




*Comparto polifunzionale
di trattamento rifiuti
S. Agata Bolognese (BO)*

Domanda di Autorizzazione Unica per la costruzione e
l'esercizio di un impianto di produzione
energetica da fonte rinnovabile
D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 (art. 12) e s.m.i.; D.M. Sviluppo Economico 10/09/2010
e di Valutazione di Impatto Ambientale
(L.R. 9/99 e s.m.i.)

Documentazione Integrativa [I2]
PROGETTO DEFINITIVO
Impianto di produzione biometano

ELABORATO 6
Relazione tecnica di processo

Approvato	K. Gamberini		
Controllato	L. Pernetta		
Redatto	M. Barbieri		
Rev.	02	Data	30/10/2016
Cod. Doc.	CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Pagine	1 di 95

SOMMARIO

1	SCOPO	5
2	DEFINIZIONI.....	7
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	8
3.1	PRESENTAZIONE INTRODUTTIVA DEL PROGETTO.....	8
4	DESCRIZIONE DEL PROCESSO	14
4.1	RIFIUTI IN INGRESSO.....	14
4.2	DIGESTIONE ANAEROBICA	17
4.2.1	Fase 1: Idrolisi e Acidificazione	18
4.2.2	Fase 2: Acetogenesi.....	18
4.2.3	Fase 3: Metanogenesi.....	19
4.2.4	Parametri gestionali del digestore	19
4.2.5	Parametri di stabilità del processo.....	19
4.2.6	Produzione di biogas da rifiuti.....	19
4.3	CARATTERISTICHE E VANTAGGI DEL PROCESSO.....	21
4.4	GIORNI FUNZIONAMENTO E DOTAZIONE AUTOMEZZI.....	21
5	DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORAZIONE	23
5.1	RICEZIONE E DEPOSITO FORSU	23
5.1.1	Fabbricato Filtro-Ricezione – C21 (avanfossa).....	23
5.1.2	Fabbricato Ricezione – C22	25
5.1.2.1	Operazione di Ricezione in C22.1	25
5.1.2.2	Operazione di Ricezione in C22.2	26
5.2	RICEZIONE, STOCCAGGIO E TRITURAZIONE SCARTI LIGNEO-CELLULOSICI	26
5.3	SEZIONE DI PRETRATTAMENTO DEL MATERIALE.....	27
5.4	SISTEMA DI DIGESTIONE ANAEROBICA	33
5.4.1	Umidificazione del rifiuto in ingresso.....	36
5.4.2	Influenza della temperatura sulla crescita dei batteri	36
5.4.3	Criteri di dimensionamento del digestore.....	37
5.4.4	Sezione di alimentazione organico ai digestori.....	38
5.4.4.1	Sistema di trasportatori a nastro.....	38
5.4.4.2	Sistema di caricamento del digestore.....	39
5.4.5	Sezione di digestione anaerobica.....	41

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	2 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.4.5.1	Digestore Anaerobico.....	41
5.4.5.2	Sistema di estrazione del digestato.....	44
5.4.5.3	Linea di trasporto del digestato	46
5.4.5.4	Linea di trasporto del biogas	46
5.4.5.5	Sistemi di sicurezza	46
5.4.5.6	Sistema di riscaldamento digestori.....	50
5.4.5.7	Sistema di automazione e controllo.....	53
5.5	MISCELAZIONE	56
5.5.1	Sezione di Stoccaggio – C28.4.....	58
5.6	STABILIZZAZIONE AEROBICA	59
5.6.1.1	Sezione P58-2.....	61
5.6.1.2	Sezione P58-3.....	63
5.6.1.3	Sezione P58-4.....	64
5.7	RAFFINAZIONE	65
5.8	STOCCAGGIO E CARICAMENTO COMPOST	66
5.9	TRATTAMENTO ARIE ESAUSTE	67
5.10	PRETRATTAMENTO ED UPGRADING BIOGAS.....	68
5.11	STAZIONE DI COMPRESSIONE BIOMETANO	70
5.12	SISTEMA DI ANALISI E MISURA DEL BIOMETANO.....	71
6	BILANCIO DI MASSA ED ENERGIA DELL'IMPIANTO	76
6.1	FLUSSI IN INGRESSO.....	76
6.2	PERDITA PESO IN RICEZIONE	76
6.3	TRITURAZIONE	77
6.4	PRETRATTAMENTO	77
6.5	DIGESTIONE ANAEROBICA	77
6.6	PRODUZIONE BIOMETANO	78
6.7	STABILIZZAZIONE AEROBICA	78
6.8	ACQUE PERCOLAZIONE	81
6.9	VAGLIATURA E MATERIALI RISULTANTI	81
7	SISTEMA DI ASPIRAZIONE E TRATTAMENTO ARIE	82
7.1	SISTEMA ASPIRAZIONE ARIA.....	82

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	3 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

7.2	IMPIANTO DI TRATTAMENTO ARIE (SCRUBBER)	84
7.3	IMPIANTO DI FILTRAZIONE BIOLOGICA (BIOFILTRO)	86
7.4	VALUTAZIONE DI CONFORMITA' ALLE BAT	89
8	CONCLUSIONI FINALI.....	94
8.1	VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE	94
8.2	BILANCIO FINALE INGRESSO-USCITA.....	95

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	4 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

1 SCOPO

Scopo della presente relazione, allegata al progetto definitivo inserito nella procedura di VIA, ai sensi della L.R. 18 maggio 1999, n. 9 e s.m.i., è quello di descrivere gli interventi e gli aspetti di processo previsti nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto di trattamento rifiuti autorizzato all'esercizio delle operazioni di recupero (R3 e R13) di rifiuti non pericolosi, provenienti dalla raccolta differenziata della frazione umida del rifiuto urbano. L'impianto è finalizzato alla produzione di Bio-metano, con le caratteristiche idonee all'immissione in rete di trasporto e distribuzione, e contestuale produzione di compost di qualità (ACM), all'interno dell'impianto di compostaggio esistente, di gestione Herambiente Spa, ubicato nel Comune di S. Agata Bolognese (BO), via Romita n.1.

L'impianto dovrà operare il trattamento della frazione organica proveniente dalla raccolta differenziata nel territorio, per un quantitativo massimo di rifiuti ammessi alle operazioni di recupero pari a:

- **FORSU: 100.000 t/anno per operazione R3 - (Riciclaggio/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche))**
- **Scarti ligneo-cellulosici: 35.000 t/anno per operazione R3 o R13 (Messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12)**

Il trattamento proposto introduce, a monte della tradizionale fase di stabilizzazione aerobica dei rifiuti, una fase di digestione anaerobica con produzione di biogas, classificabile, ai sensi del D. Lgs 387/2003, come fonte energetica rinnovabile (cfr. art. 2, comma 1, lettera a).

In particolare, la produzione di biogas, riconducibile alla sola prima fase di trattamento rifiuti (digestione anaerobica), nonché la valorizzazione dello stesso con la produzione di combustibile da fonti rinnovabili, sono da intendersi come attività secondarie e conseguenti rispetto all'attività principale di recupero dei rifiuti.

La sezione di digestione anaerobica, di tipo semi-dry, è basata sulla conversione del processo di compostaggio aerobico della frazione biodegradabile dei rifiuti organici, in un processo di tipo integrato anaerobico-aerobico che, oltre alla produzione (II° fase aerobica) di compost di qualità

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	5 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

(Ammendante Compostato Misto - ACM), garantisce la produzione (1° fase anaerobica) di biogas da destinare ad un sistema di “Upgrading”, per un massimo di 24.000 t/a, per la raffinazione dello stesso in biometano da destinare all’immissione in rete di trasporto.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	6 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

2 DEFINIZIONI

Di seguito si riportano alcune definizioni di nomenclature e diciture che vengono poi riprese all'interno del presente documenti:

- **FORSU**: frazione organica di rifiuto solido urbano da raccolta differenziata. Nel presente doc. viene utilizzato in senso allargato comprendendo tutti i codici CER indicati al paragrafo 4.1.
- **Scarti ligneo-cellulosici**: CER 20.02.01., principalmente i rifiuti biodegradabili risultanti dalla manutenzione del verde, come potature, legno, ceppaie, etc...
- **Cippato**: Scarti ligneo-cellulosici triturati in pezzatura variabile tra 50 e 200mm.
- **ACM**: Ammendante Compostato Misto (o compost di qualità)
- **CFS**: Compost Fuori Specifica (o Biostabilizzato)
- **Vagliatura primaria**: vagliatura grossolana
- **Vagliatura secondaria**: vagliatura fine (raffinazione)
- **Sopravaglio**: o sovvallo, è la granulometria di maggior dimensione che esce da un'operazione di vagliatura
- **Sottovaglio**: è la granulometria di minor dimensione che esce da un'operazione di vagliatura
- **Upgrading**: sistema di raffinazione del biogas
- **Offgas**: gas di scarto generato dal processo di raffinazione del biogas

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	7 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

3.1 PRESENTAZIONE INTRODUTTIVA DEL PROGETTO

Nella configurazione impiantistica di progetto si possono individuare le seguenti linee di produzione:

- linea di produzione compost di qualità (Ammendante Compostato Misto) – linea ACM: la materia prima sottoposta a processo di compostaggio è rappresentata da una miscela di frazione organica da raccolta differenziata di rifiuti solidi urbani e speciali (FORSU) e da scarti ligneo-cellulosici;
- linea di produzione bio-metano: la materia prima sottoposta a processo di digestione anaerobica è rappresentata da una miscela di frazione organica da raccolta differenziata di rifiuti solidi urbani e speciali (FORSU) e da scarti ligneo-cellulosici;

NOTA: tutte le sigle presenti da questo punto in avanti sono riferite **all'Elaborato CO 01 BO AE 00 D1 PL 04.00 - Planimetria generale impianto Stato di progetto.**

LINEA DI PRODUZIONE ACM

La linea di produzione ACM può essere suddivisa nelle seguenti sezioni:

- sezione per il ricevimento FORSU in ingresso;
- sezione per il ricevimento, messa in riserva scarti ligneo-cellulosici in ingresso;
- sezione di pretrattamento;
- sezione di digestione anaerobica;
- sezione di miscelazione;
- sezione di stabilizzazione aerobica;
- sezione di raffinazione;
- sezione di stoccaggio ACM/CFS/Sovvallo;
- sezione trattamento arie esauste;

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	8 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

L'area di ricezione della frazione organica (FORSU) è costituita dal Fabbricato Filtro-Ricezione, con funzione da avanfossa, **C21** e il Fabbricato Ricezione **C22**, evidenziati nella planimetria di **Figura 1 – Layout di Impianto**, chiusi da portoni a impacchettamento rapido. In aggiunta, è a disposizione una area dedicata alla ricezione/stoccaggio degli scarti ligneo-cellulosici triturati (cippato), costituita da baie di stoccaggio **ST3** in un piazzale pavimentato coperto dalla Tettoia Rifiuto Ligneocellulosico Triturato **C24**.



Figura 1 – Layout di Impianto

La ricezione/stoccaggio degli scarti ligneo-cellulosici non triturati avviene, invece, in un piazzale legno coperto dalla Tettoia Stoccaggio Rifiuto Ligneocellulosico e Compost **C29**, non visibile in **Figura 1 – Layout di Impianto**, posto all'ingresso del comparto impiantistico. La tettoia è chiusa

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	9 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

lateralmente tramite teli PVC contenitivi e frontalmente dotata di portoni che saranno aperti solo per il transito mezzi.

La regolamentazione dei conferimenti è gestita dall'ufficio pesa.

Il Fabbricato Ricezione **C22** consente il conferimento dei mezzi su due fronti, la zona **C22.1** dove è previsto il conferimento del materiale prevalentemente mediante mezzi scarabilli, e la zona **C22.2**, dove invece è previsto lo scarico mediante autocompattatori o mezzi di piccola taglia. Questo rende possibile l'alternarsi delle lavorazioni effettuate dalle pale gommate, in modo da non avere mai la contemporanea presenza della pala gommata e del mezzo in scarico nella stessa sezione di ricezione, garantendo l'operazione del sistema in sicurezza.

Attraverso pala meccanica, i rifiuti, una volta scaricati dai mezzi di conferimento (siano essi scarabilli o walking-floor) sono caricati al Sistema di Pretrattamento **P52**, composto da due linee, mediante pala meccanica. All'interno del sistema avvengono le seguenti operazioni:

- Triturazione,
- Deferrizzazione,
- Vagliatura di Pretrattamento (grossolana),
- Recupero Organico da sovralli.

Dopo esser stati sottoposti alle operazioni di pretrattamento, necessarie all'ottenimento di un materiale idoneo alla fase di digestione anaerobica, i rifiuti, mediante nastri trasportatori e coclee di avanzamento, vengono immessi nei reattori di digestione **P57**.

Il sovrallo del vaglio di pretrattamento è inviato al recuperatore, ed in uscita da quest'ultimo, od in caso di disfunzione dello stesso, a baia di stoccaggio **DT1**, in attesa di trasferimento a smaltimento e/o recupero energetico.

La fase di **digestione anaerobica** avviene all'interno di reattori a tenuta stagna, ed è basata su un processo di degradazione semi-dry di tipo continuo. Il processo sfrutta 4 reattori cilindrici orizzontali, caricati a precisi intervalli di tempo, durante l'esercizio giornaliero e gestiti in modo sfalsato tra loro, garantendo così la continuità dell'immissione del materiale a digestione, nonché dell'espulsione dello stesso (digestato) dai reattori.

Mediante un sistema di caricamento a coclee dedicato, il materiale è forzato all'interno del singolo reattore di digestione anaerobica. La fase di fermentazione avrà una durata di circa 20 –

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	10 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

25 giorni (mediamente 21), durante il quale, il materiale viene mantenuto in movimento all'interno del digestore.

Dopo la scadenza del periodo di processo, la massa, che durante i 20 – 25 giorni è avanzata all'interno del reattore, viene scaricata per mezzo di una pompa a pistoncini (una per digestore). Il digestato, una volta estratto, è inviato, mediante la medesima pompa a pistoncini, alla sezione **(P57-8)** di miscelazione.

Durante l'immissione di rifiuto fresco nel digestore, la pompa a pistoncini ricircola in testa parte del materiale presente nella sezione finale dello stesso (il passaggio del materiale è interno al reattore). Quest'operazione ha lo scopo di inoculare il rifiuto di nuova immissione con materiale ricco di flora batterica ed accelerare così le tempistiche di reazione.

Tutto il digestato estratto viene strutturato, mediante miscelatori automatici a coclee, con un mix di: verde tritato, intermedio e sovrappeso provenienti dalla sezione di raffinazione, ed infine avviato alla fase di **stabilizzazione aerobica**, operata da un Sistema di Biossificazione Accelerata **P58**, mediante nastro trasportatore e pala gommata. Il materiale rimane in questa fase per un minimo di 21 giorni. L'aria di processo viene insufflata nel materiale dal basso, attraverso una platea areata. Dopo aver attraversato il materiale, l'aria è aspirata per essere inviata al Sistema di Trattamento Aria, composto da un'unità "scrubber", per l'abbattimento di polveri e la rimozione di eventuali presenze di ammoniaca NH_3 , ed infine ai biofiltri per completare il trattamento di deodorizzazione.

Dopo tale periodo, il materiale viene prelevato e inviato, mediante pala gommata, al Sistema di Raffinazione **P59** dove avvengono le operazioni di vagliatura:

- Vagliatura Primaria: SOVRAPPESO a deposito, sottovaglio inviato a Vagliatura Secondaria;
- Vagliatura Secondaria: INTERMEDIO a stoccaggio, COMPOST a stoccaggio.

La movimentazione dai vagli alle baie di stoccaggio avviene in toto mediante nastro trasportatore.

Il SOVRAPPESO e l'INTERMEDIO vengono caricati a miscelazione dalle proprie baie di stoccaggio mediante pala gommata.

Il cippato è caricato a miscelazione dalle proprie baie di stoccaggio mediante pala gommata.

LINEA DI PRODUZIONE BIOMETANO

La linea di produzione biometano può essere suddivisa nelle seguenti sezioni:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	11 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

- sezione di trattamento del biogas;
- sezione di upgrading del biogas;
- sezione di trattamento dell'offgas;
- sezione di compressione del biometano;
- sezione di connessione del biometano alla rete di trasporto.

Il processo di Digestione Anaerobica produce biogas in maniera continuativa. Il reattore stesso funge da polmone alla produzione avendo uno spazio di testa non occupato dal rifiuto ed essendo mantenuto leggermente in pressione.

Il biogas in uscita dal reattore di digestione viene immesso in un sistema di trattamento, comprendente desolfurazione e condensazione, per l'abbattimento degli inquinanti. Uscito dal sistema di trattamento, il biogas è inviato al sistema di upgrading che ne rimuove la CO₂ per portare la percentuale di CH₄ dal 55% c.a. del biogas al 95% c.a. del biometano.

Il biometano prodotto a valle del processo di upgrading è quindi inviato ai compressori per successiva immissione in rete di trasporto, mentre l'offgas viene inserito nello stream gassoso aspirato dalle celle di stabilizzazione aerobica, e con esso inviato alle unità per l'abbattimento inquinanti "scrubber" e alla filtrazione biologica.

Qualora vi sia una sovrapproduzione di biogas questo verrà inviato ai motori endotermici esistenti a servizio della discarica, se disponibili, ed in ultimo a termodistruzione.

CONTROLLI DI PROCESSO

L'impianto di digestione anaerobica semi-dry, il sistema di upgrading e quello di compressione vengono controllati e gestiti anche a distanza attraverso software sviluppati ad hoc. È possibile regolare i parametri di processo ed intervenire sulle condizioni di esercizio delle singole unità da sala Controllo situata al centro dell'Impianto. Tutti i parametri sono remotati in una Sala Gestione all'interno della palazzina uffici esistente, per la supervisione continua dell'impianto.

Gli operatori presenti in Sala Gestione monitorano l'andamento dei parametri di lavoro ed effettuano le regolazioni necessarie. Gli operatori, quotidianamente, effettuano dei giri/verifiche di controllo su tutte le parti dell'impianto in base ad un protocollo prestabilito.

Si riporta di seguito uno schema a blocchi semplificato del processo di produzione:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	12 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

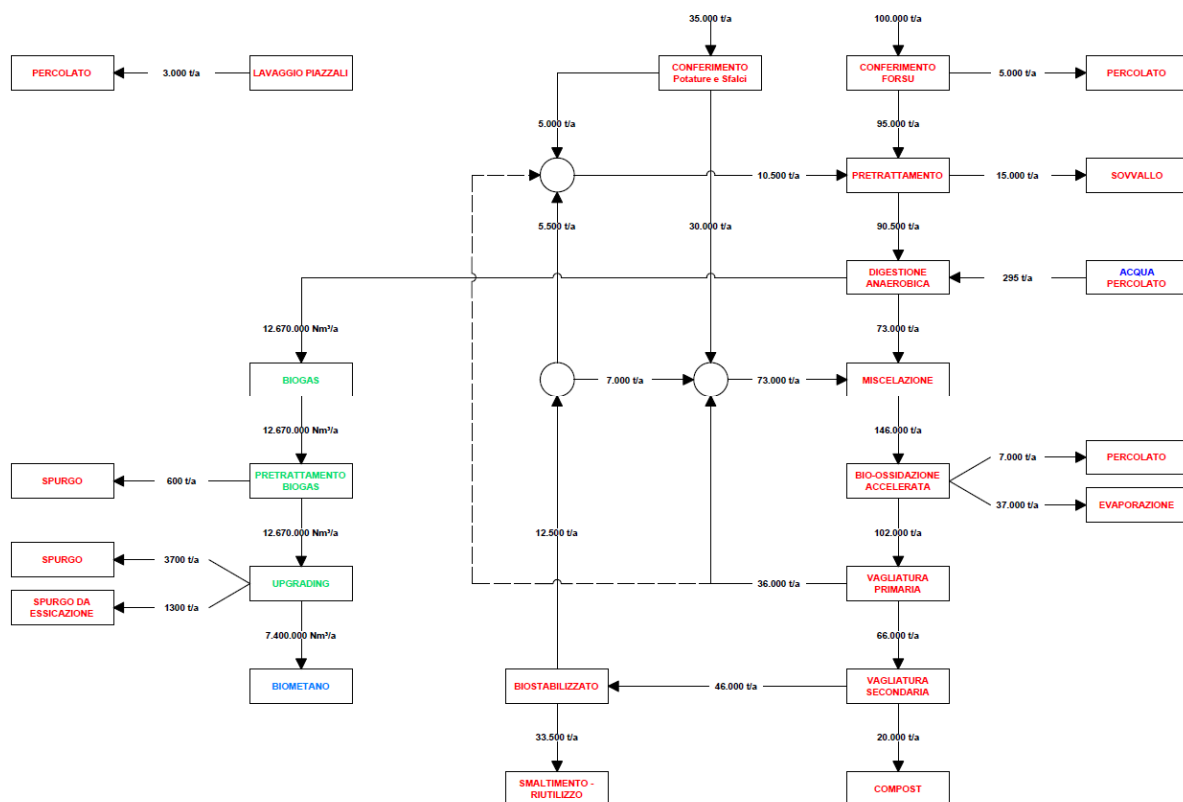


Figura 2 – Schema a blocchi del processo di produzione

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	13 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

4 DESCRIZIONE DEL PROCESSO

4.1 RIFIUTI IN INGRESSO

Il quantitativo massimo dei rifiuti ammessi alle operazioni di recupero (R3 - R13) risulta pari a **135.000 t/anno** ripartite secondo la seguente tabella:

Linea di produzione	Rifiuti	Operazione	Quantità massima di trattamento annuo (t/anno)
Linea produzione compost di qualità (ACM)	Frazione organica proveniente da raccolta differenziata (FORSU)	R3	100.000
	Frazione ligneo-cellulosica	R13	35.000
TOTALE			135.000

Tabella 1 – Rifiuti ammessi, quantitativi

A tal proposito è opportuno sottolineare che:

- La frazione ligneo-cellulosica, per lo più da utilizzare come strutturante, una volta tritata, nella miscela da sottoporre a processo di stabilizzazione aerobica, può venire in parte utilizzata nel processo di digestione, a seconda di quanto tale frazione è già presente nella FORSU. Lo scopo è mantenere un tenore di secco nel digestore prossimo al valore ottimale.
- Il compost fuori specifica / biostabilizzato (CFS), come si evince più nel dettaglio nel seguito della relazione, sarà prodotto dall'operazione di raffinazione della corrente in uscita dalla sezione di stabilizzazione aerobica, da cui si origina:
 - ACM (Ammendante Compostato Misto)
 - CFS (Biostabilizzato)
 - Sovvallo

I rifiuti ammessi in impianto per il trattamento di digestione anaerobica sono:

CER	Descrizione
200108	Rifiuti biodegradabili da cucine e mense
200125	Oli e grassi commestibili
200138	Legno diverso di quello di cui alla voce 200137

Tabella 2 – Rifiuti ammessi a digestione anaerobica, tipologie

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	14 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Qualora la frazione CER 20 01 25 dovesse essere considerata, in accordo a quanto indicato nel DECRETO 10 ottobre 2014, allegato 3, parte B, come “materia prima che non dà origine a biocarburanti contabilizzabili come avanzati”, tale rifiuto non sarà ammesso al trattamento di digestione anaerobica.

In caso di fermata straordinaria della sezione di digestione anaerobica e/o in caso di necessità del territorio di trattamento di altre tipologie di rifiuti, è prevista la possibilità di alimentare direttamente la sezione di stabilizzazione aerobica per l'intera operazione di compostaggio, **R3**, (garantendo, in tal caso, una permanenza minima di 55 gg). Le celle utilizzate per questa operazione saranno segnalate di volta in volta con apposita cartellonistica e riportate su registro dedicato.

I rifiuti ammessi in impianto per tale operazione sono elencati nella seguente tabella.

CER	Descrizione
020103	Scarti di tessuti vegetali
020106	Feci animali, urine e letame (comprese le lettiere usate), effluenti, raccolti separatamente e trattati fuori sito
020107	Rifiuti dalla silvicoltura
020203	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
020204	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
020299	Rifiuti non specificati altrimenti
020301	Fanghi prodotti da operazioni di lavaggio, pulizia, sbucciatura centrifugazione e separazione dei componenti
020304	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
020305	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
020399	Rifiuti non specificati altrimenti
020403	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
020499	Rifiuti non specificati altrimenti
020501	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
020502	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
020601	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
020603	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
020701	Rifiuti prodotti da operazioni di lavaggio, pulizia e macinazione materia primaImballaggi in carta e cartone
020702	Rifiuti prodotti dalla distillazione di bevande alcoliche
020704	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
020705	Fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
030101	Scarti della corteccia e del sughero

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	15 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

030105	Segatura, trucioli, residui di taglio, legno, pannelli di truciolare e piallacci diversi di quelli di cui alla voce 030104
030301	Scarti di corteccia e legno
030302	Fanghi di recupero dei bagni di macerazione
030307	Scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone
040101	Carniccio e frammenti di calce
040221	Rifiuti da fibre tessili grezze
150103	Imballaggi in legno
190812	Fanghi prodotti dal trattamento biologico delle acque reflue industriali diversi da quelli di cui alla voce 190811
200108	Rifiuti biodegradabili da cucine e mense
200125	Oli e grassi commestibili
200138	Legno diverso di quello di cui alla voce 200137
200201	Rifiuti biodegradabili
200302	Rifiuti dei mercati
200301	Rifiuti urbani non differenziati
190805	Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane
191212	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 191211
191207	Legno diverso da quello di cui alla voce 191206

Tabella 3 – Rifiuti ammessi alle operazioni di recupero R3, tipologie

In impianto sarà svolta anche l'operazione **R13**, per i rifiuti ligneo-cellulosici, in apposite aree di stoccaggio aventi una capacità istantanea massima totale di 600t per le baie **ST3** e 1.800t per il piazzale esterno **ST2**, per le tipologie di rifiuti:

CER	Descrizione
191207	Legno diverso di quello di cui alla voce 191206
200138	Legno diverso da quello di cui alla voce 200137
200201	Rifiuti biodegradabili

Tabella 4 – Rifiuti ligneo-cellulosici ammessi alle operazioni R13, tipologie

L'impianto garantisce notevole flessibilità in tutte le sue sezioni, caratteristica indispensabile per un funzionamento correlato alla effettiva disponibilità di materiale e alla tipica fluttuazione temporale delle caratteristiche dei rifiuti in ingresso. Pertanto, il rapporto tra i componenti della miscela di rifiuti in ingresso destinati alla produzione di compost di qualità (FORSU, scarti ligneo-cellulosici), possono subire variazioni, fermi restando i limiti quantitativi massimi sopra indicati.

