PROVINCIA DI IMPERIA

COMUNE DI TAGGIA

IMPIANTO INTEGRATO DI TRATTAMENTO, RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI DELLA PROVINCIA DI IMPERIA

IDRO EDIL S.R.L.

WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI

TAV.	SCALA	COM	DOC	FOGLIO	REV.
R2a	/	8 3 9	P P . B 0 0 8	0 1 DI 0 1	5

ICARIA

ICARIA srl
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
Via La Spezia, 6 - 00182 Roma
Corso Cavour, 445 - 05018 Orvieto (Tr)
tel +39 0763 34 08 75 Fax +39 0763 34 12 51
www.icariasrl.it info@icariasrl.it

ORDINE degli INGEGNERI
INGEGNERE
Vladimiro
ROTISCIANI
civile ed ambientale
industriale
dell'informazione
A 376
Provincia di TERNI

REVISIONE	DATA	OGGETTO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
5	APRILE 2017	REVISIONE a seguito Delib. C.P. N.2 del 20.02.2017	G.T.	G.T.	V.R.	V.R.
4	FEBBRAIO 2015	REVISIONE GENERALE	G.T.	L.F.	R.S.	V.R.
0	GENNAIO 2012	EMISSIONE	G.T.	L.F.	R.S.	V.R.

IMPIANTO INTEGRATO DI TRATTAMENTO, RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI DELLA PROVINCIA DI IMPERIA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

R2.a – RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI

SOMMARIO

1 **PREMESSA 7**

1.1 NATURA DEI CONFERIMENTI 7
1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 9

2 **CRITERI GENERALI DI PROGETTO – DATI DI PROCESSO E DIMENSIONALI 12**

2.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTO 12
2.2 DATI DI PROCESSO E DIMENSIONALI 15
2.3 TECNOLOGIE ALTERNATIVE 18

3 **DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO 23**

3.1 RICEZIONE DEI RIFIUTI 28

3.1.1 Sezione di ricezione e trasferimento RSU e FORSU 30
3.1.2 Sezione ricezione e trasferimento fanghi 34
3.1.3 Ricezione ingombranti 34

3.2 LINEE DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI URBANI INDIFFERENZIATI 35

3.2.1 Descrizione particolareggiata selezione RSU 42

3.3 SEZIONE DI DIGESTIONE ANAEROBICA A SECCO 47

3.3.1 Descrizione generale del processo 50
3.3.2 Descrizione funzionale delle celle anaerobiche 54
3.3.3 Verifica del dimensionamento delle celle anaerobiche 58
3.3.4 Condizioni operative all'interno delle celle 59
3.3.5 Condizioni di progetto per le strutture in CA delle celle 60
3.3.6 Descrizione funzionale dei serbatoi di fermentazione 61
3.3.7 Condizioni operative all'interno dei serbatoi di fermentazione 63
3.3.8 Condizioni di progetto per le strutture in CA dei serbatoi di fermentazione 64

3.4 SEZIONE DI DIGESTIONE AEROBICA, BIOSTABILIZZAZIONE E BIOESSICAZIONE DEL DIGESTATO 65

3.4.1 Descrizione generale del processo 65
3.4.2 Descrizione funzionale delle celle aerobiche 67
3.4.3 Verifica del dimensionamento delle celle aerobiche 69

3.5 SEZIONE DI RAFFINAZIONE DELLO STABILIZZATO E DEL COMPOST 70
3.6 SEZIONE DI MATURAZIONE FINALE DEL COMPOST 73

4 **BILANCI 74**

4.1 BILANCIO LINEA DI SELEZIONE MECCANICA 74
4.2 BILANCIO COMPLESSIVO LINEA DI TRATTAMENTO FRAZIONE ORGANICA E FORSU 77
4.3 BILANCIO COMPLESSIVO 79
4.4 BILANCIO IDRICO 80

5 UNITA' DI COGENERAZIONE 81

5.1 TRATTAMENTO DEL BIOGAS 82

5.1.1 Sistema di compressione e deumidificazione del biogas 82
5.1.2 Sistema di rimozione composti solforati tramite carboni attivi 83
5.1.3 Torcia di emergenza biogas 83

5.2 CRITERIO DI PROGETTAZIONE DEI GRUPPI DI GENERAZIONE 84
5.3 PRODUZIONE DI ENERGIA 85
5.4 CARATTERISTICHE TECNICHE 86
5.5 UNITÀ DI PRODUZIONE DEL BIOMETANO 89

5.5.1 La tecnologia 89
5.5.2 Sommaria descrizione del processo 90
5.5.3 Stazione di caricamento carri bombolai – Stazione di erogazione biometano. 91
5.5.4 Dimensionamento unità di produzione biometano 92

6 SISTEMA DI SUPERVISIONE – IMPIANTO ELETTRICO 94

6.1 SISTEMA DI SUPERVISIONE 94
6.2 IMPIANTO ELETTRICO 102

6.2.1 Descrizione funzionale 102
6.2.2 Livelli di tensione 103
6.2.3 Note 104

7 SISTEMI AUSILIARI 105

7.1 IMPIANTO ACQUA SERVIZI 105
7.2 IMPIANTO ANTINCENDIO 105
7.3 UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA ESAUSTA E ARIA DI PROCESSO 107

7.3.1 Unità di filtrazione – n. 2 filtri a maniche 111
7.3.2 Unità di abbattimento odori 112
7.3.3 Canalizzazioni, strumentazione, ausiliari 116

7.4 IMPIANTO TRATTAMENTO DEL PERCOLATO DA DISCARICA 117

7.4.1 Generalità 117

8 **DIMENSIONAMENTI OPERE CIVILI 119**

8.1 EDIFICIO RICEZIONE E TRASFERIMENTO RSU 119
8.2 EDIFICIO TRATTAMENTO RSU 119
8.3 EDIFICIO STOCCAGGIO MATERIALI VALORIZZABILI 119
8.4 EDIFICIO STOCCAGGIO BALLE E SOVVALLI 119
8.5 EDIFICIO CELLE – CORRIDOIO DI MOVIMENTAZIONE MATERIALE ORGANICO 120
8.6 CELLE DI DIGESTIONE ANAEROBICA (FORSU E VERDE – SOTTOVAGLIO) 120
8.7 CELLE DI DIGESTIONE AEROBICA 120
8.8 SERBATOI FERMENTATORI 121
8.9 EDIFICIO DI STOCCAGGIO E RAFFINAZIONE STABILIZZATO – COMPOST 121
8.10 N.3 VASCHE RACCOLTA PERCOLATO 121
8.11 VASCA ACQUA SERVIZI E ANTINCENDIO 121
8.12 EDIFICI SERVIZI 122

8.12.1 Uffici-Centro ricerche 122
8.12.2 Edifici servizi personale – officina – magazzino 122

9 **PRESIDI AMBIENTALI 123**

9.1 POLVERI ED ODORI 123
9.2 INQUINAMENTO ACUSTICO 124
9.3 REFLUI DI IMPIANTO 126
9.4 EMISSIONI IN ATMOSFERA 129
9.5 SCHEDE RIEPILOGATIVE EMISSIONI IN ATMOSFERA 129

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Normativa europea di riferimento in materia di rifiuti 11
Figura 2: Quantitativi rifiuti 15
Figura 3: Piramide rovesciata della gerarchia europea dei rifiuti (DIRETTIVA 2008/98/CE) 18
Figura 4: Schema a blocchi impianto trattamento meccanico e processo biologico 27
Figura 5: Layout area stoccaggio rifiuti 33
Figura 6: Schema a blocchi impianto trattamento RSU 37
Figura 7: intervallo di esplosività biogas 56
Figura 8: Funzionamento cella aerobica 67
Figura 9: Raffinatore finale compost 71
Figura 10: Schema a blocchi processo trattamento meccanico RSU 75
Figura 11: Schema a blocchi processo digestione anaerobica/aerobica sottovaglio e FORSU 77
Figura 12: Bilancio complessivo 79
Figura 13: Scambiatore di calore 88
Figura 14: Videata generale del processo anaerobico (esempio) 100
Figura 15: Videata della singola cella anaerobica (esempio) 101
Figura 16: Videata della singola cella anaerobica (esempio) 101
Figura 17: Bilancio sistema di trattamento aria 110

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Caratteristiche operative impianto 16
Tabella 2: Confronto vantaggi e svantaggi delle principali tecnologie di digestione anaerobica 22
Tabella 3: Superfici e volumi delle aree di stoccaggio 31
Tabella 4: Caratteristiche trattamento e separazione rifiuti 35
Tabella 5: Caratteristiche merceologiche del rifiuto 36
Tabella 6: Ripartizione rifiuti misti residuali da raccolta differenziata 41
Tabella 7: Caratteristiche merceologiche del rifiuto urbano (a valle RD) 48
Tabella 8: Composizione del sottovaglio 49
Tabella 9: Composizione percolato 59
Tabella 10: Composizione condensa 60
Tabella 11: Composizione percolato 63
Tabella 12: Composizione condense 63
Tabella 13: Flussi massici (in ton/a) linea di processo in Figura 9 76
Tabella 14: Flussi massici (in ton/a) linee di processo biologico di Figura 10 78
Tabella 15: Stima acqua servizi 80
Tabella 16: Composizione biogas determinata su base volumetrica e gas secco 81
Tabella 17: Criteri dimensionamento dell'impianto di aspirazione 113
Tabella 18: Parametri di dimensionamento del biofiltro 116

1 PREMESSA

A seguito della Deliberazione del Consiglio Provinciale n.2 del 20 febbraio 2017 il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica è stato aggiornato per ottemperare alle prescrizioni formulate nella sopra citata Deliberazione.

1.1 Natura dei conferimenti

Con la presente relazione viene descritto l'impianto finalizzato alla realizzazione di un sistema integrato per il trattamento RSU che implica la valorizzazione energetica della frazione organica dei rifiuti urbani e dei materiali di recupero e riciclabili e lo smaltimento delle frazioni residuali dei RSU nella discarica di servizio.

Il progetto impiantistico di trattamento RSU comprende anche la realizzazione della discarica di servizio in prossimità dell'impianto di trattamento RSU.

L'impianto, localizzato in località Colli, comune di Taggia, tratterà le seguenti categorie di rifiuti prodotti all'interno dell' Area Omogenea Imperiese, che comprende la Provincia di Imperia e i tre Comuni Savonesi Andora, Stellanello e Testico:

- rifiuti urbani residuali a valle della raccolta differenziata;
- rifiuti organici dalla raccolta differenziata RSU;
- rifiuti "verdi" provenienti dalla manutenzione delle aree verdi cittadine e dalla raccolta differenziata di tali scarti;
- fanghi non digeriti risultanti dal trattamento delle acque fognarie.

In linea con le indicazioni contenute nella Deliberazione del CP sopra richiamata, l'impianto al momento della sua messa in esercizio ipotizza come scenario dimensionante e di riferimento il conseguimento della RD al 65%; tuttavia per i criteri di dimensionamento e di flessibilità adottati è sicuramente compatibile con lo scenario futuro di transizione a medio termine che prevede un programma di raccolta differenziata più incisivo di quanto a tutt'oggi in essere per conseguire l'obiettivo prefissato.

Le valutazioni su quantità e qualità di RSU e sviluppo della raccolta differenziata al 65% assunte come riferimento progettuale dell'impianto in descrizione sono dettagliate nel documento "Relazione Illustrativa Generale – R1".

Fermo restando che l'impianto è concepito in maniera tale da poter trattare adeguatamente i rifiuti che saranno conferiti anche se in quantità diverse da quelle qui riportate, al puro scopo di fissarne

le prestazioni e i dati di riferimento, si assume che la quantità totale dei materiali conferiti ammonta, nelle condizioni nominali, a:

1. Rifiuti urbani residuali: 49.000 ton/anno
2. Rifiuti organici putrescibili da raccolta differenziata: 26.000 ton/anno
3. Rifiuti “verdi”: 19.000 ton/anno
4. Fanghi: 9.000 ton/anno

Nelle condizioni normali l’impianto, riceverà complessivamente 103.000 ton/anno di materiali come sopra suddivisi.

L’impianto, in accordo agli obiettivi principali del progetto citati nella convenzione tra ATO della Provincia di Imperia e il Comune di Arma di Taggia, realizzerà:

a) il recupero di una ulteriore quantità di materiali che possano essere riciclati (PET, PE, PP, HDPE, metalli, Plasmix e carta);

b) il recupero del contenuto energetico di una parte dei rifiuti conferiti al sistema di trattamento (frazione organica putrescibile contenuta sia nel materiale derivante dalla raccolta differenziata della frazione umida che nei rifiuti residuali, rifiuti verdi e fanghi) **per la** produzione di energia elettrica a parziale copertura dei fabbisogni energetici dell’impianto (autoconsumo), di energia termica e di biometano con la quota eccedente di biogas.

c) la produzione di compost di qualità;

d) la riduzione del fabbisogno annuo di volumi di discarica;

e) la mitigazione del potenziale di emissioni di GHG (Green House Gas);

La possibilità di recuperare materiali valorizzabili presenti nel rifiuto avrà l’effetto benefico di ridurre i volumi necessari in discarica ed aumentare notevolmente il tasso di riutilizzo del rifiuto provinciale prodotto.

1.2 Normativa di riferimento

Nel seguente elenco sono riportate le principali normative riguardante la legislazione in ambito del trattamento rifiuti e ambientale:

- D.M. 6 Luglio 2012- incentivi alla produzione di energie elettrica da fonti rinnovabili.
- D.L. 13 maggio 2011, n.70 - Decreto Sviluppo – convertito in Legge il 12 luglio 2011, n.106- "Sistema di controllo rintracciabilità dei rifiuti"
- DPR 207/2010 - Esecuzione ed attuazione del codice dei contratti pubblici
- D.L. 9 aprile 2008, n. 81 – Testo Unico Sicurezza Lavoro
- Direttiva 2008/98/CE – relativa ai rifiuti
- D.lgs. 12 aprile 2006, n.163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE
- D.L. 3 aprile 2006, n.152 - Codice dell'Ambiente
- D.lgs. 217/06 – Revisione della disciplina in materia di fertilizzanti
- D.lgs. 13/01/2003, n.36 - Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti
- D.lgs. 18/04/2016, n.50 – Nuovo Codice degli Appalti e delle
- *Normativa regionale e accordi locali:*
- Allegato alla delibera di C.C. n.5 del 18.01.2011 - convenzione tra ATO rifiuti della provincia di Imperia e il comune di Taggia
- La Legge Regionale del 28 Ottobre 2008, n. 39 "Istituzione delle Autorità d'Ambito per l'esercizio delle funzioni degli enti locali in materia di risorse idriche e gestione rifiuti ai sensi del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (norme in materia ambientale)"
- DCP n.79 del 25/11/2009 di approvazione del Piano Provinciale rifiuti
- DCP n.18 del 27/02/2003 Piano di Bacino del comune di Taggia
- DCP n.89 del 15/10/2002 piano di bacino del comune di Sanremo
- DCP n.79 del 25/11/2009 approvazione del Piano territoriale di Coordinamento Provinciale
- D.P.G.R. n.667 del 25/05/1980 Piano Regolatore Comune di Sanremo
- D.P.G.R. n.555 del 17/05/1985 Piano Regolatore Comune di Taggia
- Delibera G.R. n.560 del 17/06/2016 Accertamento risultati di raccolta differenziata raggiunti nell'anno 2015 dai Comuni della Liguria
- Delibera C.P. n. 2 del 20/02/2017.

Per un elenco più completo si rimanda all'APPENDICE della relazione R1 – Relazione illustrativa generale.

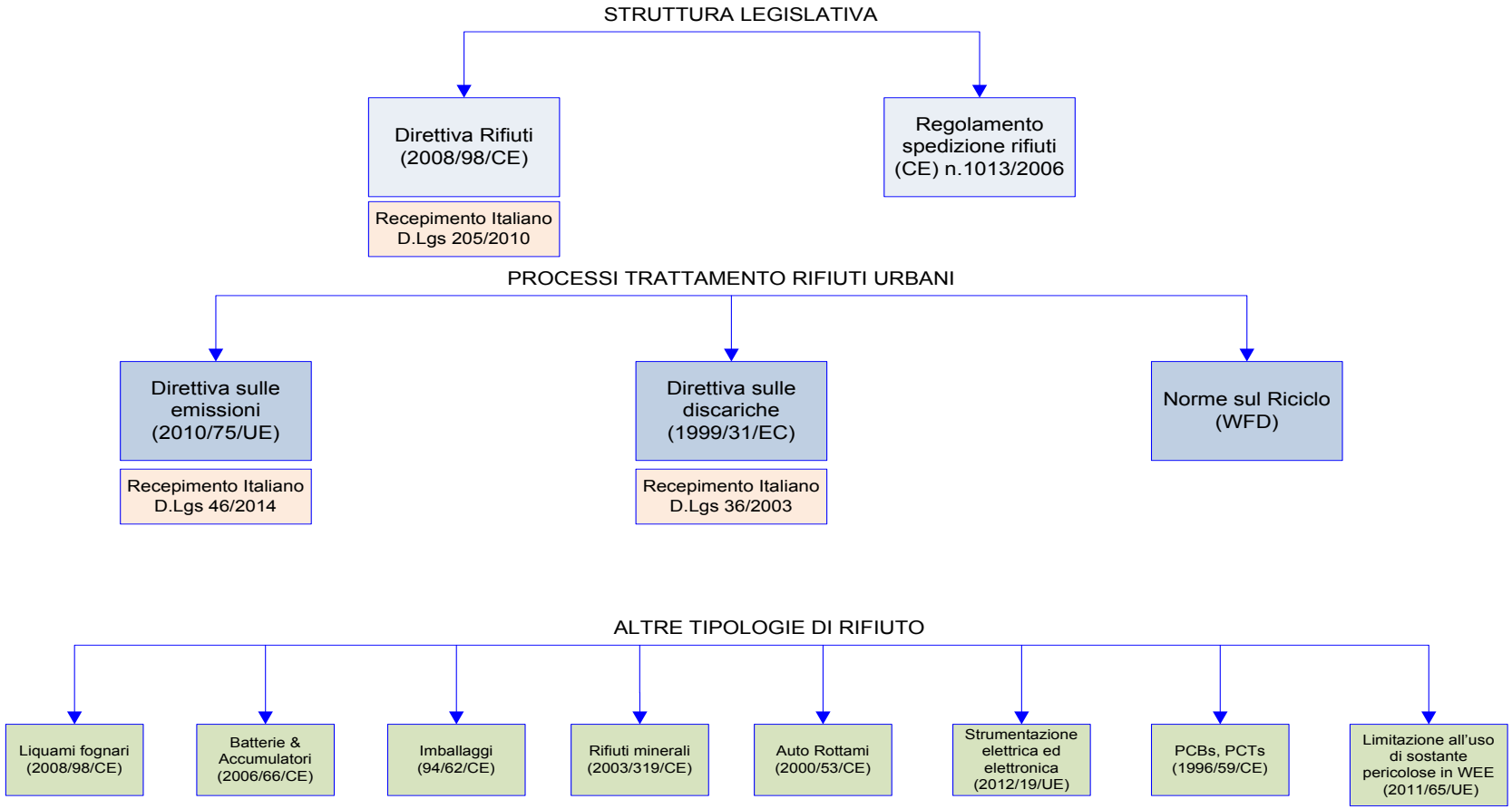


Figura 1 - Normativa europea di riferimento in materia di rifiuti

- *Nota: Oltre alla normativa europea, si fa riferimento ai recepimenti italiani di tali normative*

2 CRITERI GENERALI DI PROGETTO – DATI DI PROCESSO E DIMENSIONALI

2.1 Criteri generali di progetto

Sulla base delle considerazioni e delle valutazioni esposte nell'elaborato *R1 - Relazione Illustrativa Generale* relativamente a quantità di rifiuti urbani prodotti e politiche di contenimento, produzione e obiettivi della RD; sono di seguito illustrati i criteri generali adottati per la progettazione dell'impianto integrato in grado di trattare, valorizzare e smaltire tutti i rifiuti raccolti a valle della raccolta differenziata nell' Area Omogenea Imperiese.

L'impianto sarà progettato sulla base dei seguenti criteri generali:

- flessibilità dell'impianto sia in termini di ridondanza di elementi utili alla prosecuzione del processo anche in caso di parziali guasti o fermi dovuti ad attività manutentive sia in termini di soluzioni tecniche adottate volte a garantire un funzionamento ottimale dell'impianto nelle più diverse condizioni operative;
- separazione e compartimentazione dei vari flussi di rifiuto in ricezione;
- razionalizzazione degli spazi al fine di consentire un'agevole movimentazione dei rifiuti ed una adeguata attività manutentiva;
- sicurezza nei confronti del personale e delle strutture;
- minimizzazione degli impatti dell'impianto sulle matrici ambientali, con particolare riferimento a: emissioni dei gruppi di cogenerazione, trattamento delle arie esauste e ricircolo dei percolati;
- minimizzazione degli scarti da inviare in discarica e massimizzazione del recupero di materiali riciclabili;
- minimizzazione della produzione di reflui tecnologici da trattare;
- conformità alle BAT.

1. L'Impianto sarà considerato nella sua integrale interconnessione tra le diverse funzioni alle quali è chiamato a rispondere in modo da costituire un unico sistema di gestione dei rifiuti nella fase a valle della loro raccolta e dunque permetterà:
    a. Il trattamento di tutti i rifiuti conferiti all'impianto;
    b. La valorizzazione delle frazioni e dei flussi conferiti/intercettati/separati;

c. Lo smaltimento definitivo con deposito in discarica di servizio dei materiali non altrimenti utilizzabili.

2. Le funzioni che l'impianto integrato deve espletare sono le seguenti:
   a. accettazione/ricevimento di tutti i RSU a valle della RD, incluse le frazioni "verde" e "organica" raccolte in modo differenziato ed i fanghi provenienti da depurazione civile;
   b. pre-trattamento e separazione dei materiali conferiti con intercettazione e separazione di una parte delle ulteriori frazioni valorizzabili;
   c. trattamento finalizzato alla valorizzazione della frazione organica separata, sia proveniente da raccolta differenziata sia proveniente dal processo di pre-trattamento;
   d. valorizzazione della frazione organica, che avverrà tramite:
      i. trattamento mediante digestione anaerobica per la produzione di biogas e successiva conversione in energia elettrica, a parziale copertura dei fabbisogni energetici dell'impianto (autoconsumo), in energia termica e in biometano con la quota eccedente di biogas.
      ii. stabilizzazione/compostaggio delle frazioni organiche risultanti dal processo di digestione anaerobica e/o dei quantitativi eventualmente in surplus;
      iii. produzione separata di due flussi residuali della frazione organica:
         - compost di qualità destinato ad utilizzazioni di mercato conformemente alle normative vigenti;
         - compost grigio destinato a ripristini ambientali e ricopertura discarica;
   e. trasferimento e deposito definitivo nella discarica di servizio dei sovvalli non altrimenti utilizzabili provenienti da ogni fase del processo, nel rispetto dei vincoli dettati dal D.lgs. n.36 del 13/01/2003.

