con scrubber è composto da:

- 2 Gruppi di abbattimento a doppio stadio da 80.000 m<sup>3</sup>/h aventi una torre a letto flottante;
- 2 Unità ventilanti assiali di aspirazione delle arie sulle linee, con portata d'aria 80.000 m<sup>3</sup>/h.

## 9. DIMENSIONAMENTI DEI SETTORI IMPIANTISTICI

**Tab. 9.1 - Rifiuti in ingresso**

Quantità conferibile	t/anno
<b>FORSU</b>	15.000
Verde (strutturante)	10.000
<b>RSU indifferenziato</b>	30.000
<b>Totale conferibile</b>	<b>55.000</b>

**Tab. 9.2 - Output dall'impianto**

Rifiuti a smaltimento	t/anno
<b>Scarti FORSU</b>	2.000
Scarti RSU non processabili	1.000
<b>Sopravaglio secco</b>	15.000
<b>FOS</b>	10.500
<b>Totale rifiuti a smaltimento</b>	<b>28.500</b>
<b>Altri output</b>	
Perdite di processo RSU	3.500
Perdite di processo FORSU	8.500
<b>Biogas</b>	3.000
<b>Compost</b>	11.500
<b>Totale altri output</b>	<b>26.500</b>
<b>Totale in uscita</b>	<b>55.000</b>

**Tab. 9.3 - Resa energetica (della Digestione anaerobica / Cogenerazione)**

produzione unitaria biogas (il valore indicato BAT/BREF è di 140 Nmc/t)	<b>125</b>	Nmc/t
tenore di metano (BAT/BREF)	60	%
produzione totale	<b>2.187.500</b>	Nmc/a
contenuto energetico	<b>5,00</b>	kWh/Nmc
rendimento elettrico atteso	<b>40</b>	%
energia elettrica potenziale	<b>4.375.000</b>	kWh/a
cogeneratore 7500 h/anno		
potenza elettrica installabile	<b>527</b>	kW
potenza termica installabile	<b>314</b>	kW
energia elettrica attesa	<b>3.952.500</b>	kWh/a
potenza termica attesa	<b>2.355.000</b>	kWh/a

**Tab. 9.4 - Dimensionamento della vasca di conferimento FORSU + Verde**

<b>FORSU</b>	<b>15.000</b>	<b>t/anno : 270</b>	<b>gg = 55,6</b>	<b>t/gg : 0,8</b>	<b>t/m<sup>3</sup> = 69,4</b>	<b>m<sup>3</sup>/gg</b>
<b>VERDE TRITURATO</b>	<b>4.500</b>	<b>t/anno : 270</b>	<b>gg = 16,7</b>	<b>t/gg : 0,3</b>	<b>t/m<sup>3</sup> = 55,6</b>	<b>m<sup>3</sup>/gg</b>
<b>Totale rifiuti in ingresso</b>	<b>19.500</b>	<b>t/anno :</b>			<b>125,0</b>	<b>m<sup>3</sup>/gg</b>
<b>Sovvallo di ricircolo</b>	<b>2.500</b>	<b>t/anno : 270</b>	<b>gg = 9,3</b>	<b>t/gg : 0,4</b>	<b>t/m<sup>3</sup> = 23,1</b>	<b>m<sup>3</sup>/gg</b>
<b>Totale in vasca</b>					<b>148,1</b>	<b>m<sup>3</sup>/gg</b>
<b>Moltiplicatore per picchi di produzione</b>				<b>x 1,5</b>	<b>= 222,2</b>	<b>m<sup>3</sup>/gg</b>
<b>Fattore giorni di stoccaggio</b>				<b>x 3 gg</b>		
<b>Volume necessario</b>					<b>= 667</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Dimensione effettiva vasca (B x L x H)</b>	<b>9,0</b>	<b>23,5</b>	<b>4,0</b>		<b>= 846</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Fattore di riempimento</b>				<b>90 %</b>		
<b>Volume utile</b>					<b>= 761</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

**Tab. 9.5 - Dimensionamento della vasca di conferimento RSU**

<b>RSU</b>	<b>30.000</b>	<b>t/anno : 270</b>	<b>gg = 111,1</b>	<b>t/gg : 0,6</b>	<b>t/m<sup>3</sup> = 185</b>	<b>m<sup>3</sup>/gg</b>
<b>Moltiplicatore per picchi di produzione (estate)</b>				<b>x 1,5</b>	<b>= 277,8</b>	<b>m<sup>3</sup>/gg</b>
<b>Fattore giorni di stoccaggio</b>				<b>x 2 gg</b>		
<b>Volume necessario</b>					<b>= 556</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Dimensione effettiva vasca (B x L x H)</b>	<b>16,0</b>	<b>17,0</b>	<b>3,0</b>		<b>= 816</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Fattore di riempimento</b>				<b>70 %</b>		
<b>Volume utile</b>					<b>= 571</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