Si sottolinea inoltre che l'operazione di recupero del biogas finalizzato alla produzione di biometano si configura come operazione **R3**.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	16 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Nelle tabelle seguenti si riportano i rifiuti ammessi:

CER	Descrizione
190699	Biogas

Tabella 5 – Rifiuti ammessi alle operazioni R3, tipologie

4.2 DIGESTIONE ANAEROBICA

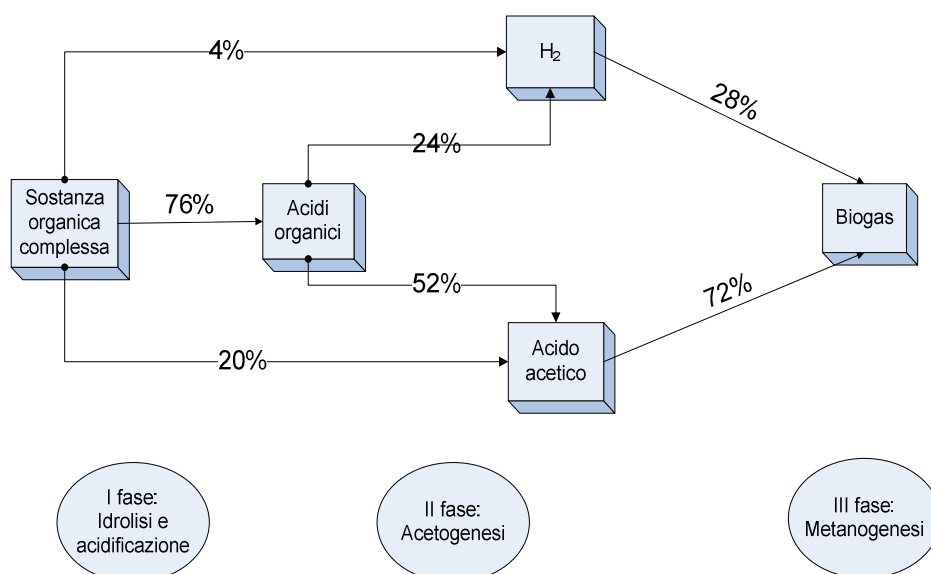
Con il termine biogas s'intende una miscela gassosa, costituita principalmente da metano (circa il 55 %) e anidride carbonica in rapporti variabili, ottenuta dalla digestione anaerobica (in assenza di ossigeno) di materiale organico. La degradazione biologica della sostanza organica avviene ad opera di microrganismi batterici che svolgono il processo a partire da diversi substrati, quali scarti di origine agro-alimentare, biomassa di provenienza agricola, residui organici industriali e la frazione organica dei rifiuti urbani.

Il rendimento di produzione di biogas, espresso come quantità di biogas prodotto per unità di materiale organico alimentato, è variabile e dipende dalle caratteristiche della frazione biodegradabile del substrato che costituisce la miscela di alimentazione del digestore. Le varie componenti devono essere bilanciate in modo che tutti i batteri coinvolti vengano nutriti e che il gas in uscita dal digestore presenti caratteristiche che non si discostino eccessivamente da quelle ottimali. Questo tipo di elaborazione è necessaria per garantire rese soddisfacenti in metano.

Il processo di digestione anaerobica può avvenire entro un ampio intervallo di temperatura compreso tra -5 e 70 °C e i microrganismi vengono classificati proprio in base alla temperatura ottimale di sviluppo: psicrofili (temperature inferiore a 20 °C), mesofili (temperature tra 20 e 40 °C) e termofili (temperature superiori a 45 °C).

La flora batterica in grado di convertire i materiali organici in biogas, è costituita da tre gruppi di microrganismi che agiscono all'interno del digestore anaerobico in tre fasi distinte e contemporanee:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	17 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	


Figura 3 – Fasi della digestione anaerobica

4.2.1 Fase 1: Idrolisi e Acidificazione

In questa prima fase vengono ottenuti composti semplici, metabolizzabili da altri batteri nelle fasi successive. I batteri anaerobi stretti e facoltativi producono enzimi extracellulari in grado di degradare il materiale organico e di scindere i glucidi complessi in glucidi semplici, le proteine in peptidi e amminoacidi, i grassi in glicerolo ed acidi grassi. Il processo idrolitico può essere inibito dall'accumulo di amminoacidi e zuccheri causato dall'inibizione dell'attività enzimatica. Contemporaneamente all'idrolisi avviene la fermentazione acidogenica, in cui i batteri degradano i monomeri formati, con produzione di acidi grassi volatili.

4.2.2 Fase 2: Acetogenesi

Nella seconda fase i prodotti di idrolisi e acidificazione vengono metabolizzati ad opera di una flora di batteri anaerobi facoltativi e sono trasformati in acido acetico, acido formico, CO₂ e H₂. I batteri facoltativi presenti nella digestione anaerobica consumano l'ossigeno che è nel liquame, portando così il mezzo ad una completa anaerobiosi: condizione di fondamentale importanza perché i batteri metanigeni sono anaerobi stretti. Vengono inoltre preparati i sali azotati che in seguito costituiranno la base alimentare per il metabolismo degli stessi batteri metanigeni. In questa fase è fondamentale mantenere bassa la concentrazione dell'idrogeno molecolare per evitare l'inibizione dell'attività batterica.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	18 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

4.2.3 Fase 3: Metanogenesi

La produzione di metano rappresenta la conclusione della catena trofica anaerobica. La produzione del metano avviene attraverso due differenti vie di reazioni: una via prevede la metanogenesi ad opera dei batteri idrogenotrofi, che operano l'ossidazione anaerobica dell'idrogeno, mentre la seconda via, detta acetoclastica, prevede la dismutazione anaerobica dell'acido acetico con formazione di metano e biossido di carbonio. La maggior parte della produzione di metano avviene attraverso il secondo meccanismo. Con la loro attività i due ceppi di batteri metanigeni svolgono due importanti funzioni nell'ambito della catena trofica anaerobica: da un lato degradano l'acido acetico e l'acido formico a CH_4 eliminando gli acidi dal mezzo ed impedendo quindi l'inibizione dei fenomeni di degradazione di substrati organici per eccesso di acidità, e dall'altra mantengono la concentrazione di H_2 a bassi livelli.

4.2.4 Parametri gestionali del digestore

Il substrato è generalmente definito, nell'ambito dei processi di digestione, in termini di solidi totali (TS), di solidi volatili (TVS), di domanda chimica di ossigeno (COD) o di domanda biologica di ossigeno a 5 giorni (BOD_5). Generalmente, per caratterizzare i substrati, si utilizzano i solidi totali (TS) e i solidi totali volatili (TVS), mentre per la caratterizzazione dei materiali in uscita si prediligono le grandezze COD e BOD_5 . Tali scelte sono giustificate dal fatto che nella catena trofica i solidi volatili sono legati alla quantità di metano ottenibile alla fine del processo di metanogenesi. Per i materiali i parametri di COD e BOD_5 sono necessari per determinare i tempi e le modalità di depurazione.

4.2.5 Parametri di stabilità del processo

La fase controllante dell'intero processo di digestione anaerobica è quella metagenica a causa dell'estrema sensibilità alle variazioni dell'ambiente di reazione dei batteri coinvolti. Risulta quindi fondamentale il controllo e il mantenimento delle condizioni ottimali per la crescita dei microrganismi. Su questa ottica è fondamentale il monitoraggio di parametri quali il pH, la concentrazione degli acidi grassi volatili, l'alcalinità, il rapporto tra acidi grassi e alcalinità, la quantità e qualità di biogas prodotto, la temperatura.

4.2.6 Produzione di biogas da rifiuti

La produzione di biogas costituisce uno dei principali vantaggi della digestione anaerobica dei rifiuti. La variazione della composizione del biogas è dovuta alla differente velocità di degradazione dei diversi componenti della sostanza organica immessa. Inizialmente il biogas prodotto dalla

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	19 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

massa in digestione è molto ricco di anidride carbonica e successivamente la miscela si presenta molto ricca in metano (concentrazione comprese tra 45 e 65%).

Va puntualizzato che essendo il digestore proposto in funzionamento continuo, il sistema non si accorge della sopra citata variazione.

Seguono alcune tabelle/figure descrittive di quanto sopra espresso.

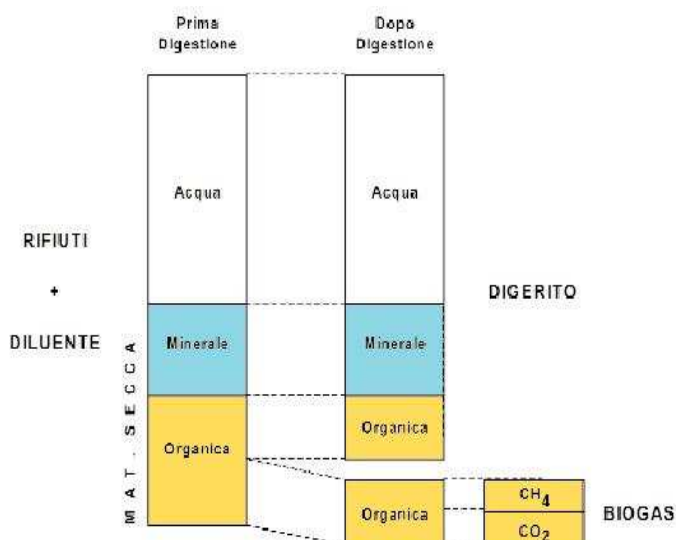


Figura 4 – Trasformazione del substrato nel digestore

Substrato	MESOFILIA			TERMOFILIA		
	Proc. umido	Proc. semi umido	Proc. secco	Proc. umido	Proc. semi umido	Proc. secco
Fraz.organica Selezionata mecc.	0,17-0,23	0,23-0,30	0,35-0,45	0,20-0,30	0,30-0,41	0,35-0,45
Fraz. organica da raccolta differenziata	0,55-0,70	0,55-0,70	0,55-0,75	0,60-0,75	0,60-0,75	0,60-0,75

Tabella: valori del rendimento di biogas [m3/kgTVS] nei vari processi.

Composizione (in volume)	Biogas			
	Metano	CH ₄	55-65	%
Idrogeno solforato	Anidride carbonica	CO ₂	35-45	%
	Idrogeno solforato	H ₂ S	0,02-0,2	%
	Idrogeno, Ossigeno	H ₂ , O ₂	tracce	
	Azoto, Ammoniaca	N ₂ , NH ₃	tracce	
Vapor acqueo			H ₂ O	saturazione
Densità	1,25			kg/Nm ³
Contenuto energetico (PCI)	19.800			kJ/Nm ³
	5,7			kWh/Nm ³
	4.730			kcal/Nm ³

Tabella: caratteristiche biogas.

Figura 5 – Caratteristiche del processo

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	20 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

4.3 **CARATTERISTICHE E VANTAGGI DEL PROCESSO**

Innanzitutto occorre considerare che:

- la digestione anaerobica consente di produrre energia rinnovabile (attraverso la produzione di biogas, e la successiva raffinazione in biocarburante avanzato DM 10/2014);
- la digestione anaerobica avviene in reattori chiusi, ciò consente di ridurre in maniera significativa il rilascio di emissioni gassose maleodoranti in atmosfera, rispetto al solo trattamento aerobico;
- le fasi maggiormente odorigene sono gestite in reattore chiuso e le arie esauste sono rappresentate dal biogas, che è aspirato, trattato ed inviato ad utilizzo. Il trattamento consente in oltre di avere un refluo gassoso dal processo di raffinazione “offgas” libero da inquinanti;
- limitato impiego di superficie grazie alla compattezza dell'impiantistica anaerobica ed alla riduzione dei tempi di processo rispetto ad un impianto di compostaggio tradizionale;
- limitata emissione di CO₂ in atmosfera, grazie al limitato consumo di energia elettrica del processo anaerobico.

Nel corso della fase di digestione anaerobica avviene la degradazione biologica della sostanza organica che è trasformata in biogas, costituito prevalentemente da metano (circa 55 %) ed anidride carbonica.

Al termine del processo di digestione anaerobica il materiale ha raggiunto già la stabilizzazione che si completa con la successiva fase aerobica, durante la quale si ha inoltre, l'igienizzazione e la rimozione dell'umidità in eccesso.

E' quindi evidente che il nuovo tipo di processo ha molte qualità in più del compostaggio tradizionale, non solo come produzione di energia, ma anche come rapidità e stabilità.

4.4 **GIORNI FUNZIONAMENTO E DOTAZIONE AUTOMEZZI**

Le operazioni di conferimento, riempimento/svuotamento celle di stabilizzazione aerobica, vagliatura, movimentazioni materiale e rifiuti, avvengono su 312 giorni/anno per 12 - 16 ore lavorative/giorno.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	21 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

L'impianto, nelle condizioni di massima operatività, sarà caratterizzato dalla presenza contemporanea di:

- N. 4 pale gommate per le seguenti attività:
 1. Movimentazione e gestione stoccaggi rifiuti in ingresso;
 2. Caricamento linee di pretrattamento;
 3. Gestione cumuli triturato;
 4. Abbancamento materiale pretrattato per prelievo con carroponete;
 5. Svuotamento e riempimento celle di stabilizzazione aerobica, preparazione miscela ingresso stabilizzazione aerobica;
 6. Vagliatura, gestione depositi e stoccaggi;
 7. Carico materiali e rifiuti su automezzi per invio a destino.
- N. 1 Veicolo scarrabile per la movimentazione dell'ammendante composto misto/ACM e del ligneo-cellulosico.
- N. 1 Caricatore mobile dotato di benna a polipo, eventuale.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	22 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5 DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORAZIONE

In riferimento alla planimetria di **Figura 1 – Layout di Impianto**, vengono di seguito descritte nel dettaglio le fasi di lavorazione.

5.1 RICEZIONE E DEPOSITO FORSU

5.1.1 **Fabbricato Filtro-Ricezione – C21 (avanfossa)**

La quantità annua in ingresso trattabile è pari a 100.000 tonnellate/anno. Tutti gli automezzi, prima dell'ingresso in impianto, devono necessariamente transitare per la pesa in accettazione, al fine di verificare la conformità del conferimento dal punto di vista amministrativo (controllo documento, verifica validità omologa, ecc.). Una volta che tali verifiche abbiano avuto esito positivo, l'operatore alla pesa apre la sbarra al fine di permettere al mezzo di entrare in impianto per il conferimento del rifiuto.

Il fabbricato C21 funge principalmente da “avanfossa” allo scopo di evitare il contatto diretto con l'esterno dell'edificio di ricezione C22 e da transito per i mezzi diretti allo stoccaggio dei colaticci, ai motori, alla torcia, al pretrattamento dei gas di scarica, e all'edificio C28.3 (stoccaggio compost).

Gli accessi agli edifici C21 e C22 sono realizzati con portoni ad impacchettamento rapido, dotati di semafori e sensori (fotocellule).

I sensori inviano al sistema di controllo i segnali aperto/chiuso.

L'addetto di impianto, in base alle movimentazioni interne ed agli stoccaggi presenti, invia un comando di disponibilità baia al sistema di controllo e accende il semaforo verde sul portone del C22 in corrispondenza della baia libera.

Il sistema di controllo, ricevuto il segnale di disponibilità baia e lo stato di chiusura di tutti i portoni, abilita l'accesso al fabbricato C21, accendendo il semaforo verde.

Una volta occupata la baia, l'operatore rimuove lo stato di disponibilità baia e il semaforo del portone corrispondente del C22 torna rosso.

In assenza di segnali di disponibilità baie, il sistema di controllo imposta il semaforo di ingresso al fabbricato C21 sull'arancione lampeggiante, indicando la possibilità di procedere attraverso il C21 solo per le attività diverse dallo scarico rifiuti.

Come misura di sicurezza, il sistema di controllo non consente l'ingresso al C21 ad alcun mezzo, impostando il semaforo su rosso, quando un altro portone del fabbricato C21 o C22 risulta aperto.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	23 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Stanti le logiche di consenso sopra descritte, di seguito, vengono riportate le sequenze operative di apertura/chiusura portoni.

1. Attesa del semaforo verde per l'ingresso nel Filtro-Ricezione C21.
2. Apertura del portone del Fabbricato Filtro-Ricezione C21; azione che può avvenire mediante comando remoto (supervisione di impianto) o pulsantiera (operatore / autista);
3. Ingresso del mezzo di conferimento nel Fabbricato Filtro-Ricezione C21;
4. Chiusura automatica del portone del Fabbricato Filtro-Ricezione C21;
5. Apertura del portone del Fabbricato Ricezione C22 abilitato con semaforo verde; azione che può avvenire mediante comando remoto (supervisione di impianto) o pulsantiera (operatore / autista);
6. Ingresso mezzo di conferimento nel Fabbricato Ricezione C22;
7. Chiusura automatica del portone del Fabbricato Ricezione C22;
8. Scarico del rifiuto nella baia di stoccaggio.
9. Apertura del portone del Fabbricato Ricezione C22: azione che può avvenire mediante comando remoto (supervisione di impianto) o pulsantiera (operatore / autista), il portone si apre solo se i portoni del fabbricato C21 sono chiusi;
10. Chiusura automatica del portone del Fabbricato Ricezione C22, e successiva apertura del portone dell' "avanfossa" C21.

Il Fabbricato Filtro-Ricezione è mantenuto in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantirne la depressione. Inoltre, poiché non è previsto alcun deposito di rifiuto all'interno del Fabbricato Filtro-Ricezione, si minimizza la possibilità di avere emissioni odorigene all'esterno.

Pur non essendo previsto deposito di rifiuto, il Fabbricato è dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione e invio al parco serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	24 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.1.2 Fabbricato Ricezione – C22

Il ricevimento della FORSU avviene direttamente a terra all'interno del Fabbricato **C22**. L'accesso all'edificio è possibile mediante gli ingressi **B – C – D**, indicati in figura, realizzati con portoni ad impacchettamento rapido, comandati mediante sistema automatico. Alternativamente, per i mezzi scarrabili di grossa taglia è previsto l'accesso mediante l'ingresso **A** realizzato mediante n. 2 portoni ad impacchettamento rapido. Una volta che il mezzo è entrato nell'edificio a marcia indietro, il portone viene richiuso e il mezzo può effettuare le operazioni di scarico a locale completamente chiuso.

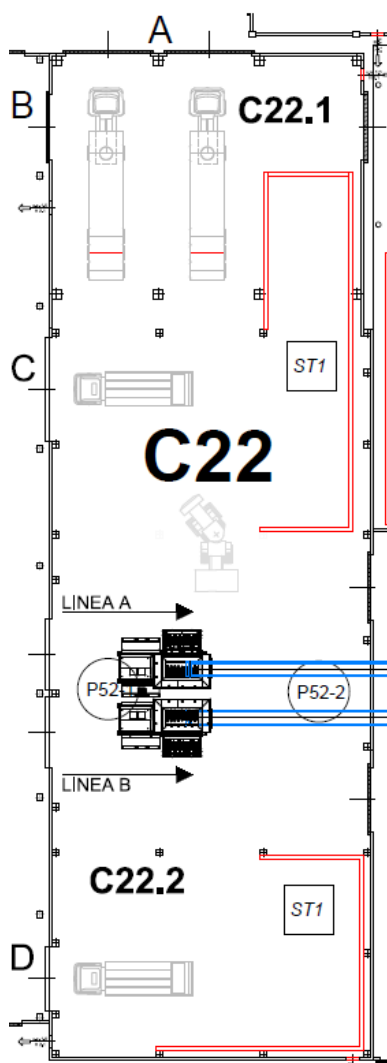


Figura 6 - Ricezione

Durante queste operazioni è presente un conduttore che, oltre a dirigere le operazioni di scarico, effettua i controlli di qualità sul rifiuto.

Il Fabbricato Ricezione è mantenuto in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantire almeno n. 3 ricambi ora. Il fabbricato è inoltre dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione e invio al parco serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

5.1.2.1 Operazione di Ricezione in C22.1

Se il mezzo conferente il rifiuto sta scaricando nella zona di **C22.1** il palista andrà ad operare nella zona di ricezione prossima all'ingresso **C22.2**, dove potrà decidere, in funzione della tipologia e quantità di rifiuto precedentemente caricato, se caricare direttamente il rifiuto sulla **linea di pretrattamento B** o stoccarlo nella baia **ST1**. Quando necessario, il palista preleva il rifiuto dalla precedente baia **ST1** e lo carica alla **linea di pretrattamento B**. Le operazioni di pretrattamento sono coordinate in maniera tale da inviare in linea prioritariamente il rifiuto che è stato conferito da più tempo.

I 2 stoccaggi ST1 in C22 sono utilizzabili sia per la FORSU in ingresso sia come stoccaggio momentaneo di rifiuto ligneo cellulosico/intermedio da raffinazione da inviare alla sezione di digestione anaerobica.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	25 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Essendo presente il fabbricato Filtro C21, che impedisce il collegamento diretto tra Ricezione ed ambiente esterno, non risulta necessario lo svuotamento di detti stoccaggi a fine turno, quindi giornalmente è possibile che rimanga una quantità di materiale che sarà lavorata per prima il giorno seguente. È previsto comunque lo svuotamento a fine turno di sabato.

5.1.2.2 Operazione di Ricezione in C22.2

Se il mezzo conferente il rifiuto sta scaricando nella zona di **C22.2** il palista andrà ad operare nella zona di ricezione prossima all'ingresso **C22.1**, dove potrà decidere, in funzione della tipologia e quantità di rifiuto precedentemente caricato, se caricare direttamente il rifiuto sulla **linea di pretrattamento A** o stoccarlo nella baia **ST1**. Quando necessario il palista preleva il rifiuto dalla precedente baia **ST1** e lo carica alla **linea di pretrattamento A**. Le operazioni di pretrattamento sono coordinate in maniera tale da inviare in linea prioritariamente il rifiuto che è stato conferito da più tempo.

5.2 RICEZIONE, STOCCAGGIO E TRITURAZIONE SCARTI LIGNEO-CELLULOSICI

La quantità annua in ingresso trattabile di scarti ligneo-cellulosici è pari a 35.000 tonnellate/anno. Diversamente dalla FORSU, tali rifiuti possono essere conferiti in due zone distinte:

- Tettoia Rifiuto ligneo-cellulosico triturato, **C24**;
- Tettoia Stoccaggio rifiuto ligneo-cellulosico e compost, **C29**.

Sul piazzale coperto dalla tettoia **C24**, il materiale scaricato sarà prevalentemente già triturato (cippato) è ammassato nelle baie di stoccaggio **ST3** da pala gommata. Da queste baie è prelevato ed avviato alle fasi di pretrattamento e miscelazione, mediante pala gommata.

All'interno della Tettoia Stoccaggio rifiuto ligneo-cellulosico e compost **C29**, di nuova costruzione, il materiale scaricato sarà abbancato in attesa di triturazione effettuata in loco tramite macchina mobile, per poi essere trasferito mediante mezzo scarrabile alle baie di stoccaggio del triturato **ST3**, per successivo invio a lavorazione.

Per il calcolo dello stoccaggio istantaneo in C24 e C29, si riportano di seguito le caratteristiche dimensionali delle relative zone di stoccaggio:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	26 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Descrizione	U.M.	ST3 (C24)	ST2 (C29)
Larghezza baia	M	20,5	33
Lunghezza baia	M	14,5 + 13	45
Altezza stoccaggio	M	3,5 – 4,5	3,5 – 4,5
Superficie stoccaggio	m ²	564	1.500
Volume stoccaggio	m ³	2.000 – 2.255	6.000 – 6.750
Densità materiale	t/m ³	0,35 – 0,40	0,25 – 0,30
Stoccaggio massimo istantaneo	T	800	1.800

In entrambe le aree di stoccaggio sono presenti caditoie per intercettare eventuale acqua di percolazione; tali acque vengono convogliate, nel parco serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

5.3 SEZIONE DI PRETRATTAMENTO DEL MATERIALE

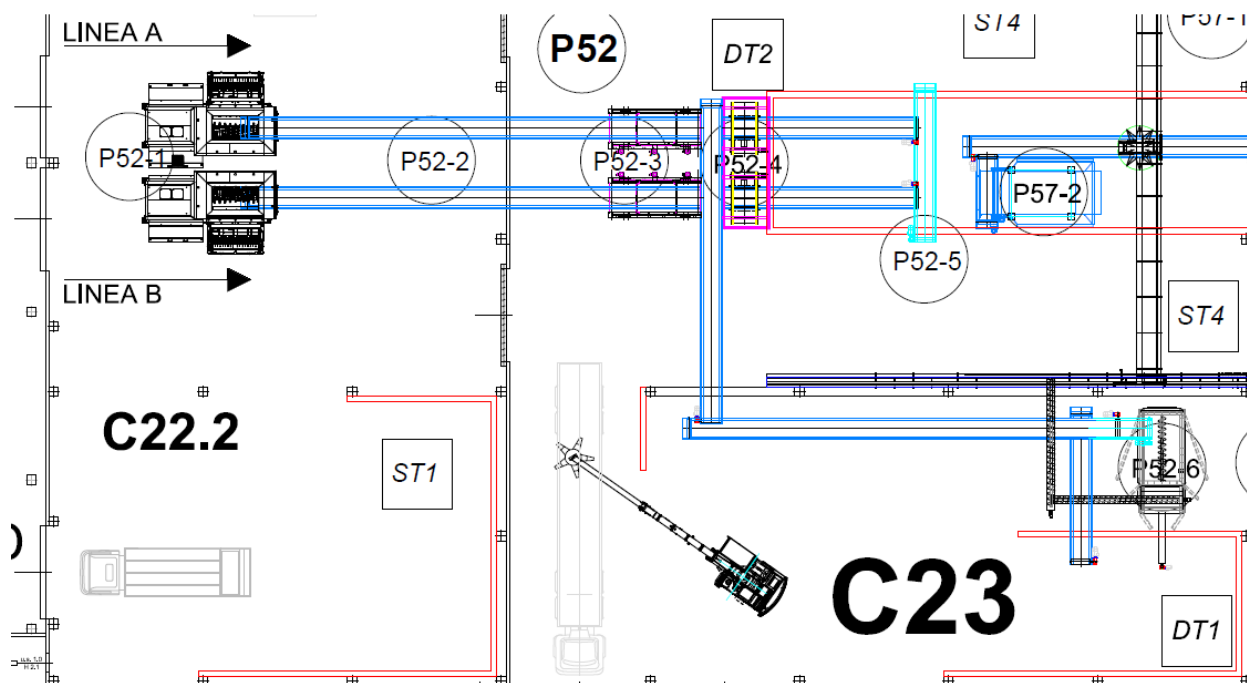


Figura 7 – Pretrattamento

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	27 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

L'alimentazione delle linee di pretrattamento **A** o **B** avviene mediante pala gommata o caricatore mobile dotato di benna a polipo. La FORSU viene così trasferita al Sistema di Pretrattamento **P52**, composto principalmente da:

- **Trituratori P52-1:** qui avviene l'operazione di triturazione, finalizzata all'ottenimento di una pezzatura omogenea e dimensionalmente coerente all'immissione nei reattori di digestione anaerobica.
- **Nastri P52-2:** per il trasporto automatico del materiale tra i macchinari ed/o verso le baie di stoccaggio.
- **Vagli P52-3:** qui avviene una prima selezione grossolana (circa Ø 40 – 60 mm) finalizzata ad eliminare i materiali di grossa pezzatura, incoerenti con l'alimentazione dei reattori di digestione anaerobica, quali residui di sacchetti ed altro. Dal vaglio escono due flussi così descritti:
 1. Sopravaglio (sovvallo); il materiale con pezzatura maggiore a 40 – 60 mm
 2. Sottovaglio; il materiale con pezzatura inferiore a 40 – 60 mm, da inviare a digestione anaerobica.
- **Deferrizzatori P52-4:** qui gli scarti metallici sono catturati mediante elettrocalamita, trattenuti e trasportati a deposito DT2, prima dell'allontanamento verso impianti di smaltimento/recupero.
- **Nastro reversibile P52-5:** per l'alimentazione alternativa delle 2 baie **ST4**, di stoccaggio del rifiuto pretrattato.
- **Recuperatore organico P52-6:** si tratta di una macchina in grado di recuperare la frazione organica ancora presente nel sovvallo tramite spremitura. Dal recuperatore escono due flussi così descritti:
 1. Sopravaglio (sovvallo) pulito; materiale composto principalmente da plastiche e materiale non compostabile. Trasferito alla baia di stoccaggio **DT1**, pronto per il caricamento su automezzi e destinato ad idonei impianti di smaltimento o recupero;
 2. Organico di recupero; il materiale organico separato dal recuperatore, idoneo all'immissione in digestione anaerobica. Trasferito mediante nastro trasportatore o coclea di avanzamento allo stoccaggio **ST4**.