Il dimensionamento nominale dell'impianto è stato svolto sulla base delle quantità di rifiuti in ingresso, riportati in "Premessa"; questi valori, seppur orientativi, rispecchiano una proiezione temporale sufficientemente realistica ed attendibile.

I dati assunti sui flussi di materiale da trattare si basano su valutazioni inerenti al successo della Raccolta Differenziata e su future produzioni di rifiuti che dipendono da politiche ed azioni, sia a

livello nazionale che locale, di difficile previsione e delle quali non è valutabile il reale impatto sull'intero sistema. Infatti è da tenere in considerazione che la produzione di RSU in futuro può anche aumentare e che la RD può superare il limite minimo del 65% come già succede in alcune città e località del territorio nazionale.

L'impianto deve essere pertanto progettato in modo da garantire un'ampia flessibilità operativa per poter affrontare efficacemente ogni situazione futura, caratterizzata da differenti quantità e diversa composizione merceologica dei rifiuti in ingresso.

Questa caratteristica di flessibilità deve essere necessariamente contemperata con la sostenibilità economica e finanziaria dell'intervento e, in definitiva, con l'impatto tariffario che potrà essere generato in funzione del recupero, dalla remunerazione dell'investimento e della copertura del suo costo di gestione nell'arco della sua vita utile (si vedano considerazioni economiche sviluppate nello specifico documento).

Il progetto è svolto garantendo il mantenimento degli obiettivi qualitativi, quantitativi e di processo che sono posti alla base delle indicazioni dell'Autorità e che rappresentano gli elementi posti a fondamento del progetto stesso.

Qualunque sia la modalità di svolgimento della raccolta differenziata e qualunque sia lo sforzo di implementazione della stessa, i margini di incertezza rispetto ai risultati attesi sono sicuramente ampi e non rendono possibile determinare a priori, con precisione, la tipologia e la quantità di rifiuto residuo che sarà effettivamente conferito all'impianto di trattamento e le quantità dei flussi in uscita.

A questo riguardo particolare attenzione è stata posta al trattamento della frazione umida raccolta in maniera differenziata ed a quella selezionata dall'indifferenziato (sottovaglio da RSU).

L'impianto di selezione, la successiva fase di digestione anaerobica e il trattamento finale di compostaggio e/o stabilizzazione sono stati dimensionati per trattare separatamente i due diversi flussi evitandone la commistione, nell'ottica di massimizzare la potenzialità di recupero del compost di qualità ed assicurare la massima flessibilità di trattamento.

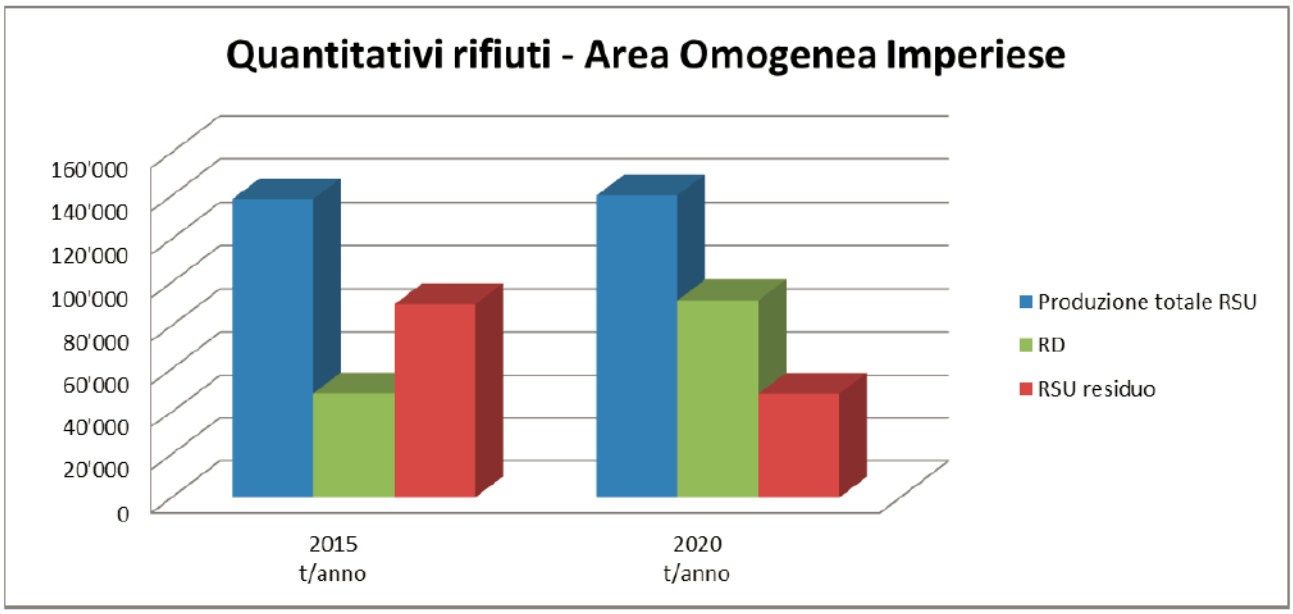
Per quanto attiene la frazione secca, presente nella parte di rifiuto raccolto in maniera indifferenziata, si presume che sarà composta da tutti quei materiali, non intercettati e/o non oggetto dalla raccolta differenziata, tipicamente presenti nel rifiuto urbano.

2.2 Dati di processo e dimensionali

L'impianto di trattamento rifiuti urbani è dimensionato in accordo ai dati resi disponibili dalla Provincia di Imperia aggiornati all'anno 2015, prevedendo la RD al 65% sin dal primo anno di esercizio (2020), in linea con le indicazioni contenute nella Deliberazione del CP n.2 del 20 febbraio 2017.

Si riporta nella seguente Figura 2 il confronto tra i quantitativi di rifiuti dell'anno 2015 e quelli previsti quelli previsti nel primo anno di esercizio dell'impianto (2020) con la RD al 65%.

Figura 2: Quantitativi rifiuti



L'impianto è stato dimensionato in accordo a tali previsioni, a cui corrispondono i seguenti quantitativi:

- si prevedono conferimenti pari a 49.000 ton/a di RSU, 19.000 ton/a di rifiuti verdi e 26.000 ton/a di FORSU;
- si prevede inoltre un conferimento di fanghi di depurazione non digeriti di 9.000 ton/a sin dal primo anno di esercizio (2020). Tali fanghi saranno conferiti separatamente per essere poi avviati a digestione anaerobica, opportunamente miscelati con la frazione organica separata meccanicamente dall'RSU, oppure parzialmente dirottati direttamente al processo aerobico.

L'impianto è stato comunque dimensionato con una certa flessibilità in modo da trattare adeguatamente i rifiuti conferiti anche in quantità diverse da quelle preventivate.

Data la natura dei materiali da trattare l'impianto è strutturato su due linee di processo distinte, una per l'RSU tal quale, con procedimenti di natura prettamente meccanica, ed una per l'organico da raccolta differenziata, caratterizzata da un trattamento di tipo biologico, seguito a sua volta da un'ulteriore impianto di raffinazione del compost e di parziale raffinazione dell'ammendante.

Nella seguente Tabella 1 sono rappresentate le principali caratteristiche operative dell'impianto.

Tabella 1: Caratteristiche operative impianto

DESCRIZIONE	UNITA'	Scenario di progetto		
		(RSU)	(FORSU e Verde)	
- **Quantità annua di rifiuti conferiti**	ton/anno	49.000	45.000	26.000
				19.000
- **Giorni lavorati per settimana**	gg/settimana	6	6	
- **Giorni lavorati per anno**	gg/anno	310	310	
- **Turni operativi per giorno trattamento meccanico**	turni/giorno	1	1	
- **Turni operativi per giorno trattamento biologico**	turni/giorno	1	1	
- **Ore di operatività impianto per turno**	ore/turno	6,15	6,15	
- **Ore effettive di operatività per turno**	ore/turno	5,0	6,0	
- **Quantità media di rifiuti ricevuti al giorno**	ton/giorno	158	145	

L'impianto è stato opportunamente sovradimensionato in ragione dei criteri di flessibilità in precedenza richiamati:

- potenzialità nominale della sezione di trattamento meccanico RSU:
  - potenzialità oraria: 45 ton/h;
  - potenzialità annua (su un unico turno/giorno): 70.000 ton/a;
- potenzialità nominale della sezione biologica:
  - potenzialità annua: 65.000 ton/a;
- potenzialità della sezione di raffinazione compost/stabilizzato:
  - potenzialità oraria: 20 ton/h;
  - potenzialità annua: 40.000 ton/a.

Il principio di base nella scelta della tipologia di trattamento rientra nella logica di recuperare il più possibile materia ed energia, lasciando allo stoccaggio definitivo in discarica soltanto lo smaltimento residuale.

La scelta si basa sul concetto di BATNEEC (Best Available Technologies Not Entailing Excessive Cost), tendente a privilegiare la migliore tecnologia disponibile a costi non eccessivi.

L'articolazione impiantistica è stata studiata in modo che sia garantita la flessibilità di esercizio; la modularità delle tecnologie proposte costituisce un criterio-base generale, in particolare per l'impiantistica al servizio di zone con produzione fluttuante di rifiuto e con prospettive di evoluzione del sistema delle raccolte differenziate e conseguente variazione della proporzione tra frazioni organiche differenziate e rifiuto urbano residuo.

L'impianto è stato generosamente dimensionato per far fronte a conferimenti momentanei di punta legati a fattori di stagionalità e pertanto è dotato di adeguate capacità, nelle parti più critiche, per assicurare la continuità di esercizio in condizioni di totale sicurezza.

La selezione meccanica del RSU, è strutturata su un'unica linea ed è servita da un'area di ricezione con capacità di stoccaggio superiore ai tre giorni di conferimento. Questo accorgimento, in linea con le BAT, assicura una certa flessibilità di gestione nel caso di un fermo imprevisto della linea di trattamento, poiché permette di dare continuità al servizio di smaltimento stoccando il materiale in attesa di un completo ripristino della funzionalità della linea.

La linea di trattamento dell'organico è in grado di trattare diverse tipologie di rifiuto quali FORSU, sottovaglio da RSU e rifiuti verdi in rapporti variabili tra loro in ragione di un'ampia flessibilità operativa e di gestione.

Il sistema inoltre è stato studiato nel quadro di una prestazione ambientale ottimale, tenendo cioè conto non solo delle quantità di materiali ed energia recuperate ma anche dell'entità delle emissioni nell'ambiente, dell'autoconsumo energetico e, più in generale, dei carichi ambientali loro connessi.

Particolare cura è stata data anche alla possibilità di ottenere, dal trattamento dei residui, sottoprodotti il cui eventuale smaltimento possa essere effettuato con i minori rischi.

2.3 Tecnologie alternative

La normativa sui rifiuti Direttiva 2008/98/CE stabilisce un percorso giuridico per il trattamento dei rifiuti al fine di proteggere efficacemente l'ambiente.
La normativa introduce la seguente gerarchia di gestione:

a) Prevenzione (riduzione produzione RSU)
b) Riutilizzo
c) Riciclaggio
d) Recupero di altro tipo (per esempio il recupero energetico)
e) Smaltimento in discarica

Figura 3: Piramide rovesciata della gerarchia europea dei rifiuti (DIRETTIVA 2008/98/CE)



A prescindere dalle modalità e procedure di prevenzione adottate, riutilizzo e riciclaggio, che costituiscono i primi tre livelli della sequenza gerarchica, residua comunque una considerevole quantità di materiali che deve essere smaltita come rifiuto, quindi rimane la necessità di prevedere opportune operazioni di trattamento.
I sistemi di trattamento di tali materiali residui possono essere classificati nel seguente modo:

- Trattamento Meccanico Biologico ("TMB" o, al modo anglosassone, "MBT" –Mechanical Biological Treatment);
- trattamento termico con produzione di energia ("WTE" – Waste to Energy);
- deposito definitivo in discarica.

Il trattamento meccanico-biologico è costituito da una serie di operazioni di tipo meccanico combinate con il processo biologico che hanno lo scopo di recuperare una parte dei materiali in esso contenuti e di stabilizzarne la parte putrescibile prima del conferimento in discarica.
Il trattamento termico è invece mirato alla trasformazione dell'*energia chimica* del rifiuto in energia termica per l'utilizzo diretto e/o per la successiva trasformazione in energia elettrica. Tale trattamento può essere preceduto o meno da lavorazioni meccaniche atte a migliorarne le caratteristiche dal punto di vista della combustione.
Il conferimento definitivo in discarica, pratica ancora ampliamente diffusa in molti paesi della comunità europea, ha rappresentato negli anni l'unico modo per smaltire i rifiuti. Le nuove politiche in ambito di gestione di rifiuti, dettate dalla Direttiva Europea in precedenza richiamata, impongono un graduale ridimensionamento della pratica dello smaltimento di rifiuti in discarica.
La soluzione tecnologica adottata, in questo studio, è costituita da un processo di trattamento di tipo meccanico biologico basato sul seguente presupposto:

- recupero del 65% dei materiali mediante RD a monte del processo di trattamento, in accordo al punto c) della "gerarchia" in precedenza illustrata.

Gli obiettivi, elencati al capitolo 2.1, sulla base dei quali è progettato il presente impianto rientrano nei punti c) e d) della stessa gerarchia, ovvero:

- recupero spinto dei materiali nobili presenti nel RSU di risulta dalla raccolta, in particolare plastiche tipo PE, PET, HDPE, carta e cartone, metalli ferrosi e non ferrosi, mediante processi di selezione meccanica; i materiali separati verranno avviati a successive fasi di riciclaggio presso centri specializzati;
- recupero di altri materiali non diversamente recuperabili sotto forma di FSV e plasmix;
- recupero mediante produzione di energia elettrica per autoconsumo, energia termica e biometano; queste operazioni di recupero sono realizzate utilizzando la FORSU separata a monte mediante RD e la frazione organica separata meccanicamente dal RSU mediante un processo di digestione anaerobica.

I materiali residuali dei processi non altrimenti recuperabili vengono smaltiti nell'adiacente discarica di servizio.
Da una prima analisi delle alternative risulta che la soluzione adottata, di tipo meccanico biologico, consente il recupero di numerosi materiali rispetto al semplice recupero energetico mediante trattamento termico, il quale comporta la distruzione del rifiuto precludendo di conseguenza la possibilità di recuperare materiali di qualità.

Per quanto riguarda invece l'alternativa zero, ovvero non fare nessun tipo di impianto, essa corrisponde alla soluzione di continuare a conferire i rifiuti in discarica, la quale risulta in contrasto, oltre che alla gerarchia di gestione dei rifiuti che pone la discarica come ultima soluzione possibile a valle di tutte le altre, anche con la normativa sulle discariche (D.Lgs n.36/2003) che vieta di conferire in discarica rifiuti non preventivamente trattati.

Per quanto riguarda i processi di trattamento meccanico-biologico, a loro volta essi presentano diverse possibili alternative, specificatamente per quanto riguarda la sezione di trattamento biologico della frazione organica, sia essa provenente da RD (FORSU) che da selezione meccanica (sottovaglio).
In primis, il processo biologico può essere costituito da un semplice processo di biostabilizzazione aerobica mediante aerazione forzata, finalizzata alla produzione di un rifiuto parzialmente essiccato e microbiologicamente stabile previo confinamento in discarica.
In alternativa al semplice processo di biostabilizzazione aerobica, la frazione organica può subire un primo processo di digestione anaerobica, quindi in assenza di ossigeno, finalizzato alla produzione di biogas, seguito da un processo aerobico del digestato, come precedentemente descritto. Il biogas prodotto nella fase anaerobica può essere proficuamente utilizzato per produrre energia elettrica, energia termica e biometano.
Questa seconda soluzione, che è stata perseguita anche nel presente progetto, offre, a fronte di una maggiore complicazione impiantistica legata alla necessità di prevedere un impianto ad hoc per il recupero energetico del biogas (energia elettrica, energia termica e biometano), una maggiore integrazione del sistema, contribuendo positivamente sia all'economia dell'impianto che al risparmio energetico. L'energia elettrica prodotta da destinare a parziale copertura dei fabbisogni energetici dell'impianto (autoconsumo) contribuisce inoltre anche alla riduzione delle emissione di gas serra prodotte da combustibili convenzionali.

Nel panorama di utilizzo delle tecnologie di digestione anaerobica sono possibili a loro volta diverse soluzioni per il trattamento della frazione organica da RSU e da raccolta differenziata (FORSU), riconducibili sostanzialmente a due tipologie di processi distinti di digestione:

- processo in biocelle
- processo in digestori

la soluzione tecnologica presentata nel presente elaborato si riferisce al processo di digestione anaerobica in biocelle, in ragione dei fattori di seguito riportati.

Nel processo di digestione mediante digestori il rifiuto organico di partenza è diluito con acqua (di rete o di ricircolo) fino ad ottenere un tenore di solidi anche inferiore al 10%, pertanto il processo è definito “ad umido”. Il carico così prodotto viene trattato in un classico reattore miscelato, quindi operante in maniera continua. Il digestore, generalmente di forma cilindrica, è della stessa tecnologia applicata per la stabilizzazione dei fanghi biologici negli impianti di depurazione delle acque. Il sistema viene mantenuto all’interno di un opportuno range di parametri di processo (temperatura, pH, concentrazione) al fine di favorire lo sviluppo delle colonie batteriche responsabili del processo di biometanizzazione. Il range di temperatura tipico di funzionamento dipende dal tipo di batteri e dalla tecnologia applicata, generalmente può essere di 50-55°C nel caso si operi in condizioni termofile o 35-40°C nel caso di condizioni mesofile. In entrambi i casi deve essere previsto un opportuno sistema di riscaldamento delle pareti del digestore mediante un circuito di acqua calda, ed un sistema di miscelazione per uniformare le condizioni di concentrazione e temperatura all’interno della miscela.

Nel processo condotto in digestori ad umido il materiale organico in alimentazione deve essere opportunamente raffinato in un impianto di selezione meccanica finalizzato alla rimozione di materiali inerti, i quali risultano dannosi per la buona conduzione del processo in termini di continuità di esercizio per la formazione di depositi nel fondo e di surnatanti che devono essere periodicamente rimossi, o addirittura ridurre l’attività dei microrganismi.

La digestione anaerobica mediante biocelle si distingue per essere un processo di tipo a secco, il che significa che il rifiuto alimentato nel digestore non necessita di preventive diluizioni e non richiede pretrattamenti meccanici sofisticati. Il flusso in alimentazione è costituito da materiale organico con contenuti anche significativi di materiali non putrescibili quali plastiche, legno e inerti; È prevista una semplice irrigazione del substrato mediante acque di ricircolo (percolato di processo) per la sola fase di attivazione del processo di fermentazione direttamente nella biocella.

Il reattore a biocella è costituito da un opera in c.a., operante in maniera discontinua e senza bisogno di sistemi di miscelazione interna.

La bassa umidità dei flussi trattati, il materiale organico può essere trasportato all’interno della cella mediante nastri o mezzi meccanici quali pale (soluzione di maggiore uso) e pertanto la biocella deve essere dotata di un’idonea apertura frontale per l’introduzione del materiale.

A differenza dei sistema ad umido in digestori, il processo non necessita di particolari operazioni di pretrattamento del materiale, poiché la presenza di materiale inerte non costituisce un inibitore al processo, ma anzi favorisce la porosità del materiale favorendo il processo stesso.

Tra le varie tipologie di processi di digestione mediante biocella disponibili sul mercato, quella qui presentata offre il vantaggio di non produrre reflui tecnologici da smaltire, poiché questi ultimi sono integralmente riutilizzati nel processo stesso.

Nella tabella di seguito è riportato in sintesi un confronto tra i vantaggi e gli svantaggi dei due sistemi base di trattamento anaerobico dell'organico.

Tabella 2: Confronto vantaggi e svantaggi delle principali tecnologie di digestione anaerobica

Tipologia di processo	digestori convenzionali	biocella
Vantaggi	• Buona esperienza nel campo di processo. • Applicabilità in co-digestione con rifiuti liquidi ad alto contenuto in sostanza organica. • Diluizione dei picchi di concentrazione di substrato e/o sostanze "inibitrici" in ingresso nel reattore. • Spese ridotte per i sistemi di pompaggio e miscelazione. • Elevate rese in biogas. • Semplicità dei sistemi di pompaggio e miscelazione. • Impiego di acqua di processo per la diluizione.	• Possibilità di trattare il rifiuto da raccolta differenziata senza particolare pre- trattamenti. • Possibilità di trattare organico da separazione meccanica RSU anche in presenza di sostanze estranee (plastiche, legno, inerti, ecc.). • Elevata modularità. • Nessun bisogno di miscelatori interni al reattore. • Limitata perdita di sostanza biodegradabile negli eventuali pretrattamenti. • Ridotti volumi dei reattori. • Limitato utilizzo di acqua fresca. • Minima richiesta di riscaldamento del reattore (minori dispersioni termiche). • Assenza di percolato da smaltire • Elevata continuità di esercizio per presenza della modularità. • Flessibilità di ampliamento per la costruzione in moduli. • Possibilità di utilizzare le celle anaerobiche anche per processi aerobici.
Svantaggi	• Necessità di pretrattamento spinto dei rifiuti • Rischio di formazione di fasi separate di materiale galleggiante e pesante(inerti), che possono accumularsi nel reattore, con la conseguente necessità di prevedere opportuni sistemi di rimozione e periodiche pulizie interne. • Abrasioni delle parti meccaniche dovuta alla presenza di sabbie e inerti. • Forte sensibilità ad eventuali sostanze inibitorie del processo. • Elevati costi d'investimento a causa degli equi-paggiamenti utilizzati e per i volumi dei reattori. • Produzione di elevate quantità di acque reflue di processo. • Elevata richiesta di energia termica per il riscaldamento dei fermentatori. • Necessità di trattamento meccanico di disidratazione del digestato.	• Minima possibilità di diluire sostanze inibitorie. • Elevati costi d'investimento a causa degli equipaggiamenti utilizzati per il trattamento(opere civili). • Impegno di maggiore superficie (a parità di portata totale). • Maggiori consumi elettrici

3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto di trattamento si estende su una superficie complessiva di 44.000 mq totalmente recintata e accessibile attraverso un ingresso principale posto sul lato sud.