**Tab. 9.6 - Dimensionamento del Digestore**

<b>Rif</b>	<b>Rifiuti al digestore</b>	<b>20.000</b>	<b>t/a</b>
<b>Ric</b>	Ricircolo in ingresso al digestore	6.000	t/a
	Totale miscela al digestore	26.000	t/a
<b>Sca</b>	Scarico del digestato	17.000	t/a
<b>CM</b>	Carico medio nel digestore (Rif+Sca)/2	18.500	t/a
<b>D</b>	Densità miscela	0,8	t/m <sup>3</sup>
<b>G</b>	giorni/anno	365	gg
<b>T</b>	tempo medio di residenza	<b>20</b>	gg
<b>Vn</b>	<b>Volume necessario (CM/G/D*T)</b>	<b>1.267</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Vu</b>	<b>Volume utile digestore</b>	<b>1.300</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>CMg</b>	Carico medio giornaliero nel digestore (Vn/D)	1.014	t
<b>CMmax</b>	Carico max giornaliero nel digestore (Vu/D)	1.040	t

**Tab. 9.7 - Dimensionamento delle Biocelle**

		<b>FORSU</b>		<b>FOS</b>
	<b>Sottovaglio RSU</b>	-		<b>13.000</b>
	<b>Digestato al digestore</b>	<b>17.000</b>	t/a	-
	<b>Verde</b>	<b>5.500</b>	t/a	-
	Ricircolo in ingresso alle biocelle	6.000	t/a	-
<b>M</b>	Totale miscela alle biocelle	28.500	t/a	13.000
<b>D</b>	Densità miscela	0,6	t/m <sup>3</sup>	0,8
<b>G</b>	giorni/anno	365	gg	365
<b>T</b>	tempo medio di residenza	<b>20</b>	gg	<b>20</b>
	<b>Volume richiesto (M/D/G*T)</b>	<b>2.603</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>890</b>
<b>B</b>	Larghezza utile biocella	5,50	m	5,50
<b>L</b>	Lunghezza utile biocella	28,00	m	28,00
<b>H</b>	Altezza biocella	6,00	m	6,00
<b>h</b>	Altezza materiale in biocella	3,00	m	3,00
<b>Vi</b>	Volume totale per biocella (BxLxh)	462,00	m <sup>3</sup>	462,00
<b>n</b>	<b>biocelle</b>	<b>6</b>	n	<b>2</b>
	<b>Volume utile biocelle</b>	<b>2.772</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>924</b>
<b>Velocità di riempimento biocella</b>				
<b>Vgg</b>	Volume prodotto al giorno (M/D)	130,14	m <sup>3</sup>	44,52
	gg necessari per riempimento 1 cella (Vi/Vgg)	3,6	gg	10,4
<b>Superfici con pavimentazioni areate</b>				
	Biocelle (B*L*n)	1.232		
	Aia di maturazione	1.315		
	<b>Totale pavimentazioni areate</b>	<b>2.547</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	

**Tab. 9.8 - Dimensionamento aia di maturazione**

CG	Compost Grezzo in ingresso alla maturazione	15.500	t/a
CM	Scarico compost maturo in uscita dall'Aia	14.000	t/a
Comp	Carico medio sull'aia (CG+CM)/2	14.750	t/a
D	Peso specifico compost grezzo	0,6	t/m <sup>3</sup>
G	giorni/anno	365	gg
T	tempo massimo di residenza	60	gg
	Volume richiesto (Comp/G/D*T)	4.041	m <sup>3</sup>
h	Altezza media materiale su Aia	3,20	m
	<b>Superficie necessaria</b>	<b>1.263</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
	<b>Superficie disponibile</b>	<b>1.315</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

**Tab. 9.9 - Dimensionamento stoccaggio compost finito**

Comp	Compost raffinato	11.500	t/a
D	Peso specifico compost raffinato	0,50	t/m <sup>3</sup>
G	giorni/anno	365	gg
T	tempo massimo di residenza	60	gg
	Volume richiesto (Comp/G/D*T)	3.781	m <sup>3</sup>
h	Altezza media materiale su Aia	3,50	m
	<b>Superficie necessaria</b>	<b>1.080</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
	<b>Superficie disponibile</b>	<b>1.100</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

### Dimensionamento trattamento arie di processo

Il sistema di aspirazione mantiene in depressione tutti i fabbricati (ricevimento, trattamento, miscelazione e maturazione) eccetto il capannone di deposito del compost maturo in cui si assume che non sia necessario provvedere al trattamento dell'aria.

Il dimensionamento di dettaglio dell'impianto di trattamento dell'aria dovrà basarsi sui seguenti presupposti:

- numero massimo di 4 ricambi d'aria per i locali dove avvengono le lavorazioni;
- l'aria dalle sezioni di conferimento, pretrattamento, gestione sovvalli e maturazione viene indirizzata ai biotunnel in modo da poter esser utilizzata come aria di processo;
- l'aria in ingresso ai biotunnel viene ricircolata e quindi espulsa ed indirizzata al biofiltro, pertanto non rientra nel calcolo dei volumi di aria da aspirare;
- nel dimensionamento dei ventilatori del biotunnel si dovrà considerare una quantità di aria pari a 40 Nm<sup>2</sup>/h/ton;
- utilizzo di tubazioni in alluminio;
- utilizzo del calore proveniente dalla centrale termica del gruppo di cogenerazione per il riscaldamento dell'aria che verrà insufflata nei biotunnel.