Tramite una benna idraulica a polipo, montata su di un carro ponte **P57-1**, l'organico è prelevato in automatico dalla baia di stoccaggio **ST4** e caricato in una tramoggia pesatrice **P57-2** che,

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	28 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

governata da apposito software, gestisce la linea di alimentazione ai digestori anaerobici, composta da nastri **P57-3** e coclee **P57-4**.

Il carro ponte è in grado di operare in automatico, il software dedicato misura e memorizza i quantitativi di materiale presenti nei diversi punti delle baie **ST4**. Ciononostante è prevista la possibilità di abbancare il materiale nelle baie tramite pala gommata per coadiuvare il carro ponte nelle operazioni di distribuzione del materiale.

La presenza di due baie distinte è studiata per consentire le operazioni della pala solo nella baia in cui non è in azione la benna a polipo

Qualora vi sia la necessità di intervenire sul carro ponte o sul polipo, sarà assicurata la continuità di esercizio, utilizzando pala gommata o un caricatore mobile dotato di benna a polipo per alimentare la tramoggia di carico.

La baia **ST4** è dimensionata per garantire una autonomia di caricamento del digestore di **48h**. Tale stoccaggio si rende necessario per gestire in autonomia i carichi nei giorni festivi, periodo in cui la linea di pretrattamento è ferma. Il caricamento è gestito dal software di controllo e gestione del Sistema di Digestione Anaerobica.

Di seguito si esplicita il calcolo per il dimensionamento delle baie ST4:

Descrizione	U.M.	Valore
Larghezza baia	m	7,5
Lunghezza baia	m	26
Altezza stoccaggio*	m	3
Numero baie	-	2
Superficie baia	m ²	390
Volume baia	m ³	1.170
Striscia di fondo non sfruttabile	m	2
Perdita per inclinazione materiale in testata	m	1,5
Volume perso	m ³	157

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	29 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Volume utile	m³	1.013
Quantità annua rifiuto avviato a digestione	t/a	90.500
Densità**	t/m ³	0,6 – 0,9
Giorni funzionamento	-	365
Quantità giornaliera rifiuto avviato a digestione	t/g	248
Caricamento giornaliero del digestore:	m ³ /g	413
Giorni di stoccaggio massimo	-	2
Stoccaggio massimo da garantire	m³	826

*Altezza del cumulo tale da permettere un moto ottimale del carroponete a polipo

**Il calcolo è stato effettuato, in via ampiamente cautelativa, considerando per la densità il valore inferiore del range.

Il materiale è trasferito, mediante il nastro P52-5, dalla sezione di pretrattamento alle baie. Il nastro funziona solamente con impianto presidiato, non in continuo.

Il nastro reversibile scarica in una delle due baie presenti in base alla quantità di materiale già presente in stoccaggio (funzionamento automatico) ed alla sua collocazione all'interno delle baie (funzionante mediante operatore in sala controllo).

E' quindi prevista la possibilità di comandare il nastro manualmente da remoto per ottimizzare le operazioni di abbancamento del materiale mediante pala gommata.

Il carroponete, tramite il proprio software di gestione, vede le baie ST4 come un reticolo di "zone" aventi superficie idonea al prelievo di una bennata mediante polipo. In quest'ultimo, un contagiri misura la corsa eseguita per arrivare al materiale, permettendo così al software di calcolare e memorizzare l'altezza del materiale stoccato in ogni zona delle baie. Si ha, in tal modo, una rimozione ottimale del materiale ed una gestione intelligente ed ottimizzata dello spazio all'interno delle suddette baie.

Di seguito si descrive nello specifico come avviene una sessione di caricamento del digestore.

Dai calcoli in tabella precedente, il software di gestione deve gestire circa 17 m³/h di materiale da inviare ai digestori secondo il seguente schema, partendo da un ipotetica ora 0:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	30 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

1. Il sistema controlla la cella di carico della tramoggia e ne memorizza il quantitativo di materiale presente:

- Se completamente carica, invio ai digestori
- Se scarica o parzialmente carica, passaggio al punto successivo

2. Avvio del carro ponte, spostamento della benna a polipo (che si troverà in posizione di fine corsa, ovvero “tutto alzato”) sopra la “zona” di prelievo del materiale scelta dal software

3. Una volta raggiunta la zona designata, apertura della benna e successiva corsa di discesa fino all'appoggio del suddetto sul materiale (la posizione viene riconosciuta dalla cella di carico della benna stessa, che si trova completamente scarica)

4. Chiusura della benna

5. Risalita parziale della benna e controllo della cella di carico (per valutare la riuscita in modo corretto del prelievo del materiale, in quantitativo sufficiente)

- Cella di carico dà l'OK, passaggio al punto successivo
- Cella di carico non dà l'OK, ritorno al punto 3

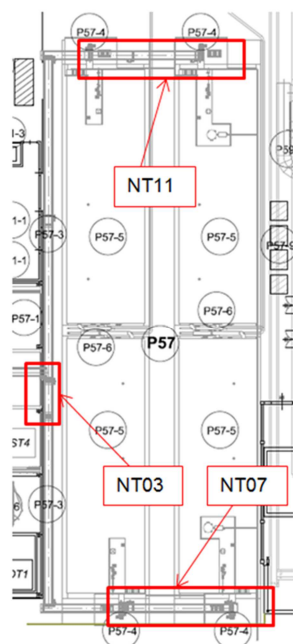
6. Completamento della corsa di risalita, e successivo posizionamento sopra alla tramoggia di carico

7. Apertura della benna

8. Ritorno al punto 1.

Una volta piena la tramoggia invia il materiale al sistema nastri, il quale, mediante 3 nastri reversibili, assolve al compito di avviare il materiale stesso alle coclee di immissione di ogni modulo di digestione.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	31 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	



In particolare:

- Il nastro NT03 invia il materiale alternativamente alla linea nastri di alimento dei digestori superiori o inferiori
- Il nastro NT11 invia il materiale alternativamente alla coclea di immissione del digestore superiore destro (1) o superiore sinistro (2)
- Il nastro NT07 invia il materiale alternativamente alla coclea di immissione del digestore inferiore destro (3) o inferiore sinistro (4)

Il caricamento della tramoggia e l'invio del materiale ai digestori avviene sempre con le medesime modalità sia durante il giorno che nelle ore notturne/fine settimana.

Il Fabbricato di Pretrattamento **C23**, tamponato su tutti i lato, è mantenuto in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantire almeno 3,5 ricambi ora.

Il capannone è inoltre dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	32 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.4 SISTEMA DI DIGESTIONE ANAEROBICA

Il sistema di digestione anaerobica proposto è classificabile come di tipo “**semi-dry**” con **funzionamento in continuo, flusso a pistone** ed operante in **regime termofilo** (temperatura media nell’intorno di 55°C). Nella tabella che segue sono riassunte le caratteristiche principali del sistema.

Tipologia del processo	A SECCO – SEMI DRY-
Continuità del processo	Sistema continuo h 24.
Tipologia del processo	Regime TERMOFILO: temperatura nell’intorno di 55°C
CARICO ORGANICO VOLUMETRICO MASSIMO (kg VS substrato/m ³ reattore utile * die)	10 kg di solidi volatili per metro cubo utile giorno del digestore. Valori superiori inibiscono il processo
Volume utile per ciclo di trattamento della matrice in ingresso al fermentatore	1.800 m ³ per fermentatore
Modularità del sistema	Sistema modulare espandibile in futuro
Tempo di ritenzione	21 giorni in media
Sistemi di miscelazione interna del digestato	Agitatore ad asse unico orizzontale
Inoculo del materiale fresco	Sistema di ricircolo del digestato estratto dal digestore sempre in modo automatico (sistema brevettato)
Accumulo del biogas	Il digestore funge da camera di compensazione in cui il biogas fluisce in modo naturale e costante agli utilizzatori (upgrading, motori, etc.)
Gasometro	Non previsto
Sistemi di sicurezza per il biogas prodotto	Torcia di combustione, guardia idraulica, disco di rottura
Digestato solido in uscita dal digestore	Percentuale di sostanza secca intorno a 22 %.

Tabella 6 – Caratteristiche tecniche del sistema SEMI DRY di progetto

Le principali caratteristiche del sistema sono di seguito descritte.

- Ciascuno dei 4 moduli di digestione anaerobica presenta un volume utile di 1800 m³, il quale garantisce che all’interno dei digestori si abbia il giusto contenuto di carico organico. Diversamente, ci sarebbe la possibilità di incorrere in fenomeni di acidificazione che porterebbero al sicuro stallo biologico del digestore con relativo fermo impianto.
- All’interno del digestore, si crea un perfetto tubo di flusso in cui sono identificabili, in tutta la sua lunghezza, le 4 fasi della digestione anaerobica:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	33 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

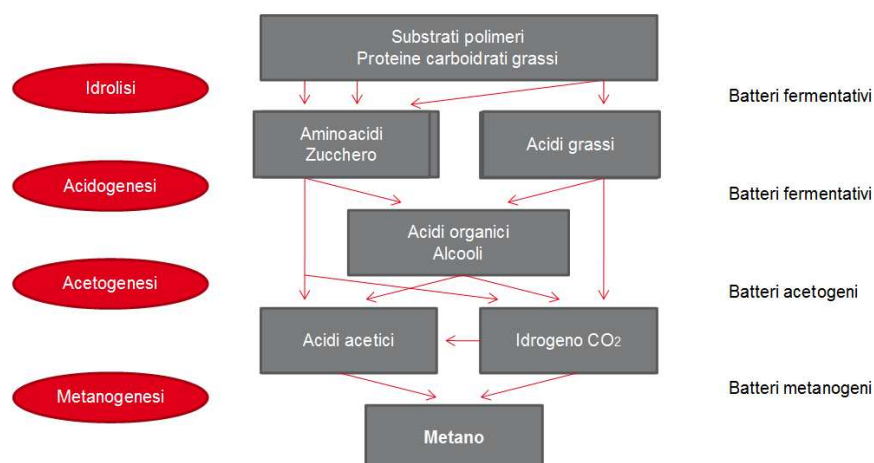


Figura 8 – Fasi della Digestione Anaerobica

Sulla intera lunghezza del digestore, sono ubicati 3 punti di prelievo per il monitoraggio del processo.

- Le camere di fermentazione di ogni coppia di digestori, sono messe in comunicazione tra loro e questo consente di poter trasferire del digestato da un digestore all'altro, qualora fosse necessario bilanciare la biologia interna di un digestore.
- I digestori (ed in particolare la camera di fermentazione) sono realizzati interamente in acciaio e questo assicura la perfetta tenuta alla percolazione.

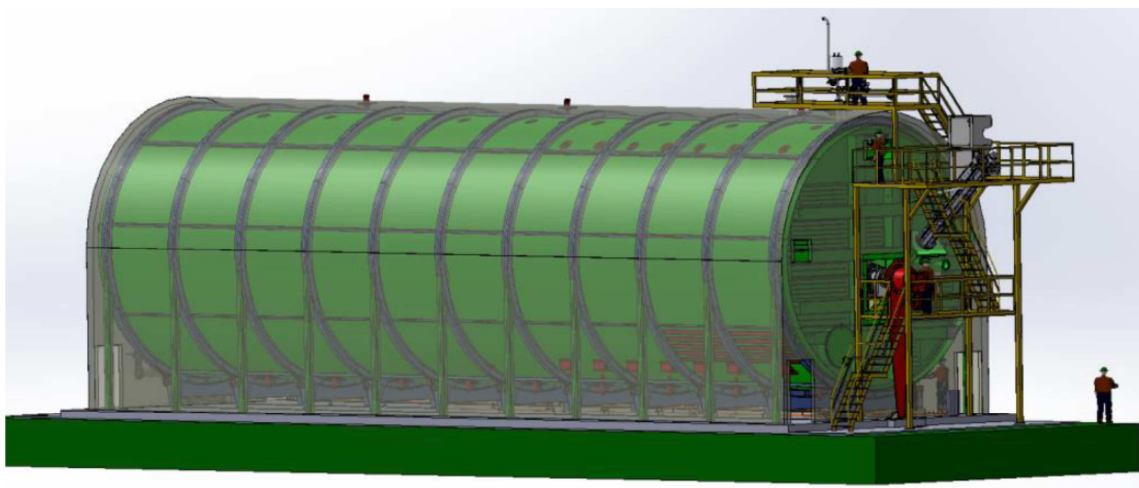


Figura 9 – Struttura totalmente in acciaio prevista per i digestori in progetto

I digestori sono installati su una platea di fondazione in calcestruzzo.

- Il tetto del digestore è praticabile tramite un apposito piano di transito, dove vengono installati i dispositivi di protezione dalla sovrappressione (torcia, guardia idraulica, disco di rottura) ed il punto di prelievo dei campioni di digestato per le analisi di routine.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	34 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Una caratteristica peculiare del sistema è quella di prevedere il prelievo del digestato dalla coda per essere usato come inoculo al materiale fresco in testa al digestore, per mezzo di un'apposita tubazione passante all'interno di digestore stesso.

Questa soluzione consente ai batteri di non subire degli shock termici poiché, transitando all'interno del digestore, la temperatura rimane costante.



Figura 10 – Schema del sistema di inoculazione interno al digestore

- I digestori presentano una conformazione cilindrica e questo fa sì che non si verifichino sedimentazioni sul fondo che:
 - ✓ Occupano volume utile e finiscono col ridurre la capacità effettiva del digestore.
 - ✓ compromettono il funzionamento corretto del sistema a pistone con conseguente perdita di efficienza del processo.

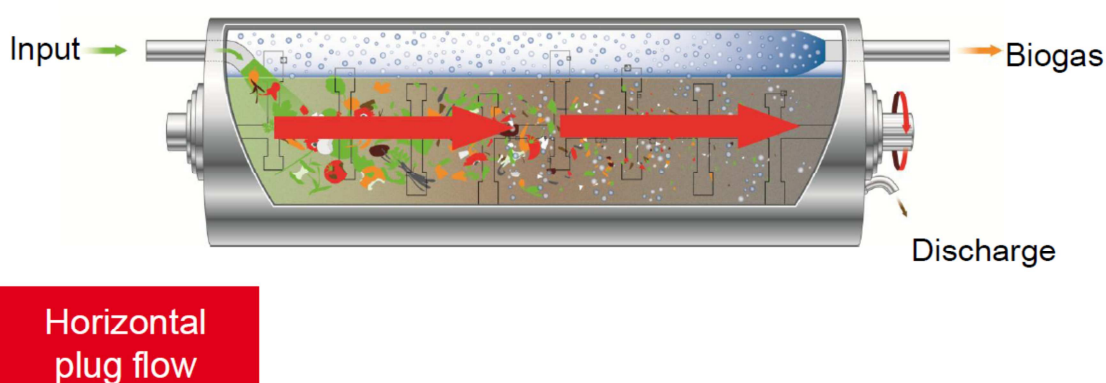


Figura 11 – Flusso a pistone orizzontale del sistema Kompostogas

- Il funzionamento del digestore KOMPOGAS è automatico ed è gestito direttamente dal programma in cabina di comando.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	35 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

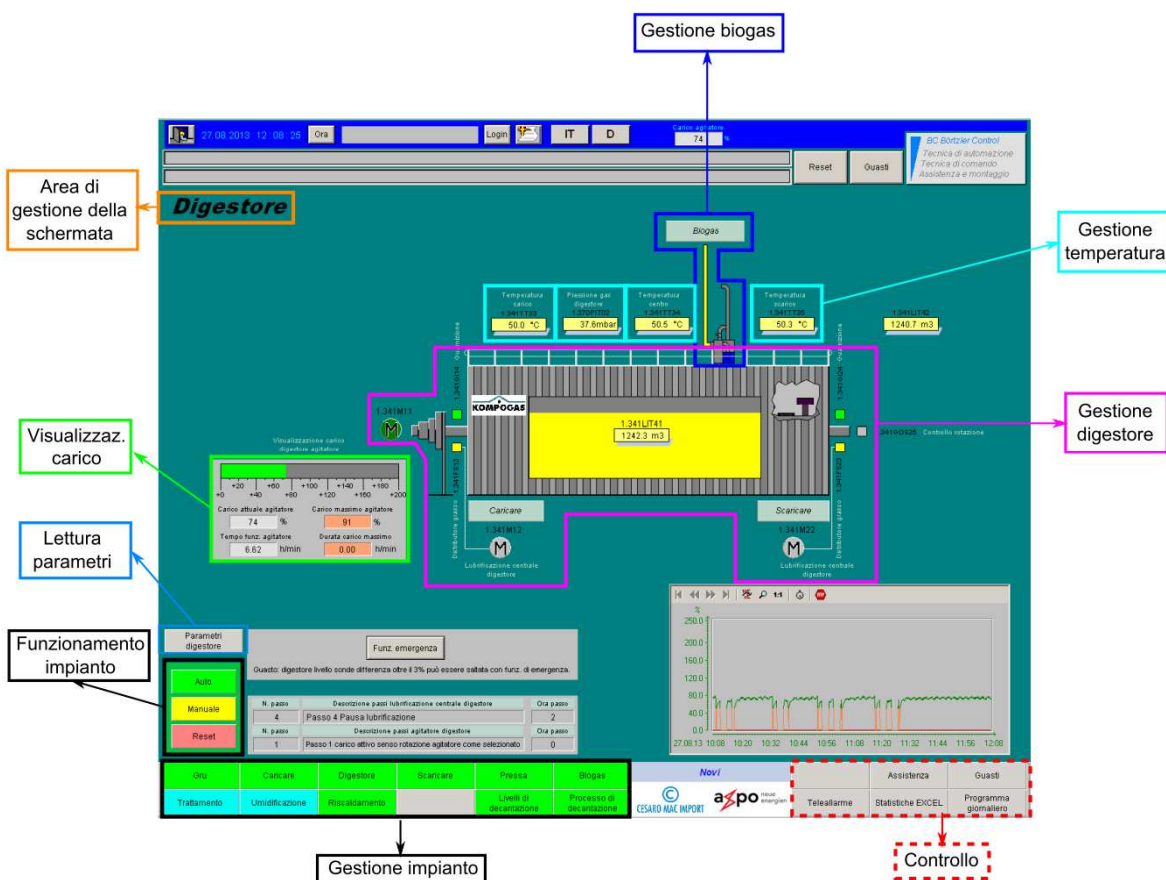


Figura 12 – esempio della schermata del software dedicata alla gestione e monitoraggio del digestore

5.4.1 Umidificazione del rifiuto in ingresso

Nell'eventualità che il rifiuto conferito all'impianto si presenti più secco di quello atteso, è possibile intervenire umidificando la massa, mediante l'aggiunta di acqua industriale e/o percolato.

5.4.2 Influenza della temperatura sulla crescita dei batteri

Affinché il processo di digestione anaerobica proceda regolarmente con la corretta efficienza, in termini di produzione di biogas, è necessario che la concentrazione dei batteri sia sufficiente a garantire la metabolizzazione dei nutrienti. Durante un ciclo di ritenzione, per ciascuna famiglia di batteri, una parte di essi è destinata a scomparire (alcuni per fine vita, altri perché evacuati col digestato in uscita). E' necessario, quindi, che la crescita batterica venga mantenuta regolare, così da contrastare la normale perdita descritta precedentemente.

Perché i batteri possano mantenere un tasso di crescita regolare, è necessario che sia mantenuta nel digestore la temperatura ottimale per la crescita degli stessi.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	36 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

L'intervallo di temperatura ottimale, indicato nel grafico seguente, coincide con quello della popolazione dei batteri metanigeni, essendo essi quelli a più lento metabolismo e che necessitano di più attenzioni.

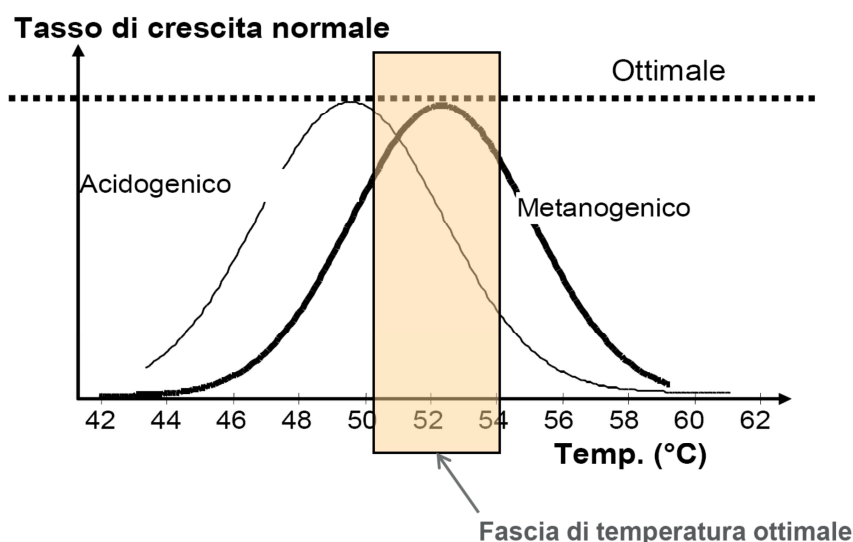


Figura 13 – Crescita batterica/temperatura

A tale scopo, il digestore è dotato di un efficiente sistema di riscaldamento della massa in fermentazione, descritto nel paragrafo dedicato.

5.4.3 Criteri di dimensionamento del digestore

La **capacità** del digestore è strettamente correlata con il **volume utile** allo svolgimento del processo di digestione anaerobica in normali condizioni di esercizio.

Il volume utile dei digestori influenza i seguenti parametri:

- Contenuto di carico organico nella massa in fermentazione;
- Tempo di ritenzione del processo di digestione anaerobica.

Per ciascun modulo di digestione anaerobica è previsto un volume utile di 1.800 m³, per un totale di 7.200 m³ utili.

Con riferimento al punto a) si fa riferimento al valore limite del contenuto di carico organico, espresso come Kg di sostanza volatile per metro cubo giorno, presente nella massa in fermentazione.

Parametro	Limite fisico
contenuto di carico organico [kgVS/m ³ ·d]	max. 10

Tabella 7 – Limiti per il contenuto di carico organico nella massa in fermentazione

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	37 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Il superamento di tale valore limite, porta al sicuro incorrere, nella massa in fermentazione, di fenomeni di acidificazione eccessiva, con conseguente inibizione del processo biologico, quindi allo stallo del digestore.

Con riferimento al punto b), maggiore è il volume utile e maggiore risulta il tempo di ritenzione, il quale influisce sulla effettiva capacità di produzione di biogas del sistema di digestione anaerobica.

Al fine di garantire la massima efficienza del processo, in termini di trasformazione della sostanza organica volatile in biogas, è necessario garantire che il tempo di ritenzione sia \geq a 20 giorni. Il tempo di ritenzione è calcolato come da formula:

$$T_r = \frac{V_u}{\left[\frac{O + W + R}{(1,1 * 365)} \right]} \geq 20 \text{ giorni}$$

dove:

- V_u = volume utile = 7.200 m³;
- O = tonnellate di rifiuto in ingresso al digestore = 90.500 t;
- W = tonnellate di acqua per umidificazione in ingresso al digestore = 295 t;
- R = tonnellate di digestato in ricircolo al digestore = 45.000 t;
- 1,1 = peso digestato;
- **Tr (Tempo di ritenzione)** = 21,29 gg.

5.4.4 Sezione di alimentazione organico ai digestori

5.4.4.1 Sistema di trasportatori a nastro

I nastri trasportatori sono di tipo chiuso con coperture apribili in policarbonato per il contenimento delle polveri e degli odori.