L'area d'impianto è dotata di un'ampia viabilità interna che si sviluppa sul perimetro; sul lato nord è posizionata la discarica di servizio che si raccorda con l'area impianto mediante una viabilità interna dedicata.

La disposizione delle varie sezioni dell'impianto è stata studiata nel rispetto dei criteri generali di sicurezza e nell'ottica di ottimizzare la distribuzione degli spazi in relazione ai flussi di materiale da movimentare realizzando, in tal modo, circuitazioni scorrevoli e sicure per i mezzi di trasporto e lavoro.

Nel corpo centrale dell'area, su una superficie complessiva di circa 22.500mq, sorgono gli edifici atti ad ospitare le sezioni funzionali dell'impianto che sono riassunte qui di seguito:

a. Sezione di ricezione RSU e pre-trattamento;
b. Sezione di ricezione e preparazione della FORSU proveniente dalla raccolta differenziata e del verde;
c. Sezione di ricezione e trasferimento fanghi.
d. Sezione di selezione meccanica RSU;
e. Sezione di digestione anaerobica del sottovaglio primario e della FORSU;
f. Sezione di digestione aerobica, biostabilizzazione e bioessiccazione del digestato;
g. Sezione di raffinazione della frazione organica biostabilizzata;
h. Sezione di maturazione finale del compost e del biostabilizzato;
i. sezione di produzione di energia elettrica;
j. sezione di produzione di biometano.

Ciascuna sezione tecnologica è dimensionata per poter trattare nel modo più adeguato le quantità e tipologie di rifiuti previsti in ingresso, massimizzando la semplicità e la flessibilità gestionale delle apparecchiature installate.

L'obiettivo è di garantire il funzionamento delle stesse in ogni condizione di conferimento, sia in termini di quantità e qualità dei rifiuti conferiti, legati all'evoluzione della raccolta differenziata sia in caso di picchi di conferimento legati alla stagionalità.

In ragione dell'elevata richiesta di affidabilità e continuità di esercizio, l'impianto è caratterizzato da un elevato livello di automazione, per consentire un'agevole conduzione e supervisione delle apparecchiature, anche in condizioni anomale di funzionamento; questo sistema permette una

rapida individuazione delle cause del malfunzionamento attraverso sensori e allarmi installati nelle linee di processo, precludendo tra l'altro la possibilità di compiere manovre errate, con un conseguente beneficio in termini di sicurezza.

La selezione meccanica dell'RSU, raccolta a valle della RD, è finalizzata alla separazione della frazione organica presente nel rifiuto da inviare alle successive fasi di digestione dalla frazione secca, contenente altre frazioni recuperabili quali plastica e metalli successivamente separate mediante ulteriori trattamenti meccanici. Il flusso residuale dalle operazioni di trattamento meccanico viene infine destinato a messa a dimora in discarica.

Gli ingombranti e gli eventuali elementi non trattabili contenuti nei rifiuti urbani vengono separati subito dopo la fase di scarico dei rifiuti ed accumulati in container nell'area adiacente a quella di ricezione rifiuti fino al momento del loro trasferimento all'apposita sezione di riduzione dimensionale e quindi in discarica; una parte di tale flusso, al momento non quantificabile, potrà essere avviata a recupero presso impianti debitamente autorizzati.

La frazione organica da raccolta differenziata (FORSU) e la frazione organica separata meccanicamente dal RSU vengono inviate alla sezione di digestione anaerobica a secco in biocelle, avendo cura di non miscelarle tra loro; una quota parte delle celle (anaerobiche ed aerobiche) sarà pertanto destinata al trattamento della sola FORSU mentre le restanti saranno dedicate al trattamento della frazione organica da selezione meccanica. In virtù di questa scelta operativa si potranno avere due prodotti diversi in uscita dal trattamento anaerobico e dal successivo trattamento aerobico in funzione del materiale in ingresso:

1. la FOS (Frazione Organica Stabilizzata) destinata a discarica o, qualora se ne presenti la possibilità, a ripristini ambientali anche nello stesso ambito della discarica, nel caso di digestione anaerobica e successiva digestione aerobica della frazione organica proveniente da separazione meccanica;

2. il compost, nel caso di digestione anaerobica e successiva digestione aerobica della FORSU, in accordo al D.lgs. 217/06 sui fertilizzanti.

La ripartizione delle celle sarà stabilita in funzione dei quantitativi realmente disponibili di FORSU e organico da separazione meccanica e varierà nel corso della vita utile dell'impianto in accordo all'evoluzione dei rispettivi conferimenti. La frazione di verde da RD potrà essere utilizzata in parte come strutturante da miscelare al digestato nella sezione di digestione aerobica, oppure, in via preferenziale, potrà essere inviata direttamente a digestione anaerobica migliorando la permeabilità del materiale da digerire ed incrementando la produzione di biogas.

Inoltre è prevista la possibilità di trattare i fanghi di depurazione civile, i quali saranno conferiti in un'apposita area dotata dell'impiantistica idonea per la ricezione ed il trasferimento degli stessi ai processi biologici; questi rifiuti verranno trattati nella digestione anaerobica e/o aerobica miscelati alla frazione organica da separazione meccanica.

Il criterio per la determinazione del numero di celle anaerobiche ed aerobiche e della rispettiva ripartizione in funzione dei materiali da trattare, sarà dettagliatamente illustrato nel seguito.

Si ricorda che, in funzione della stagionalità e dei quantitativi disponibili di talune frazioni di rifiuti organici, si potrà valutare la possibilità di destinare questi ultimi direttamente alla fase di stabilizzazione aerobica, per esempio in quei casi in cui i quantitativi sono tali da non permettere il riempimento di una biocella in tempi ragionevoli.

La frazione organica stabilizzata, in uscita dalle celle aerobiche, viene inviata alla successiva sezione di raffinazione, descritta nel seguito; tale processo porta alla produzione, a seconda del materiale di partenza, di un compost raffinato o di una FOS parzialmente raffinata altrimenti detta "compost grigio". Il compost così raffinato viene avviato alla fase di maturazione finale dove hanno luogo i processi di formazione e di affinamento dei composti umici.

Il sistema di cogenerazione, alimentato con il biogas prodotto dal processo di digestione anaerobica della materia organica, sia essa proveniente da selezione meccanica che da raccolta differenziata, rende disponibile energia elettrica ed energia termica

L'energia elettrica prodotta viene destinata a parziale copertura dei fabbisogni energetici dell'impianto (autoconsumo). L'energia termica, recuperata dal circuito di raffreddamento del motore (o dei motori) e dai fumi di combustione, viene invece utilizzata internamente al processo per il riscaldamento delle pareti delle celle anaerobiche, dei fermentatori e per il preriscaldo dell'aria di insufflazione delle celle aerobiche; l'eventuale calore in eccedenza viene smaltito in atmosfera.

La quota eccedente il biogas destinato ad autoconsumo viene trasformata in biometano.

Tutte le fasi di processo sono svolte all'interno di edifici chiusi mantenuti in costante depressione da un sistema di aspirazione e canalizzazione dell'aria a totale copertura delle aree di lavoro; i macchinari caratterizzati da particolari emissioni di polveri, quali vagli o separatori balistici, sono dotati di prese d'aria disposte sull'apparecchiatura stessa collegate ad una unità di depolverazione.

Ai fini dell'ottimizzazione dei volumi da trattare una parte dell'aria aspirata dagli edifici è impiegata nei processi biologici per poi fluire, con la restante, attraverso un sistema di trattamento costituito da scrubbers chimici / umidificatori e da biofiltri. Gli scrubber hanno il compito di abbattere l'ammoniaca mediante un lavaggio acido e ridurre parzialmente i composti odorigeni a maggiore

reattività chimica, mentre i due biofiltri posizionati sulla copertura delle celle aerobiche hanno la funzione di completare l'abbattimento dei composti odorigeni più persistenti, in ragione del maggiore tempo di permanenza nell'attraversamento dei due biofiltri.

Tutte le fasi di trattamento biologico intensivo (digestione, biostabilizzazione e bioessiccazione) sono espletate all'interno di reattori chiusi modulari (bio-celle e/o tunnels). Ciò consente un completo controllo del processo e la riduzione dei volumi di aria esausta da trattare con indubbi benefici nel carico di inquinante che deve essere abbattuto dal sistema di trattamento delle arie "esauste".

Ciascuno dei due biofiltri è diviso in due sezioni per consentire al sistema di trattamento dell'aria di rimanere parzialmente operativo anche nelle fasi di manutenzione e/o sostituzione di parte del letto biofiltrante.

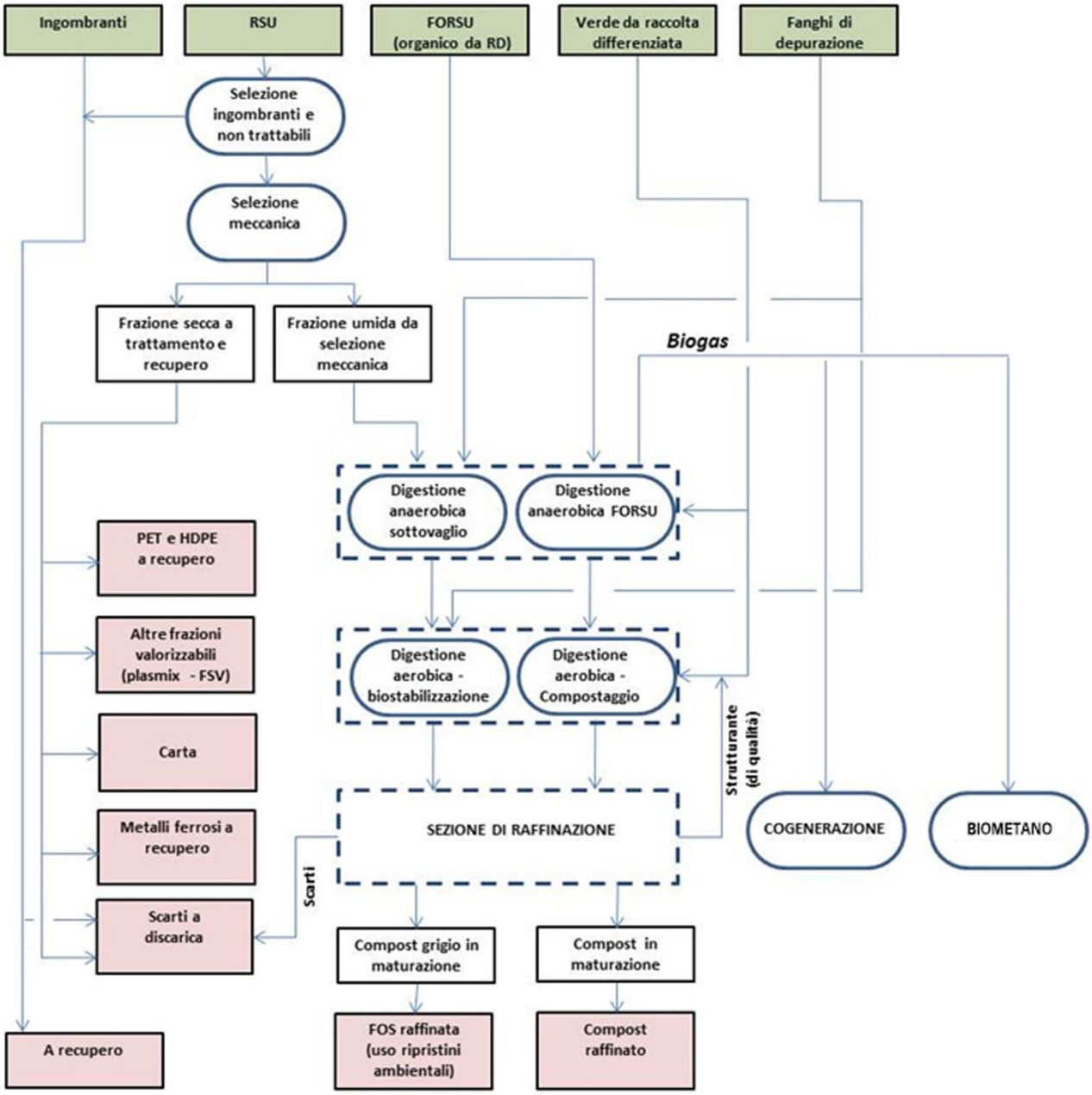
Lo schema seguente fornisce un'idea complessiva della destinazione dei vari flussi e dei processi utilizzati per il loro trattamento.

NOTA

Nel seguito della relazione sono citati, nella descrizione delle singole sezioni dell'impianto, schemi di processo di pertinenza. Tali schemi sono contenuti in formato A3 nel documento "R2b – Raccolta schemi di processo"; gli stessi schemi sono anche consultabili nel formato originario nell'apposito volume degli elaborati grafici, come indicato nell'elenco documenti.

Per quanto riguarda le planimetrie e disegni di sistemazione impiantistica si rimanda al volume degli elaborati grafici nel quale sono contenuti gli elaborati nel formato originario (A0, A1,A2).

Figura 4: Schema a blocchi impianto trattamento meccanico e processo biologico



3.1 Ricezione dei rifiuti

I mezzi che conferiscono le varie tipologie di rifiuti all'impianto vengono pesati per mezzo di una delle due pese di tipo stradale, adatta alle dimensioni dei mezzi in ingresso. La stazione di pesatura è dotata di appositi portali per il controllo della radioattività dei rifiuti e di un'area di quarantena per quei mezzi per i quali si dovessero riscontrare anomalie rispetto a quanto accettabile per l'impianto.

Il sistema di pesatura è completamente automatizzato; il conducente, all'ingresso nell'area d'impianto, provvederà a posizionarsi in prossimità dell'apposito lettore installato su palina posta ai lati di ciascuna piattaforma e facilmente accessibile dal posto di guida del conduttore; mediante l'utilizzo dell'apposito badge di riconoscimento l'autista provvederà a ritirare lo scontrino di pesatura con relativo numero progressivo.

Il lettore è collegato al terminale di pesatura, il quale elabora e acquisisce il segnale delle celle di carico della pesa. Il terminale di pesatura è inoltre in grado di gestire la sbarra di accesso all'impianto, le segnalazioni semaforiche delle piazzole di conferimento materiale e il colloquio con il PC di gestione dati.

Una volta acquisita la pesata, il terminale dà il consenso all'apertura della sbarra con l'eventuale indicazione semaforica a luce verde, consentendo all'autista di allontanarsi dalla pesa e dirigersi verso la piazzola di scarico.

I tipi di lettori e terminali impiegati permettono l'utilizzo delle pese in manuale in caso di eventuali interruzioni, di malfunzionamenti o di conferimento con mezzi non preregistrati.

La postazione operatore è ubicata in prossimità della pesa e pertanto l'operatore può prontamente intervenire per ogni necessità.

Una viabilità largamente dimensionata, come evidenziato negli elaborati grafici *TAV.D2 – Layout percorsi* e *TAV.C3 – Planimetria percorsi*, consente ai mezzi di trasporto di accedere, dopo le operazioni preliminari di cui sopra, alla zona di scarico dei rifiuti. Opportuna segnaletica di tipo verticale ed orizzontale è installata lungo tutto il percorso sia in ingresso che in uscita per garantire facilità e sicurezza di transito.

Viabilità e traffico

Gli automezzi di conferimento raggiungeranno il sito dell'impianto tramite le viabilità, attualmente impiegata dai veicoli verso i lotti di discarica in esercizio nell'area.

I traffico nell'area è costituito principalmente da automezzi di conferimento rifiuti, di trasporto materiali riciclabili e compost, di manutenzione e veicoli del personale.

Considerando un conferimento annuale di rifiuti complessivo di c.a 103.000 ton (49.000 RSU e 45.000 FORSU+verde e 9.000 Fanghi) ripartiti in 310 giorni si ha un flusso un flusso medio, in ingresso dall'impianto, stimato di circa 30÷40 automezzi al giorno, il numero effettivo sarà in funzione della capacità di caricamento dei singoli.

Per ulteriori dettagli gli impatti indotti dal traffico veicolare si rimanda alla relazione R9-Studio di Prefattibilità ambientale.

3.1.1 Sezione di ricezione e trasferimento RSU e FORSU

L'area di ricezione, destinata allo stoccaggio separato sia del RSU sia della FORSU, è confinata in un edificio avente una superficie di 56 m di larghezza e 31 m di lunghezza, con un'altezza di 12 m netti sotto trave.

Il fabbricato per la ricezione dei rifiuti è completamente chiuso e separato dal resto dell'impianto; condotti di aspirazione situati nella parte alta dello stesso assicurano il necessario ricambio di aria. Il fabbricato è dotato inoltre, sul lato di conferimento, di un'ampia tettoia a protezione degli agenti atmosferici.

Lo scarico dei rifiuti (RSU e FORSU) avviene su apposita platea interna all'edificio di ricezione attraverso cinque portoni di accesso ad apertura automatica a rapido intervento, attivati da sensori di "prossimità" posizionati sul piano di conferimento. I due portoni sul lato nord-est, sono dedicati alla ricezione della FORSU, mentre gli altri tre sono dedicati al conferimento del RSU.

Gli automezzi, mediante opportuna manovra, si dispongono al di sotto della tettoia in corrispondenza di uno dei portoni di accesso, avvicinandosi in retromarcia. I mezzi, una volta entrati nell'edificio, per una profondità di circa 10 m scaricano il materiale nella platea sottostante posta a quota +0,00, dove una pala gommata provvede al suo abbancamento e movimentazione.

Il piano di sosta degli automezzi che scaricano i rifiuti è posto ad una quota superiore rispetto a quella della platea (di circa + 1,2 m) al fine di evitare che essi possano accedere alla zona di manovra dei mezzi mobili di gestione del materiale; con questa modalità viene assicurato uno scarico completo degli automezzi minimizzando rilasci di materiali sul piano di arrivo.

Le operazioni di scarico avvengono in ambiente chiuso e isolato dall'esterno, tenuto in leggera depressione dal sistema di aspirazione che assicura i necessari ricambi di aria; in questo modo viene garantita la non emissione verso l'esterno di eventuali cattivi odori e/o polveri.

All'estremità dell'edificio di conferimento, sul lato sud è posizionata una rampa di accesso al piano di movimentazione RSU per i mezzi di movimentazione e trasferimento del materiale in ricezione; anche questo ingresso è dotato di portone a chiusura-apertura rapida attivato da sensore di prossimità.

La platea di stoccaggio è costruita con una certa pendenza in modo da favorire il deflusso di eventuale percolato che dovesse eventualmente essere prodotto dai rifiuti e delle acque di lavaggio utilizzate per la periodica pulizia dell'area di scarico. Il percolato e le acque di lavaggio sono convogliate, per gravità o per mezzo di pompe, in apposito serbatoio di stoccaggio interrato per poi essere trasferite ai fermentatori e quindi al processo di digestione anaerobica.

L'area di stoccaggio RSU è dimensionata per contenere, in via del tutto straordinaria, un conferimento di rifiuti superiore ai tre giorni, in virtù delle murature perimetrali che agevolano le operazioni di abbancamento, permettendo di abbancare il materiale anche fino a 3 m e oltre. È opportuno evidenziare tuttavia che quanto conferito giornalmente viene di norma smaltito nella stessa giornata all'interno dell'unico turno di lavoro. L'area di stoccaggio è stata concepita per fronteggiare eventuali fermi non previsti, dovuti a guasti a componenti critici della linea.
In accordo con i valori di conferimento dei rifiuti, sono riportati nella Tabella 3 le superfici utili minime delle aree di stoccaggio ed i volumi di RSU e FORSU necessari per assicurare i tre giorni di stoccaggio:

Tabella 3: Superfici e volumi delle aree di stoccaggio

RSU			FORSU + Verde			Totale
ton/a	ton/g	m^2/m^3	ton/a	ton/g	m^2/m^3	$m^{2/}m^3$
49.000	158	780/1800	45.000	145	400/1000	1180/2800

I quantitativi assunti alla base del calcolo si riferiscono all'ipotesi di raccolta differenziata al 65%, da cui risulta che la superficie preponderante della platea sarà destinata allo stoccaggio del RSU.
Per quanto riguarda la FORSU si prevede di destinare una porzione di platea di ricezione, della larghezza di circa 18 m, alla sola ricezione e trasferimento del materiale verso il bacino intermedio. La FORSU viene infatti pretrattata con semplice passaggio in un trituratore-dilaceratore e trasferita direttamente in questo bacino di stoccaggio intermedio situato all'interno del corridoio di movimentazione delle biocelle. Tale bacino presenta una superficie di ca 390 mq, quindi ampiamente in grado di garantire un supplementare polmone di stoccaggio, contribuendo alla garanzia dei tre giorni di stoccaggio.
Si ritiene utile prevedere un setto di separazione, di tipo mobile nella platea di ricezione, tra FORSU e RSU in modo da evitare reciproche contaminazioni; in ragione degli ampi margini di calcolo da cui derivano le superfici di stoccaggio, il setto di separazione sarà posizionato in modo da soddisfare ragionevolmente ogni possibile conferimento delle due tipologie di rifiuto. Ovviamente, in casi eccezionali, potrebbe comunque essere necessario stoccare i rifiuti anche al di fuori della rispettiva area di pertinenza.
Per ragioni di prossimità con la rispettiva linea di trattamento, la quota parte di platea sul lato sud è destinata allo stoccaggio del RSU, mentre la porzione rivolta a nord è destinata alla ricezione della FORSU.

L'area di scarico, stoccaggio e trasferimento dei rifiuti è inoltre dimensionata per tener conto degli spazi necessari al movimento dei seguenti mezzi mobili:

- una pala gommata avente il compito di movimentare il rifiuto in arrivo, provvedere alla rimozione degli elementi non trattabili (ingombranti) e trasferire il materiale in prossimità del mezzo mobile di alimentazione delle linee di trattamento;
- un mezzo mobile dotato di benna a valve per l'alimentazione delle due linee ed eventualmente per la rimozione di elementi non trattabili che dovessero essere sfuggiti alla rimozione di cui sopra.