**Tab. 9.10 - Dimensionamento volumi di ricambio aria di processo**

	Volume utile (m3)	n. ricambi/h	Volume da aspirare (m3/h)
<b>Capannone A - Trattam. RSU</b>	11.600		
a detrarre piano rialzato	1.460		
	10.140	4	40.560
<b>Capannone B - Miscelazione</b>	16.245	4	64.980
<b>Capannone C - Trattam. FORSU</b>	10.200		
a detrarre vasca	2.600		
	7.600	4	30.400
<b>Capannone D - Maturazione</b>	11.400		
a detrarre materiale in Aia	4.041		
	7.359	4	29.436
<b>Capannone E - Deposito</b>	7.848	0	0
<b>Totale volume utile da aspirare</b>			<b>165.376</b>

Si evince pertanto che la portata d'aria da aspirare sarà di ca. **160.000 Nm<sup>3</sup>/h**.

Questa portata corrisponde ad un flusso massimo d'aria, previsto soltanto nelle ore di punta ed in presenza degli operai. È previsto comunque un regime diverso per le ore notturne e a fine settimana (l'assenza del personale operativo permette di ridurre le quantità dell'aria aspirata).

**Tab. 9.11 - Dimensionamento Biofiltro**

<b>P</b>	Portata d'aria da filtrare	165.376	m3/h	
<b>h</b>	Altezza biofiltro	2,0	m	
<b>Cmax</b>	Carico volumetrico massimo	80,0	m3/h/m2	
	Superficie teorica biofiltro	1.034	m2	= P/h/Cmax
<b>S</b>	<b>Superficie effettiva biofiltro</b>	<b>1.230</b>	m2	
	Velocità di attraversamento (m/h)	134	m/h	= P/S
<b>v</b>	Velocità di attraversamento (m/s)	0,0373	m/s	
<b>t</b>	Tempo di contatto	54	s	= h/v

## Dimensionamento impianto elettrico

Nella tabella seguente vengono evidenziate le potenze elettriche installate ed utilizzate delle apparecchiature elettromeccaniche di processo e dei servizi ausiliari.

Dalla tabella si evincono i seguenti dati:

- la potenza di installazione richiesta è di circa 1.400 kW
- la potenza di installazione utilizzata è di circa 650 kW
- il consumo annuo teorico previsto è di circa 2.500.000 kWh

Esperienze di settore attestano che i consumi effettivi, rispetto a quelli teorici, risultano ridotti di circa il 30÷40 %; prudenzialmente si adotta una percentuale di riduzione del 25%, stimando quindi un consumo di energia elettrica di circa 1.850.000 kWh.

Tab. 9.12 - POTENZE ELETTRICHE INSTALLATE ED UTILIZZATE	Quantità	Potenza unitaria	Potenza tot. da installare	Tasso di utilizzo	Potenza utilizzata	Tempo di utilizzo			Consumo annuo
						h/g	gg/anno	h/anno	
<b>Pretrattamento RSU</b>	-	<i>kW</i>	<i>kW</i>	%	<i>kW</i>	<i>h/g</i>	<i>gg/anno</i>	<i>h/anno</i>	<i>kWh</i>
Trituratore primario	1	200	200	60	120	3	300	900	108.000
Vaglio a tamburo	1	20	20	60	12	3	300	900	10.800
Deferrizzatore	1	5	5	60	3	3	300	900	2.700
Tramoggia di scarico	1	7	7	50	3,5	3	300	900	3.150
Nastri trasportatori	corpo	40	40	40	16	3	300	900	14.400
Tramoggia carico FOS	1	10	10	50	5	2	300	600	3.000
<b>Trattamento e Digestione FORSU</b>									
Carroponte	1	30	30	40	12	6	365	2.190	26.280
Biospremitore FORSU	1	60	60	50	30	4	365	1.460	43.800
Tramoggia carico verde	1	10	10	50	5	2	365	730	3.650
Digestore	1	35	35	75	26,3	24	365	8.760	229.950
Nastro alimentazione verde	corpo	40	40	40	16	2	365	730	11.680
<b>Biostabilizzazione</b>									
Tramoggia carico verde	1	10	10	50	5	5	300	1.500	7.500
Miscelatore	1	150	150	60	90	5	300	1.500	135.000
Vaglio a tamburo	2	20	40	60	24	4	300	1.200	28.800
Ventilatori biocelle	8	37	296	35	103,6	20	365	7.300	756.280
Ventilatori aia maturazione	4	37	148	35	51,8	12	365	4.380	226.884
Ventilatori assiali	2	44	88	35	30,8	24	365	8.760	269.808
Ventilatori scrubber	2	90	180	35	63	24	365	8.760	551.880
<b>Servizi ausiliari</b>									
Pompe di ricircolo acque	corpo	15	15	60	9	12	365	4.380	39.420
Illuminazione interna/esterna	corpo	10	10	90	9	8	365	2.920	26.280
<b>TOTALI</b>			<b>1394</b>		<b>635,0</b>				<b>2.499.262</b>