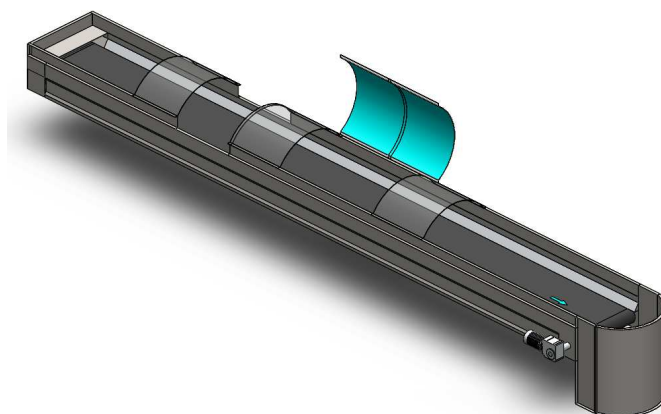


Figura 14 – Vista delle coperture dei nastri

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	38 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

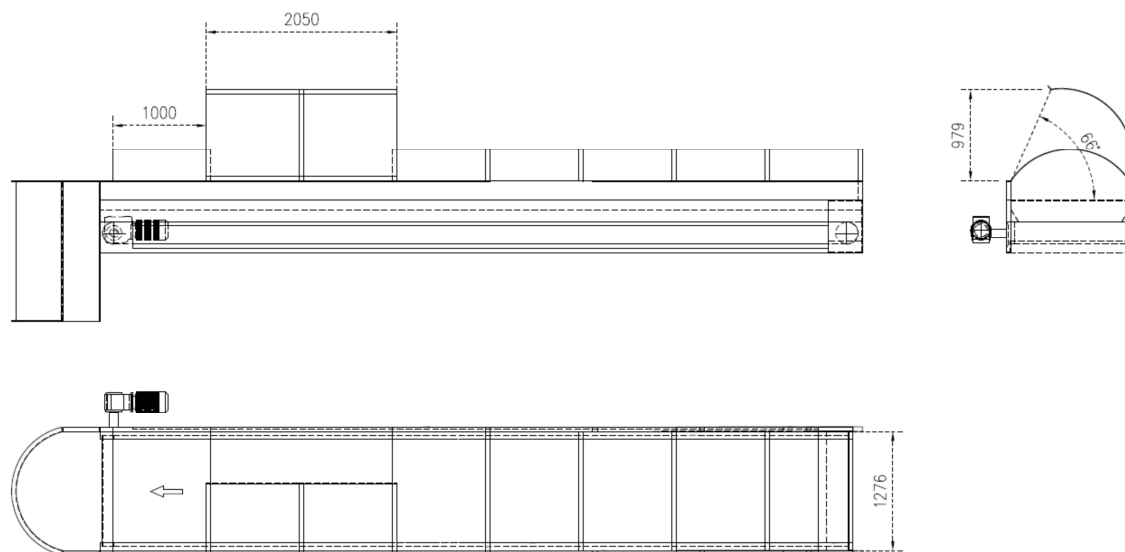


Figura 15 – Dimensioni principali delle coperture dei nastri

5.4.4.2 Sistema di caricamento del digestore

Con riferimento al singolo modulo di fermentazione, nella figura seguente si può vedere il fronte di caricamento del digestore, dove un nastro trasportatore scarica il materiale organico dentro una apposita tramoggia che, alimenta, a sua volta, una coclea che entra all'interno del digestore con un angolo di inclinazione di 45°. In tal modo il materiale è inserito all'interno del digestore nella parte inferiore e si trova costantemente sotto battente idraulico, impedendo in questo modo l'ingresso di aria dall'esterno o, viceversa, l'uscita di gas all'esterno.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	39 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	



Figura 16 – Fronte di alimentazione del digestore

Il livello operativo minimo del digestore è fissato dal sistema di gestione e controllo pari al 70% del volume utile. Subito al sotto di tale livello ultimo di sicurezza, si trova la saracinesca della coclea di alimentazione, che, se chiusa, consente di conservare un battente utile idraulico, rispetto al punto di infissione della coclea all'interno del digestore, di circa 1 metro, oltremodo sufficiente ad evitare ingresso di aria dall'esterno o fuori uscita di biogas.

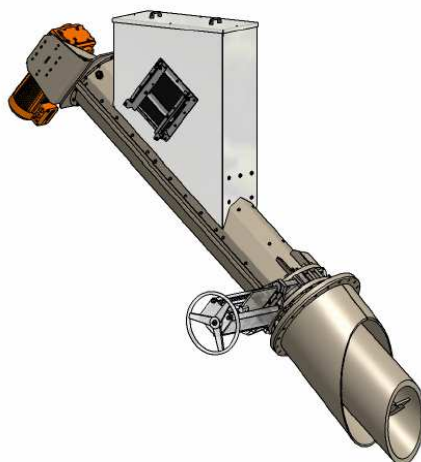
Con questo sistema di alimentazione si minimizza la quantità di ossigeno che può entrare nel digestore, attraverso l'alimentazione del materiale fresco. Infatti, prima che il materiale entri nel digestore, si determina che l'aria (ossigeno) contenuto nella porosità dello stesso, viene ad essere sostituita con il digestato che occupa parte della zona inferiore della coclea.

In pratica, prima che il materiale organico entri all'interno della camera di fermentazione, esso assorbe il digestato presente nella zona terminale della coclea, sotto il battente idraulico, imbibendosi capillarmente e sostituendo l'aria con il digestato.

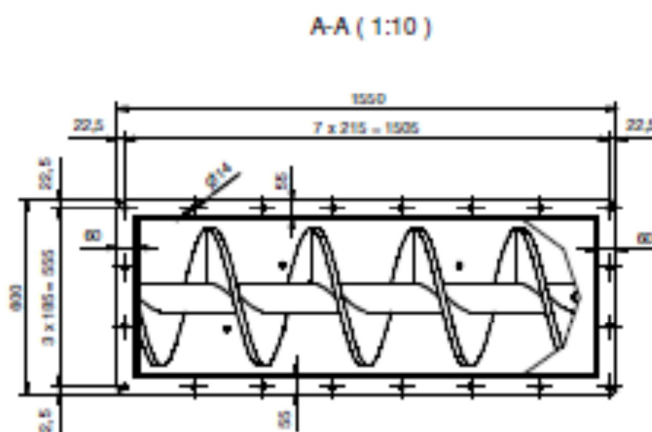
Caratteristiche tecniche della coclea di alimentazione

La lunghezza della coclea: 4000 mm
 Diametro coclea: 425 mm
 Portata: 15 m³/h
 Alimentazione elettrica: 400V / 50 Hz,
 Potenza: 11 kW

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	40 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	



Coclea con tramoggia di alimentazione dell'organico all'interno della camera di fermentazione



Vista dall'alto della tramoggia di alimentazione all'interno del digestore

Figura 17 – Coclea di alimentazione al digestore

5.4.5 Sezione di digestione anaerobica

5.4.5.1 Digestore Anaerobico

Il materiale organico è condotto, per mezzo di nastri trasportatori, alla coclea di alimentazione di ciascuno dei 4 moduli di fermentazione costituenti il sistema di digestione anaerobico proposto.

Il singolo modulo di digestione si configura come un serbatoio completamente chiuso, a tenuta di gas, costituito da una platea di calcestruzzo armato su cui si eleva una struttura portante in acciaio a sostegno del serbatoio, anch'esso in acciaio ed isolato termicamente. La parte esterna è completamente rivestita in acciaio e forma una struttura continua con la copertura.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	41 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

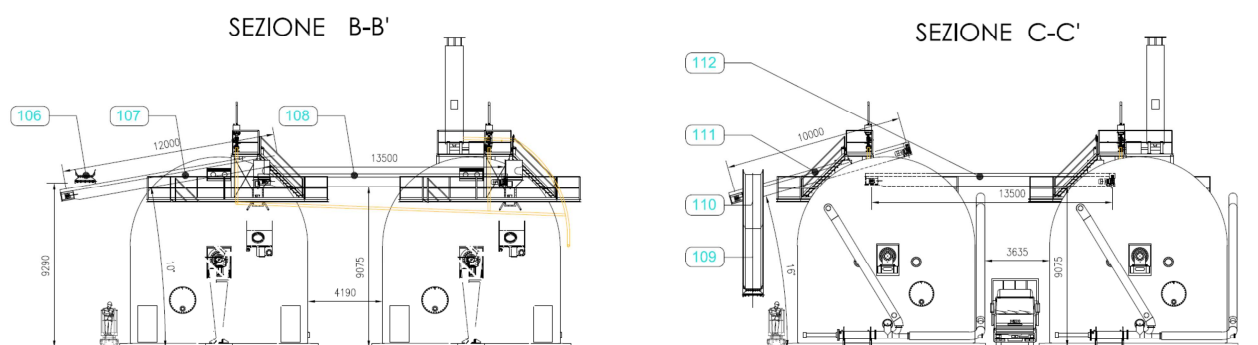
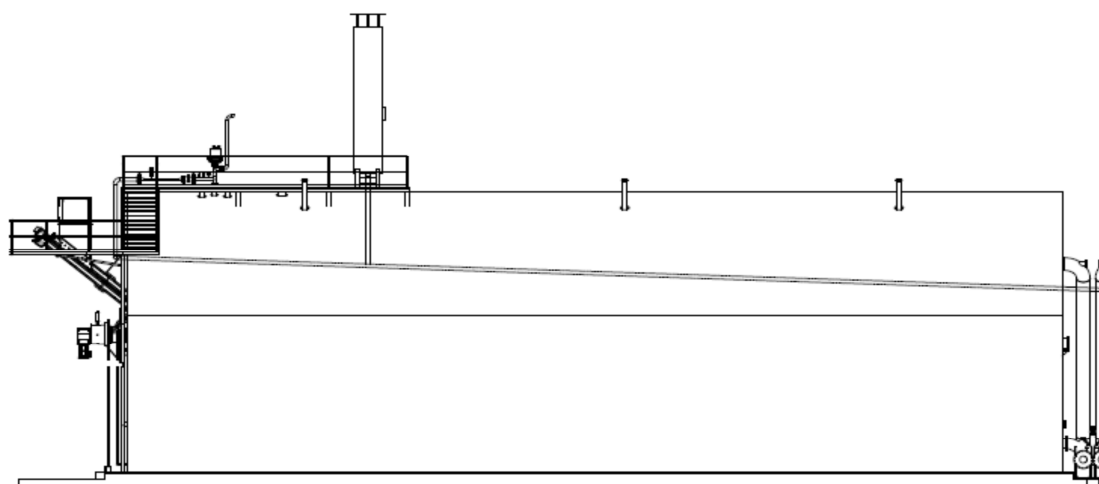


Figura 18 – vista del fronte di scarico (DX) e del fronte di carico (SX) del digestore

Il processo "semi dry" permette al materiale di passare dall'entrata all'uscita del digestore in un flusso a pistone stabile, evitando la miscelazione del materiale in entrata con il digestato, evitando quindi i "corti circuito" di materiale, che comportano lo scarico di materiale non ancora completamente digerito.

Il tempo di ritenzione definito e costante permette un'ottimale decomposizione del materiale organico con relativa cospicua produzione di biogas.



CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	42 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

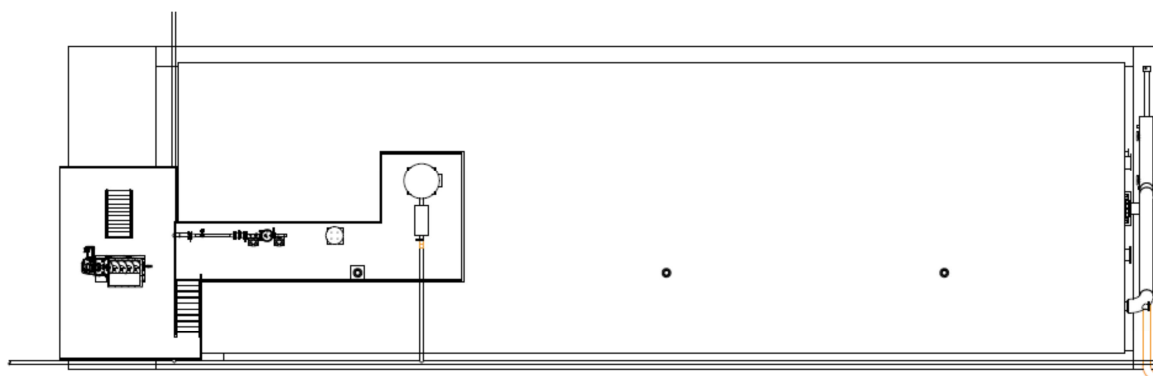


Figura 19 – Vista laterale e superiore del digestore

L'asse agitatore orizzontale, incorporato nel digestore, previene la formazione di sedimenti nel fondo e dell'eventuale crosta sulla superficie del substrato in digestione. In più, fa in modo che il biogas riesca ad accumularsi facilmente nella parte superiore del digestore. Tutte le parti che necessitano di manutenzione sono accessibili dall'esterno. Questo per fare in modo che non si debba interrompere la funzione del digestore per eventuale manutenzione.

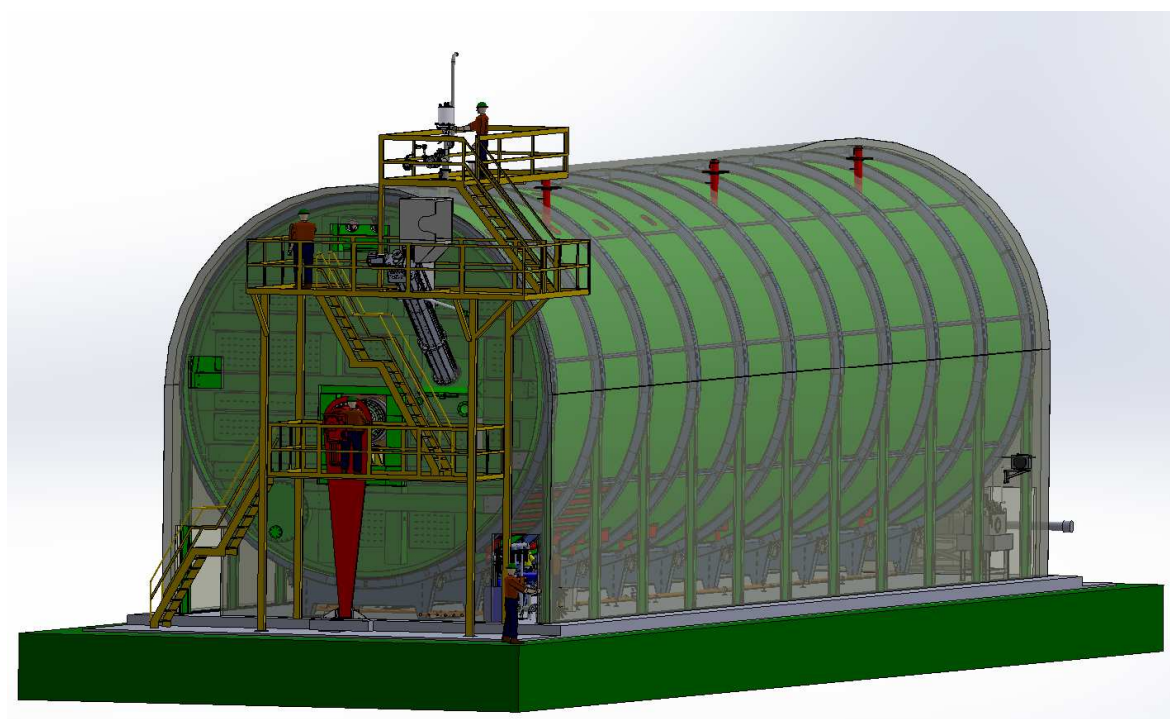


Figura 20 – Modello tridimensionale del digestore

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	43 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Dati tecnici:

- Lunghezza:	- 33.8 m
- Diametro	- 9,0 m
- Volume utile	- 1.800 m ³
- Volume totale	- 2.034 m ³
- Capacità di trattamento del sistema di digestione	- 90.000 t/a
- Potenza installata singolo modulo	- 53 kW

Tabella 8 – Dati tecnici del sistema di digestione
5.4.5.2 Sistema di estrazione del digestato

Figura 21 – vista dal lato di estrazione del digestato, pompa a pistone

A seguire si riportano le caratteristiche tecniche della pompa a pistone, funzionale allo scarico del digestore e al trasporto del digestato alla sezione di miscelazione. Completano la macchina i sostegni metallici dimensionati per i carichi di esercizio previsti e opportunamente controventati.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	44 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Caratteristiche del fluido trasportato:

- Sostanza secca : 15 - 30%
- pH: 5,5-8,5
- Temperatura: 20 - 57 ° C

Dati tecnici

- Lunghezza totale: 5.085 mm
- Capacità di trasporto: 0,20 m³ di volume per ogni corsa pistone:
- Tempo complessivo per un ciclo di corsa : 60 sec compresi i movimenti



Figura 22 – Immagine della pompa a pistone

L'azionamento della pompa a pistone avviene per mezzo di una centrale idraulica. Presenta le caratteristiche tecniche seguenti:

Pressioni di lavoro:

- pressione di esercizio 80 / 120 bar,
- pressione massima 250 bar Portate acc.

Serbatoio di stoccaggio:

- Il serbatoio di stoccaggio ha un volume di 200 litri.

Funzionamento:

- Tempo di utilizzo giorno (disponibilità per i miscelatori): 10 h/giorno
- Tempo di utilizzo anno: 365 giorni / anno

Nella figura seguente si riporta una foto dell'aggregato idraulico e delle tubazioni flessibili di collegamento al serbatoio dell'olio idraulico.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	45 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	



Figura 23 – Immagine della centrale idraulica di azionamento della pompa a pistone

5.4.5.3 Linea di trasporto del digestato

La linea di trasporto del digestato avrà le seguenti caratteristiche:

- per tubazioni interne ai fabbricati : in acciaio St 37 con Ø273 x 6,3 mm;
- per le tubazioni esterne: in acciaio St 37 con Ø273 x 6,3 mm con isolamento termico.

5.4.5.4 Linea di trasporto del biogas

La linea di trasporto biogas avrà le seguenti caratteristiche:

- Per le tubazioni fuori terra: acciaio inox aisi 304 sp.3 mm;
- per tubazioni interrate: tubi in polietilene PE 80 per condotte di gas con densità inferiore a 0,8 (Norma UNI EN 1555 UNI ISO 4437 TIPO 316 in conformità al D.M. del 24/11/1984 modif. D.M. 16/11/99);
- analizzatore biogas: conforme alla direttiva 2004/22/CE recapitata con il D.LGS n. 22 del febbraio 2007, "Direttiva MID". Con le seguenti misure in continuo: Portata Biogas, % v/v CH₄, % v/v O₂, % v/v H₂S, % v/v NH₃.

5.4.5.5 Sistemi di sicurezza

Nelle condizioni normali di utilizzo, il biogas che si forma all'interno del digestore viene fatto fluire verso la sezione di upgrading del biogas.

Qualora si presentino delle condizioni straordinarie, che esulano dal normale funzionamento, sono previsti tre livelli di sicurezza contro il rischio di sovrappressioni, precisamente:

1. Torcia (una per ogni coppia di digestori);
2. Guardia idraulica (uno per digestore);

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	46 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

3. Disco di rottura (uno per digestore).

Livello di pressione rilevato	Dispositivo di utilizzo o sicurezza
$P < 40$ mbar	GRUPPO DI UPGRADING
$40 < P < 60$ mbar	TORCIA
$40 < P < 60$ mbar	GUARDIA IDRAULICA
$P > 130$ mbar	DISCO DI ROTTURA

Tabella 9 – Sistemi di sicurezza

Nella figura seguente si può osservare come sono disposti sul tetto del digestore i dispositivi di sicurezza quali la torcia, la guardia idraulica ed il disco di rottura.

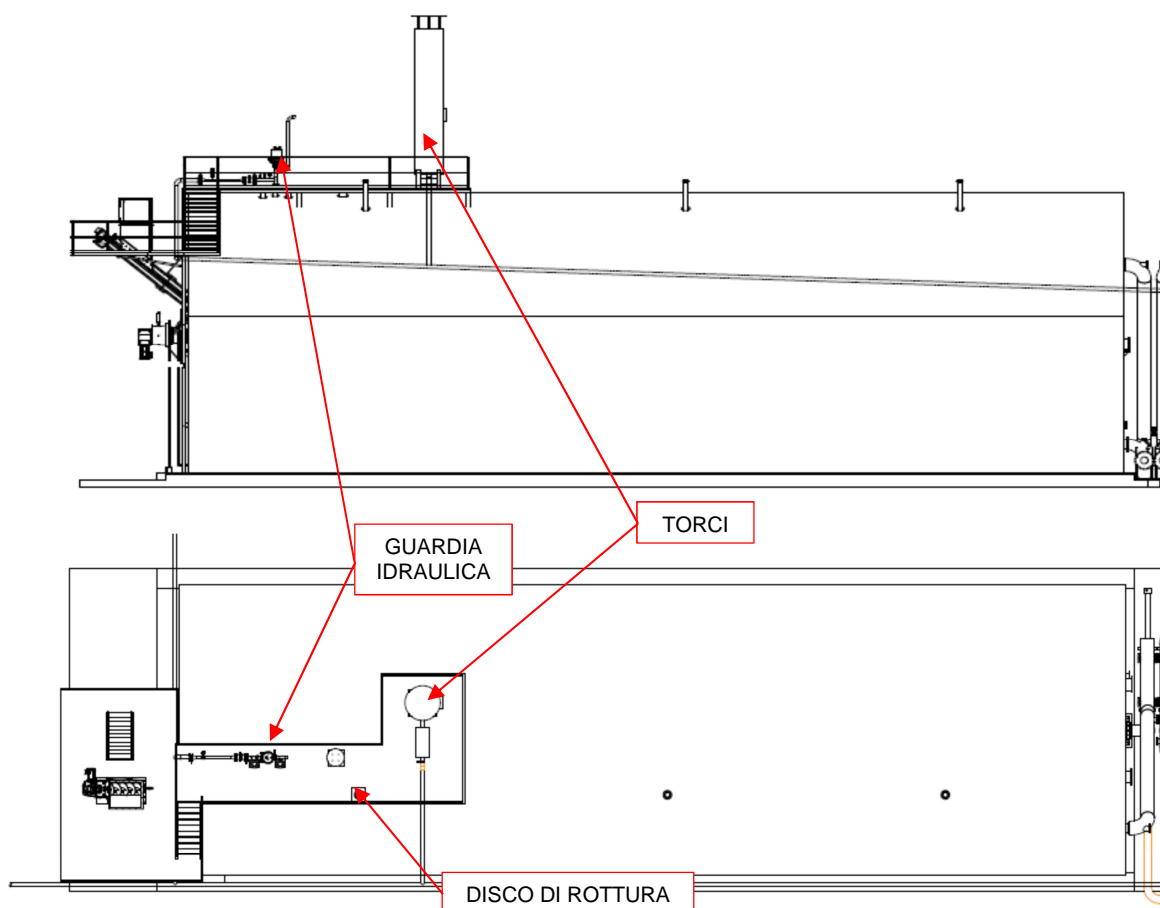


Figura 24 – Posizionamento dei sistemi di sicurezza

A seguire si riportano le caratteristiche tecniche dei dispositivi di sicurezza previsti.

Torcia

È presente una torcia di combustione del biogas per la combustione completamente automatica di gas da surplus prodotto dal processo di fermentazione anaerobica, da utilizzarsi nel caso di fermata dell'impianto per manutenzioni o guasti, o di un suo utilizzo parziale.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	47 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

La torcia è costituita dai seguenti elementi:

- Tubazione in acciaio di mandata
- Valvole d'intercettazione e di sicurezza
- Filtro rompi-fiamma
- Circuito di alimentazione fiamma pilota completo di termocoppia
- Accensione automatica
- Bruciatore
- Prestazioni: 900 Nm³/h
- Temperatura: >850 °C
- O₂ > 3%
- Tempo di residenza > 0.3 s



Figura 25 – Immagine della TORCIA posizionata sulla copertura del digestore

La combustione avviene in un tubo d'acciaio, di modo che la fiamma non è visibile ed il funzionamento non può essere alterato da vento oppure da altre intemperie meteorologiche.

Guardia idraulica

Il dispositivo di controllo della sovrappressione del gas è flangiato direttamente su ogni modulo di fermentatore e serve per lo sfogo del gas in caso di sovrappressione, per la protezione del fermentatore stesso. La costruzione consiste in un contenitore cilindrico chiuso, dotato di una guardia idraulica ad acqua.

Il livello dell'acqua di tenuta viene visualizzato mediante una apposita finestrella in vetro. Il livello viene mantenuto sempre a 600mm. Nel caso di sovrappressione (oltre 60 mbar) il gas fuoriesce attraverso la guardia idraulica.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	48 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

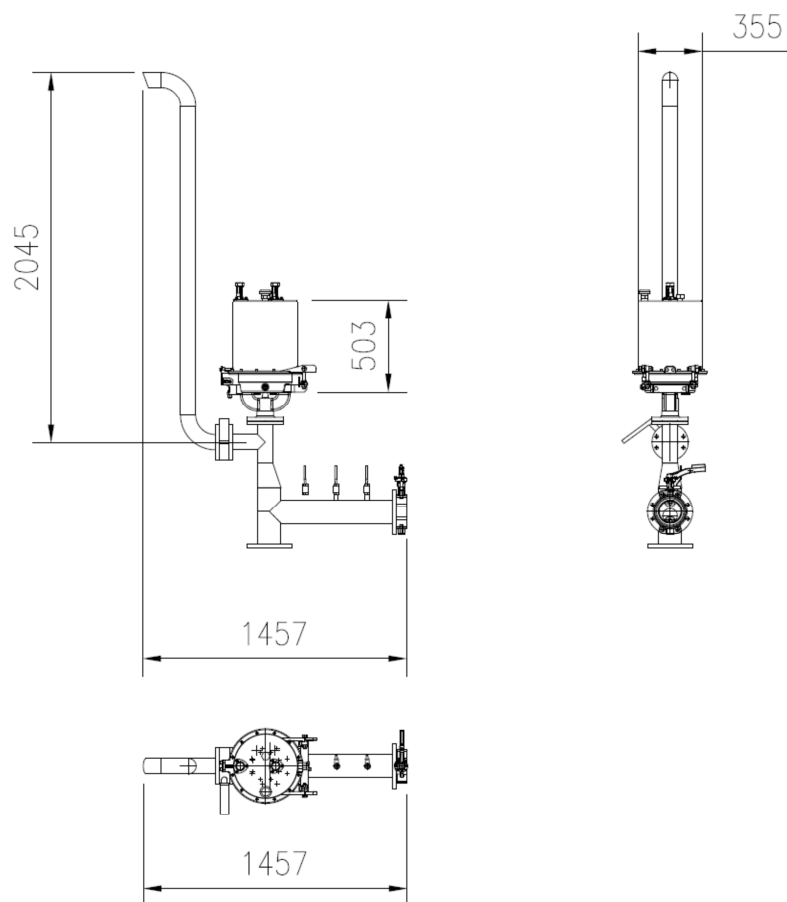


Figura 26 – Immagine della GUARDIA IDRAULICA tipo quella in oggetto

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 mal funzionamento dei rimanenti sistemi, la membrana si apre ed il gas viene rilasciato all'esterno.



Figura 27 – Immagine del DISCO DI ROTTURA tipo quello in oggetto

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	49 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.4.5.6 Sistema di riscaldamento digestori

Affinché il processo di digestione anaerobica proceda regolarmente, con la corretta efficienza in termini di produzione di biogas, è necessario che la concentrazione dei batteri sia sufficiente a garantire la metabolizzazione dei nutrienti. Perché i batteri possano mantenere un tasso di crescita regolare, è necessario che sia mantenuta nel digestore la temperatura ottimale per la crescita degli stessi.