Il rifiuto in ingresso viene movimentato dalla pala gommata che provvede, per quanto possibile, al suo spandimento sulla platea in modo da mettere in evidenza l'eventuale presenza di materiale indesiderato (ingombranti, pneumatici, batterie per veicoli e quanto altro possa essere presente nel rifiuto); tali elementi vengono rimossi sia dalla pala che dal mezzo equipaggiato con la benna a valve e posti in apposita area all'interno del fabbricato di stoccaggio per la loro successiva rimozione e trasporto alla destinazione finale più appropriata. La pala gommata provvede anche all'abbancamento del rifiuto mediante l'ausilio dei muri perimetrali che viene trattato nella stessa giornata del conferimento.
I punti di carico delle linee di trattamento RSU e FORSU sono opportunamente posizionati all'interno del raggio d'azione del mezzo mobile; La pala gommata provvederà quindi a trasferire alternativamente, a seconda delle esigenze, sia il RSU che la FORSU in prossimità del mezzo mobile, il quale alimenterà il rifiuto alle rispettive linee di trattamento senza necessità di compiere spostamenti. Per miglior comprensione si riporta il layout dell'area di ricezione in Figura 5.
Tramite la pala gommata, o li polipo, il rifiuto indifferenziato stoccato viene alimentato ad un trituratore primario di tipo laceratore/aprisacco, costituito da una camera di lacerazione che contiene un albero rotante muniti di becchi contrapposti ad un "pettine" azionato idraulicamente, che convogliano il materiale al centro, dove viene tagliato per azione di lacerazione delle lame.
Il trituratore è dotato di un dispositivo che, in caso di sovraccarico, arresta automaticamente la macchina e inverte il senso di rotazione degli alberi al fine di disimpegnare le lame dal materiale, quindi, sempre automaticamente, riprende il funzionamento in marcia "avanti". Il materiale trattato viene avviato alle successive sezioni mediante nastro trasportatore.
L'accesso dei mezzi di conferimento FORSU avviene mediante due dei cinque portoni ad apertura/ chiusura rapida che si trovano in corrispondenza dell'area dedicata ai conferimenti. Come descritto in precedenza le operazioni di movimentazione del rifiuto sono gestite mediante pala gommata.

L'operazione di pretrattamento della FORSU e del verde si limita ad una triturazione grossolana di entrambi i flussi, dove si prevede di realizzare l'apertura dei sacchetti per quanto riguarda la FORSU e una riduzione dimensionale per i rifiuti verdi. I due flussi ottenuti sono in seguito trasferiti ,mediante nastro trasportatore all'area di stoccaggio intermedia situata all'interno del corridoio di movimentazione dove un operatore con una seconda pala gommata provvederà ad un'ulteriore miscelazione prima del trasferimento alle biocelle della sezione di trattamento biologico dedicate al trattamento anaerobico della FORSU.

Il trituratore previsto per questa operazione è del tipo mobile a giri lenti, della stessa tipologia di quello dedicato al pretrattamento del RSU. Tale soluzione permette una maggiore versatilità impiantistica, potendo eventualmente spostare il trituratore per utilizzarlo in sostituzione di quello per RSU.

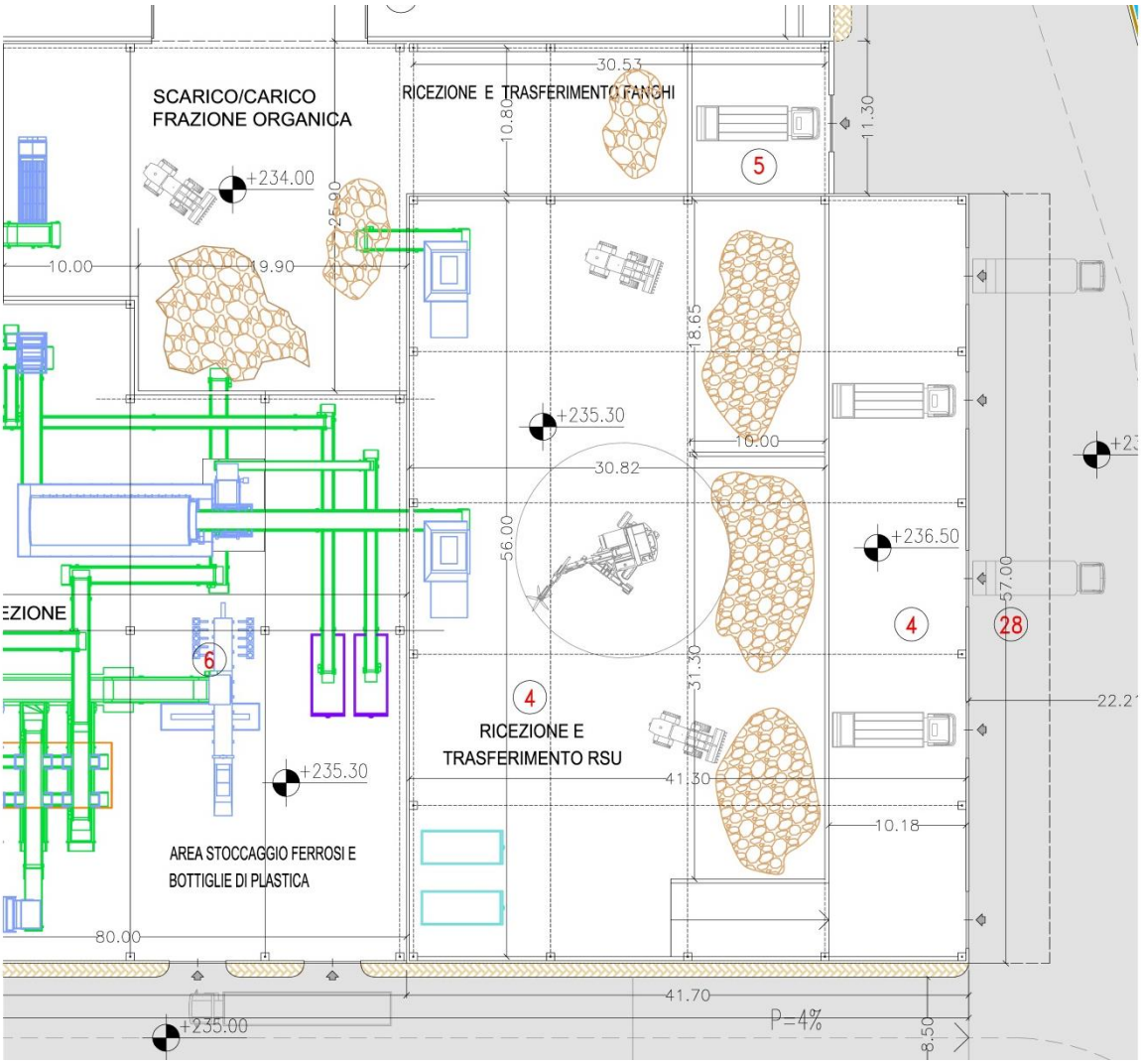


Figura 5: Layout area stoccaggio rifiuti

3.1.2 Sezione ricezione e trasferimento fanghi

I fanghi di impianti trattamento acque civili sono trasferiti all'impianto di trattamento RSU mediante scarrabili e/o autobotti che sono dirottati in un apposito locale posizionato in continuità con l'edificio ricezione RSU - FORSU.

All'interno del locale, mantenuto in continua depressione per evitare dispersioni di odori e agevolare le operazioni di trasferimento, i fanghi sono scaricati in una tramoggia dotata di estrattore di fondo.

A seconda del contenuto di umidità nei fanghi questi posso essere trasferiti ai processi di trattamento mediante opportune pompe, se il rifiuto è umido, oppure tramite pala gommata se il rifiuto è sufficientemente secco.

In relazione alla qualità e quantità dei fanghi in ricezione ed allo stato di disponibilità della FOS verrà selezionata la destinazione finale da individuare tra le seguenti:

a. invio al processo aerobico mediante irrorazione all'interno di celle opportunamente predisposte;
b. invio a miscelazione con la frazione organica meccanicamente separata dagli RSU per trattamento anaerobico.

I quantitativi di fanghi da trattare sono stabiliti in 9.000 ton/a sin dal primo anno di esercizio (2020); il sistema di ricezione e smaltimento è tuttavia in condizione di ricevere quantitativi superiori da gestire in ambito di una programmazione di conferimento complessiva.

3.1.3 Ricezione ingombranti

Nell'ipotesi di conferimento di rifiuti ingombranti è prevista la possibilità di ricevere tali materiali, che saranno sottoposti a riduzione volumetrica prima del successivo conferimento nella discarica di servizio a meno della parte dei materiali recuperabili.

L'area di ricezione degli ingombranti è ubicata sul lato ovest del fabbricato di trattamento RSU in prossimità della pressa imballatrice scarti.

3.2 Linee di trattamento dei rifiuti urbani indifferenziati

La sezione di trattamento è separata fisicamente dalla sezione di ricezione da un muro in calcestruzzo prefabbricato sul quale sono presenti le forometrie per il passaggio del nastro di alimentazione del vaglio primario e condotti aria, in modo che la parte interessata allo scarico e allo stoccaggio temporaneo sia isolata e mantenuta in depressione per mezzo di un impianto di aspirazione che evita la diffusione di polveri ed odori.

L'impianto, nella parte del trattamento di separazione dei rifiuti, è costituito da una linea dimensionata sui seguenti parametri:

Tabella 4: Caratteristiche trattamento e separazione rifiuti

PARAMETRO	UNITA'	VALORE
• **Rifiuti in ingresso – RSU**	ton/anno	49.000
• **Giorni lavorati per settimana**	giorni/settimana	6
• **Giorni lavorati per anno**	giorni/anno	310
• **Rifiuti lavorati per giorno**	ton/giorno	158
• **Turni giornalieri**	turni/giorno	1
• **Ore lavorate per turno**	ore/turno	5
• **Numero di linee**	num.	1
• **Portata nominale della linea** (d = 175 kg/ m^3)	ton/h	31,6
• **Portata di progetto** (d = 175 kg/ m^3)	ton/h	45
• **Capacità trattamento di progetto** (d = 175 kg/m^3)	ton/anno	70.000 (*)
• **Capacità trattamento di progetto (d = 350 kg/m3)**	ton/anno	100.000 (*)

(*) Capacità di trattamento per singolo turno

La scelta di operare occasionalmente su due turni giornalieri per un esercizio effettivo di 10÷12 ore al giorno, al di là degli aspetti puramente economici, rende il sistema in grado di affrontare situazioni di carichi di punta, in termini di rifiuti giornalmente consegnati all'impianto, significatamene più elevati delle 158 ton/g riportate in tabella, nonché di poter assorbire facilmente gli eventuali periodi di fermo impianto per manutenzioni non programmate.

La tabella che segue mostra, con le approssimazioni già discusse in altra parte del presente documento, la composizione merceologica del materiale in ingresso che viene assunta come riferimento nei successivi bilanci; modifiche di composizione percentuale, nei limiti ragionevoli, rientrano nei margini di dimensionamento degli apparati.

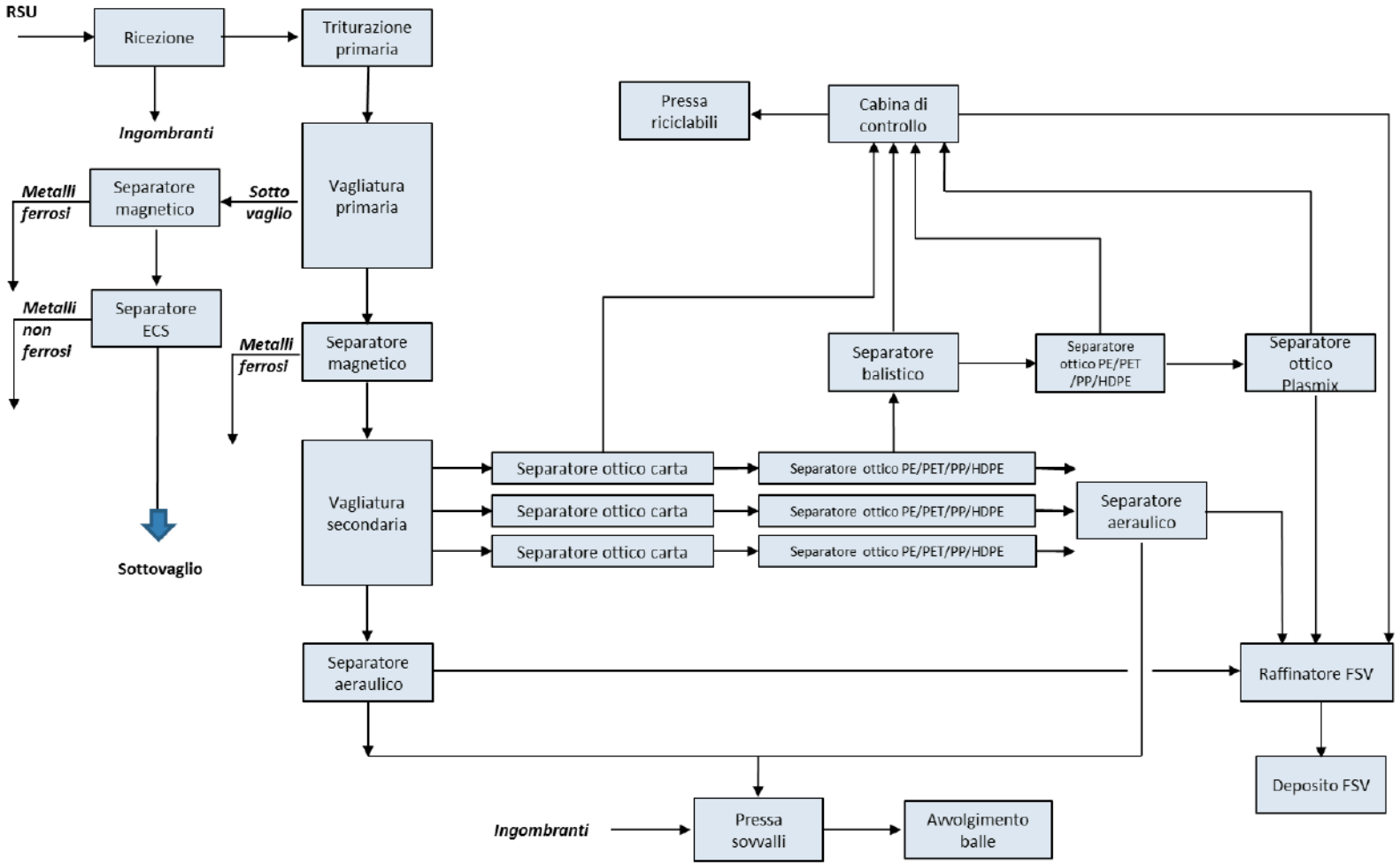
Tabella 5: Caratteristiche merceologiche del rifiuto

FRAZIONE	ton/anno	Valore %
• Rifiuti biodegradabili	6294,6	12,84
• Carta e cartone	7090,3	14,47
• Metalli	2.381,4	4,86
• Vetro	1.661,10	3,39
• Plastica	6043,6	12,34
• Imballaggi in legno	769,3	1,57
• Tessili e cuoio	6262,2	12,78
• Materiali inerti	494,9	1,01
• Pannolini	4576,6	9,34
• RUP	225,4	0,46
• Sottovaglio	5051,9	10,31
• Ingombranti	6497,4	13,26
• Altro	1651,3	3,37
Totale	49.000	100

L'obiettivo del processo è quello di separare dal flusso in ingresso il materiale da inviare alla digestione anaerobica (frazione umida) e trattare la parte rimanente per il recupero di una parte delle frazioni valorizzabili in essa contenute.

Il diagramma a blocchi della Figura 6 che segue mostra la successione delle operazioni alle quali è sottoposto il rifiuto in ingresso:

Figura 6: Schema a blocchi impianto trattamento RSU



Riprendendo la descrizione del processo, agevolata anche dall'elaborato grafico *TAV. D12/1 – Schema di flusso nella sezione di trattamento RSU*, si constata che il mezzo dotato di benna (caricatore a ragno e/o pala gommata) operante nell'area ricezione, eliminati i materiali non processabili contenuti nel RSU, alimenta una tramoggia posta al di sopra del mulino aprisacchi. In questa macchina avviene la dilacerazione dei contenitori di plastica (sacchi) che racchiudono il rifiuto in modo da rendere quest'ultimo disponibile per le successive operazioni di trattamento. L'impatto sulla distribuzione dimensionale del rifiuto da parte della macchina di cui sopra deve essere leggero, in modo da conservarne le caratteristiche principali necessarie alle lavorazioni successive.

La linea di trattamento è composta da due stadi di vagliatura, disposti in sequenza, finalizzati all'ottenimento di flussi di sottovaglio omogenei e da fasi di selezione ottica volte al recupero dei contenitori in plastica e delle frazioni valorizzabili.

Il rifiuto in uscita dall'aprisacco viene trasferito al vaglio primario per mezzo di un nastro trasportatore metallico; il vaglio è di tipo rotante ottagonale sul quale sono ricavate aperture ø 100 mm. Sul tamburo rotante, appoggiato su rulli rivestiti in gomma, è fissata una griglia di rivestimento realizzata con pannelli di lamiera facilmente sostituibili e dotati di fori di diametro opportuno in funzione della corrente di sottovaglio che s'intende ottenere.

Il vaglio provvede alla suddivisione del flusso in ingresso in due diversi sotto-flussi:

a. il sottovaglio – costituito dalla frazione che è riuscita a passare attraverso i fori del tamburo rotante e dunque con pezzatura inferiore a 100 mm;

b. il sopravaglio – costituito dalla parte del flusso in ingresso che ha attraversato l'intera lunghezza del tamburo rotante uscendo dalla parte opposta rispetto all'ingresso con una pezzatura superiore a 100 mm.

La frazione sottovaglio, costituita da circa il 32% del totale alimentato, è essenzialmente costituita dalla parte putrescibile del rifiuto con l'aggiunta di quantità variabili di:

- vetro;
- rifiuti di giardinaggio;
- plastica;
- carta;
- fini;
- metalli sia ferrosi che non ferrosi di dimensioni ridotte.

Una percentuale variabile tra l'85÷95% della frazione putrescibile si ritrova normalmente nel flusso di sottovaglio; questo materiale è destinato, così come prodotto, alla digestione anaerobica e, visto la tipologia di processo adottato per quest'ultima, non necessita di ulteriori lavorazioni prima di essere immesso nel processo a valle. Pur tuttavia, prima del deposito della frazione di sottovaglio nell'area dedicata al processo anaerobico, viene su di essa effettuata una separazione dei materiali ferrosi a mezzo di magneti ed il recupero dei metalli non ferrosi mediante separatori a correnti "parassite". Il sottovaglio, privato dei metalli, viene trasportato mediante un nastro trasportatore finale in un'ampia area di conferimento e stoccaggio temporaneo posta in prossimità del sistema di digestione anaerobica (vedere disegni impiantistici).
Questo nastro trasferisce il sottovaglio alla sezione di digestione anaerobica a secco (D.A) e precisamente nell'area di stoccaggio intermedio dalla quale sarà ripreso e trasferito alle celle del processo anaerobico come descritto nel seguito della relazione.
Il flusso di sopravaglio viene invece indirizzato verso le fasi di trattamento successivo per l'ulteriore frazionamento in sottoflussi. La prima operazione alla quale esso viene sottoposto è una suddivisione per mezzo di un secondo vaglio rotante che ha lo scopo di effettuare una separazione dimensionale: il flusso di sottovaglio, la parte che abbandona la macchina attraverso le aperture praticate nel tamburo rotante, viene inviata alle successive operazioni, mentre il materiale che esce dall'estremità opposta rispetto all'ingresso viene alimentato ad un separatore aeraulico per il recupero delle frazioni leggere come FSV, mentre la frazione "pesante" viene considerata scarto non ulteriormente utilizzabile.
Il vaglio secondario, simile a quello primario, è dotato di tre sezioni di vagliatura per suddividere il sopravaglio dal vaglio primario in più flussi in modo da renderli idonei, per pezzatura e per portata, alla sezione di separazione ottica posta a valle del vaglio stesso.

Nello specifico il vaglio secondario genera i seguenti flussi di sottovaglio:

1. sottovaglio secondario con pezzatura compresa tra 100/150 mm;
2. sottovaglio secondario con pezzatura compresa tra 150/200 mm;
3. sottovaglio secondario con pezzatura compresa tra 200/250 mm;

La frazione maggiore di 250 mm costituisce il flusso sopravaglio secondario.
Il flusso di sottovaglio, ricco di materiale recuperabile suddiviso in più parti è inviato a separatori ottici multifunzione i quali, attraverso un selettore, possono predisporsi per la separazione di una o più delle seguenti frazioni:

- carta;
- cartone;
- plastiche e film;
- PET;
- HDPE.

Nel caso in descrizione la prima batteria di separatori ottici ha la funzione di concentrare i materiali a base cellulosica (carta e cartone) destinati a recupero. La scelta degli obiettivi di tale macchina è essenzialmente legata alla necessità o meno di produrre un'ulteriore frazione valorizzabile; nel caso che questa opzione sia praticabile, il separatore ottico viene tarato per la separazione della frazioni a più alto valore.

Qualora la frazione in oggetto non abbia un'applicazione, un apposito by-pass posto a monte provvede ad inviarla ad un nastro deviatore e quindi verso la pressa-scarti per la sua compattazione e, insieme ad altri materiali scartati dai separatori, inviata alla discarica.

Il flusso non intercettato dai precedenti separatori ottici viene inviato ad un ulteriore banco di separatori ottici che hanno la funzione di separare dal flusso di materiale i contenitori in PE/PET/ PP/ HDPE per il loro recupero.

Tale flusso attraversa un separatore balistico dove viene privato dei materiali plastici leggeri e successivamente alimenta un separatore aeraulico per la rimozione della maggior parte delle impurezze (carta e cartone).

Il flusso di materie plastiche pregiate (PE/PET/PP/HDPE) può essere sottoposto, se necessario, ad una fase di cernita manuale per migliorarne la qualità o essere destinato direttamente alla pressatura.

Tutte le frazioni in uscita, sia destinate al recupero che destinate allo smaltimento in discarica, vengono pressate allo scopo di:

- facilitare la loro movimentazione e trasporto verso le destinazioni finali dei riciclabili;
- consentire una gestione ottimale dei volumi di discarica per il materiale ad essa destinato.

L'intero flusso di rifiuti misti residuali della raccolta differenziata viene ripartito nel seguente modo, assumendo 49.000 ton/anno di RSU in ingresso:

Tabella 6: Ripartizione rifiuti misti residuali da raccolta differenziata

SUDDIVISIONE dei RIFIUTI MISTI RESIDUALI	%	ton/anno
RSU in ingresso	100	49.000
• **Ingombranti**	13,26	6497,4
• **Frazione a digestione anaerobica.**	30,95	15165,5
• **Metalli a recupero (ferrosi e alluminio)**	3,70	1813
• **Carta – cartone**	9,86	4.831,4
• **PET & HDPE a recupero**	2,35	1151,5
• **Altri materiali valorizzabili (*)**	24,78	12.142,2
• **Scarti alla discarica**	15,10	7399

(*) comprende– plasmix – FSV

Nella definizione della distribuzione di cui alla Tabella 6 si è considerato che almeno il 2 ÷ 4 % della plastica presente nel rifiuto in ingresso sia costituita da contenitori in PET & HDPE.