A tale scopo, il digestore è dotato di un efficiente sistema di riscaldamento della massa in fermentazione, costituito da elementi tubolari disposti verticalmente all'interno della camera di fermentazione, a diretto contatto con la massa, attraversati da acqua calda alimentata dal circuito idraulico connesso al sistema di riscaldamento. Le lance sono costituite da due tubi concentrici dove all'esterno passa l'acqua calda in mandata ed all'interno passa l'acqua di ritorno al circuito.

Questi scambiatori verticali sono resi più fitti in prossimità dell'ingresso del rifiuto fresco, che in genere soprattutto nel periodo invernale è a temperature molto basse, e si diradano man mano si procede verso il sistema di estrazione.

La fonte di calore principale è il calore generato dai motori cogenerativi dedicati al biogas della discarica. In seconda battuta, il calore sarà prelevato da una caldaia a gas naturale.

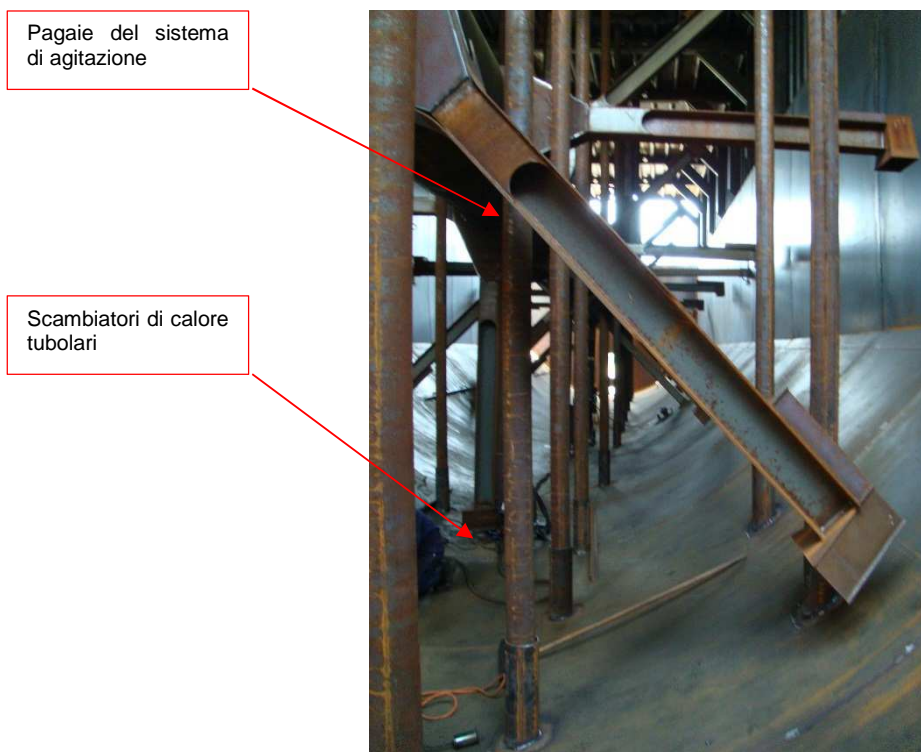


Figura 28 – Scambiatori verticali all'interno della camera di fermentazione

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	50 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	



Figura 29 – Vista della zona di inserzione delle tubazioni di mandata e ritorno dell'acqua calda alle lance riscaldanti interne

Tutte le lance verticali sono collegate tra loro nella parte inferiore, direttamente al sistema di piping del circuito di riscaldamento. Ogni digestore presenta l'unità di piping all'interno del vano tecnico della camera di rivestimento (cfr. foto seguente), qui trovano alloggio tutte le pompe, sensori, termostati di monitoraggio e controllo del circuito di riscaldamento.



Figura 30 – Posizionamento della centrale idraulica del sistema di riscaldamento

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	51 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

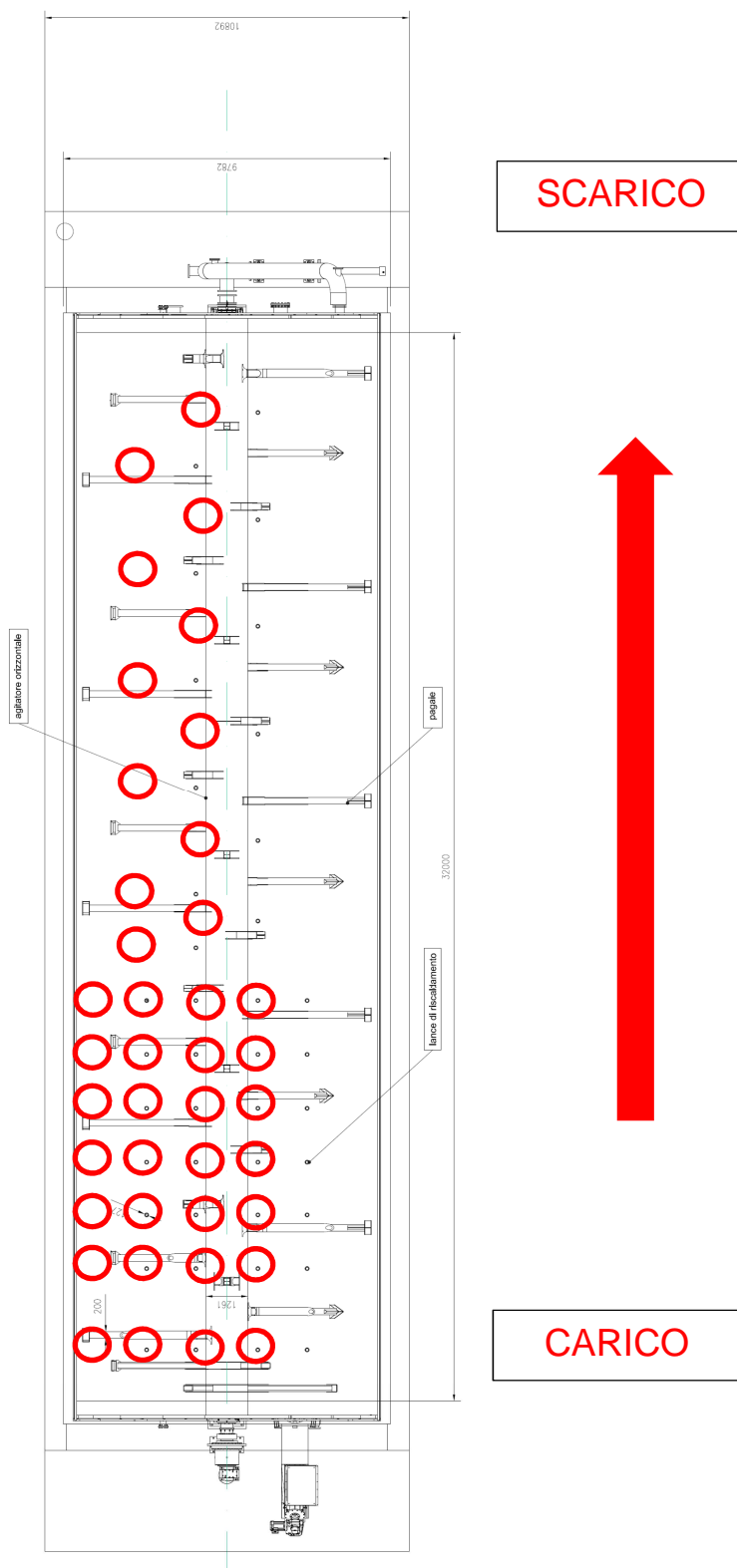


Figura 31 – Posizionamento in pianta delle lance riscaldanti

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	52 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.4.5.7 Sistema di automazione e controllo

Per il controllo delle apparecchiature in campo si prevede la realizzazione di un sistema di telecontrollo costituito dagli elementi sotto descritti.

L'architettura del sistema di comando/controllo dell'impianto proposto è strutturata su cinque livelli (a partire dal campo):

1. acquisizione dati dal campo;
2. gestione comandi partenze motore;
3. acquisizione e gestione segnali di sicurezza/emergenza;
4. sistema centrale di gestione dei dati;
5. interfaccia operatore.

Il sistema di digestione anaerobica è controllato da un sistema PLC centralizzato. Il sistema di controllo consente sia il funzionamento in automatico, che il funzionamento manuale, cioè il personale operativo può intervenire nel processo manualmente attraverso un terminale PC operatore. In caso di problemi, un segnale di allarme verrà attivato, e può, per esempio, essere trasmesso ad un sistema cercapersone.

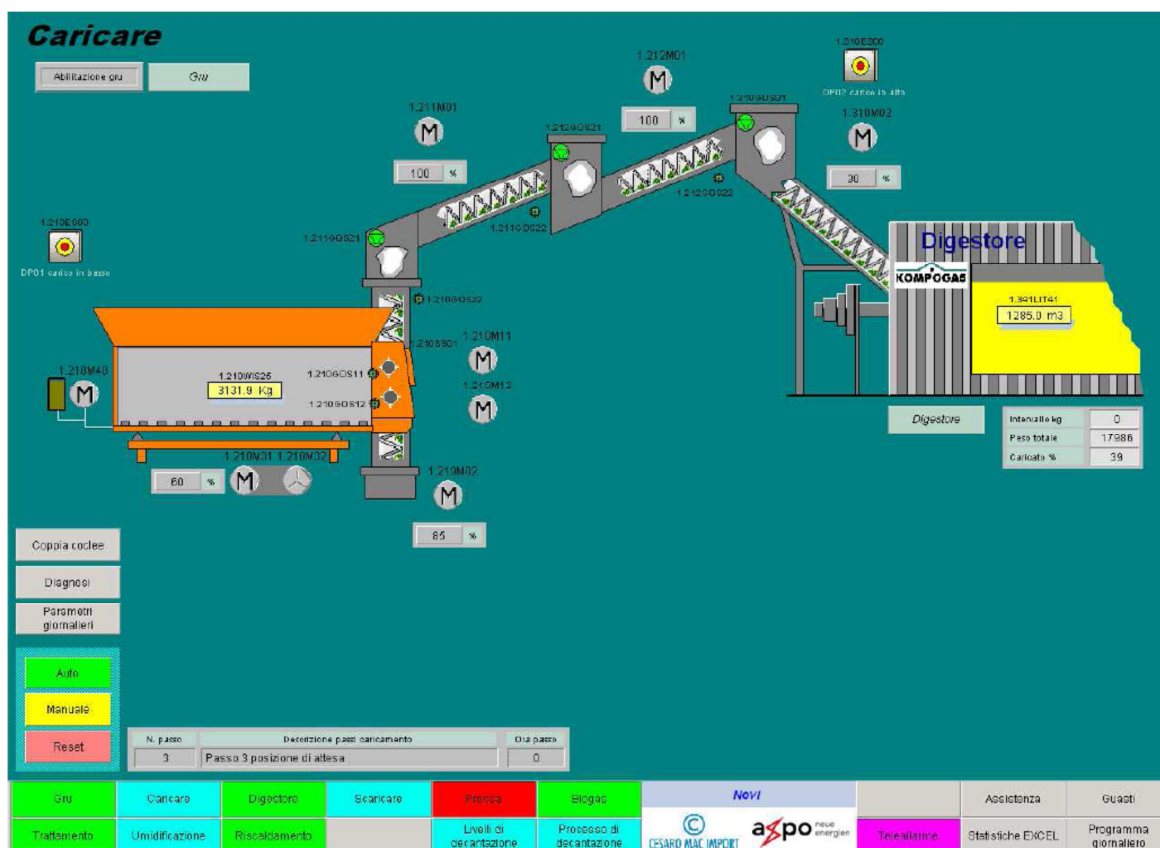


Figura 32 – Esempio della pagina di gestione del sistema di caricamento

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	53 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Il sistema di supervisione gestisce:

- Sistema di carico;
- Agitatore;
- Sistema di scarico e ricircolo per inoculo;
- Sistema di miscelazione.

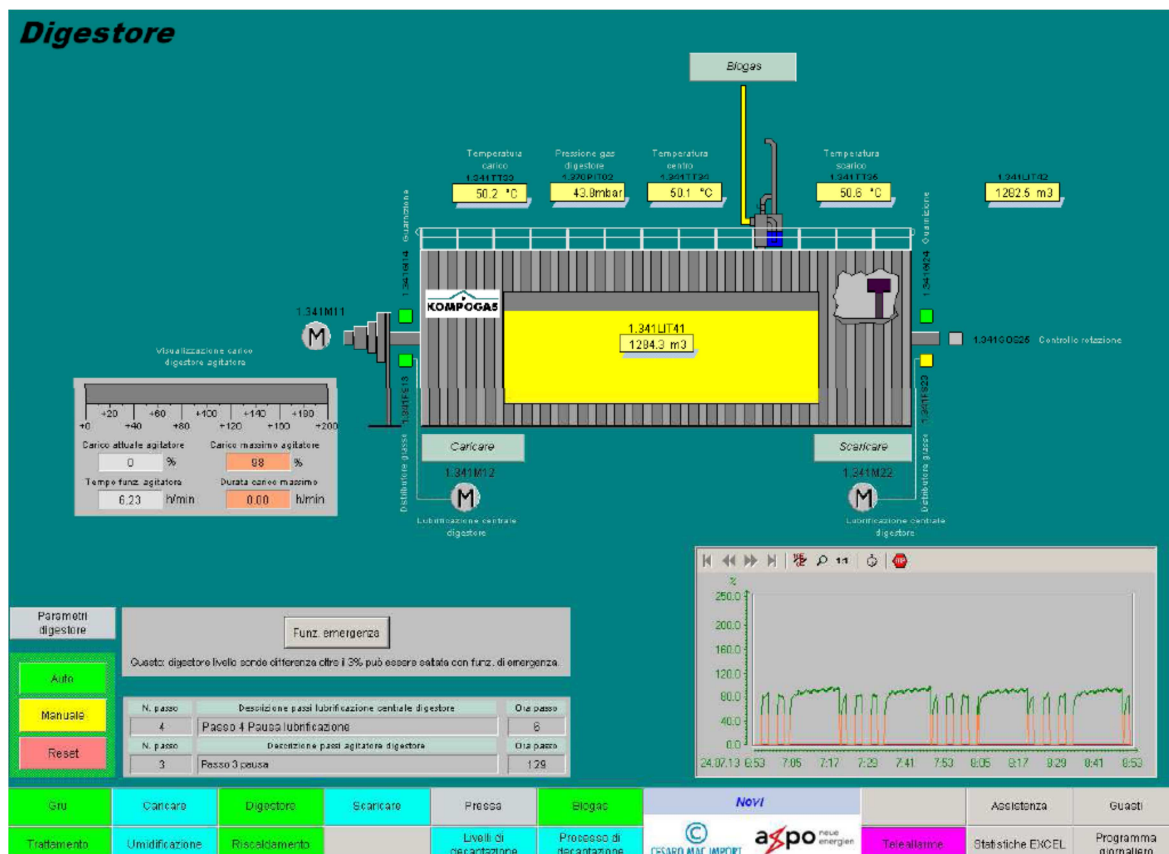


Figura 33 – Esempio della pagina di gestione dei parametri del singolo digestore

I principali parametri monitorati per il singolo modulo di fermentazione, sono i seguenti:

1. Quantità in peso di materiale organico introdotto al fermentatore;
2. Livello del digesto all'interno del fermentatore;
3. Pressione del biogas all'interno del fermentatore;
4. Temperatura del digestato all'interno del fermentatore
5. Momento torcente sull'asse dell' agitatore interno
6. Misura della portata di ricircolo ed inoculo.

Oltre al monitoraggio dei parametri fisici, vengono analizzate in continuo anche le caratteristiche chimiche del biogas.

Il biogas prodotto contiene 50-60% di metano, 40-50% di anidride carbonica e tracce di acido solfidrico. Per monitorare la qualità del gas, si controllano sistematicamente i valori di metano, ossigeno, anidride carbonica e acido solfidrico per mezzo di un analizzatore calibrabile.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	54 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Tramite un contatore di gas, vengono rilevati nel dettaglio i quantitativi di gas prodotti.

Tutti i parametri chimico-fisici rilevati sono visualizzati e registrati mediante il sistema di supervisione e controllo di impianto.

Ogni singolo digestore, inoltre, presenta tre punti di campionamento atti a poter prelevare ed analizzare il materiale in digestione. Tali analisi vengono effettuate allo scopo di verificare eventuali sbilanciamenti nelle fasi di processo. Di seguito il profilo analitico standard:

Prova	U.M
pH	unità di pH
Sostanza secca a 105°C	% sul t.q.
Ceneri a 500 °C	% sul t.q.
Sostanza organica a 500 °C	%s.s
Azoto Ammoniacale NH ₄ -N	mg/kg
Acido Acetico	mg/kg
Acido Propionico	mg/kg
Acido Isobutirrico	mg/kg
Acido Butirrico	mg/kg
Acido Isovalerico	mg/kg
Acido Valerico	mg/kg
Acidi grassi volatili totali come acetico	mg/kg
FOS	mg/kg
TAC	mg/kg
FOS/TAC	mg/kg
Richiesta chimica di Ossigeno COD	mg/l di O ₂

dove per FOS si intendono Acidi Organici Volatili e per TAC si intende Carbonato Inorganico Totale (ovvero: Capacità di tamponamento Alcalina).

5.5 MISCELAZIONE

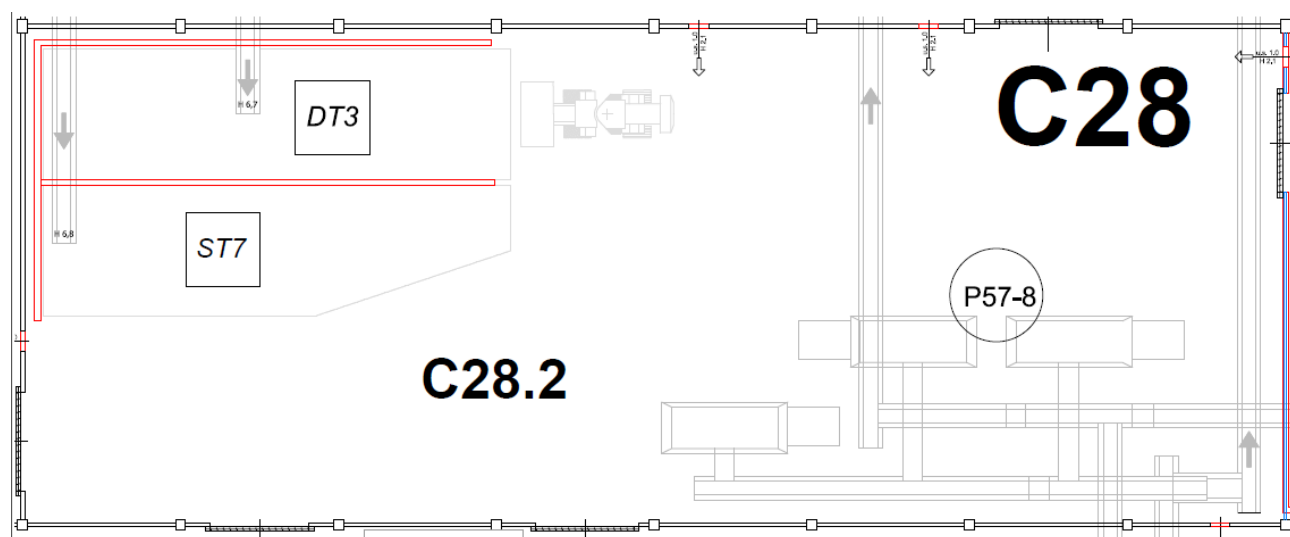


Figura 34 - Miscelazione

All'interno del Fabbricato C28 Miscelazione e Raffinazione, si trova l'area di miscelazione **C28.2**. Il sistema di miscelazione del digestato con lo strutturante, miscelatori e tramogge di carico.

I miscelatori sono un corpo unico tramoggia/camera di miscelazione. Le 2 coclee di miscelazione si trovano verso il fondo della tramoggia di carico, mentre una terza coclea, posta sul fondo (sotto alle precedenti) opera lo scarico contemporaneamente alla miscelazione effettuata dalle altre. Le tramogge dei miscelatori, per il tipo di funzionamento di seguito specificato, non hanno capacità di "stoccaggio del materiale".

La capacità di stoccaggio non è una funzione richiesta al sistema in quanto il sistema di digestione anaerobica non scarica materiale durante le ore in cui è assente un presidio.

Ricordando che gli stoccaggi del materiale da miscelare sono le baie ST3 (scarto ligneo-cellulosico triturato), ST7 (intermedio) e DT3 (sovvalli raffinazione), è di seguito descritta la procedura di miscelazione partendo da un ipotetica ora 0:

1. La pala gommata muove verso la baia ST3, carica una bennata di materiale, va al miscelatore e scarica il materiale nella tramoggia di quest'ultimo, che deve sempre avere un fondo di materiale strutturante.
2. Il sistema di controllo, mediante la cella di carico del miscelatore, verifica la presenza di strutturante all'interno della macchina.
 - Se presente, si prosegue al punto 3.
 - Se assente, un apposito totem luminoso segnala al palista di effettuare l'operazione descritta al punto 1.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	56 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

3. Verificata la presenza di materiale nel miscelatore, viene dato il consenso al digestore ad iniziare la fase di scarico. La pompa di estrazione invia il digestato alla tramoggia del miscelatore.
4. Il miscelatore entra in funzione.
5. Un apposito totem luminoso segnala al palista di introdurre materiale strutturante.
6. La pala gommata si muove alternativamente verso ST3 e DT3 (o in alternativa ST7) carica il materiale e lo scarica nel miscelatore.
7. Il sistema misura la quantità di strutturante caricato al miscelatore, mediante la cella di carico (essendo noto il peso del digestato entrato al miscelatore ad ogni pompata, il peso dello strutturante è calcolato per differenza) e, se ottimale, un apposito totem luminoso segnala al palista di interrompere il caricamento di strutturante.
8. Terminato il caricamento di strutturante, il miscelatore continua ad operare affinché la pompa del digestore non abbia estratto il quantitativo stabilito.
9. Terminato il caricamento di digestato (quando la pompa di estrazione ha effettuato tutte le pompate programmate) si attiva la coclea di fondo e il materiale viene scaricato.
10. Ritorno al punto 1.

E' importante notare come il rifiuto, essendo vagliato in ingresso, sia già stato liberato da "frazioni estranee" come plastiche, parti metalliche eccetera.

Il materiale miscelato, pronto per essere caricato alle celle di stabilizzazione aerobica, viene movimentato mediante nastro trasportatore dal sistema di miscelazione alla baia di stoccaggio **ST5**. Da qui viene caricato alle celle di stabilizzazione aerobica della seconda e terza sezione di maturazione **P58-3** e **P58-4** mediante pala meccanica.

Nel caso in cui il materiale debba essere caricato alle celle di stabilizzazione aerobica della prima sezione di stabilizzazione **P58-2**, un nastro reversibile convoglia il materiale sulla linea nastri diretta alla baia **ST5** presente nell'edificio **C25**.

Il Fabbricato di miscelazione **C28**, è mantenuto in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantire almeno n. 4 ricambi ora.

Il capannone è inoltre dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	57 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.5.1 Sezione di Stoccaggio – C28.4

La sezione di stoccaggio **C28.4** è separata dal resto della sezione di miscelazione **C28.2** mediante portone ad impacchettamento rapido. Al suo interno vi è la baia di stoccaggio dello stabilizzato **ST6** proveniente dalla sezione di stabilizzazione **P58-2** ed una baia di stoccaggio ausiliaria a servizio dell'impianto **ST10**.

La sezione di stoccaggio è mantenuta in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantire almeno 2 ricambi ora.

Il capannone è inoltre dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione ed avvio nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

Di seguito si riporta il calcolo di dimensionamento delle baie ST7, DT3, ST5, ST10, ST6.

Descrizione	U.M.	ST7	DT3	ST5	ST10	ST6
Larghezza	m	7	7	10	11,5	11
Lunghezza	m	23	23	31	11,5	23
Altezza utile baie	m	4	4	4	4	4
Superficie utile	m ²	161	161	310	132	253
Volume utile	m³	644	644	1.240	529	1.012
Produzione annua materiale	t/a	46.000	66.000	146.000	-	102.000
Densità materiale*	t/m ³	0,3 - 0,4	0,3 - 0,4	0,5 - 0,65	-	0,4 - 0,45
Giorni funzionamento	-	312	312	312	-	312
Produzione giornaliera materiale	t/g	147	212	468	-	327
	m ³ /g	491	705	936	-	1090
Quantità annua ricircolo	t/a	12.500	36.000	-	-	-
Quantità giornaliera ricircolo	t/g	40	115	-	-	-
	m ³ /g	134	385	-	-	-
Necessità di stoccaggio giornaliero	m³	358	321	936	-	711

*Il calcolo è stato effettuato, in via cautelativa, utilizzando la densità inferiore riportata nel range.

Dai dati riportati in tabella emerge che:

- La baia ST7 può agevolmente contenere la produzione giornaliera;
- La baia DT3 può agevolmente contenere la produzione giornaliera;
- La baia ST5, usata solo in emergenza come stoccaggio, in quanto tutto il materiale prodotto giornalmente dal sistema di miscelazione deve essere immesso nelle celle di stabilizzazione aerobica, può agevolmente contenere la produzione giornaliera;
- Le baie ST6 ed ST10, sono usate solo in emergenza;

La baia esistente nell'edificio C25, che funge da mero muro di spinta per la pala gommata atta al caricamento delle celle, garantisce alla pala un'ora di flessibilità.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	58 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.6 STABILIZZAZIONE AEROBICA

La miscela da destinare alla fase di stabilizzazione aerobica, viene effettuata dal sistema di miscelazione ed è costituita dalle seguenti frazioni:

- Digestato in uscita dai digestori (CIRCA 40 – 60 % in peso);
- Scarti ligneo-cellulosici triturati (CIRCA 15 – 30 % in peso);
- Sovvallo, derivante dalla raffinazione (CIRCA 10 – 20 % in peso);
- Intermedio, derivante dalla raffinazione (CIRCA 5 – 15 % in peso).

La composizione della miscela sopra riportata è indicativa e potrà subire variazioni in funzione delle caratteristiche dei rifiuti in ingresso, al fine di ottimizzare il processo di ossidazione. La miscela così ottenuta viene avviata alla successiva fase di stabilizzazione attraverso pala meccanica.

La fase di stabilizzazione avviene all'interno di celle mantenute in depressione, chiuse con portoni ad impacchettamento rapido aventi come pavimentazione una platea areata (una per cella), gestita ognuna da un ventilatore autonomo con inverter.