Per quanto riguarda la frazione dei metalli ferrosi recuperati, essa potrà contenere impurità costituite essenzialmente da materiale organico (contenuto degli imballaggi destinati alla commercializzazione di prodotti alimentari) e plastiche la cui presenza è essenzialmente dovuta all'intima commistione con i metalli in numerose applicazioni.

Con il termine "impurezze" s'intendono tutti i materiali che, sia per effetto di trascinamento durante le operazioni di selezione sia per il fatto di essere intimamente legati con il materiale principale separato, si trovano ad accompagnare il materiale principale; in particolare nei materiali ferrosi, oltre al fenomeno del trascinamento, si registra comunemente la presenza di una certa quantità di materiale organico derivante dal contenuto degli stessi (scatolame per contenimento generi alimentari) sia per il fatto che in molte applicazioni essi sono intimamente legati e/o rivestiti con altri materiali (in genere legno e/o plastiche). Il peso dei materiali indicato nella tabella precedente si riferisce al peso complessivo del materiale separato dal flusso principale.

Per gli altri materiali le impurezze sono semplicemente dovute al trascinamento durante il processo di separazione meccanica/ottica.

3.2.1 Descrizione particolareggiata selezione RSU

La descrizione fa riferimento allo schema *TAV. D12/1 – Sezione di trattamento RSU* ed alla disposizione impiantistica della selezione RSU.

I flussi di sottovaglio secondario – 100/150 mm – 150/200 mm – 200/250 – sono trasferiti, attraverso i nastri di ripresa, alla linea di selezione automatica che rappresenta la componente più tecnologica della parte iniziale della sezione di trattamento RSU in quanto predisposta, attraverso lettori ottici, alla separazione dei cellulosici dai polimeri in plastica presenti nel flusso stesso.

Lo scopo di questa sezione è di produrre un flusso di alta qualità e, nel contempo, di selezionare una frazione di contenitori in plastica da valorizzare come recupero e riciclaggio.

I lettori sono posizionati sui rispettivi nastri di alimentazione, i quali sono disposti in sequenza sulla piattaforma in carpenteria metallica che sostiene altresì le tramogge di scarico dei lettori stessi, i nastri di evacuazione dei flussi selezionati e quelli del flusso residuale di selezione.

Dal materiale alimentato le sottofrazioni riconosciute dai lettori sono allontanate mediante getti d'aria provenienti da ugelli orientabili (espulsione verso l'alto o verso il basso) posti su una barra installata nel punto di scarico del nastro di alimentazione – scarico, mentre sul flusso non riconosciuto la macchina si comporta al pari di un comune nastro trasportatore.

Specificatamente le frazioni presenti sul nastro di alimentazione del separatore sono sottoposte ad uno screening da parte di uno spettrometro ad alta definizione collegato ad un computer di gestione che, in base al programma impostato e alle informazioni che riceve dal materiale processato, comanda un getto d'aria in corrispondenza del punto del nastro in cui è presente l'oggetto da rimuovere, contemporaneamente alla fase di scarico del nastro veloce di alimentazione del separatore.

L'efficienza di processo dei separatori è piuttosto elevata considerando che il 90% delle frazioni di interesse sono selezionate con una purezza pari a circa il 90%.

I separatori ottici che costituiscono il primo stadio di separazione sono posizionati, con i rispettivi nastri di alimentazione, al piano più alto della struttura metallica di supporto. In questa fase dai flussi di sottovaglio secondario, armonizzati in pezzatura, si separa la frazione cellulosica e le frazioni in plastica contenenti anche i polimeri PET/PE/PP/HDPE.

Il flusso selezionato è ripreso dal nastro ed inviato alla cabina di cernita manuale.

I separatori ottici del secondo stadio di separazione sono posizionati, con i rispettivi nastri di alimentazione, ad un piano inferiore della struttura metallica di supporto. In questa fase dai flussi di sottovaglio secondario, residuali della prima fase di separazione, sono selezionati i polimeri plastici

PET/PE/PP/HDPE, costituiti prevalentemente da contenitori per liquidi di diversa forma e grandezza e dai film in plastica dello stesso polimero.

Il flusso selezionato è centralizzato sul nastro di evacuazione il quale alimenta un separatore balistico per un'ulteriore fase di selezione finalizzata alla separazione dei contenitori da altri materiali che costituiranno il plasmix. Il flusso di scarto della seconda batteria di separatori ottici alimenta il separatore ad aria. La selezione avviene attraverso una lama d'aria generata da un ventilatore che, attraversando il materiale dal basso verso l'alto nella caduta di questi tra il nastro di centralizzazione e il nastro di ripresa, realizza la separazione del flusso leggero a maggiore superficie velica dai contenitori in plastica.

I film captati, attraverso un condotto pneumatico, raggiungono un ciclone all'interno del quale avviene la separazione aria/film; l'aria è per due terzi ricircolata al ventilatore e per un terzo inviata alla linea centralizzata di trattamento dell'aria di processo, mentre i film terminano sul nastro di centralizzazione per la loro valorizzazione come FSV; lo scarto è destinato a discarica come sovvallo non recuperabile.

La frazione dei contenitori in PET/PE/PP/HDPE, raffinata in un ulteriore passaggio mediante un terzo separatore ottico ed un successivo passaggio nella cabina di cernita, termina sul nastro di ripresa che, in ultimo, alimenta la pressa idraulica continua per la compattazione del materiale in balle rilegate con filo metallico. Le balle in uscita dalla pressa sono riprese dall'operatore con un apposito mezzo semovente e stoccate nell'area di stoccaggio temporaneo, sita di fronte alla pressa stessa, in attesa di essere inviate agli impianti di riciclaggio.

Considerate le percentuali di contenitori nel flusso di rifiuti urbani indifferenziati e le rese di processo è previsto il recupero (come meglio descritto nei bilanci materiali) di 3,7÷5,5 ton/giorno circa, corrispondenti a 1.100÷1.700 ton/anno circa, di contenitori in plastica pari a circa 2,3÷3,5 % del totale dei rifiuti indifferenziati alimentati all'impianto.

La frazione di sottovaglio secondario non valorizzabile come recupero di contenitori dai lettori ottici (seconda batteria) termina sul nastro di centralizzazione degli scarti nel quale confluiscono altresì gli scarti della separazione aeraulica dal sovvallo del vaglio primario. Detti nastri hanno il compito di intercettare le parti minute che percolano dai nastri veloci di alimentazione dei separatori ottici sui quali, a causa della loro velocità di avanzamento, non è possibile installare alcun tipo di raschiatore.

La frazione residuale è convogliata al nastro di ripresa che centralizza altresì la frazione di sopravaglio dei vagli secondari per il trasferimento della stessa alla linea di pressatura dei sovvalli attraverso il nastro di ripresa.

Formano la linea di pressatura dei sovvalli il nastro di alimentazione, i nastri di by-pass della pressa e la pressa idraulica con la relativa linea di avvolgimento balle. Quest'ultima è finalizzata all'avvolgimento delle balle di sovvallo con più strati di pellicola in polietilene estensibile per impermeabilizzare completamente il collo e mitigare, in questo modo, lo smaltimento in discarica della stesso.

I colli prodotti sono stoccati temporaneamente in un'apposita area dell'edificio trattamento, sul fronte opposto alla zona ricezione. L'area di circa 1.100 metri quadri - 38 metri di lunghezza e 32 metri di larghezza - ospita la linea di avvolgimento delle balle e parte dei nastri di by-pass della stessa pressa**.** Il dimensionamento di questa sezione è visto soprattutto in funzione di by-pass della pressa, ovvero come stoccaggio temporaneo dei sovvalli di vagliatura in caso di fermo tecnico della pressa.

Al verificarsi dell'evento l'operatore addetto alla linea di pressatura potrà quindi decidere se alimentare direttamente dal nastro di by-pass un semirimorchio per l'evacuazione diretta dei sovvalli e/o abbancare temporaneamente il materiale nell'area per alimentarlo, in seguito, alla pressa attraverso il nastro di alimentazione nell'apposita tramoggia di carico dei materiali sfusi che si trova nell'area dell'edificio dedicata alla ricezione ed al trattamento dei rifiuti ingombranti.

Quest'area di circa 300 metri quadri - 28 metri di lunghezza e 10 metri di larghezza - è parte dell'area di stoccaggio dei sovvalli pressati.

Nella zona dedicata alla ricezione e al trattamento dei rifiuti ingombranti, è prevista una cernita a terra con mezzo semovente per il recupero delle frazioni riciclabili e la conseguente alimentazione della frazione residuale alla pressa scarti.

La fase di selezione e trattamento si completa con la riduzione in pezzatura del flusso dei materiali residuali selezionati dai lettori ottici per i quali è previsto un trituratore monoalbero con griglia di contrapposizione che riceve anche il materiale residuale dal nastro di centralizzazione proveniente dalla cabina di cernita manuale.

Il materiale, in caduta dalla tramoggia di ricezione, viene pressato sul rotore da uno spintore interno al trituratore, che trasla sull'asse orizzontale della macchina, ottimizzando in questo modo la capacità oraria della macchina stessa. Sul rotore sono montati dei denti intercambiabili che, agendo sulla controlama solidale con la struttura del trituratore, strappano il materiale e lo trasportano, per effetto della rotazione, sulla griglia di contrapposizione che, nel caso specifico, ha fori da 35 mm.

La frazione minore di 35 mm è quindi separata mentre la frazione di pezzatura maggiore ricircola nuovamente sulla controlama per subire un'ulteriore riduzione dimensionale e una nuova

vagliatura fino a quando la riduzione di pezzatura non permette al materiale di passare attraverso i fori della griglia.

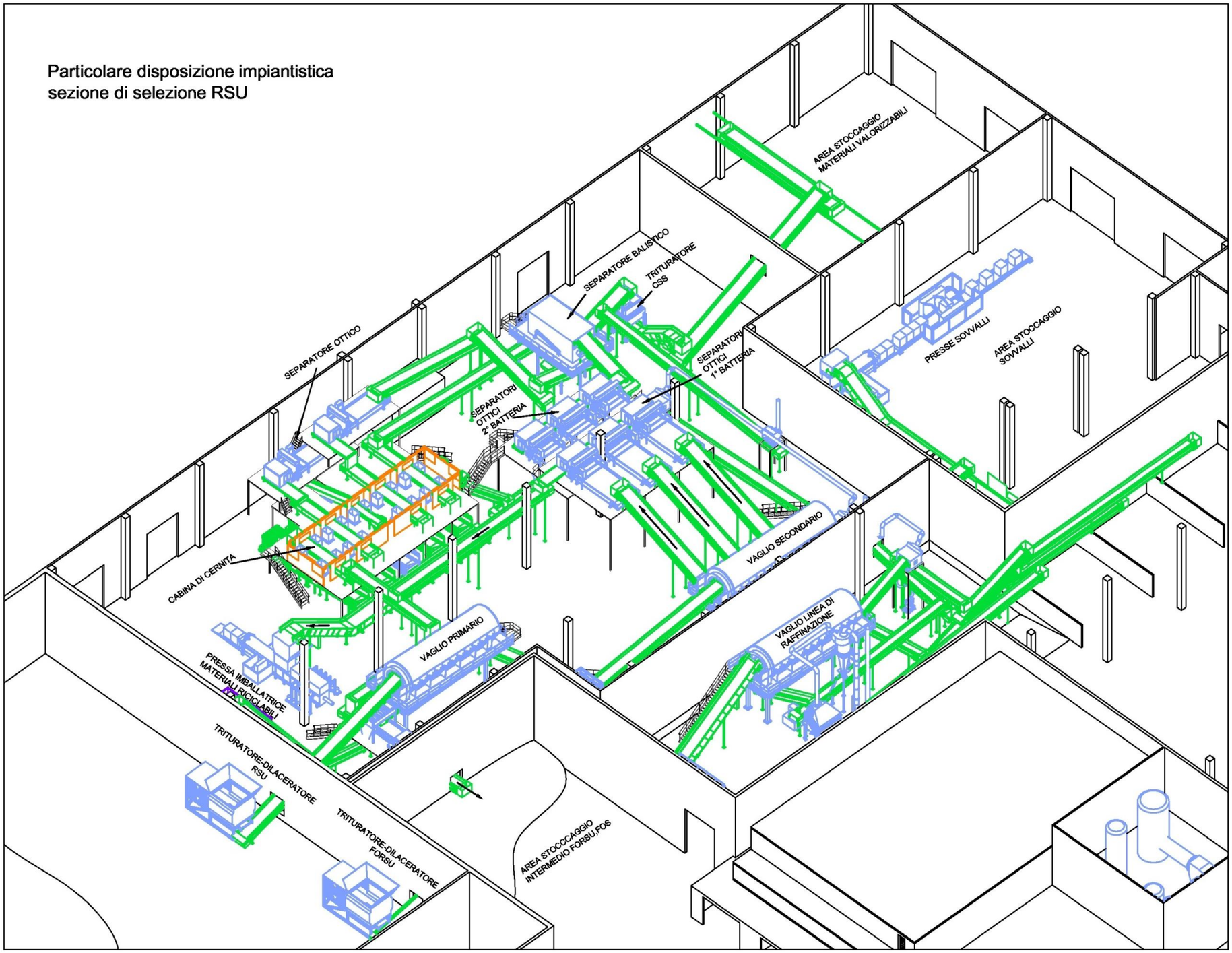
Il flusso passante invece termina per gravità sul nastro estrattore posto sotto i trituratori che lo convoglia al nastro di ripresa di collegamento con il nastro navetta posto nell'apposita area di stoccaggio.

L'area di stoccaggio dei materiali valorizzabili è di 450 metri quadri ed è adiacente alla zona di stoccaggio dei sovvalli pressati, nella parte del complesso dell'edificio trattamento RSU opposta alla zona ricezione dei rifiuti. Le due zone di stoccaggio sono divise da una muratura al fine di limitare il rischio di incendio complessivo dell'area.

Il nastro navetta posto in quota attraverso il supporto di una struttura metallica scarica il materiale al suolo fino a formare un cumulo trapezoidale avente un volume di 350÷400 metri cubi circa, pari a un giorno di produzione.

La movimentazione del materiale in fluff avviene per mezzo di un operatore con pala gommata che provvede a caricare i mezzi di trasporto e ad abbancare il cumulo; in alternativa il materiale è alimentato ad una pressa stazionaria posizionata in prossimità.

Particolare disposizione impiantistica
sezione di selezione RSU



3.3 Sezione di digestione anaerobica a secco

Il processo di digestione anaerobica a secco proposto si basa sulla tecnologia consolidata della WTT (Waste Treatment Technologies). Il processo, descritto dettagliatamente di seguito, è sinteticamente riportato nella *TAV. D13 – Schema di massima processo di digestione anaerobica a secco in tunnel.*

Come precedentemente detto il materiale inviato alla digestione anaerobica è costituito da:

- frazione di sottovaglio separata nel vaglio rotante primario, stimata nel 30÷38% del flusso di RSU entrante;
- miscela di FORSU e verde da raccolta differenziata;
- fanghi di depurazione, da miscelare opportunamente con il sottovaglio.

Il sottovaglio da separazione meccanica è costituito oltre che dalla parte organica putrescibile, che è il vero obiettivo della separazione, anche da materiali non putrescibili.

Tenuto conto della composizione del rifiuto in ingresso, si stima che il 85÷95% del materiale inviato a trattamento anaerobico sia costituito da frazione biodegradabile composta da:

a) rifiuti da cucina;
b) carta;
c) rifiuti da giardinaggio;
d) rifiuti mercatali – mense;
e) rifiuti di altra origine.

La parte rimanente è invece costituita da materiali che non forniscono alcun contributo al processo di produzione di metano; tali materiali sono plastiche di varia natura, inerti, piccoli metalli, ecc.

Assumendo che i rifiuti in ingresso abbiano la composizione di seguito riportata:

Tabella 7: Caratteristiche merceologiche del rifiuto urbano (a valle RD)

FRAZIONE	Valore %
• **Rifiuti biodegradabili**	12,84
• **Carta e cartone**	14,47
• **Metalli**	4,86
• **Vetro**	3,39
• **Plastica**	12,34
• **Imballaggi in legno**	1,57
• **Tessili e cuoio**	12,78
• **Materiali inerti**	1,01
• **Pannolini**	9,34
• **RUP**	0,46
• **Sottovaglio**	10,31
• **Ingombranti**	13,26
• **Altro**	3,37
Totale	**100**

la frazione di sottovaglio avrà un contenuto di acqua complessivo di circa 50÷60% e una composizione merceologica orientativamente corrispondente a quanto mostrato nella Tabella 8, dove è riportato anche il quantitativo di ciascun componente riferito ad un quantitativo totale di sottovaglio pari a circa 16.000 ton./a, pari a circa il 32% sul RSU conferito.

Tabella 8: Composizione del sottovaglio

FRAZIONE	UNITA'	VALORE	UNITA'	VALORE
• Organico	%	65,62	ton/a	10.500
• Carta e Cartone	%	2,50	ton/a	400
• Metalli non ferrosi	%	0,62	ton/a	100
• Imballaggi ferrosi	%	1,50	ton/a	240
• Vetro	%	5,93	ton/a	950
• Plastica	%	0,87	ton/a	140
• Imballaggi in legno	%	0,62	ton/a	100
• Tessili e cuoio	%	0,93	ton/a	150
• Materiali inerti	%	0,93	ton/a	150
• Pannolini	%	-	ton/a	10
• RUP	%	1,87	ton/a	300
• Sottovaglio	%	17,50	ton/a	2.800
• Altro	%	0,93	ton/a	150
TOTALE	**%**	**100**	**ton/a**	**16.000**

Significativi scostamenti dai valori di cui alla Tabella 8 si possono avere nella pratica in quanto legati a fattori imprevedibili e/o non controllabili; le modalità di raccolta, lo stato di conservazione dei contenitori stradali, gli agenti atmosferici, la stagionalità, l'utenza turistica, l'efficienza della raccolta differenziata e gli indirizzi che ad essa vorranno dare le Autorità competenti possono avere un impatto importante sui dati di cui sopra e dunque sulla qualità dei rifiuti prodotti.

Tale variabilità è stata tenuta presente nella definizione delle tecnologie utilizzate per la realizzazione dell'impianto in oggetto che è in grado di far fronte a situazioni di variabilità ragionevolmente attendibili fornendo risposte adeguate agli obiettivi prefissati.

3.3.1 Descrizione generale del processo

Rif: *TAV. C1 – Planimetria generale*

TAV. C2 – Planimetria impianto trattamento RSU – Discarica di servizio

TAV. D12/2 – Sezione di trattamento organico – Raffinazione compost

La sezione di trattamento biologico dell'organico è contenuta in un ampio manufatto avente una superficie geometrica complessiva di circa 9.400 mq, comprendente anche la cella di ricezione fanghi.

Le 12 celle del processo anaerobico sono posizionate sul lato sinistro dell'edificio, mentre le 12 celle del processo aerobico sono posizionate sul lato opposto. Entrambe le file di celle sono dotate di passaggio intermedio di larghezza sufficiente per assicurare l'attraversamento dei mezzi di servizio (pala gommata, mezzi di manutenzione, ecc.); tale passaggio è definito nel seguito "corridoio di servizio".

Si accede al corridoio di servizio del lato nord mediante un portone a scorrimento rapido avente luce di 10 m x 5,2 m e da due passaggi laterali.

La frazione organica da separazione meccanica, così come il flusso di FORSU e verde da RD, sono depositate separatamente mediante nastri trasportatori in prossimità dell'impianto di Digestione Anaerobica in un'ampia zona di accumulo temporaneo situata all'interno del corridoio di servizio e delimitata da muratura di contenimento. I materiali sono quindi prelevati da un operatore a mezzo di pala gommata e trasferiti all'interno delle celle in modo da formare un cumulo con altezza pari a circa 3 metri elevabile a 3,8 metri nelle situazioni di particolare disponibilità. Il periodo di residenza nel sistema anaerobico è stabilito in circa 3,0 settimane. Al termine del processo la pala gommata provvederà ad estrarre il materiale digerito ed a trasferirlo alle celle aerobiche per la successiva fase di biostabilizzazione e bioessiccamento.

La copertura dell'area centrale di manovra e passaggio di servizio è realizzata in parte con pannelli trasparenti per assicurare un'adeguata illuminazione naturale.

Sulla copertura del manufatto, lato celle aerobiche, sono posizionati gli impianti di trattamento aria costituiti dagli scrubber e due biofiltri. Si accede pedonalmente sulla copertura da più punti, mentre per i mezzi leggeri di manutenzione (bobcat, muletti) è previsto uno specifico montacarichi ed un opportuno percorso.

Ciascuna delle 12 celle anaerobiche, realizzate in calcestruzzo, è lunga 37 metri, larga 7,5 metri ed alta 5,5 metri, per un volume di stoccaggio utile ai fini del processo di circa 800÷900 mc, a fronte di un volume geometrico di circa 1.526 mc.

Ciascuna cella è dotata di un portone con tenuta pressurizzata in gomma avente la funzione di evitare la fuoriuscita di biogas all'esterno.

Durante le operazioni di scarico e carico delle celle, la pala opera a raso sul fondo ed in prossimità delle pareti che devono quindi essere progettate con una adeguata resistenza all'usura per poter garantire la necessaria durata nel tempo. Particolare attenzione è posta alla finitura delle superfici in modo da garantire un sufficiente grado di resistenza allo scivolamento senza comprometterne la resistenza all'usura.

Il pavimento di ciascuna cella ospita una serie di tubi paralleli in PVC che sono incorporati nel getto. Queste tubazioni sono dotate di ugelli in materiale plastico e collegate tramite opportuni collettori a due sistemi di ventilazione, comuni a tutte le celle anaerobiche:

a) un ventilatore ad alta prevalenza che viene utilizzato per il ricircolo del gas attraverso il materiale durante il processo di digestione e per il flussaggio del gas alla fine del processo;

b) un ventilatore a minore prevalenza che viene impiegato nella prima fase del processo per incrementare la temperatura della biomassa attraverso un breve processo aerobico avente anche lo scopo di consumare l'ossigeno all'interno della cella prima di iniziare la fase di anaerobiosi. Lo stesso ventilatore è anche utilizzato per mantenere gli ugelli aperti (e puliti) durante la fase di carico e scarico.

La spaziatura tra le tubazioni sul fondo cella è studiata in maniera tale da permettere una distribuzione ottimale dell'aria all'interno della biomassa.

I due ventilatori sono azionati tramite inverter, potendo in questo modo regolare in continuo la velocità di rotazione, e di conseguenza la portata.