Al fine di garantire una stabilizzazione efficiente e completa, le celle di stabilizzazione aerobica **P58-2 / P58-3 / P58-4** sono dimensionate per un tempo di permanenza del materiale pari ad almeno 21 giorni (25 – 30 giorni). L'apporto di ossigeno necessario alla stabilizzazione del materiale è garantito, oltre che dai corretti quantitativi di materiale strutturante, da un'insufflazione al di sotto del cumulo.

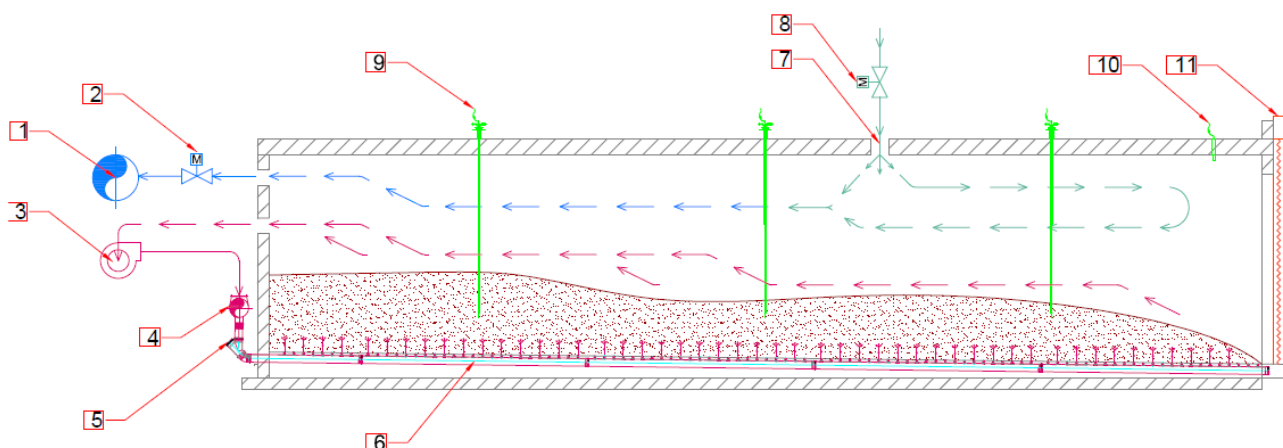


Figura 35 – Schema tipo, cella di stabilizzazione accelerata

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	59 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Il sistema di aerazione è dimensionato, in riferimento alla **Figura 35**, come segue:

1. Ogni cella di stabilizzazione aerobica prevede un punto di immissione **7** e uno o più di estrazione **1** dell'aria di lavaggio;
2. Durante le operazioni di svuotamento/caricamento della cella l'immissione **7** sarà chiusa in modo da garantire, tramite la sola estrazione **1** dell'aria, un corretto lavaggio della cella (dall'esterno verso l'interno) e la depressione necessaria a rendere minima la probabilità di fuoriuscita di emissioni odorigene;
3. La portata totale estratta **1** da ognuna delle tre sezioni di stabilizzazione **45.000 m³/h c.a.** è dimensionata per essere superiore rispetto alla portata immessa **7** per ogni sezione **40.000 m³/h c.a.**, ciò garantisce la depressione delle celle. Misuratori di portata, ed eventualmente di pressione all'interno, della cella concorreranno alla regolazione, per garantire quanto sopra descritto.
4. Il ventilatore di insufflazione della biomassa **3** aspira aria dall'interno cella e la rilancia alla platea di insufflazione **6** tramite un collettore **4**. Il bilancio netto tra aria in ingresso **7** ed uscita **1** resta quindi indipendente dall'insufflazione (**3-4-6**), questo rende possibile modificare, senza ripercussioni sul sistema aeraulico, la portata di insufflazione della biomassa per seguire le esigenze di processo;
5. Gli elettroventilatori di insufflazione **3** sono dimensionati per garantire una portata di aria alla biomassa in stabilizzazione $\geq 15 \text{ Nm}^3/\text{h} \cdot \text{t}$ (come da capitolo E.4.4 delle BAT) nelle prime 3 settimane di stabilizzazione e $\geq 25 \text{ Nm}^3/\text{h} \cdot \text{t}$ nell'ultima settimana di stabilizzazione, per garantire la completa asciugatura del materiale;
6. La durata dei cicli di insufflazione (di base circa 20-30min ogni ora sarà regolata in funzione del corretto mantenimento dei parametri di esercizio (temperatura, portata aria, ecc.)

Segue il dimensionamento di massima delle celle di stabilizzazione aerobica:

Prima e Terza sezione di Stabilizzazione		
ARIA DI LAVAGGIO CELLE AEROBICHE		
Area Cella	190	m ²
Altezza Cella	5	m ³
Ricambi ora da BAT per cella aperta	4	#
Portata da aspirare a cella aperta	3.800	m ³ /h
Ricambi ora considerati per cella chiusa	3	#
Portata aspirata a cella chiusa	2.850	m ³ /h
N° Cella	12	#
N° Cella considerate aperte	1	#
Portata totale dell'Aria di Lavaggio	35.150	m ³ /h
Celle attive	0,50	30min/ora
P.a.s. minimo da BAT	15	m ³ /h*t
Altezza Cumulo	3,5	m
Densità materiale a Stabilizzazione	0,5	t/m ³
Portata per cella	4.988	m ³ /h
Portata totale Istantanea massima	29.925	m ³ /h

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	60 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Seconda sezione di Stabilizzazione			
ARIA DI LAVAGGIO CELLE AEROBICHE			
Area Cella	380	m ²	
Altezza Cella	5	m ³	
Ricambi ora da BAT per cella aperta	4	#	
Portata da aspirare a cella aperta	7.600	m ³ /h	
Ricambi ora considerati per cella chiusa	3	#	
Portata aspirata a cella chiusa	5.700	m ³ /h	
N° Cella	6	#	
N° Cella considerate aperte	1	#	
Portata totale dell'Aria di Lavaggio	36.100	m ³ /h	
Celle attive	0,50	30min/ora	
P.a.s. minimo da BAT	15	m ³ /h*t	
Altezza Cumulo	3,5	m	
Densità materiale a Stabilizzazione	0,5	t/m ³	
Portata per cella	9.975	m ³ /h	
Portata totale Istantanea massima	29.925	m ³ /h	

5.6.1.1 Sezione P58-2

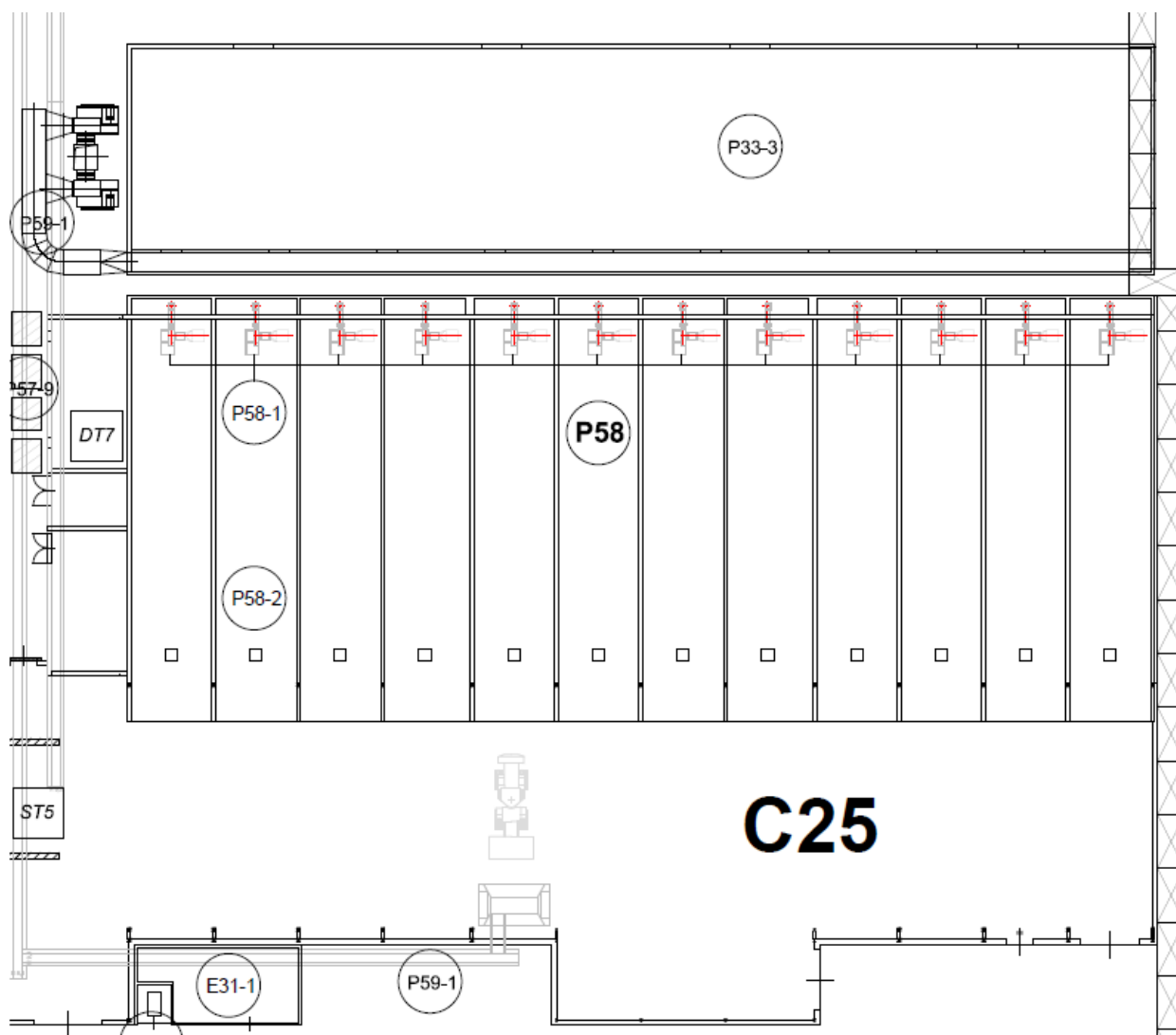


Figura 36 – Sezione di stabilizzazione aerobica P58-2

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	61 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Il materiale da caricare alle celle di stabilizzazione aerobica arriva direttamente dalla miscelazione tramite nastro in apposita baia **ST5**, per essere poi caricato in biocella mediante pala gommata.

Il materiale in uscita dalle celle di stabilizzazione aerobica della sezione **P58-2** è inviato mediante pala gommata ad un caricatore, da qui mediante il sistema di nastri **P59-1** è inviato alla sezione di raffinazione **P59** o in caso di indisponibilità di quest'ultima alla baia di stoccaggio **ST6** presente in **C28.4**, il cambio di destinazione è operato mediante nastro reversibile.

Il corridoio a servizio della prima sezione di stabilizzazione **C25** è mantenuto in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantire almeno n. 3 ricambi ora.

Il capannone è inoltre dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	62 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.6.1.2 Sezione P58-3

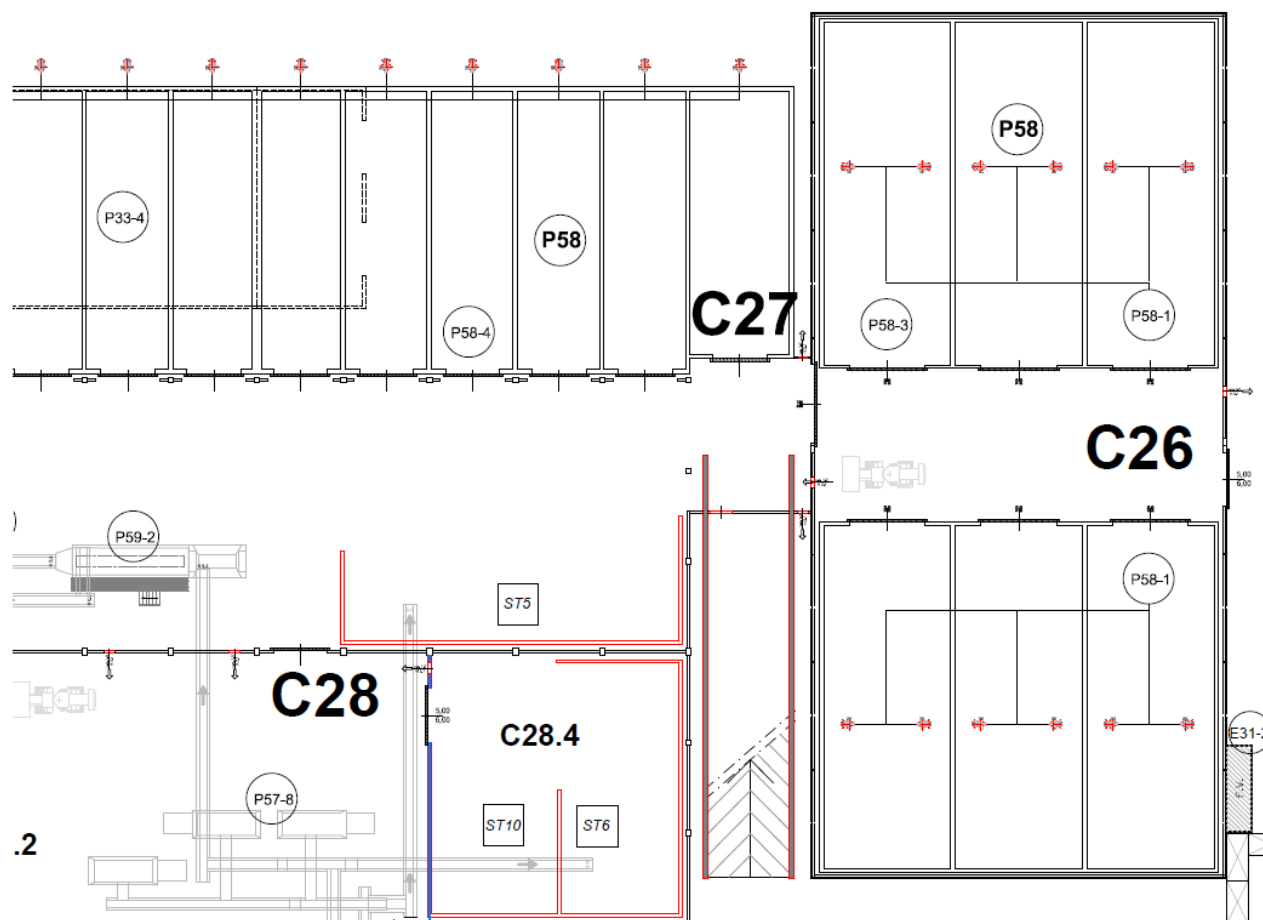


Figura 37 – Sezione di stabilizzazione aerobica P58-3

Il materiale da caricare alle celle di stabilizzazione aerobica arriva dalla baia **ST5** mediante pala gommata.

Il materiale in uscita dalle celle di stabilizzazione aerobica della sezione **P58-3** è inviato, mediante pala gommata, alla sezione di raffinazione **P59** o, in caso di indisponibilità di quest'ultima, alla baia di stoccaggio **ST6** presente in **C28.4**.

Il corridoio a servizio della prima sezione di stabilizzazione **C26** è mantenuto in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantire almeno n. 3 ricambi ora.

Il capannone è inoltre dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	63 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.6.1.3 Sezione P58-4

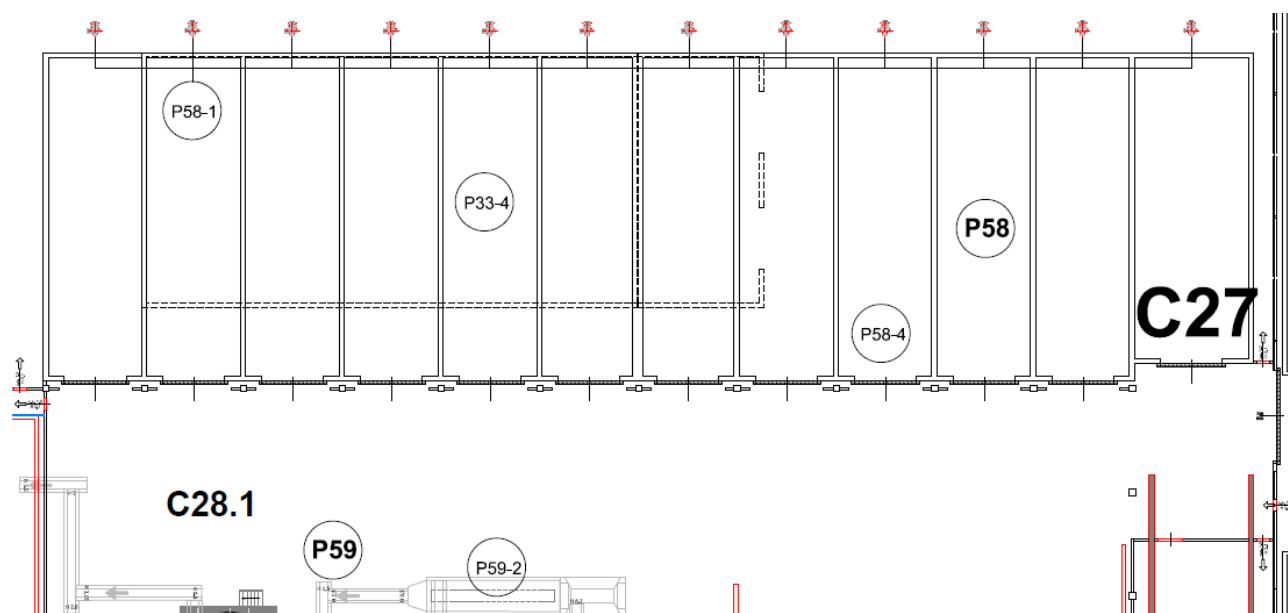


Figura 38 – Sezione di stabilizzazione aerobica P58-4

Il materiale da caricare alle celle di stabilizzazione aerobica arriva dalla baia **ST5** mediante pala gommata.

Il materiale in uscita dalle celle di stabilizzazione aerobica della sezione **P58-4** è inviato mediante pala gommata alla sezione di raffinazione **P59** o in caso di indisponibilità di quest'ultima alla baia di stoccaggio **ST6** presente in **C28.4**.

Il capannone **C28.1** è dotato di caditoie sul fronte delle celle di stabilizzazione per l'intercettazione delle acque di percolazione nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	64 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.7 RAFFINAZIONE

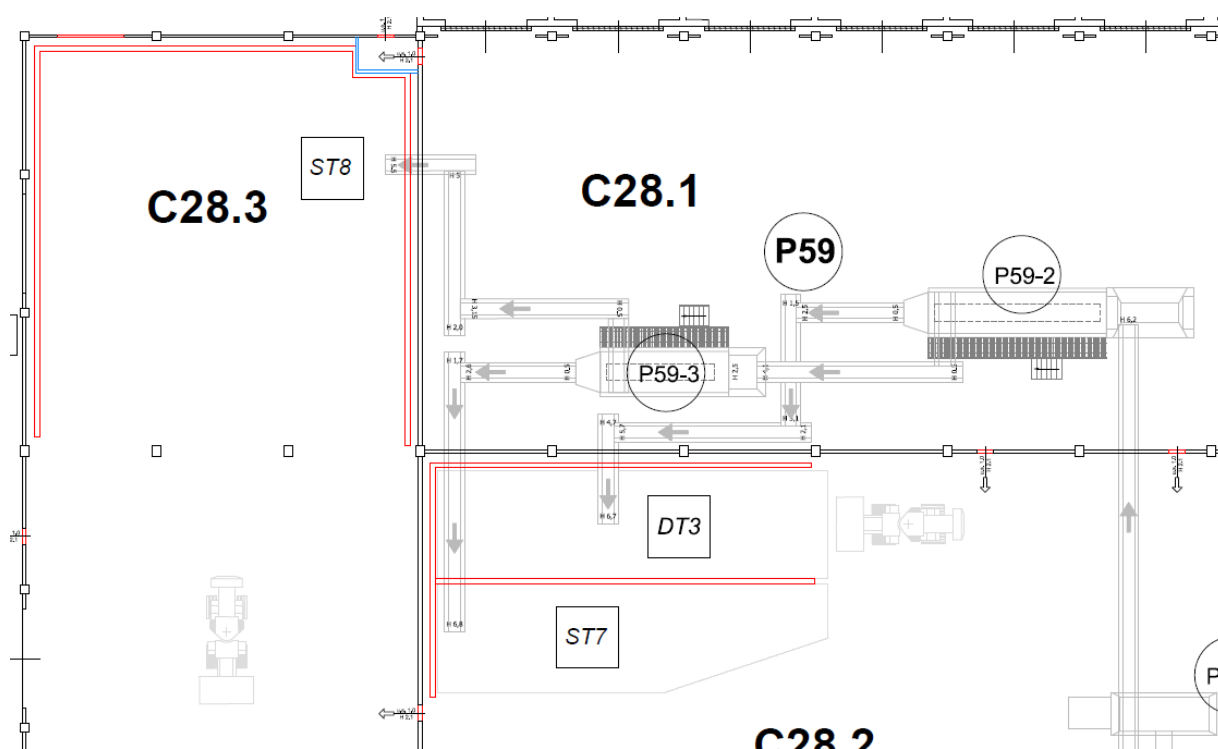


Figura 39 – Sezione di Raffinazione

Il materiale prelevato dalle sezioni di stabilizzazione aerobica, viene caricato dal Sistema di Raffinazione **P59**, caratterizzato dalla presenza di vagli di diverse maglie e caratteristiche. Questa fase lavorativa si articola come di seguito specificato:

- **Vagliatura primaria (raffinazione circa Ø 30-50 mm) P59-2:** dallo stabilizzato in ingresso, in questa fase, escono due flussi, derivanti dal passaggio al primo vaglio che porta alla produzione di:
 - Sopravaglio (o sovravaglio fine), con pezzatura maggiore di 30-50mm (equivalenti di foro circolare), costituito dai materiali che hanno pezzatura non idonea per diventare compost o Biostabilizzato, equivalente a CIRCA il 20 – 30 % in peso rispetto alla quantità in ingresso di FORSU. Viene avviato a miscelazione. Alternativamente è avviato ad idonei impianti di smaltimento o recupero. Viene stoccato nella baia dedicata **DT3**;
 - Sottovaglio: la frazione con granulometria inferiore alla maglia del vaglio inviata al secondo vaglio di raffinazione.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	65 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

- **Vagliatura secondaria (raffinazione circa Ø 8-12 mm) P59-3:** dall'intermedio in ingresso, in questa fase, escono due flussi, derivanti dal passaggio al secondo vaglio che porta alla produzione di:
 - Compost (ACM - Ammendante Compostato Misto), con pezzatura inferiore agli 8-12mm (in funzione del destino del materiale), la frazione più fine, equivalente a CIRCA il 15 - 25 % rispetto alla quantità in ingresso di FORSU, ed è destinata in agricoltura e/o florovivaismo. Viene depositato in baia dedicata **ST8** per poi essere caricato su automezzi e trasportato a destino.
 - Intermedio/CFS: il sopravaglio della raffinazione secondaria (8-12<Ø<30-50 mm) ha diverse destinazioni ai sensi della relativa normativa vigente. In peso si stima possa essere CIRCA il 20 - 40 % rispetto alla quantità in ingresso di FORSU. Viene depositato in baia dedicata **ST7** per poi essere inviato a miscelazione (ricircolato come intermedio) o caricato su automezzi e avviato a recupero o smaltimento in impianti terzi (CFS/biostabilizzato).

Le stazioni di vagliatura sono fisse. La movimentazione dei materiali vagliati viene effettuata mediante nastri trasportatori per carico alle baie di stoccaggio.

La sezione di raffinazione è mantenuta in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantire almeno n. 3 ricambi ora.

Il capannone è inoltre dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

5.8 STOCCAGGIO E CARICAMENTO COMPOST

Il materiale finito (Compost) è stoccato nella sezione **C28.3**, all'interno di una apposita baia **ST8** cui è scaricato da un nastro trasportatore proveniente dalla sezione di raffinazione **P59**.

Il Compost viene caricato mediante pala meccanica dalla baia di stoccaggio **ST8** ad automezzo per il trasporto alla baia di stoccaggio **ST9** presente nella sezione **C29**. Da **ST9** può successivamente essere caricato, sempre mediante pala meccanica, ad automezzo per trasporto a destino.

Alternativamente il Compost viene caricato mediante pala gommata dalla baia di stoccaggio **ST8** direttamente ad automezzo per trasporto a destino.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	66 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

La sezione di stoccaggio e carico compost **C28.3** è mantenuta in depressione da un sistema di aspirazione atto a garantire almeno n. 2 ricambi ora.

Il capannone **C28.3** è inoltre dotato di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

La tettoia **C29** è dotata di caditoie per l'intercettazione delle acque di percolazione nei serbatoi di accumulo di area, per il successivo trasferimento a destino.

5.9 TRATTAMENTO ARIE ESAUSTE

L'ultima fase del processo è individuabile nel trattamento delle arie captate dai locali di lavorazione.

In generale tutte le arie provenienti dalle celle di stabilizzazione aerobica sono convogliate prima a una unità "scrubber", per l'abbattimento di polveri mediante venturi, e la rimozione di eventuali presenze di ammoniaca NH_3 , ed infine al Biofiltro E3 **P33-4** di nuova installazione.

Tutte le arie provenienti dai restanti edifici / sezioni sono convogliate invece, direttamente al Biofiltro E23 **P33-3** esistente.

E' da osservare che il sistema di ventilazione nelle diverse fasi del processo assolve a due importanti obiettivi:

- Assicurare il corretto apporto di ossigeno alla biomassa all'interno delle celle di stabilizzazione al fine di garantire condizioni aerobiche;
- Assicurare la corretta termoregolazione della biomassa all'interno delle celle di stabilizzazione al fine di garantire condizioni aerobiche;
- Assicurare la depressione degli edifici rispetto all'esterno in maniera tale da evitare la fuoriuscita di emissioni maleodoranti dall'impianto e rendere gli ambienti di lavoro idonei dal punti di vista di igiene e sicurezza.

Vi sono poi altre funzioni cui assolve il sistema di ventilazione che riguardano gli aspetti di igiene e sicurezza del lavoro, connessi ad un corretto numero di ricambi d'aria nelle zone di presenza potenziale di operatori.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	67 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

5.10 PRETRATTAMENTO ED UPGRADING BIOGAS

Le sezioni di pretrattamento e upgrading del biogas sono finalizzate alla produzione di biometano avente caratteristiche chimico-fisiche idonee all'immissione nelle reti di trasporto e distribuzione del gas naturale e all'utilizzo in autotrazione, in accordo alle prescrizioni legislative e normative vigenti.