Ogni cella è poi equipaggiata con una serie di valvole pneumatiche utilizzate per :

- aprire/chiudere il flusso del gas verso il gasometro e quindi verso i gruppi di cogenerazione;
- aprire/chiudere il flusso di aria esausta inviata al trattamento (scrubber – biofiltri);
- aprire/chiudere il circuito del ricircolo agli ugelli attraverso il ventilatore ad alta prevalenza.

Tutte le celle anaerobiche sono mantenute in leggera sovrappressione per evitare rientri di aria che causerebbero l'arresto del processo anaerobico; una valvola di sicurezza posta sul tetto di ciascuna cella è prevista per salvaguardare da sovrappressioni e depressioni eccessive.

Ogni cella, inoltre, è munita di un sistema di irrorazione a sprinkler che ricircola il liquido contenuto nel serbatoio di fermentazione. Il sistema di irrorazione è utilizzato in maniera rilevante durante la fase di avvio del processo al fine di inoculare il materiale fresco con la flora batterica presente nel fermentatore.

Il liquido ricircolato non è altro che il percolato prodotto nel processo di fermentazione stesso; le biocelle anaerobiche e aerobiche vengono realizzate con una pendenza del 2% al fine di allontanare il percolato prodotto dalla fermentazione del materiale organico, il quale viene drenato mediante le canalizzazioni di insufflaggio poste a pavimento, e raccolto nel punto più basso. Il percolato raccolto, mediante una rete di canalizzazioni viene quindi convogliato per gravità ad una vasca di raccolta intermedia, dove subisce un processo di sedimentazione. Il percolato viene successivamente pompato verso i serbatoi di fermentazione dove, oltre a contribuire alla produzione di biogas, viene in seguito prelevato per l'operazione di irrorazione delle celle di digestione anaerobica in precedenza descritta.

Sia le pareti che il fondo delle celle sono riscaldati in modo da mantenere la temperatura all'interno pari a 40°C; temperatura ottimale per lo sviluppo dei microrganismi mesofili responsabili del processo di digestione anaerobica. Il calore è fornito da acqua a circa 60 °C che scorre in apposite tubazioni annegate all'interno del calcestruzzo. L'acqua calda è recuperata dai circuiti di raffreddamento dei motori endotermici della centrale. Inoltre, al fine di limitare la dispersione del calore, le celle sono opportunamente isolate termicamente.

Il processo di digestione anaerobica, delle varie frazioni di rifiuto organico in ingresso, genera una produzione di biogas tale da ottenere una potenza elettrica nominale pari a circa 1.100-1.200 kw elettrici e una potenza termica grosso modo equivalente.

L'energia elettrica prodotta viene destinata a parziale copertura dei fabbisogni energetici dell'impianto (autoconsumo).

La quota eccedente il biogas destinato ad autoconsumo viene trasformata in biometano..

La potenza termica viene recuperata sotto forma di acqua calda dai circuiti di raffreddamento dei motori ed impiegata in parte per il riscaldamento delle celle e dei serbatoi di fermentazione e, in maniera significativa, anche nella successiva fase di trattamento aerobico di stabilizzazione della massa digerita mediante un'unità di scambio termico acqua/aria per massimizzare l'essiccazione della massa stabilizzata. Tale accorgimento si rende necessario in quanto la biomassa in ingresso al trattamento aerobico ha già subito una sensibile degradazione della sostanza organica durante il processo anaerobico e non possiede più l'energia biologica necessaria per la sua essiccazione.

A questo si aggiunga il fatto che il digestato in uscita dal processo anaerobico possiede un elevato contenuto di acqua e richiede quindi una notevole quantità di energia per poter ridurre l'umidità al livello richiesto dalle successive fasi di lavorazione del materiale.
Riassumendo, i vantaggi del sistema di ventilazione e riscaldamento di cui sono dotate le celle anaerobiche sono riassunti nel seguito:

a. realizzazione di uno start up aerobico in grado di portare rapidamente la temperatura in fase mesofila prima di attivare il trattamento anaerobico;

b. ricircolo del biogas nella fase anaerobica per la ottimizzazione del processo;

c. flussaggio completo del biogas alla fine del processo non solo nella parte superiore delle celle ma anche in tutta la massa all'interno delle stesse, evitando in tal modo la possibile presenza di sacche di biogas;

d. possibilità di utilizzo delle celle anche per il processo aerobico, ove strettamente necessario;

e. semplicità impiantistica.

E' da considerare inoltre che:

- Una parte delle celle è destinata al trattamento del sottovaglio, mentre una parte è destinata al trattamento della FORSU, questo al fine di poter produrre compost di qualità. Per il calcolo del numero di celle da destinare ai rispettivi flussi si rimanda ai paragrafi 3.3.3 e 3.4.3., comunque in via preliminare si prevede di dedicare quattro celle al trattamento del sottovaglio e dei fanghi di depurazione, e sette celle al trattamento di FORSU e verde, mentre una cella è impegnata nella fase di carico/scarico; la ripartizione effettiva sarà comunque in funzione della reale disponibilità delle due frazioni organiche.
- Il processo anaerobico viene inoculato in fase liquida evitando quindi il ricircolo di materiale (biomassa). Il sistema è infatti dotato di ampi serbatoi di fermentazione nei quali vengono convogliati i percolati di tutte le celle del processo, sia anaerobico che aerobico. Tale liquido viene successivamente totalmente irrorato sul materiale all'inizio del processo anaerobico così da inoculare le famiglie batteriche necessarie per dare inizio al processo; in tal modo non si rende necessario miscelare la carica fresca con il materiale digestato in precedenza e non si ha surplus di percolato da smaltire. Questo comporta, a pari potenzialità, una

sostanziale riduzione dei volumi richiesti nelle celle nonché una ridotta e più agevole movimentazione dei materiali.

- I serbatoi di fermentazione ed i relativi bacini di accumulo percolato sono gestiti con lo stesso criterio delle celle, ovvero in modo da tenere separati i percolati provenienti dal trattamento della FORSU da quelli del sottovaglio, sempre al fine di rispettare i requisiti per la produzione di compost di qualità; si ipotizza, sulla base dei conferimenti di FORSU e sulla disponibilità di frazione organica da selezione meccanica di abbinare due fermentatori alle celle di trattamento anaerobico della FORSU ed un terzo fermentatore al trattamento anaerobico dell'organico da separazione meccanica.
- La grande capacità dei serbatoi di fermentazione consente un efficace recupero di biogas anche dalla fase liquida. Il biogas prodotto viene raccolto nel gasometro a doppia membrana posto in testa al fermentatore.

3.3.2 Descrizione funzionale delle celle anaerobiche

Le operazioni che caratterizzano il processo di digestione anaerobica, particolarmente complesse in ragione delle operazioni richieste per la formazione del biogas, sono schematizzate in modo cronologico nello schema D16/1.

Una volta completato il caricamento della cella si procede con la chiusura della porta di accesso e la pressurizzazione della tenuta.

Le sequenze delle operazioni di seguito descritte sono attivate e gestite automaticamente dal software di processo in base alle misure rilevate dalla sensoristica di campo.

Durante la fase iniziale del processo, l'aria presente al di sopra del cumulo della biomassa interna alla cella viene dunque ricircolata attraverso il pavimento ventilato, mediante l'ausilio del ventilatore a bassa prevalenza, per consentire l'aumento di temperatura del materiale e il consumo dell'ossigeno presente (processo mesofilo).

Nel momento in cui la temperatura raggiunge il valore prefissato si inizia l'irrorazione della biomassa con il percolato attraverso il sistema a sprinkler ivi installato. Questa operazione, se adeguatamente gestita, consente l'inizio della fermentazione del materiale e la produzione di biogas.

Nella fase successiva ha inizio lo spillamento del gas dalla cella ma, essendo la concentrazione di metano ancora insufficiente, lo stesso viene diluito con aria fresca prelevata dagli edifici (allo scopo di mantenere la sua concentrazione sempre ben al di sotto del livello inferiore di esplosività – LEL) ed inviato al biofiltro.

Il tenore di metano nel gas costituisce un parametro fondamentale per la gestione del processo, di conseguenza è misurato su ogni tunnel mediante apposito analizzatore. I campioni del gas prelevato dal tunnel sono inviati ad un'apparecchiatura di misurazione centrale per essere analizzati. I segnali in uscita sono elaborati dal sistema di controllo per la gestione automatizzata dei cicli di funzionamento delle biocelle.

Non appena la concentrazione di metano (CH_4) ha raggiunto il valore necessario, il gas viene deviato verso il gasometro per essere successivamente utilizzato dai gruppi di cogenerazione. La funzione di gasometro è svolta dalla parte superiore, circa 5 m, di ciascuno dei tre serbatoi fermentatori.

Sono anche previste fasi di ricircolo del gas nella cella attraverso il pavimento allo scopo di favorire la produzione di biogas e mantenere la necessaria porosità nella biomassa. Questa operazione è molto importante nel trattamento della FORSU, che presenta una notevole tendenza all'impaccamento.

Per limitare questo rischio la FORSU in ingresso è miscelata con "verde" che oltre a partecipare al processo assicura una efficace azione strutturante.

Alla fine del processo, quando la produzione di biogas scende al di sotto del valore minimo prefissato, si inizia il flussaggio della cella con aria attraverso il pavimento mediante il ventilatore ad alta prevalenza. L'aria di purga viene aspirata dal sistema di canalizzazioni ed inviata al sistema di trattamento.

In questa fase la miscela di aria e biogas può ricadere, seppur per un periodo brevissimo, all'interno dei limiti di esplosività, di cui si riporta di seguito il diagramma.

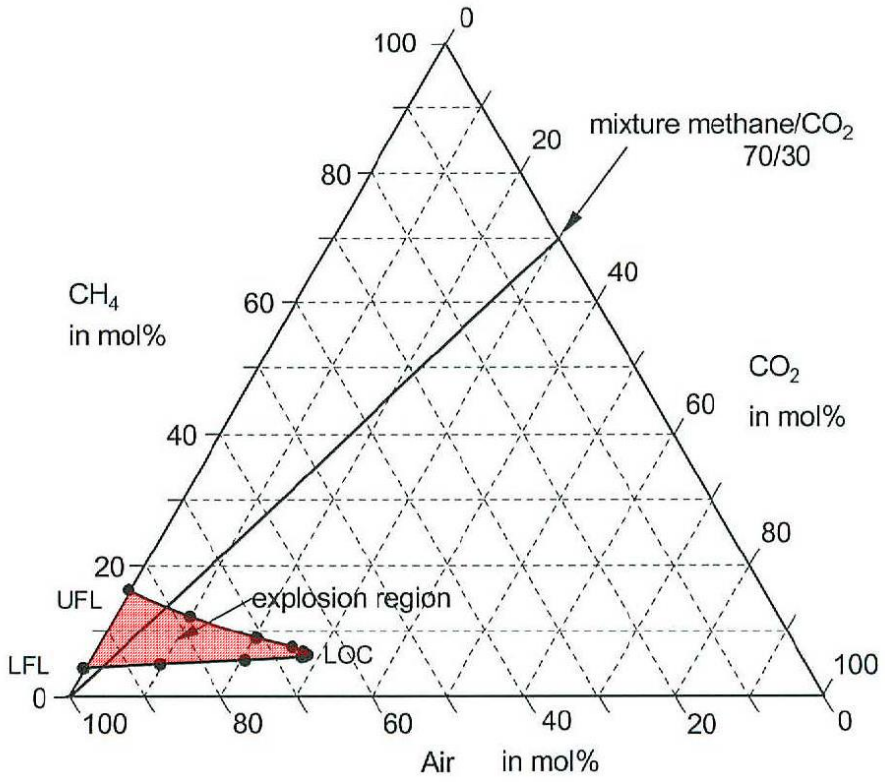


Figura 7: intervallo di esplosività biogas

In ogni caso ogni pericolo di esplosione è comunque scongiurato dalla completa assenza di cause di innesco all'interno delle celle, con particolare attenzione all'impiego di apparecchiature certificate ATEX installate nelle zone a rischio di esplosione

Dal momento in cui la concentrazione di gas all'interno della cella scende al di sotto del LEL, l'interblocco della porta si disattiva e il tunnel può essere aperto per consentire la completa bonifica e l'accesso all'operatore.

Il materiale digestato viene quindi estratto per mezzo di una pala gommata e trasferito alle celle di trattamento aerobico. La biocella viene quindi ripulita avendo cura che non vi siano residui di materiale negli scarichi del percolato e negli ugelli ad aria a pavimento; a tale scopo il ventilatore a bassa prevalenza è mantenuto in funzione durante l'arco di tempo necessario a bonificare la biocella.

Le operazioni che caratterizzano il processo di digestione anaerobica sono schematizzate in modo cronologico nello schema D16/1, mentre lo schema D15/2 riporta una situazione operativa dove una cella è in bonifica finale, una è in fase di riempimento e le rimanenti in fase di produzione gas. Lo schema evidenzia inoltre il sistema di valvole automatiche, governate da una logica

automatizzata, che permette le varie circuitazioni di biogas, aria e miscele povere senza possibilità di interferenze.

Le fasi di lavorazione complessiva (aerobica ed anaerobica) delle frazioni organiche in ricezione all'impianto sono invece rappresentate nell'elaborato grafico D12/2.

3.3.3 Verifica del dimensionamento delle celle anaerobiche

Si riporta di seguito la verifica del dimensionamento del numero di biocelle anaerobiche.

Nella parte introduttiva della presente relazione (Capitolo 2.2) è stato ipotizzato di dimensionare l'impianto in relazione alla condizione di raccolta differenziata al 65%.

I quantitativi considerati sono i seguenti:

- RSU in ingresso: 49.000 ton/a
- FORSU in ingresso: 26.000 ton/a
- Rifiuti verdi in ingresso: 19.000 ton/a
- Fanghi di depurazione: 9.000 ton/a

Dall'operazione di vagliatura primaria (a valle della rimozione degli ingombranti e non processabili) si assume che circa il 32% del RSU sia costituito da sottovaglio (privo delle frazioni metalliche) e quindi venga indirizzato al processo di digestione anaerobica, da cui risulta:

- Sottovaglio da selezione meccanica 16.000 ton/a
- Sottovaglio effettivo senza metalli 15.200

Altri dati utili per la verifica sono:

- Densità FORSU 0,65 ton/m^3
- Densità sottovaglio 0,55 ton/m^3
- Altezza celle effettiva/utile 5,5 / 3 m
- Lunghezza celle effettiva/utile 37 / 35,5 m
- Larghezza celle effettiva/utile 7,5/7,5 m
- Volume utile celle anaerobiche (assumendo un'altezza di riempimento 3 m, conservativa rispetto alla possibilità di un'altezza di 3,4 m) 800 m^3
- Tempo di ritenzione medio (rispetto a 21 effettivamente necessari) 24 giorni
- Numero di riempimento celle con FORSU-Verde 103 cicli/a
- Numero di riempimento celle con sottovaglio 38 cicli/a

Da cui risultano:

- numero di celle per la digestione anaerobica del sottovaglio+fanghi* 4 unità
- numero di celle per la digestione anaerobica della FORSU+verde 7 unità

* I fanghi sono inviati in parte al processo anaerobico miscelati con l'organico da separazione meccanica e in parte direttamente a digestione aerobica miscelati con il verde strutturante

- numero di celle in fase di carico/scarico 1 unità

a fronte di una disponibilità totale di 12 celle.

Tale numero di celle risulta soddisfare tutte le esigenze di flessibilità legate a oscillazioni delle quantità di rifiuti in ingresso, dovuti a fattori di stagionalità.

Per assicurare un'ulteriore flessibilità alcune delle 12 celle e relativa impiantistica ausiliaria, sono di tipo ibrido, cioè possono essere esercite in ciclo anaerobico alimentati da FORSU o da organico da separazione meccanica.

3.3.4 Condizioni operative all'interno delle celle

Le celle sono sature di biogas costituito essenzialmente da CH_4 (metano), CO_2 (anidride carbonica) e percentuali minime di H_2 (idrogeno) e H_2S (acido solfidrico) con una umidità relativa che può raggiungere il livello di completa saturazione e condurre dunque alla formazione di condense acide sulle pareti e sul tetto.

Il caricamento e soprattutto lo svuotamento di una cella avvengono nell'arco di una giornata per cui la cella stessa è soggetta a significativi sbalzi termici che devono essere opportunamente considerati in fase di progettazione.

Per favorire il processo di digestione, le celle sono mantenute ad un temperatura di circa 40°C tramite acqua calda a circa 60°C che scorre in tubazioni interne alle pareti e al pavimento delle celle stesse. L'acqua calda è prodotta mediante recupero termico dal il sistema di raffreddamento dei motori.

La pressione interna può variare tra i -500 Pa e i + 800 Pa rispetto alla pressione ambiente. Sulla copertura di ogni celle è installata una valvola di sicurezza di sovra/sottopressione; nel caso di un'anomalia in cui la pressione ecceda i valori prefissati, la valvola si apre consentendo alla pressione di normalizzarsi.

Per quanto riguarda il percolato che si forma, la seguente tabella ne mostra le caratteristiche principali:

Tabella 9: Composizione percolato

CARATTERISTICHE DEL PERCOLATO		
• **PH**		5 ÷ 8
• **$(NH_4)_2SO_4$**	mg/l	< 10.000
• **SO_4**	mg/l	< 10.000
• **NH^{4+}**	mg/l	< 4.000
• **Cl^-**	mg/l	< 4.000

Nella tabella che segue sono invece indicate le caratteristiche della condensa che si forma all'interno delle celle sulle pareti e sul soffitto:

Tabella 10: Composizione condensa

CARATTERISTICHE DELLA CONDENSA INTERNA ALLE CELLE		
• PH		4 ÷ 7
• NH^{4+}	mg/l	< 1.000
• Cl^{-}	mg/l	< 100
• NO^{3-}	mg/l	< 5
• SO_4	mg/l	< 500
• HCO^{3-}	mg/l	< 5.000

3.3.5 Condizioni di progetto per le strutture in CA delle celle

Le strutture in CA costituenti le celle sono progettate per resistere alle seguenti condizioni di esercizio:

- celle completamente piene di materiale;
- due celle adiacenti sono considerate una a temperatura ambiente e l'altra alla massima temperatura di esercizio;
- la temperatura minima considerata è pari a quella minima dell'ambiente in cui saranno realizzate le celle;
- le celle sono progettate come strutture a tenuta di liquido secondo l'EURO CODE EC2, CIRIA C660, BS8007;
- la scelta della miscela cementizia considera necessariamente la vita prevista per le opere;
- le celle, in quanto considerate come strutture contenitori di liquidi, sono progettate minimizzando il rischio di fratture;
- in tutti i casi i tetti delle celle sono progettati a tenuta d'acqua e testati secondo procedure europee (ad esempio BS8007);
- altre caratteristiche aggiuntive:
    a. le superfici interne sono trattate con rivestimenti per migliorare la tenuta del biogas e la resistenza agli attacchi chimici del cemento;

b. le zone di collegamento tra il fondo, le pareti e il tetto hanno inserti in gomma flessibili e gonfiabili in modo da garantire la tenuta;
c. il collegamento con gli inserti è a tenuta di gas;
d. le eventuali fessurazioni sono così piccole da garantire la tenuta al gas e all'acqua;
e. le pareti, il tetto e il fondo posteriore sono termicamente isolati (0,25 W/m^2 °K);
f. le parti equipaggiate con i tubi di riscaldamento sono progettate per acqua fluente all'interno dei tubi avente una temperatura di 60°C.

3.3.6 Descrizione funzionale dei serbatoi di fermentazione

Sono previsti n.3 fermentatori, nei quali saranno raccolti separatamente i percolati prodotti dal trattamento della FORSU da RD e il sottovaglio da separazione meccanica.
A tal fine le reti di raccolta del percolato che fanno capo ai fermentatori, sia essi provenienti dalle celle anaerobiche che aerobiche, sono progettate in modo da garantire la suddetta separazione.
In particolare, come già anticipato, si ipotizza di destinare due fermentatori per la FORSU e uno per il sottovaglio, ai quali faranno capo due reti distinte.
Ciascuna rete è dotata di una vasca di decantazione intermedia dove i percolati raccolti subiscono una sedimentazione dei solidi sospesi prima di essere convogliati al relativo fermentatore.
La profondità della vasca è definita tenendo conto che la stessa svolge anche la funzione di guardia idraulica, con il duplice scopo di non far uscire biogas nel capannone dalle tubazioni di scarico degli spigot e di non fare entrate aria dalle tubazioni verso l'interno della cella.
La vasca è divisa in due parti comunicanti; nella parte più grande l'acqua si muove ad una velocità molto bassa (<0,005 m/sec) in modo da far decantare le particelle più piccole, poi viene convogliata attraverso una griglia a maglia che separa dalla fase liquida le particelle galleggianti più grossolane. Nel secondo comparto della vasca sono alloggiate le due pompe per il rilancio del percolato al fermentatore, una di riserva all'altra.
I serbatoi di fermentazione del processo di digestione anaerobica sono recipienti verticali in cemento di forma cilindrica.
Il volume dei fermentatori è dimensionato per un tempo di ritenzione idraulica di 8÷10 giorni, in modo che il liquido possa prendere parte al processo di fermentazione. Il percolato verrà completamente ricircolato nelle celle anaerobiche per la fase di inoculo.
I fermentatori sono riempiti di percolato per circa 2/3 ed il livello di liquido all'interno del recipiente viene mantenuto tra un minimo e un massimo. Un sistema di miscelazione assicura un costante movimento del liquido all'interno del serbatoio. Anche il percolato produce biogas in ragione

dell'elevata concentrazione di materiale putrescibile in esso contenuto; il biogas che si sviluppa dalla fermentazione del percolato viene raccolto, insieme al biogas prodotto nelle celle, nella parte alta del serbatoio di fermentazione che svolge la funzione di gasometro a doppia membrana.

Tra le due membrane del gasometro è insufflata aria a moderata pressione; la membrana inferiore isola la parte bassa del fermentatore ed è di tipo flottante; la membrana superiore svolge la funzione di copertura e mantiene, per effetto dell'aria insufflata, una forma ad emisfero praticamente rigida, tale dunque da fornire una elevata resistenza anche agli agenti atmosferici.

Il movimento fluttuante della membrana interna permette una notevole flessibilità volumetrica allo stoccaggio del biogas e contemporaneamente una notevole stabilità della pressione del circuito del biogas. La camera è progettata per mantenere il biogas sempre alla stessa pressione, indipendentemente dalla quantità di biogas contenuto, in modo da garantire un'alimentazione costante dei motori e del sistema di produzione di biometano.

Il sistema di controllo provvede al monitoraggio del tenore di metano di ogni cella in modo da evitare eccessive diluizioni del gas nel gasometro dovute all'immissione di biogas troppo povero.