Il biogas prodotto durante la fase di digestione anaerobica viene convertito in biometano attraverso una catena di trattamenti di purificazione volti a innalzare la concentrazione di metano fino a valori compresi tra il 95% e il 98% di seguito descritti:

1) Pretrattamento: il biogas viene inviato ad una sezione di desolforazione P09-1 per la rimozione del solfuro di idrogeno H_2S , gas pericoloso e corrosivo. L'impianto è costituito da uno scrubber in cui il biogas viene messo in contatto con una soluzione di lavaggio a base di idrossido di sodio (NaOH) e da un bioreattore di rigenerazione della soluzione di lavaggio. Nello scrubber il solfuro di idrogeno (H_2S) reagisce con l'idrossido di sodio (NaOH) formando dei solfuri. Nel bioreattore la biomassa converte i solfuri disciolti in zolfo elementare che viene rimosso dal processo in forma solida. L'effluente liquido del bioreattore viene ricircolato nello scrubber per rimuovere ulteriormente l' H_2S . Il contenuto di solfuro di idrogeno (H_2S) nel biogas pretrattato è inferiore a 100 ppm.

2) Compressione e condensazione: prima dell'ingresso alla sezione di upgrading, il biogas viene portato ad una pressione compresa tra 4 e 6 barg con un compressore. Il gas in uscita da ciascuno stadio viene raffreddato attraverso uno scambiatore a fascio tubiero (biogas lato tubi e soluzione acquosa con glicole lato mantello). All'ingresso, nelle fasi intermedie e in uscita dal compressore sono presenti separatori e scaricatori per la rimozione delle condense prodotte durante il processo.

3) Upgrading P09-2: in questa fase, il metano (55-65%) contenuto nel biogas viene separato dalla CO_2 (35-45%) e da eventuali altri gas presenti in tracce. La CO_2 viene fisicamente disciolta in acqua all'interno di una colonna di assorbimento. Il processo sfrutta la maggiore solubilità in acqua della CO_2 rispetto a quella nel metano, in particolare a basse temperature e pressioni elevate. Dalla testa colonna di assorbimento esce il biometano, destinato alla fase di essiccamento e filtrazione di seguito descritta, e, dal fondo colonna, l'acqua satura dei gas assorbiti. Essa viene sottoposta al processo di rigenerazione attraverso la colonna di flash e la colonna di desorbimento per poi essere ricircolata in testa alla colonna di assorbimento come fluido di processo. Nella colonna di flash, a causa della diminuzione di pressione, viene liberata una corrente gassosa che

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	68 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

viene fatta ricircolare all'interno della colonna di assorbimento per limitare le perdite di metano. Nella colonna di desorbimento, operate a pressione atmosferica, l'acqua, messa in contatto in controcorrente con un flusso d'aria di strippaggio, rilascia l'anidride carbonica di cui è satura. La corrente gassosa in uscita (off-gas) è costituita da CO₂ (20%), O₂ (62%), N₂ (16%), H₂O (2,3%), CH₄ (0,2%) e altri composti in tracce e viene inviata alla sezione di trattamento delle arie esauste dell'impianto.

4) Essiccamento e filtrazione finale: il biometano in uscita dalla colonna di assorbimento viene inviato alla stazione di essiccamento finalizzata alla rimozione dell'acqua fino ad una concentrazione pari a circa 30 mg/Nm³. L'impianto è costituito da due colonne che lavorano in maniera alternata, rigenerabili in situ, riempite di polimeri disidratanti e fortemente adsorbenti. In uscita dagli essiccatori il biometano passa attraverso dei filtri a carboni attivi specifici per la rimozione di composti organici volatili ancora eventualmente presenti in tracce.

Il sistema di essiccamento del biometano è costituito da due colonne identiche riempite con materiale disidratante, una in scorta all'altra come illustrato nella seguente immagine.



L'utilizzo di due colonne identiche consente un funzionamento continuo: mentre in un serbatoio l'acqua contenuta nel biometano si fissa al materiale disidratante, causando l'essiccamento, nel secondo serbatoio avviene la rigenerazione, cioè la deumidificazione del materiale disidratante.

Lo scambio tra i due serbatoi avviene quando la colonna in esercizio raggiunge il suo valore massimo di dew-point, misurato da apposito strumento di controllo.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	69 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Durante la fase di rigenerazione, viene prelevata una piccola quantità di biometano e riscaldato attraverso un riscaldatore elettrico dedicato. La temperatura di rigenerazione è intorno ai 120 °C. Visto l'elevato livello termico dello scambio, non è possibile prevedere recuperi di cascami termici interni all'impianto. Durante l'attraversamento della colonna, la corrente calda trasporta con sé l'umidità catturata dal mezzo filtrante che, in uscita dalla colonna, viene condensata da un gas cooler. La condensa viene convogliata all'esterno e il biometano viene ricircolato.

Quando il riscaldatore viene spento, il biometano continua a fluire all'interno del mezzo filtrante finché all'interno della colonna appena rigenerata non viene ripristinata la temperatura di ottimale funzionamento. A questo punto la colonna è pronta ad eseguire un nuovo ciclo di funzionamento.

Il funzionamento della sezione di pretrattamento e upgrading nel suo complesso è gestito in modo automatico da un PLC (Programmable Logic Controller), interfacciato con il sistema di supervisione dell'impianto. La regolazione, il controllo e la gestione di tutti i principali parametri di funzionamento della sezione può avvenire sia localmente sia dalla Sala Controllo/Sala Gestione generale a servizio dell'impianto.

Tutti gli scarichi provenienti dalla sezione di Pretrattamento ed Upgrading, sintetizzabili in:

1. Acqua di spurgo del gruppo trattamento biogas e condense biogas;
2. Acqua di spurgo del sistema di Upgrading;

saranno stoccati in serbatoi di accumulo **DT10** dedicati, presenti nelle immediate vicinanze delle apparecchiature, per il successivo trasferimento a destino.

5.11 STAZIONE DI COMPRESSIONE BIOMETANO

Al fine di consentire il trasporto del biometano prodotto in impianto, è prevista una sezione di compressione gas, avente lo scopo di portare il biometano alla pressione richiesta dalla rete di trasporto.

L'impianto di compressione è essenzialmente costituito da due linee di compressione operanti in parallelo, una di riserva all'altra, in modo da garantire adeguata affidabilità nell'esportazione del biometano. Ogni linea di compressione è completa di valvole attuate, strumentazione e apparecchiature ausiliarie per il corretto funzionamento nei parametri operativi richiesti e per mettere in sicurezza l'impianto, quando necessario.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	70 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

I compressori sono installati ciascuno in un cabinato insonorizzato dedicato. Come da norma, l'area è recintata per l'inibizione all'accesso del personale non autorizzato. A fianco all'area di installazione dei compressori troveranno spazio la cabina dedicata alle apparecchiature di misura, e analisi della qualità del gas, anch'essa recintata, e una sala elettrica per l'alimentazione elettrica dei compressori.

Il biometano, proveniente dal sistema di upgrading con una pressione compresa tra i 4 e i 6 bar, è convogliato alle due linee di compressione attraverso una tubazione interrata lunga circa 500m.

Ogni linea di compressione è composta da un compressore alternativo a due stadi, azionato da un motore elettrico. Il biometano passa attraverso un filtro separatore per eliminare le eventuali tracce di liquido e solido trascinate dal flusso di gas e raggiunge l'ingresso del 1° stadio di compressione.

Il gas compresso passa quindi attraverso un refrigerante ad aria, per ridurre la temperatura del gas a quella prevista, e, prima di entrare nel 2° stadio di compressione, passa attraverso un filtro separatore per eliminare le particelle di liquido presenti nel flusso di gas.

Il gas è quindi compresso dal 2° stadio di compressione alla pressione di consegna, raffreddato alla temperatura richiesta e, dopo la filtrazione finale, convogliato ai punti di consegna.

Il progetto non prevede sistemi di stoccaggio né del biogas prodotto prima di essere inviato all'unità di upgrading, né del biometano prodotto, se non quelli costituiti dallo spazio di testa dei digestori e dalle tubazioni di collegamento fra le unità.

Il sistema di misura ed analisi del biometano, qualora dovesse rilevare un parametro fuori specifica, chiude la valvola di intercettazione per l'alimentazione della rete di trasporto e apre la valvola per l'invio in torcia. L'upgrading riceve il segnale di parametro fuori specifica e comincia a ricircolare il biometano prodotto allo scopo di correggere il processo. Nel caso in cui persista il segnale di parametro fuori specifica, il biogas prodotto dai digestori sarà inviato ai motori endotermici esistenti, se disponibili, ovvero alle torce.

5.12 SISTEMA DI ANALISI E MISURA DEL BIOMETANO

Il sistema di analisi e misura del biometano sarà coerente con le prescrizioni delle seguenti norme tecniche specifiche:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	71 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

- norma UNI 9167 “Impianti di ricezione, prima riduzione e misura del gas naturale - Progettazione, costruzione e collaudo”;
- nella norma UNI TR 11537 (in relazione alle connessioni con produzioni di biometano di cui alla Delibera 46/15).

Il sistema consentirà la disponibilità dei dati di misura su base oraria e con dettaglio almeno orario. Ai fini di consentire l'affidabilità nella rilevazione e trasmissione del dato di misura, il sistema sarà:

- realizzato con apparati di misura automatizzata provvisti di idoneo apparato per la teletrasmissione oraria dei dati, nonché di idoneo collegamento per la trasmissione;
- alimentato da una fornitura di energia elettrica che garantisca la continuità dell'alimentazione 24 ore su 24;
- dotato di elaboratore / flow computer e apparati trasmissivi con alimentazione continua, che garantiscano la disponibilità dei dati 24 ore su 24.

La misura di qualità del biometano sarà eseguita attraverso l'utilizzo di un gruppo di misura e/o da prove di laboratorio nelle modalità di seguito riportate (tipo di campionamento e metodo analisi). Per l'analisi in continuo della qualità del biometano, è previsto un gascromatografo collegato all'elaboratore / flow computer. I dati acquisiti saranno resi leggibili ed acquisibili sul posto mediante collegamento con un PC portatile.

Le metodologie di analisi sono indicative.

Parametro	Tipologia di campionamento	Metodologia di analisi
Indice di Wobbe	Continuo	UNI EN ISO 6976
Potere calorifico superiore	Continuo	UNI EN ISO 6976
Potere calorifico inferiore	Continuo	UNI EN ISO 6976
Densità relativa	Continuo	UNI EN ISO 6976 UNI EN ISO 15970
Punto di rugiada dell'acqua	Continuo	UNI EN ISO 6327

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	72 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Parametro	Tipologia di campionamento	Metodologia di analisi
		UNI EN ISO 18453 UNI EN ISO 10101 parti 1,2 e 3
Contenuto di ossigeno (O ₂)	Continuo	UNI EN ISO 6974 parti 3 e 6 UNI EN ISO 6975 ASTM D1945-14
Contenuto di anidride carbonica (CO ₂)	Continuo	UNI EN ISO 6974 parti da 1 a 6 UNI EN ISO 6975 ASTM D1945-14
Contenuto di solfuro di idrogeno (H ₂ S)	Continuo	UNI EN ISO 19739 UNI EN ISO 6326 parti 1 e 3
Punto di rugiada idrocarburi	Continuo	ISO 23874 ISO/TR 12148
Zolfo da mercaptani	Discontinuo	UNI EN ISO 6326 parte 3 UNI EN ISO 19739 EPA TO 15 NIOSH 2542
Zolfo totale	Discontinuo	UNI EN ISO 6326 parte 5 UNI EN ISO 19739
Contenuto di silicio totale	Discontinuo	SP4846 UNI 13649

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	73 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Parametro	Tipologia di campionamento	Metodologia di analisi
Contenuto di ossido di carbonio	Discontinuo	UNI EN ISO 6974 parti 3 e 6 ASTM D1946-15
Contenuto di ammoniaca	Discontinuo	NEN 2826 of VDI 3496 NFX43303 OSHA 188 UNICHIM 632 EPA CTM 027
Contenuto di idrogeno	Discontinuo	UNI EN ISO 6974 parti 3 e 6 ASTM D1945-14
Contenuto di fluoro	Discontinuo	NFX43304 ISO 15713 EPA TO 15 DM 25/08/2000 NIOSH 7903 1994
Contenuto di cloro	Discontinuo	EN1911 EPA TO 15 DM 25/08/2000 NIOSH 7903 1994

Parametro	Tipologia di campionamento	Metodologia di analisi
Olio compressore	Discontinuo	ISO 8573 parte 2 UNI 759:1987
Polveri	Discontinuo	ISO 8573 parte 2 UNI EN 13284-1:2003
VOC (elenco completo)	Discontinuo	EPA TO 15

Al fine di verificare l'odorizzabilità del biometano, sarà eseguita una prova ai sensi della UNI/TR 11537 e del punto 4.4.4.8 della UNI 7133-3:2012. La prova sarà eseguita sui diversi odorizzanti utilizzati nelle reti di distribuzione poste a valle della rete di trasporto. Le concentrazioni di odorizzante applicate saranno quelle applicate al gas naturale, come da prospetto E.2 della UNI 7133-2:2014.

Per campionamento in continuo, si intende un campionamento che abbia almeno una misura valida all'ora. Per i parametri da monitorare in discontinuo saranno eseguiti campionamenti quindicinali per un mese. I campioni saranno prelevati sulla tubazione di mandata del biometano e analizzati da un laboratorio certificato.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	75 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

6 BILANCIO DI MASSA ED ENERGIA DELL'IMPIANTO

I bilanci di massa e di energia dell'impianto rappresentano uno dei diversi possibili scenari di gestione, che sono condizionati dalla natura del rifiuto in ingresso e sono pertanto da ritenersi indicativi.

6.1 FLUSSI IN INGRESSO

Come sopra esposto, l'impianto deve garantire notevole flessibilità in tutte le sue sezioni, indispensabile per potersi adeguare alle fluttuazioni temporali e stagionali dei flussi di rifiuto in ingresso. Pertanto, il rapporto tra i componenti della miscela di materiali destinati alla produzione di ACM (FORSU e scarti ligneo-cellulosici), possono subire variazioni, fermo restando il quantitativo massimo complessivo di rifiuti ammessi all'operazione R3 / R13 pari a 135.000 t/anno.

In particolare, i suddetti bilanci sono stati sviluppati assumendo i seguenti dati in input come base di calcolo:

Parametro	u. m.	Valore
FORSU da RD in ingresso (CIRCA 0,8 t/m ³) – R3	t/a	100.000
Rifiuti e scarti ligneo-cellulosici (CIRCA 0,2 t/m ³) – R13	t/a	35.000
TOTALE	t/a	135.000

6.2 PERDITA PESO IN RICEZIONE

La frazione organica, raccolta per lo più in cassonetti stradali, è caratterizzata da una rilevante percentuale di umidità. Come dato indicativo, si considera dunque una perdita di peso Di CIRCA il **5 %**, distribuita tra l'area di ricezione e le zone di abbancamento dell'organico pretrattato, che va a diminuire la quantità effettiva in ingresso alla digestione.

Dai dati risulta quindi:

FORSU avviata a pretrattamento	u. m.	Valore
Portata ponderale annua al netto della perdita peso	t/a	95.000

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	76 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

6.3 TRITURAZIONE

La triturazione degli scarti ligneo cellulosici è appaltata a terzi ed avviene sotto Tettoia stoccaggio rifiuto ligneocellulosico e compost, **C29**. Il trituratore è generalmente mobile, gommato, alimentato a gasolio.

Questa fase non è caratterizzata dalla perdita di peso, bensì dall'aumento della densità relativa del materiale che passa da 0,2 a 0.35 t/m³ c.a..

Gli scarti ligeo-cellulosici possono arrivare in impianto già triturati, in tal caso vengono scaricati direttamente al piazzale **C24**.

6.4 PRETRATTAMENTO

I flussi in uscita dalla vagliatura di pretrattamento dipendono molto dalle caratteristiche del rifiuto in ingresso, dalla percentuale di frazioni esterne presenti. In linea teorica, si sono ipotizzate le seguenti quantità:

Sovvallo vagliatura di pretrattamento	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	15.000

6.5 DIGESTIONE ANAEROBICA

La quantità in ingresso è costituita dalla FORSU, al netto della perdita peso di cui sopra, dal ligneo-cellulosico e da una porzione di intermedio ed/o sovvallo da raffinazione, questi ultimi necessari a garantire il corretto tenore di sostanza secca nel digestore (22 - 24%).

Risulta quindi in ingresso:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	77 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Organico pretrattato caricata a digestione	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	80.000
Scarti lignocellulosici da triturazione caricati a digestione	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	5.000
Intermedio da raffinazione caricata a digestione	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	5.500
TOTALE caricata a digestione	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	90.500

6.6 PRODUZIONE BIOMETANO

Parametro	u. m.	Valore
Produzione specifica biogas da FORSU	Nm ³ /t _{IN}	133
Portata volumetrica annua Biogas	Nm ³ /a	12.670.000
CH ₄ nel Biogas	% v/v	56
CH ₄ nel Biometano	% v/v	95
CH ₄ perso nel processo di Upgrading	% v/v	1
Portata volumetrica annua Biometano	Nm ³ /a	7.400.000

6.7 STABILIZZAZIONE AEROBICA

Tutto il materiale in uscita dai digestori viene avviato alla sezione di stabilizzazione aerobica, previa miscelazione con materiale strutturante, composto da scarti ligneo-cellulosici e quota parte di sovvallo ed intermedio prodotto dalla raffinazione finale, questo per garantire l'idonea porosità atta a permettere all'aria insufflata di coinvolgere l'intera massa nel processo di trattamento.

L'igienizzazione si ottiene sfruttando la fase termofila della stabilizzazione aerobica, modulando la quantità di aria insufflata con lo scopo di ottenere, per almeno 72 ore in continuo, una temperatura superiore ai 55 °C della massa in trattamento. Alla fine di tale processo, il materiale in

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	78 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

uscita dovrà avere un indice respirometrico dinamico inferiore a quanto indicato nella normativa vigente.

Le quantità entrati sono:

Scarti lignocellulosici da triturazione	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	30.000
Sovvallo (fine) da raffinazione	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	36.000
Intermedio da raffinazione	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	7.000
Digestato a miscelazione per stabilizzazione aerobica	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	73.000
TOTALE a stabilizzazione aerobica	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	146.000

Le quantità in uscita dal processo di stabilizzazione aerobica e avviate al processo di vagliatura sono:

Mix avviato a Vagliatura Primaria	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	102.000

Si tenga conto che, oltre alla perdita di peso a causa delle acque di percolazione, si stima una percentuale di perdita causa evaporazione, il calo in peso totale stimato varia tra il 30% ed il 35% mentre il calo in volume tra il 20 ed il 25% rispetto ai quantitativi in ingresso alla stabilizzazione aerobica.

Segue il calcolo di dimensionamento della sezione di stabilizzazione aerobica:

Descrizione	U.M.	Valori utilizzati nel dimensionamento	Range Utile
Giorni di processo*	-	28	> 21
Numero di celle di stabilizzazione	-	36	-
Celle caricate/scaricate per giorno	-	1,5	1 - 2
Miscelato alla stabilizzazione aerobica	t/a	146.000	-
Densità miscela	t/m ³	0,5	0,5 - 0,65
Giorni di lavorazione	g	312	-
Produzione di miscelato	m ³ /a	292.000	-
Produzione di miscelato**	m³/g	935	-
Superficie cella	m ²	190	-
Altezza del cumulo	m	3,5	2 - 4

* Calcolo effettuato su 28 giorni e densità pari a 0,5 t/m³

** Da inviare giornalmente in cella di stabilizzazione.

Le celle di stabilizzazione del blocco P58-3 sono il doppio in volumetria di quelle dei blocchi P58-2 e P58-4, per tale motivo il dimensionamento è stato effettuato con 36 celle.

- Nella fase di stabilizzazione aerobica si tengono monitorati i seguenti parametri:
- parametri funzionali sistema insufflazione (Portata, assorbimento elettrico ventilatore, perdita di carico), al fine di verificarne l'efficienza ed il corretto funzionamento;
- temperatura del cumulo in trattamento durante tutto il periodo processo al fine di verificare il rispetto dei vincoli previsti dalla DGR 1996/2006 ($T > 55^{\circ}\text{C}$ per almeno tre giorni);
- durata del processo.

La misura della temperatura avverrà mediante l'inserimento di 2 termocoppie all'interno del cumulo di materiale, una volta terminato il riempimento della cella. Le termocoppie saranno costruite a "lancia", con il sensore sulla punta dell'asta, così da poter penetrare a fondo nel cumulo di materiale, dove resteranno inserite per tutta la durata del processo e garantiranno una misura in continuo.

Per salvaguardare la sicurezza del personale operativo, sulle murature di ogni cella sono presenti apposite forometrie, mediante le quali, dall'esterno ed in sicurezza, possono essere innestate le termocoppie nel materiale.

I parametri rilevati durante la fase di stabilizzazione aerobica sono visualizzabili e regolabili mediante il sistema di supervisione di impianto. Gli storici di detti parametri saranno mantenuti in memoria dal sistema di supervisione; le date di caricamento e scaricamento delle corsie vengono segnate dal personale nel registro informatico d'impianto.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	80 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

6.8 ACQUE PERCOLAZIONE

Le acque di percolazione in eccedenza, vengono accumulate in un parco serbatoi esterno. La quantità stimata, proveniente dalla stabilizzazione si pensa possa essere circa il 5 % rispetto alla quantità di miscela in ingresso. Questa si somma alla quantità proveniente dalla ricezione, dal pretrattamento, e dal lavaggio dei piazzali per arrivare ad un quantitativo stimato di 15.000 t/a presunte.

Gli spurghi provenienti dalla sezione di pretrattamento biogas ed Upgrading, **P09**, sono quantificabili in 5.600 t/a.

6.9 VAGLIATURA E MATERIALI RISULTANTI

La raffinazione è caratterizzata dalla presenza di due vagli, prevede la produzione di ammendante compostato misto, compost fuori specifica/biostabilizzato ed ulteriore sovrvallo che, per le proprie caratteristiche granulometriche, sarà inviato a miscelazione.

Si prevedono quindi le seguenti quantità in uscita:

Prodotto – Sovvallo ‘fine’	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	36.000
Prodotto – Intermedio	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	46.000
Di cui Biostabilizzato (CFS) in uscita dall'impianto	t/a	33.500
Prodotto – Compost (ACM)	u. m.	Valore
Portata ponderale annua	t/a	20.000

7 SISTEMA DI ASPIRAZIONE E TRATTAMENTO ARIE

7.1 SISTEMA ASPIRAZIONE ARIA

La consistenza dell'impianto di aspirazione e trattamento delle arie esauste si evince dagli *Elaborati 17 e 18* "Schema planimetrico - Sistema di aspirazione aria" e "Schema di flusso - Sistema di trattamento aria". Il dimensionamento è stato eseguito per garantire i ricambi/ora richiesti dalle BAT, con un buon margine operativo per ovviare all'insorgere di problemi di tipo odorifero.

Descrizione	U.M.	C21	C22.1	C22.2	C22	C23	C25	C26	C28.1	C28.2	C28.3	C28.4
Larghezza	m	14,8	21,1	55,5	-	40	-	38	25,7	25	50,2	25
Lunghezza	m	74,3	23,8	24,5	-	40	-	13,4	87,8	63,8	23,8	23,8
Superficie	m ²	1.100	502	1.360	-	1.600	1.588	509	2.256	1.595	1.195	595
Altezza	m	9	11	8,8	-	8,8	9	5	11,2	11,2	11,2	11,2
Volume	m ³	9.897	5.524	11.966	-	14.080	14.292	2.546	25.267	17.864	13.381	6.664
Ricambi aria	ric/h	3	3	3	-	3,5	3	3	3	4	2	2
Aria di lavaggio	m ³ /h	29.690	16.572	35.897	52.469	49.280	42.876	7.638	75.802	71.456	26.763	13.328
Valore considerato	m³/h	30.000	16.500	36.500	53.000	50.000	40.000	10.000	75.000	75.000	30.000	15.000

- **C21** Fabbricato filtro ricezione, avantfossa, sono stati previsti n. 3 ricambi/ora (30.000 m³/h);
- **C22** Fabbricato ricezione rifiuti, ricezione, sono stati previsti n. 3 ricambi/ora (53.000 m³/h);
- **C23** Fabbricato pretrattamento rifiuti, pretrattamento, sono stati previsti n. 3,5 ricambi/ora (50.000 m³/h);
- **C25** Fabbricato bioossidazione in celle esistenti da revampare, corsia, sono stati previsti n. 3 ricambi/ora (40.000 m³/h);
- **C26** Fabbricato bioossidazione in capannone esistente, corsia, sono stati previsti n. 3 ricambi/ora (10.000 m³/h);
- **C28-1** Fabbricato miscelazione e raffinazione, locale raffinazione, sono stati previsti n. 3 ricambi/ora (75.000 m³/h);
- **C28-2** Fabbricato miscelazione e raffinazione, locale miscelazione, sono stati previsti n. 4 ricambi/ora (75.000 m³/h);
- **C28-3** Fabbricato miscelazione e raffinazione, locale compost, sono stati previsti n. 2 ricambi/ora (30.000 m³/h);

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	82 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

- **C28-4** Fabbricato miscelazione e raffinazione, locale miscelato, sono stati previsti n. 2 ricambi/ora (15.000 m³/h);
- **P58-2/3/4** Sistema di bioossidazione accelerata, celle di stabilizzazione aerobica:
 - Cella chiusa n. 3 ricambi/ora,
 - Cella aperta n. 4 ricambi/ora,
 - Portata aspirata in continuo per ogni sezione 45.000 m³/h.

Il sistema di aspirazione è pensato in modo da garantire l'immissione di aria fresca dentro a tutti gli edifici, ciò è garantito dalla depressione fornita dalle aspirazioni.

Per le sezioni di impianto **C21 / C23 / C25 / C26 / C28.3 / C28.4** non vi è nessuna immissione di arie esauste, ovvero arie che hanno già ventilato altre sezioni di impianto, quindi l'aspirazione garantisce il prelievo di aria fresca unicamente dall'esterno.

Per le sezioni di impianto **C22 / C28-1 / C28-2**, vi è invece ricircolo di arie provenienti da altre sezioni di impianto, questo per mantenere contenute le emissioni in atmosfera. E' da sottolineare come le arie di ricircolo siano prelevate da locali lavati solo con aria esterna, in cui vi è solo presenza di materiale stabilizzato, quindi bassa presenza di odori, ad eccezione della sezione **C28-1**. L'aspirazione dalle sezioni **C22 / C28-1 / C28-2** è dimensionata in modo da garantire un flusso di aria esterna pari c.a. ai flussi di ricircolo, questo garantisce ampiamente la depressione degli edifici, il mantenimento di un atmosfera salubre, e la minimizzazione di fuoriuscita di emissioni maleodoranti.

Sono previste per le sezioni di lavorazione, miscelazione e raffinazione, aspirazioni dedicate nei punti più critici. Queste arie, una volta captate saranno inviate (immesse) nelle sezioni di stabilizzazione aerobica **P58-2 / P58-3**, per essere insufflate sotto cumulo. Questo processo presenta diversi vantaggi:

1. I flussi d'aria maggiormente odorigeni vengono captati direttamente senza essere dispersi nelle rispettive aree di lavorazione, aumentandone la salubrità dei locali;
2. I flussi d'aria maggiormente odorigeni, prima del passaggio nel sistema di biofiltrazione sono inviati a trattamento mediante gruppo scrubber.
3. I flussi riciclati tra le varie sezioni di impianto sono a basso contenuto odorigeno.
4. La salubrità delle zone di lavoro è fortemente incrementata.

Complessivamente il sistema arie è dimensionato per un carico di 286.500 Nm³/h.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	83 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

7.2 IMPIANTO DI TRATTAMENTO ARIE (SCRUBBER)

Per quanto riguarda il sistema di trattamento dei flussi d'aria provenienti dalla celle di stabilizzazione, essendovi la possibilità per queste ultime di essere particolarmente cariche di sostanze odorigene / polveri / ammoniaca, saranno inviate a delle torri di trattamento **P33-2**, dopo aver subito una omogeneizzazione all'interno di un collettore a monte delle torri stesse.

Il sistema di trattamento arie consisterà in N.3 torri di lavaggio delle arie esauste con una soluzione di acido solforico H_2SO_4 atta alla cattura e precipitazione dell'ammoniaca NH_3 in solfato di ammonio $(NH_4)_2SO_4$ e prevede un gruppo venturi **P33-1** per l'abbattimento delle polveri, il sistema è dimensionato per il trattamento di una portata pari a $138.500m^3/h$.

Le torri di lavaggio consistono in:

- Una vasca di fondo in cui è accumulato una soluzione di solfato di ammonio, acido solforico ed acqua. Un misuratore di pH regola l'immissione di nuovo reagente o lo spurgo di soluzione al fine di evitare che l'ammoniaca si liberi passando di nuovo in aria.
- Pacchi di corpi di riempimento posti nella parte centrale della colonna, dimensionati al fine di ottenere la maggior superficie di contatto possibile tra soluzione reagente e aria di passaggio.
- Batterie di ugelli spruzzatori che nebulizzano la soluzione prelevata dalla vasca di raccolta e la ri-iniettano nella torre. Nelle tubazioni che portano la soluzione presente nella vasca di raccolta agli ugelli viene anche immesso, tramite un circuito esterno, il reagente al fine di mantenere il pH controllato.
- Infine in testa alla torre è posto un demister, ovvero un pacco lamellare opportunamente dimensionati per far scaricare all'aria (umidificatasi dal contatto con la soluzione di acido solforico) più acqua e trascinamenti di soluzione / reagente possibile.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	84 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Descrizione	U.M.	Valore
Diametro della torre:	m	2.9
Altezza della torre:	m	9.5
Sezioni di trattamento:		2
Altezza sezioni di trattamento:	m	2
Flusso da trattare:	m ³ /h	45.000
Velocità di attraversamento:	m/s	2
Tempo di contatto:	sec	2
Pompe di ricircolo:		2
Portata di ricircolo per pompa:	m ³ /h	36
Rapporto liquido / aria:	m ³ liq./Nm ³ aria	< 0.0015
Perdita di carico totale della torre:	Pa	1000
Tipologia di liquido di lavaggio:	Soluz. Acida di H ₂ SO ₄	
Sistema di captazione particelle di liquido:	Demister alveolare in PVC	
Tipologia di riempimento:	anelli Pal	

Il dimensionamento di tale sistema sarà conforme ai criteri CRIAER¹ relativi ad “Impianti di abbattimento a corpi di riempimento” di seguito riportati.

Parametro	Unità di Misura (SI)
Altezza del riempimento	> 1 m
Portata del liquido di lavaggio per ogni m ³ .s-1 di portata di effluente gassoso	0,0008 - 0,01 m ³ .s-1
Tempo di contatto*	0,4 - 0,6 s
Velocità dell'effluente gassoso nel letto:	2 - 3 m.s-1
Tipo e quantitativo di liquido di lavaggio:	Specifico e variabile in relazione ai quantitativi e alle caratteristiche degli inquinanti presenti nell'effluente gassoso
Sistema di captazione di particelle del liquido:	Specifico e variabile in relazione ai quantitativi e alle dimensioni delle particelle del liquido di lavaggio.
Perdite di carico totale:	0,5 - 1,8 kPa

*Potrebbe non essere garantito in quanto la torre sfrutta anziché acqua di lavaggio una soluzione acida per il ricircolo e l'abbattimento.

I reattivi delle torri saranno accumulati in appositi serbatoi **ST13**, dimensionati in modo da poter coprire la volumetria di un'autocisterna, così da rendere più limitate possibili le operazioni di reintegro della soluzione.

Lo spurgo della torre non sarà inviato alla linea del percolato ma accumulato a sua volta in appositi serbatoi **DT9** in attesa di trasporto a destino.

¹ Si precisa che il rispetto di tali criteri rappresenta una ulteriore garanzia di qualità del sistema in progetto. Infatti poiché lo stesso è aggiuntivo (e non sostitutivo dei sistemi esistenti) ed è dedicato ad un flusso parziale (e non all'immissione finale) non sarebbe di per sé soggetto al rispetto dei criteri sopra indicati.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	85 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

7.3 **IMPIANTO DI FILTRAZIONE BIOLOGICA (BIOFILTRO)**

I biofiltri, questi sono suddivisi in due sezioni distinte, di superficie uguale a 1.140 m^2 **P33-3** e 1.000 m^2 **P33-4** nuova realizzazione, e agiscono specificatamente per l'eliminazione degli odori mediante trattamento dell'aria su un substrato organico filtrante; l'impianto è completato da ventilatori di aspirazione con tubazioni in acciaio.

I principi su cui si basa l'azione del biofiltri sono in via generale analoghi a quelli utilizzati nei processi di trattamento biologico delle acque reflue; anche questi sistemi, infatti, prevedono lo sfruttamento di un largo spettro di microrganismi (batteri, attinomiceti e funghi) in grado di metabolizzare, attraverso una serie di reazioni biologiche (ossidazione, riduzione ed idrolisi) i composti naturali e di sintesi, inorganici (H_2S e NH_3), organici sia aromatici che alifatici (acidi, alcoli, idrocarburi, ecc.), presenti nei reflui gassosi che li attraversano.

In particolare, nel biofiltro le sostanze da depurare vengono adsorbite su uno strato di circa un metro e mezzo di materiale soffice e poroso generalmente di origine vegetale dove, in condizioni ottimali di umidità, pH, tempo di contatto e di nutrienti inorganici e organici, i microrganismi metabolizzano gli inquinanti contenuti nel flusso gassoso da depurare.

Di particolare importanza a tal fine risulta essere la composizione microscopica e macroscopica del materiale filtrante. Le proprietà richieste ad una ottimale miscela filtrante riguardano l'elevata porosità, le condizioni idriche ottimali per la vita microbica e la capacità di mantenere il più a lungo nel tempo le caratteristiche originarie. Tali proprietà, oltre che sull'efficienza del biofiltro, influiscono favorevolmente sui costi di gestione, garantendo minori perdite di carico dell'impianto, quindi minori consumi energetici ed un numero inferiore di interventi di manutenzione necessaria a ripristinare le condizioni originarie.

Il flusso gassoso da depurare è alimentato dal basso verso l'alto, in modo che le componenti odorogene, attraversando il letto, siano dapprima adsorbite sulla superficie del substrato e successivamente degradate dai batteri.

Per mantenere l'ambiente del biofiltro nelle condizioni ottimali, secondo necessità saranno effettuate irrigazioni a pioggia della superficie del biofiltro stesso, al fine di garantire l'umidità del substrato. L'evacuazione dell'aria trattata e deodorizzata avverrà per dispersione e miscelazione dell'aria con l'atmosfera circostante.

Per un approfondimento sul sistema di immissione dell'aria, si faccia riferimento all'Elaborato 59

“CO 01 BO AE 00 D1 PL 59.00 Disegno d'assieme – Biofiltro”.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	86 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Il biofiltro è suddiviso longitudinalmente, mediante un muretto, in due moduli indipendenti ed escludibili. Ciò garantisce la possibilità di poter intervenire su di uno, mentre l'altro resta in funzione.

Quattro condotte convogliano l'effluente da trattare al biofiltro. Dalle condotte partono dei tubi in PVC, che si immettono nel biofiltro. Su questi tubi sono installati degli "spigot", ugelli conici, che convogliano l'aria dal tubo verso la biomassa di riempimento.

Il dreno del percolato è effettuato in due modi:

1. Attraverso il foro stesso dello "spigot", qualora il battente di percolato dovesse essere sufficiente. Tutti i tubi in PVC facenti riferimento allo stesso modulo del biofiltro sono infatti collegati assieme mediante un ulteriore tubo PVC che si occupa di trasportare il percolato prima ad una guardia idraulica e successivamente alla linea di percolato di impianto.
2. Attraverso le "canalette" di traccia del getto della platea. Il getto di cemento per la platea non è infatti pari, ma presenta dei tagli larghi c.a. 2 cm e alti c.a. 0,5 cm che corrono tra gli ugelli, sopra ad ogni tubo. Queste canalette raccolgono il percolato e per pendenza lo scaricano verso il muro perimetrale per il primo modulo e verso il muro centrale per il secondo modulo. Un apposito incavo nella platea raccoglie tutte le canalette precedentemente menzionate e le raccorda mediante un tubo in PVC alla linea del percolato di impianto.

I letti filtranti sono costituiti da materiale ligneo-cellulosico di diverse pezzature ottenuto dalla triturazione e vagliatura di radici, ceppi e tronchi, di specie arboree miste (conifere e latifoglie). Tale materiale garantisce le seguenti condizioni ottimali:

- ampia area superficiale specifica;
- integrità strutturale;
- elevata umidità;
- elevata porosità;
- bassa densità volumetrica;
- capacità di ritenzione idrica.

Generalmente il materiale che va a costituire il letto filtrante viene prodotto presso impianti autorizzati alla produzione di materiale per biofiltri, del gruppo HERAmbiente S.p.A. e/o esterni, e viene realizzato a strati:

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	87 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

- un primo strato grossolano, formato da legno sfibrato a pezzatura grossolana, finalizzato a garantire la corretta diffusione dell'aria;
- uno o due strati più fini, ottenuti da un'ulteriore triturazione e vagliatura dei ceppi sfibrati di cui sopra, atti a garantire un'ampia superficie di contatto tra il flusso gassoso ed il biofilm che si forma sulla superficie del materiale filtrante.

Di seguito le principali caratteristiche chimiche del materiale:

Caratteristiche chimiche	U.M.	Valore
Umidità alla consegna	%	<50
Umidità in condizioni di esercizio	%	40 - 80
Densità apparente	Kg/m ³	250 - 400
Superficie specifica	m ² /g	300-1.000
pH		6 - 8,5
Sostanza organica	%ss	> 20
Perdita naturale di massa	%	15-25%
Perdite di carico in condizioni di 100 N m ³ /h per m ²	mm	<50

Segue il dimensionamento del biofiltro:

Descrizione	U.M.	Valore
Lunghezza	m	50
Larghezza	m	20
Superficie totale	m ²	1.000
Numero di moduli	-	2
Superficie per modulo	m ²	500
Portata di effluente da trattare	m ³ /h	138.500
Portata per modulo	m ³ /h	69.250
Altezza del letto	m	1.5

Per quanto riguarda il dimensionamento, si prendono come riferimento le linee guida dei criteri CRIAER e le BAT, in particolare l'allegato 3.5, punto 8 (Impianti di filtrazione biologica). Da queste risulta che il parametro guida della portata specifica, indicato dai CRIAER, è ampiamente rispettato. Di seguito la tabella comparativa.

Portata di progetto Biofiltro 1: 148.000m³/h.

Portata di progetto Biofiltro 4: 138.500m³/h.

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	88 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Parametri caratteristici	U.d.m.	BAT	CRIAER	Biofiltro 1 (esistente)	Biofiltro 4 (nuovo)
Altezza del letto	m	1,00 – 2,00	0,5 ÷ 1,0 m	1,5 m	1.5 m
Portata specifica	m ³ /m ² * h	100 - 500	100 - 500	132	139
Velocità di attraversamento	m/s	NA	0,03 – 0,14	0,037	0.038
Carico Volumetrico	m ³ /m ³ *h	≤ 100	NA	88	92
Tempo di Permanenza	s	≥ 30	NA	41	39

Tabella 10 – Parametri operativi e di confronto dei sistemi di filtrazione biologica

7.4 VALUTAZIONE DI CONFORMITA' ALLE BAT

Le tecniche e tecnologie dell'impianto vengono di seguito confrontate con le BAT (Best Available Techniques) indicate dal Decreto n°133/2007.

La suddivisione seguita è quella riportata nel Decreto stesso.

Configurazione base di un impianto

BAT	Progetto
Zona di ricezione, accumulo temporaneo e pre-trattamento	PRESENTE
Zona di processo	PRESENTE
Zona di post-trattamento e stoccaggio finale	PRESENTE

Ricezione e stoccaggio

BAT	Progetto
Ricezione e aree accumulo matrici alta putrescibilità devono essere: <ul style="list-style-type: none"> • realizzate al chiuso • dotate di pavimento in cls impermeabilizzato • dotate di sistemi di aspirazione e trattamento delle arie esauste • dotate di sistemi di raccolta dei percolati 	PRESENTE
Piano di pronto intervento in caso di incendi	PRESENTE
Strutture dimensionate su un minimo di 2 giorni e un massimo di 5	PRESENTE
Le aree di stoccaggio nelle quali sia prevista la presenza non episodica di operatori, devono essere realizzate in modo tale da essere facilmente lavabili	PRESENTE

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	89 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Movimentazioni

BAT	Progetto
Qualora la movimentazione dei rifiuti sia eseguita da un operatore su pala meccanica ragno o gru ponte, la cabina di manovra della macchina deve essere dotata di climatizzatore e di un sistema di filtrazione adeguato alle tipologie di rifiuti da movimentare	PRESENTE

Modalità di realizzazione delle linee di trattamento

BAT	Progetto
Fasi di pre-trattamento e di processo in sistemi chiusi	PRESENTE
Capacità di stoccaggio aggiuntiva per quarantena per saltuari accertamenti analitici	PRESENTE
Collegamento automatico della ventilazione al sistema di controllo delle condizioni del processo	PRESENTE
Monitoraggio a distanza	PRESENTE
Sistema di aerazione forzata anche in fase di maturazione	(SEMI-DRY FERMENTATION in sostituzione alla fase di maturazione)
Riutilizzo arie aspirate dalla zona ricezione e pre-trattamento nelle sezioni di trattamento aerobico	PRESENTE
Aree trattamento aerobico mantenute in depressione, garantendo almeno 3 ricambi aria/ora	PRESENTE
Sistema di biofiltrazione e di un sistema di lavaggio ad acqua delle arie esauste	PRESENTE con aggiunta di sistema di trattamento polveri/inquinanti "scrubber".
Operazioni di vagliatura in ambiente chiuso con sistemi localizzati di aspirazione polveri; in caso contrario, prevedere sistema di aspirazione e trattamento arie esauste	PRESENTE Previsto sistema di aspirazione potenziato e concentrato sopra le macchine operatrici.
Dimensionamento del sistema di ventilazione non inferiore a 15 Nm ³ /h*t di biomassa	PRESENTE
Presenza strumenti di controllo del processo (almeno sonde termometriche)	PRESENTE
Sistemi inumidimento periodico biomassa	ASSENTE (il materiale in uscita dalla digestione semi-dry è già umido)
Altezza letto fase attiva non superiore a 3 metri	PRESENTE (3m)
DIGESTIONE ANAEROBICA	
Massimo riutilizzo acque di processo	PRESENTE
Condizioni di termofilia	PRESENTE (il reattore lavora in un range tra il termofilo ed il mesofilo)
Misurazione nei flussi in ingresso e in uscita dei livelli di TOC, COD, N, P, Cl	PRESENTE (sarà prevista l'ideale metodologia nelle procedure gestionali)
Massimizzazione produzione biogas	PRESENTE, attraverso il controllo dei parametri del processo la resa viene mantenuta su valori ottimali
TRATTAMENTO AEROBICO	
Reattori chiusi	PRESENTE
Insufflazione aria per evitare condizione anaerobiche	PRESENTE

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	90 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Isolamento termico della copertura dell'area di maturazione	PRESENTE
Efficace utilizzo acque di processo	PRESENTE (Qual ora possibile il percolato è ri-immesso nel digestore)
Alimentazione uniforme rifiuti	PRESENTE
Riutilizzo acque di processo e residui fangosi all'interno del processo	ASSENTE (produzione di acque di processo ridotte al minimo)
Caratterizzazione continua caratteristiche rifiuti	Per quanto riguarda i rifiuti provenienti da privati e extraterritorio viene richiesta caratterizzazione ai fini di omologa, per i rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata del territorio vengono eseguite analisi merceologiche dei rifiuti in ingresso con cadenza definita dal piano di monitoraggio e controllo

Manutenzione

BAT	Progetto
Devono essere previsti accorgimenti per poter eseguire agevolmente operazioni di manutenzione, a tale scopo tutti i macchinari devono essere dotati di: <ul style="list-style-type: none"> • Sistemi di ingrassaggio e lubrificazione automatici o centralizzati; • Cuscinetti autolubrificanti; • Contatori ore di funzionamento per programmazione manutenzione; • Pulsantieri locali per azionamento manuale durante le manutenzioni; • Possibilità di accesso in tutte le zone con mezzi di sollevamento per interventi di modifica o manutenzione. 	PRESENTE

Accorgimenti per limitare la diffusione di rifiuti negli ambienti di lavoro

BAT	Progetto
Devono essere previsti accorgimenti per poter impedire la fuoriuscita di rifiuti dai nastri e dalle macchine di trattamento per mantenere la pulizia degli ambienti: <ul style="list-style-type: none"> • Nastri trasportatori ampiamente dimensionati dal punto di vista volumetrico; • Pulitori sulle testate dei trasportatori e nastri pulitori al di sotto dei trasportatori; • Carterizzazioni; • Cassonetti di raccolta del materiale di trascinamento, in corrispondenza delle testate posteriori o dei rulli di ritorno; • Strutture metalliche di supporto delle macchine per permettere il passaggio di macchine di pulizia dei pavimenti. 	PRESENTE

Limitazione delle emissioni

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	91 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

BAT	Progetto
EMISSIONE DI POLVERI	
Ricambi d'aria degli ambienti chiusi	PRESENTE
Sistemi aspirazione concentrata (filtri)	Aspiraz. Conc. PRESENTE Filtri ASSENTI (In quanto l'aria aspirata non è inviata ad ambiente ma agli edifici chiusi di stabilizzazione aerobica)
Separatori a gravità e/o cicloni	PRESENTE (Venturi in testata agli scrubber)
EMISSIONE DI ODORI/INQUINANTI	
Scurbber (Rimozione NH ₃ e H ₂ S)	PRESENTE
Caratteristiche BIOFILTRO: <ul style="list-style-type: none"> • Rapporto flusso orario effluenti gassosi da trattare 1 m³ (letto di biofiltrazione): 100 Nm³/h di effluenti gassosi • Altezza letto biofiltro 100-200 cm • Efficienza di abbattimento tale da assicurare un valore di uscita teorico inferiore a 300 U.O./m³ • Controllo misura umidità relativa dell'aria in uscita 	CONFORME (il livello di emissioni è posto a 300 UO/Nm ³)
EMISSIONI LIQUIDE	
Gli impianti devono essere dotati di un sistema di raccolta e trattamento delle acque di scarico in cui sono distinte: <ul style="list-style-type: none"> • acque di processo • acque sanitarie • acque di prima pioggia • acque meteoriche • acque di prima pioggia 	PRESENTE
PRODUZIONE DEI RIFIUTI	
Classificazione e caratterizzazione di tutti gli scarti degli impianti di trattamento	PRESENTE
Caratterizzazione ed adeguato smaltimento dei rifiuti non recuperabili	PRESENTE
LIMITAZIONE DELLA PRODUZIONE DEI RUMORI	
Individuare preliminarmente le principali sorgenti e le più vicine posizioni sensibili al rumore	PRESENTE
Eseguire campagne di misure e mappare i livelli di rumore nell'ambiente	PRESENTE
Macchinari dotati di sistemi di abbattimento dei rumori	PRESENTE
Livello medio massimo sulle 8 ore del turno lavorativo è 80 dB(A) misurato alla quota di 1.6 m dal suolo e a 1 m da ogni apparecchiatura; qualora una macchina superi tale limite deve essere posta in ambiente insonorizzato	CONFORME (Tutti i macchinari saranno previsti di insonorizzazione la dove necessario, non è prevista presenza continuativa di personale nelle vicinanze delle macchine principali)
Il livello di rumore emesso all'esterno del capannone deve essere inferiore a quello ammesso dalla zonizzazione comunale	CONFORME
LIMITAZIONE DELLE INFESTAZIONI	
Prevedere regolare disinfezione e disinfestazione	PRESENTE, nel piano di manutenzione dell'impianto sono

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	92 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

	previste periodiche disinfezioni e disinfestazioni
--	--

Gestione di un impianto

BAT	Progetto
Piano di gestione operativa	PRESENTE
Piano di sorveglianza e controllo	PRESENTE
Piano di ripristino ambientale	PRESENTE
Certificazione ISO 14001/adesione EMAS	PRESENTE
Comunicazioni periodiche a mezzo stampa	PRESENTE
Diffusione rapporti periodica di rapporti ambientali	PRESENTE
Diffusione periodica di dati dell'impianto	PRESENTE
Apertura dell'impianto al pubblico	PRESENTE (In giorni e date prefissate)

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	93 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

8 CONCLUSIONI FINALI

8.1 VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE

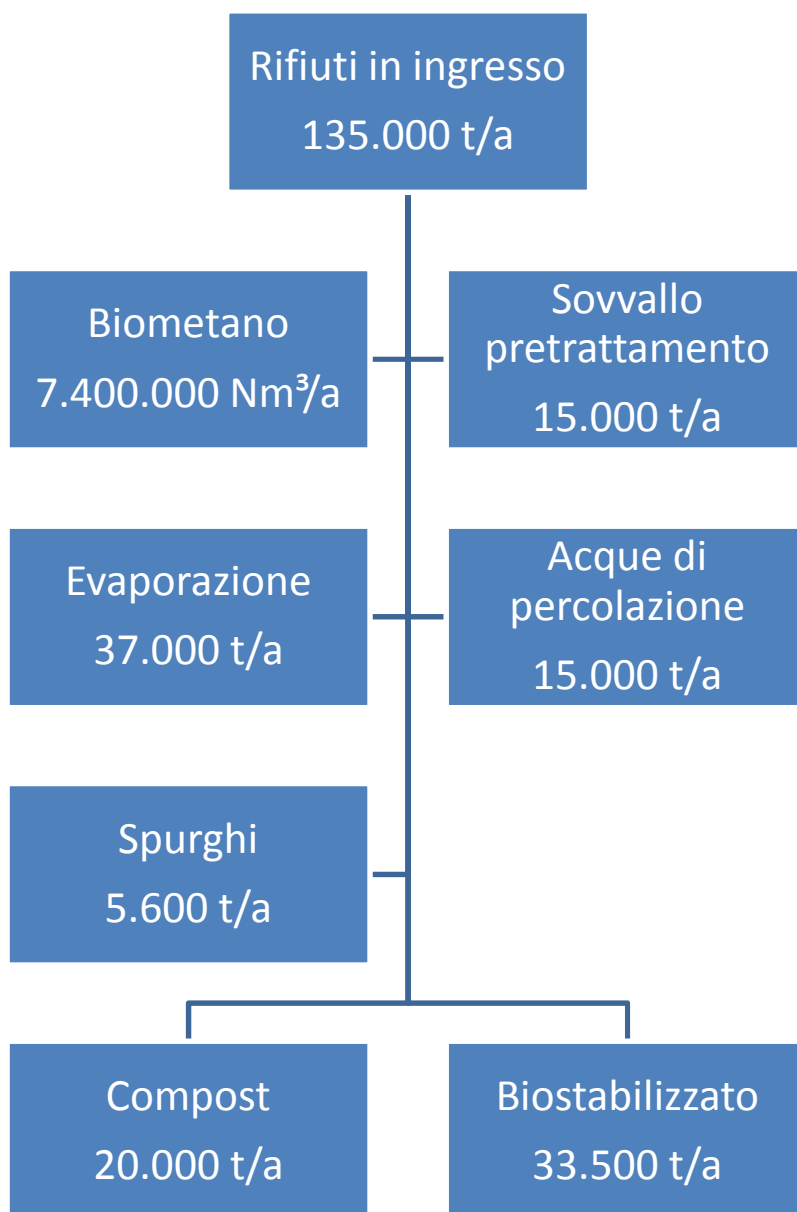
In relazione alle possibili alternative all'iniziativa presentata, si ritiene che la configurazione di progetto proposta sia particolarmente favorevole dal punto di vista ambientale per i seguenti aspetti:

- Il processo produttivo proposto (processo integrato di digestione anaerobica e stabilizzazione aerobica) consente la produzione di combustibile da fonte rinnovabile (biogas), garantendo al contempo il recupero di materia con produzione ACM e CFS, a fronte di un compostaggio aerobico tradizionale, che è invece un processo energivoro;
- La tecnologia di digestione anaerobica adottata, che prevede l'utilizzo di reattori chiusi a tenuta dotati di sistema di captazione del biogas da avviare ad upgrading, consente la diminuzione degli impatti connessi alle emissioni odorigene;
- la fase anaerobica produce un surplus di energia rispetto al fabbisogno dell'intero impianto, comportando il miglioramento del bilancio energetico dell'impianto stesso;
- il processo integrato anaerobico/aerobico proposto comporta la riduzione dell'emissione di CO₂ in atmosfera rispetto ad un compostaggio tradizionale, grazie al minor consumo di energia elettrica e alla produzione di un vettore energetico (biogas) prodotto nel trattamento anaerobico;

CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	94 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

8.2 BILANCIO FINALE INGRESSO-USCITA

A titolo riepilogativo, si riporta di seguito il bilancio complessivo delle quantità, dall'ingresso dei rifiuti alla produzione dei materiali di recupero si specifica che vengono mostrati solo i quantitativi IN/OUT non quelli riciclati.



CO 01 BO AE 00 D1 RS 06.00	Relazione tecnica di processo	01	24/03/2016	95 di 95
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	