Un controllo automatico regola gli ingressi del biogas ai gasometri, in modo che all'interno dei fermentatori la concentrazione di metano nel biogas sia mantenuta nel range di funzionamento dei motori, ovvero intorno al 55%. Un contributo importante alla regolarizzazione della concentrazione di metano nel gasometro è apportato dalla quota parte di biogas prodotto dalla fermentazione del percolato.

Il biogas viene aspirato dal gasometro mediante un'apposita soffiante ed inviato, tramite un collettore comune, alle due utenze previo trattamento di desolforazione e deumidificazione.

Al fine di favorire la fermentazione del percolato e la formazione di biogas, anche i fermentatori sono dotati di pareti e fondo riscaldati mediante tubi di riscaldamento, in modo da mantenere il liquido contenuto all'interno alla temperatura di 40 °C. Al fine di limitare le dispersioni, i fermentatori sono rivestiti con una copertura di materiale termicamente isolante. L'acqua calda in circolazione è recuperata dal circuito di raffreddamento ad alta temperatura dei motori endotermici e dal raffreddamento dei fumi di combustione.

3.3.7 Condizioni operative all'interno dei serbatoi di fermentazione

Il percolato all'interno dei tre serbatoi è mantenuto ad un livello operativo che oscilla tra un valore massimo e uno minimo prefissato. La temperatura di processo è prossima ai 40 °C all'interno degli stessi tuttavia, a causa del riscaldamento del contenuto dei serbatoi a mezzo di acqua calda, le pareti in cemento possono raggiungere temperature superiori ai 60°C.

Lo spazio al di sopra del liquido è riempito da biogas costituito da CH_4, CO_2, H_2 e H_2S con una umidità relativa che può raggiungere la condizione di saturazione e portare alla formazione di condense acide sulle pareti. La pressione interna può variare tra -500 Pa e +800 Pa rispetto alla pressione ambiente, ma è stabilmente mantenuta, in condizioni ordinarie, ad un valore prefissato, come già descritto (par. 3.3.6). Il percolato, costituito da acqua di processo contenente numerosi composti organici e vita microbiologica, presenta le seguenti caratteristiche:

Tabella 11: Composizione percolato

CARATTERISTICHE DEL LIQUIDO NEI SERBATOI DI FERMENTAZIONE		
• PH		6,5 ÷ 8
• $(NH_4)_2SO_4$	mg/l	< 10.000
• SO_4	mg/l	< 10.000
• NH_4+	mg/l	< 4.000
• Cl^-	mg/l	< 4.000

Le condense che si formano sulle pareti interne hanno le seguenti caratteristiche:

Tabella 12: Composizione condense

CARATTERISTICHE DELLA CONDENSA ALL'INTERNO DEI SERBATOI DI FERMENTAZIONE		
• PH		4 ÷ 7
• NH_4+	mg/l	< 1.000
• Cl^-	mg/l	< 100
• NO_3-	mg/l	< 5
• SO_4	mg/l	< 500
• HCO_3-	mg/l	< 5.000

3.3.8 Condizioni di progetto per le strutture in CA dei serbatoi di fermentazione

La struttura dei serbatoi di fermentazione è calcolata considerando le seguenti condizioni:

- serbatoi completamente pieni di liquidi;
- in caso di serbatoi adiacenti essi saranno considerati uno completamente pieno di liquido ed uno vuoto;
- i serbatoi sono progettati come strutture destinate a contenere liquidi secondo l'Euro Code EC2, CIRIA C660, BS8007. Inoltre:
    a. le superfici interne saranno trattate con opportuni rivestimenti per migliorare la tenuta al gas e la resistenza chimica del cemento;
    b. i collegamenti tra il fondo e le pareti avranno inserti in gomma flessibili e gonfiabili per rendere le connessioni a tenuta di gas;
    c. le eventuali fessurazioni dovranno essere tali da garantire la tenuta al gas e all'acqua.
- la durata e la stabilità delle strutture sarà assicurata con la selezione di opportune miscele cementizie;
- il fondo avrà una pendenza > 2% verso il centro del serbatoio stesso per consentire l'evacuazione di eventuali sedimenti attraverso una connessione Ø150 mm;
- la parete del serbatoio dovrà avere una apertura di 2 x 2 m per consentire l'entrata di un bobcat;
- il collegamento con gli inserti deve essere a tenuta di gas;
- pareti e fondo dei serbatoi alloggeranno i tubi di riscaldamento e saranno progettati per temperature fino a 75 °C;
- nei calcoli strutturali si terrà conto di un peso specifico del liquido contenuto pari a 1,1 kg/m^3 e serbatoio completamente pieno.

3.4 Sezione di digestione aerobica, biostabilizzazione e bioessicazione del digestato

3.4.1 Descrizione generale del processo

Rif: *TAV. D12/2 – Schema trattamento organico*

TAV. D16/2 – Schema di funzionamento celle aerobiche

Al termine del trattamento anaerobico il digestato viene estratto dalle celle mediante pala gommata e trasferito alle celle di trattamento aerobico, nelle quali si completa il processo di biostabilizzazione ed essiccamento.

Analogamente alle celle anaerobiche, parte delle celle aerobiche saranno destinate al digestato proveniente dalla FORSU e parte al digestato proveniente da sottovaglio. Per il calcolo del numero di celle da destinare ai rispettivi flussi si rimanda al paragrafo e 3.4.3.

Questa sezione è costituita da n.12 celle in calcestruzzo lunghe 32 m, larghe 7,5 m ed alte 5,5 m chiuse ai lati tranne il lato in cui si trova l'ingresso. Il volume di stoccaggio utile di ciascuna cella, ai fini del processo è di circa 650 mc a fronte di un volume geometrico di 1.235 mc; il tempo di residenza è fissato in 3 settimane circa. Al termine della fase di trattamento aerobico intensivo la stabilizzazione del materiale si attesta a valori dell'IRD < 1000 mg O_2/kg SVh (Indice di Respirazione Dinamico).

Il sistema adottato a biocelle, che costituiscono ambienti confinati, permette di ottimizzare la fase finale di bioessicazione del materiale che dunque potrà raggiungere un elevato livello di stabilizzazione con un contenuto di umidità, stimato in circa il 35%.

Le biocelle sono realizzate in cemento armato ad alta resistenza ai solfati ed agli attacchi chimici con portoni in acciaio INOX coibentato con poliuretano. Benché tali biocelle siano in generale più semplici dal punto di vista impiantistico, i sistemi di tubazioni, da quelli per l'insufflazione a pavimento per il ricircolo dell'aria a quelli per il collettamento del percolato e l'irrigazione, sono riconducibili ai corrispondenti dei reattori anaerobici. La sostanziale differenza con i processi anaerobici è che nei processi aerobici l'insufflazione di aria "fresca" non si interrompe dopo la fase di riscaldamento del materiale, ma prosegue durante tutto il processo di trattamento, in modo da fornire l'ossigeno necessario per dare luogo ai processi di stabilizzazione ed essiccamento del materiale.

Nella parte posteriore di ogni cella è installato un ventilatore centrifugo che insuffla aria in un plenum realizzato in calcestruzzo; in questo plenum l'aria si ripartisce in una serie di tubazioni in

PVC dotate di ugelli conici posti sul fondo della cella che provvedono a distribuirla in maniera uniforme al di sotto della massa in trattamento.
La spaziatura tra le tubazioni sul fondo della cella è studiata in maniera tale da permettere una distribuzione ottimale dell'aria all'interno della biomassa.
Ogni cella di trattamento aerobico è collegata a due diversi sistemi di "aria" centralizzati:

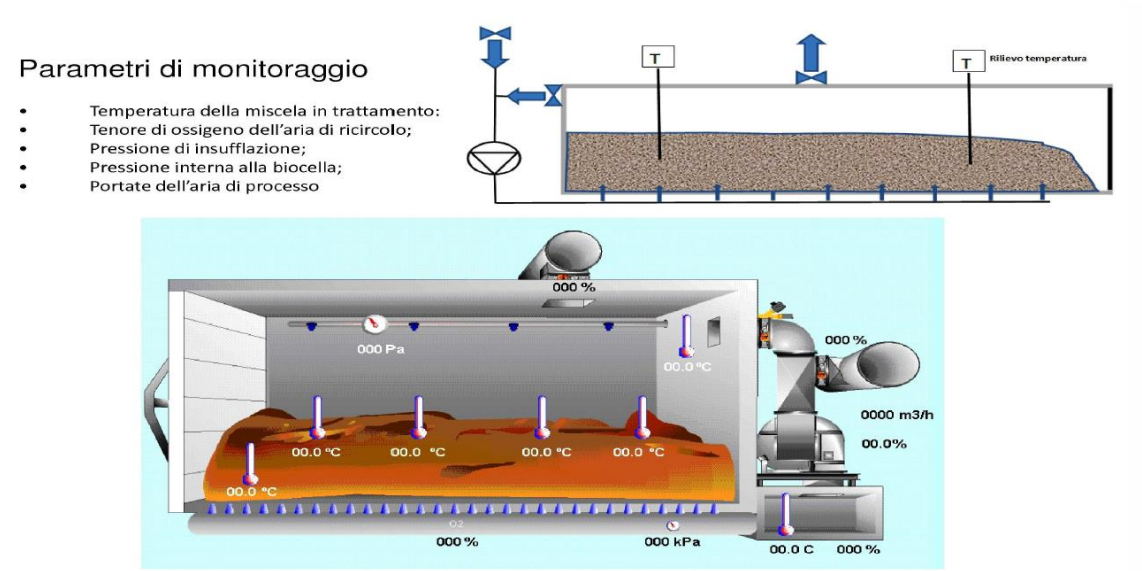
- l'aria "fresca";
- l'aria "esausta."

L'aria "fresca" richiesta nel processo di bio essiccazione viene prelevata dal sistema di aspirazione centrale, il quale aspira l'aria dalle altre sezioni dell'impianto (ricezione, selezione meccanica, etc.), al fine di garantire gli adeguati ricambi d'aria. La quota d'aria fresca in eccesso viene mandata direttamente all'impianto generale di trattamento aria assieme all'aria "esausta" effluente dalle celle.
L'aria insufflata dal ventilatore è costituita da una miscela di aria "fresca" e da aria di ricircolo, che viene continuamente prelevata dalla parte superiore di ogni cella. Il controllo della miscela di cui sopra è attuato in automatico dal software di gestione del processo mediante serrande pneumatiche. Ogni ventilatore è azionato tramite inverter potendo in questo modo regolare in continuo la velocità di rotazione e dunque la portata.
Questa modalità di impiego dell'aria porta indubbi benefici in termini di carico di inquinanti e di portate d'aria che devono essere abbattute dal sistema di trattamento dell'aria.
Le celle aerobiche sono mantenute in depressione in tutte le fasi del processo per evitare ogni rischio di diffusione verso l'esterno di odori. Le celle sono comunque dotate di una serranda a contrappeso che le protegge da depressioni eccessive.
Il sistema di controllo è completato da una serie di sensori in campo che rilevano in continuo:

- la temperatura del materiale in trattamento
- la temperatura dei vari flussi di aria
- il tenore di ossigeno dell'aria insufflata nelle celle
- la pressione del plenum di mandata nelle celle
- la pressione/depressione in vari punti significativi all'interno del circuito aria
- la portata dell'acqua ricircolata.

Nella figura seguente si riporta uno schema del funzionamento di ciascuna biocella aerobica con indicazione dei parametri misurati.

Figura 8: Funzionamento cella aerobica



Il digestato sottoposto al processo di digestione aerobica possiede un elevato contenuto d'acqua quindi richiede una notevole quantità di energia termica per poter ridurre l'umidità al livello richiesto; l'aria di processo insufflata dal fondo della biocella viene preventivamente preriscaldata tramite uno scambiatore di calore aria/acqua, alimentato da acqua calda recuperata dal circuito di raffreddamento dei gruppi di cogenerazione.

Le biocelle aerobiche sono inoltre equipaggiate con un sistema di irrigazione usato per regolare l'umidità di modo che un basso tenore di umidità non rischi di compromettere il processo di compostaggio.

Analogamente al processo anaerobico, i percolati drenati attraverso il pavimento saranno raccolti separatamente in funzione del materiale di origine, e convogliati al rispettivo fermentatore.

3.4.2 Descrizione funzionale delle celle aerobiche

Una volta completata la fase di caricamento della cella si procede con la chiusura del portone di accesso ed alla pressurizzazione della tenuta. Durante il caricamento si provvede ad insufflare aria dal pavimento in modo da evitare l'ostruzione degli ugelli.

Nel caso di stabilizzazione di materiale proveniente da FORSU, prima di avviare il processo il digestato viene miscelato con una parte del rifiuto verde disponibile o con lo strutturante di ricircolo.

Il processo di biostabilizzazione e bioessiccazione viene controllato mediante il sistema di automazione in funzione dei parametri di processo misurati. Dopo le fasi di caricamento del tunnel e di omogeneizzazione delle condizioni di temperatura ed umidità del cumulo si passa alla fase di attivazione ed innalzamento della temperatura mediante ricircolo energico dell'aria presente al di sopra del materiale. Se le condizioni di preparazione della miscela sono adeguate, la temperatura raggiungerà il valore previsto molto rapidamente.

Nella successiva fase di igienizzazione del materiale, della durata di 3 giorni, la temperatura viene costantemente mantenuta sopra i 55 °C e si evita l'insufflazione di altra aria, oltre a quella strettamente necessaria per garantire il corretto apporto di ossigeno, al fine di contenere il raffreddamento della miscela di trattamento. In questo passaggio la temperatura del materiale (che va oltre i 55 °C) ed il tenore di ossigeno rilevato sull'aria espulsa governano la variazione della portata dell'aria insufflata e di conseguenza la quantità di aria "fresca prelevata" dai collettori. L'aria espulsa viene aspirata dal sistema di canalizzazioni dell'aria esausta ed inviata a trattamento prima di essere immessa in atmosfera.

Vista l'elevata umidità del materiale vi è la possibilità che il processo di igienizzazione prosegua nell'ultima fase.

Si perviene così alla fase di compostaggio (biossidazione) vera e propria, nella quale il materiale si manterrà in un range di temperatura variabile tra 45 e 50°C, variando la portata insufflata, e nello specifico l'immissione di aria fresca e di ricircolo. Durante il processo di bioessiccazione si verifica il distacco del materiale dalle pareti dovuto al calo del volume e la possibilità di formazione di canali preferenziali di passaggio dell'aria da evitare con il parziale riciclo.

A completamento del processo si avranno le fasi di raffreddamento, con l'essiccamento del materiale operato con alte portate di aria fresca, e la fase di scarico, comprensiva delle operazioni di pulizia degli ugelli d'insufflazione a pavimento.

Alla fine del processo di trattamento il materiale viene rimosso dalle celle e avviato alle successive fasi di raffinazione.

La sequenza di operazioni che caratterizzano il processo di digestione aerobica è schematizzato nella *Tav. D16/2 – Schema di funzionamento.*

3.4.3 Verifica del dimensionamento delle celle aerobiche

Si riporta di seguito la verifica del dimensionamento del numero di biocelle aerobiche nello scenario di raccolta differenziata al 65%, ovvero nella condizione di regime assunta come riferimento.

I quantitativi di materiale proveniente dalla fase di digestione anaerobica sono, in via cautelativa, i seguenti:

- Digestato da sottovaglio (dai 16.000 t/a di partenza) 14.500 ton/a
- Digestato da FORSU + verde: (36.000 t/a di partenza) 32.000 ton/a

In questa ipotesi di calcolo si assume che il verde venga miscelato direttamente alla FORSU già nella fase di digestione anaerobica, senza quindi dover essere miscelato al digestato come strutturante, in quanto già presente. Altri dati utili per la verifica sono:

- Densità digestato 0,65 ton/m^3
- Altezza celle effettiva/utile 5,5 / 3 m
- Lunghezza celle effettiva/utile 32 m
- Larghezza celle effettiva/utile 7,5 m
- Volume utile celle aerobiche (assumendo un'altezza di riempimento di 3 m) 720 m^3
- Tempo di ritenzione medio (rispetto ai 21 giorni effettivamente necessari) 24 giorni
- Numero di riempimento cella con digestato FORSU-Verde 80 cicli/a
- Numero di riempimento cella con digestato sottovaglio 50 cicli/a

Da cui risulta che per la stabilizzazione del digestato vengono impiegate le seguenti celle:

- Digestato da sottovaglio + fanghi 4 unità
- Digestato da FORSU 8 unità

per un totale di dodici celle aerobiche.

La distribuzione effettiva delle celle aerobiche sarà influenzata dai reali quantitativi di rifiuti che saranno conferiti all'impianto.

E' da rimarcare, sempre nell'ottica di assicurare un'ampia flessibilità complessiva, che alcune delle dodici celle del processo anaerobico possono all'occorrenza essere impiegate come celle aerobiche.

3.5 Sezione di raffinazione dello stabilizzato e del compost

Al termine della fase di biostabilizzazione – bioessiccazione la frazione organica depositata nelle celle aerobiche, ormai trasformata in FOS e/o compost in funzione della miscela alimentata, è trasferita alla linea di raffinazione al fine di rimuovere dal flusso principale gli inerti, i metalli ed i film in plastica che sono frammisti alla sostanza organica della prima fase di vagliatura e/o contenuti nel FORSU conferito all'impianto.

E' da precisare che il trattamento di raffinazione dello stabilizzato ha solo la funzione di rimuovere i materiali plastici e parte degli inerti in misura della destinazione finale.

La linea si trova nell'edificio dedicato che si sviluppa a ridosso delle celle anaerobiche alle quali è collegato da un corridoio che permette il passaggio della pala di alimentazione della linea.

L'edificio è suddiviso in due parti: una parte è dedicata alla maturazione finale del compost proveniente dal trattamento dell'organico da RD, mentre la restante parte è destinata ai macchinari della sezione di raffinazione.

Il materiale organico, al termine del periodo di stabilizzazione, è estratto dalla cella aerobica dall'operatore mediante la pala gommata ed è alimentato direttamente alla tramoggia dosatrice, posta in testa all'impianto di raffinazione.

Detta tramoggia è costituita da un fondo estrattore realizzato con profilati in alluminio, denominato "walking floor"; sul fronte di carico della tramoggia sono installati due alberi a rostri che hanno la funzione di rompigrumi.

Attraverso il movimento alternato del fondo mobile il materiale è convogliato sul nastro trasportatore di ripresa che alimenta il vaglio rotante.

Questo componente è costruttivamente simile a quelli utilizzati nel trattamento RSU, ma di dimensioni inferiori.

Il passaggio all'interno del vaglio a tamburo realizza la separazione, nel caso specifico, del flusso principale in due correnti:

a. sottovaglio, di pezzatura inferiore a 20 mm;
b. sopravaglio, di pezzatura superiore a 20 mm.

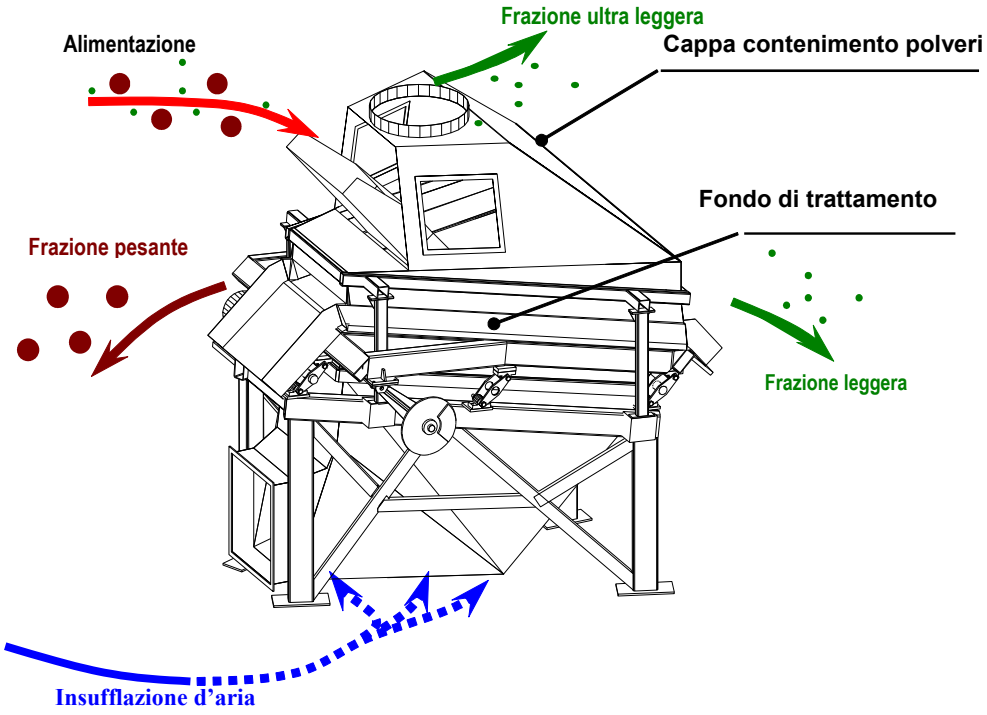
Il sottovaglio termina su un nastro e, in funzione della matrice di provenienza, può essere alimentato alla tavola densimetrica attraverso i nastri di ripresa e il nastro reversibile se stabilizzato dal FORSU o trasferito in un box di accumulo dedicato attraverso nastro di ripresa se stabilizzato da FOS.

Scopo del trattamento sulla tavola densimetrica è, infatti, quello di selezionare dal sottovaglio la frazione inerte e i film in plastica per un riutilizzo forestale dell'ammendante; trattamento di cui, evidentemente, non necessita la FOS biostabilizzata da impiegare come terreno di coltivazione della discarica.

La tavola densimetrica combina più effetti di vagliatura (vedi anche rappresentazione grafica) ed è composta dalle seguenti parti:

a. un ventilatore di fluidificazione;
b. un vaglio vibrante;
c. una cappa di aspirazione leggeri;

Figura 9: Raffinatore finale compost



La raffinazione del materiale alimentato alla tavola avviene per effetto aeraulico abbinato alla vibrazione e all'effetto vagliante del vibrovaglio che ha una griglia di staccio con fori di 4 mm.

In pratica il flusso di sottovaglio alimentato attraverso la tramoggia di carico termina sul piano vibrante del vibrovaglio il quale fa una prima separazione delle parti ultrafini, inferiori a 4 mm, che cadono nel cassone di contenimento inferiore della macchina e sono evacuate per mezzo di una coclea di ripresa.

Nel contempo il fondo di trattamento forato è attraversato da un flusso d'aria generato dal ventilatore di fluidificazione che mantiene il materiale leggero sospeso e trascina con sé le parti

ultraleggere fino al cassone superiore della macchina dove sono intercettate dalla depressione creata dal ventilatore di aspirazione che le trasporta al ciclone.

Le parti leggere, non volatili, restano in sospensione sul fondo vibrante e per effetto dell'aria e della vibrazione ricevono una spinta verso il basso in direzione della tramoggia di scarico inferiore mentre le parti pesanti, vetro e inerti, restano a contatto con il fondo che attraverso la vibrazione li porta fino alla tramoggia di scarico superiore.

La tavola densimetrica realizza in questo modo la raffinazione del flusso di compost in cui si generano in più punti dei flussi di scarto che sono centralizzati sui trasportatori di evacuazione, mentre il compost raffinato è destinato ad un box di accumulo temporaneo dedicato.

Il flusso di sopravaglio del vaglio è ripreso dal trasportatore bidirezionale che, in funzione della matrice organica in trattamento sulla linea di raffinazione, alimenta il nastro di evacuazione degli scarti o, dal lato opposto, il separatore ad aria.

Nel trattamento di raffinazione del compost prodotto dal trattamento della FORSU, infatti, il flusso di sopravaglio è costituito soprattutto da materiale strutturante legnoso che è in seguito ricircolato all'interno delle celle unitamente alla matrice organica fresca.

Pertanto il sopravaglio è sottoposto ad una fase di selezione finalizzata alla rimozione dei film in plastica, e in genere della frazione ultraleggera, per mezzo del separatore ad aria.

Il flusso leggero selezionato attraverso un condotto pneumatico raggiunge un ciclone all'interno del quale avviene la separazione aria/film. L'aria è per due terzi ricircolata al ventilatore e per un terzo inviata alla linea centralizzata di trattamento dell'aria di processo; i film giungono sul nastro di centralizzazione degli scarti di raffinazione che raggiunge quello degli scarti della linea di selezione meccanica e termina alla linea di pressatura dei sovvalli.

3.6 Sezione di maturazione finale del compost

Mentre la miscela stabilizzata derivante dal trattamento del RSU (FOS) viene smaltita in discarica dopo aver subito o meno il processo di raffinazione, il raffinato derivante dalla biossidazione della frazione organica da RD verrà inviato alla fase di maturazione.

Questo processo finale ha il compito, oltre che di ridurre ulteriormente il tenore di umidità, di riorganizzare e risintetizzare le molecole organiche, per arrivare alla formazione di composti umificati più o meno complessi e stabili. Inoltre favorisce la completa eliminazione dei fattori residui di fitotossicità, una ulteriore decomposizione delle sostanze più resistenti all'attacco microbico, una più spinta umidificazione, la neutralizzazione del pH e un maggior affinamento della tessitura del prodotto.

Il compost raffinato viene prelevato dalla pala gommata e disposto in cumuli su un apposita platea di ampie dimensioni e ben aerata all'interno dello stesso edificio che ospita l'impianto di raffinazione; l'area dedicata al processo di maturazione occupa una superficie geometrica di ca 3.000 m^2. Il materiale viene periodicamente rivoltato con l'ausilio della pala al fine di favorire l'areazione del materiale.

In base alle indicazioni fornite dalle BAT, le quali sono state recepite tal quali anche nelle linee guida della regione Lombardia nella Dgr del 16 Aprile 2003 n.7, si prescrive che il processo di maturazione si prolunghi per un arco di tempo di almeno 80 giorni congiuntamente alla fase di bioessicazione. Considerando la specificità del processo di bioessiccazione in cella che permette nei 21÷24 giorni, di raggiungere una biossidazione pressoché completa della frazione organica, è possibile ridurre significativamente la durata della fase finale di maturazione in aia contenendo il tempo necessario in 45÷50 giorni.

Si riporta di seguito una preliminare verifica del calcolo della superficie destinata al processo di maturazione:

• quantità di compost di qualità, inteso come materiale stabilizzato proveniente dal trattamento della FORSU	13.400	ton/a
• compost raffinato	11.900	ton/a
• densità	0,65	ton/m^3
• tempo di residenza	45	gg
• altezza cumuli	3	m

4 BILANCI

Nel presente capitolo sono riportati i bilanci materiali dell'impianto dove è prevista la RD al 65% sin dal primo anno di esercizio (2020)..
Per semplicità i bilanci sono schematizzati in due diagrammi a blocchi distinti, funzionalmente collegati:

- Bilancio linea di selezione meccanica RSU: questo bilancio corrisponde sostanzialmente al bilancio della sezione di selezione meccanica dell'RSU indifferenziato;
- Bilancio linea di trattamento frazione organica e FORSU: questo bilancio comprende in un unico schema le sezioni di digestione anaerobica, aerobica e raffinazione e maturazione compost, in quanto trattano la stessa tipologia di materiale secondo un flusso ben definito.
- È inoltre riportato il bilancio globale in-out dell'impianto.

I flussi considerati in ingresso all'impianto sono i seguenti:

- RSU: 49.000 ton/a
- Fanghi di depurazione: 9.000 ton/a
- FORSU: 26.000 ton/a
- Verde da RD: 19.000 ton/a

per un totale di 103.000 ton/a.

4.1 Bilancio linea di selezione meccanica

Dal trattamento meccanico dei rifiuti avviati alla linea di selezione si separano i seguenti flussi:

- plastiche (PE, HDPE, PET, PP);
- metalli ferrosi;
- metalli non ferrosi (alluminio);
- carta e cartone;
- plastiche miste (plasmix);
- FSV;
- scarti a discarica.

Nell'ambito dei flussi presenti nell'impianto è da considerare inoltre un flusso di sottovaglio a prevalente matrice organica da avviare alla fase di digestione anaerobica, stimato in circa 15.200 ton/a(senza metalli).

Figura 10: Schema a blocchi processo trattamento meccanico RSU

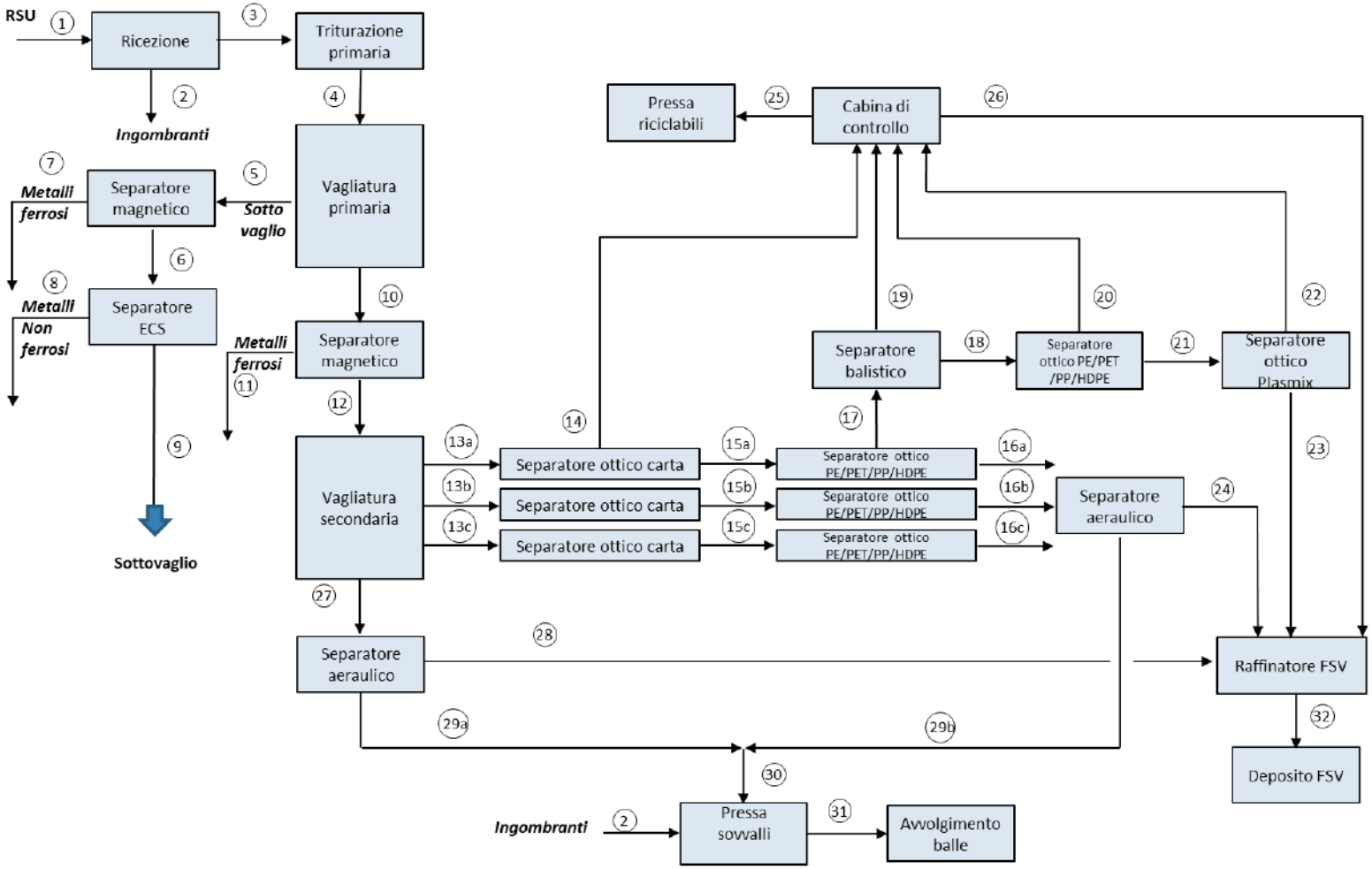


Tabella 13: Flussi massici (in ton/a) linea di processo in Figura 10

n.	Quantità	Flusso
1	49.000	RSU
2	6.300	Ingombranti (include 1.363 ton/a di ingombranti e non processabili contenuti nel RSU)
3	42.700	RSU al dilaceratore primario
4	42.700	RSU dal dilaceratore al vaglio primario
5	16.000	sottovaglio
6	15.400	sottovaglio al separatore alluminio
7	600	metalli ferrosi da sottovaglio
8	200	metalli non ferrosi da sottovaglio
9	15.200	frazione organica di sottovaglio al trattamento anaerobico
10	26.700	sovvallo da vaglio primario
11	860	metalli ferrosi recuperati dal sovvallo
12	25.840	sovvallo primario al vaglio secondario
13 a,b,c	22.700	sottovaglio al separatore ottico - 100÷150 mm, 150÷200 mm, 200÷250 mm
14	5.800	flusso a matrice cellulosica da separatori ottici
15 a,b,c	16.900	flusso a base di materiali plastici di varia natura a separatori ottici
16 a,b,c	11.600	frazione residuale da separatori (carta, plastica, tessuti, altro)
17	5.300	PET/PE/HDPE/PP, altre tipologie di materiali plastici al separatore balistico
18	4.000	frazione rotolante del separatore balistico a separatore ottico
19	1.950	flusso di materiali plastici leggeri (film, ecc.)
20	1.450	PET/PE/HDPE/PP
21	2.550	plasmix e scarti a separatore ottico
22	2.050	plasmix
23	500	scarto a FSV (plastiche e carte residuali)
24	7.500	materiali leggeri dal separatore aeraulico (sacchetti, film, ecc.)
25	8.250	prodotti riciclabili recuperati da selezione (PET/PE/HDPE/PP, carta, plasmix)
26	3.000	scarto residuale da selezione
27	3.140	sovvallo da vaglio secondario
28	750	frazione leggera dal secondo separatore aeraulico
29a	2.390	scarto pesante da secondo separatore aeraulico (inerti, materiali vari)
29b	4.100	scarto pesante da primo separatore aeraulico
30	6.490	scarti totali
31	12.790	scarti totali da pressatura
32	12.000	FSV

4.2 Bilancio complessivo linea di trattamento frazione organica e FORSU

I flussi in ingresso al processo sono i seguenti:

- sottovaglio da selezione meccanica;
- fanghi di depurazione;
- FORSU;
- verde da RD.

da cui risultano i seguenti flussi in uscita:

- biogas;
- perdite di processo;
- FOS;
- Compost.

Si ricorda che il sottovaglio e i fanghi sono trattati in celle distinte rispetto alla FORSU e verde, al fine di consentire la produzione di due flussi di digestato di diversa qualità. I bilanci sono pertanto rappresentati mediante due schemi a blocchi distinti, in modo da dare evidenza dei rispettivi quantitativi di materiali prodotti.

Figura 11: Schema a blocchi processo digestione anaerobica/aerobica sottovaglio e FORSU

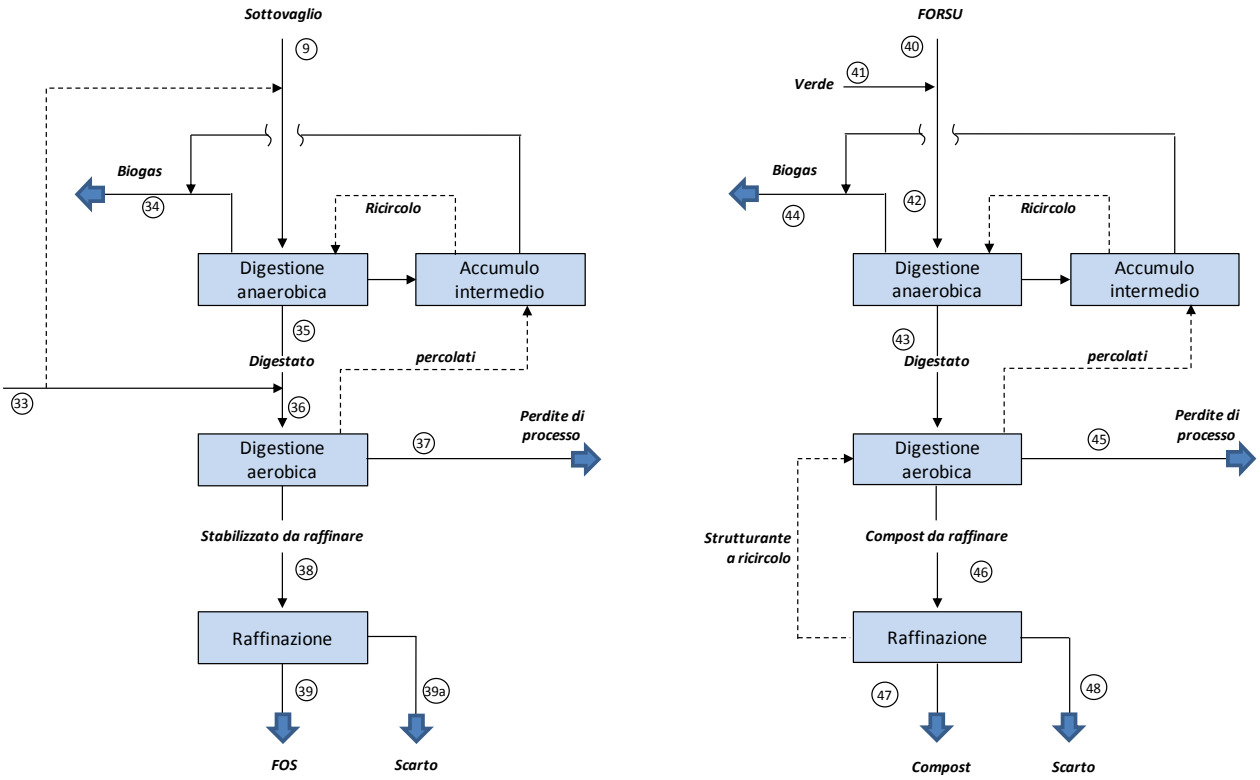


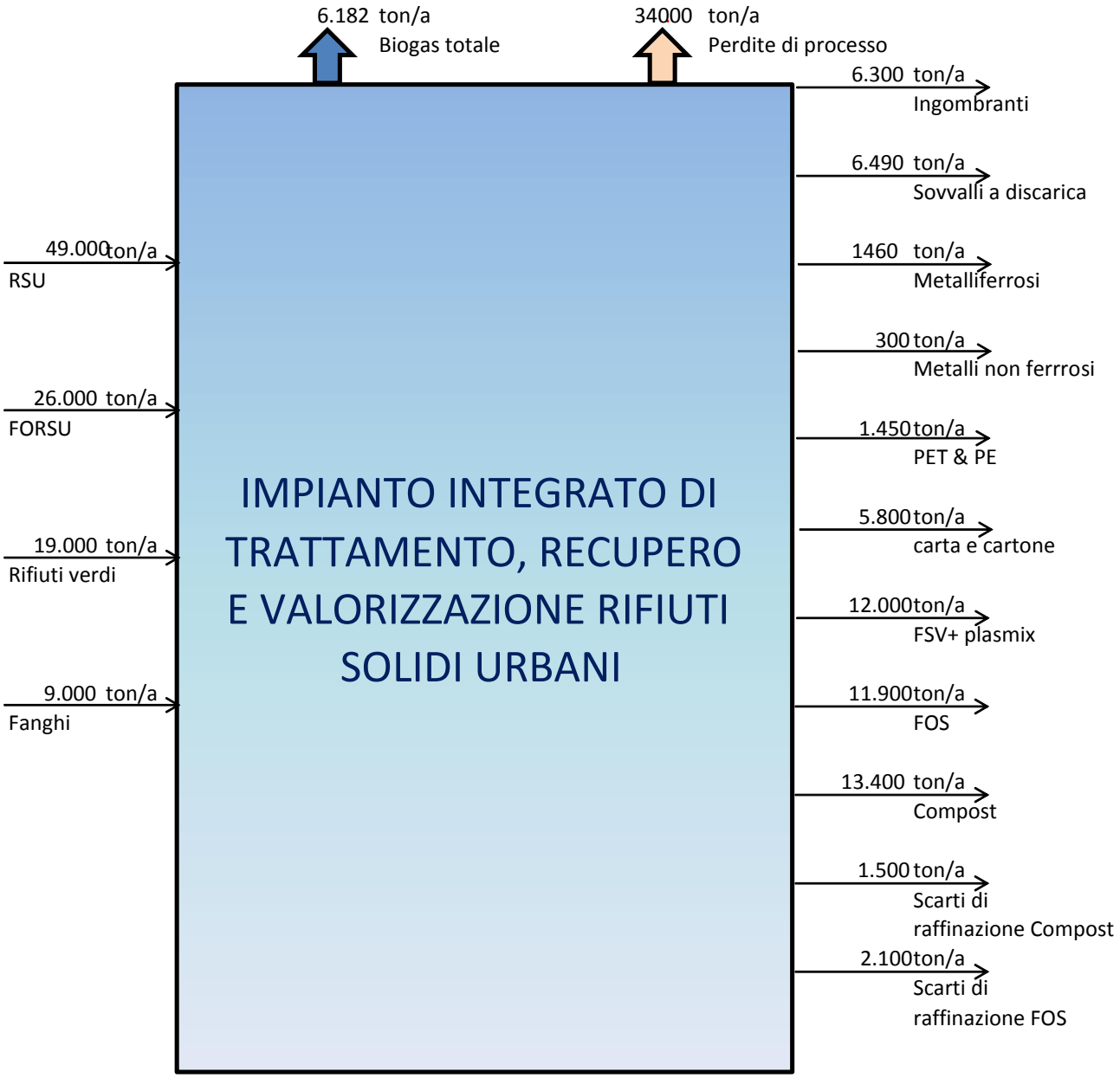
Tabella 14: Flussi massici (in ton/a) linee di processo biologico di Figura 11

Digestione anaerobica/aerobica sottovaglio		
n.	**Quantità**	**Flusso**
9	**15.200**	Organico da separazione meccanica(privo di metalli)
33	**5.000**	Fanghi (parzialmente disidratati)
34	**1.621**	Biogas
35	**18.379**	Digestato
36	**29.379**	Digestato + fanghi essiccati (5000 ton/a) + verde(6000 ton/a)
37	**15.379**	Perdite di processo
38	**14.000**	Stabilizzato
39	**11.900**	FOS raffinata
39a	**2.100**	Scarti di raffinazione FOS
Digestione anaerobica/aerobica FORSU e verde		
40	**26.000**	FORSU
41	**10.000**	Verde
42	**36.000**	FORSU+Verde(10.000 ton/a)
43	**34.400**	Digestato+Verde(3.000 ton/a)
44	**4.562**	Biogas
45	**19.500**	perdite di processo
46	**14.900**	Compost da raffinare
47	**13.400**	Compost raffinato
48	**1.500**	Scarti di raffinazione compost

4.3 Bilancio complessivo

Il bilancio complessivo del processo integrato di trattamento, recupero e valorizzazione rifiuti solidi urbani, facendo riferimento alle condizioni iniziali dei conferimenti, è così schematizzabile:

Figura 12: Bilancio complessivo



4.4 Bilancio idrico

Nel presente paragrafo sono riportate le principali utenze di acqua servizi e le fonti di produzione di acqua reflue, con particolare riferimento ai percolati/condensati dalle biocelle anaerobiche e aerobiche.

Le principali fonti di produzione di percolato sono le seguenti:

- Percolati da biocelle anaerobiche, derivante dal trattamento del sottovaglio e della FORSU
- Percolati di scolo dal piazzale di ricezione
- Percolati da caditoie corridoio di movimentazione e condense biogas
- Percolati da celle aerobiche (condensati), derivante dal trattamento del sottovaglio e della FORSU
- Percolati da biofiltro
- Condensati sistema di trattamento aria (discontinui)
- lavaggio aree di lavoro (discontinui)

I vari percolati vengono opportunamente colettati come spiegato al paragrafo 3.3.6 e trasferiti ai fermentatori, dove vengono poi successivamente ricircolati al processo anaerobico.

In particolare, nel trattamento dell'organico separato meccanicamente non si prevede la produzione di percolati in eccesso; anzi, nella fase anaerobica si stima di dover ricircolare circa 3.000 m^3/anno di percolati al fine di garantire un ambiente adeguatamente umido.

Tale quota viene sostanzialmente coperta dai percolati prodotti dal trattamento della FORSU e dalle altre fonti di refluo sopra elencate, per cui ci si aspetta un bilancio di produzione del percolato sostanzialmente nullo.

Altri reflui, che non confluiscono nei percolati, sono rappresentati dalla soluzione satura di spurgo degli scrubber, stimata in c.a. 1.800 m^3/anno. La soluzione satura di lavaggio degli scrubber viene stoccata in un serbatoio dedicato e smaltita presso centri esterni.

I principali consumi di acqua servizi sono invece evidenziati nella tabella seguente:

Tabella 15: Stima acqua servizi

Consumi acqua servizi	**Portata (m^3/a)**
• Reintegro scrubber (stima)	1.825
• Umidificazione biofiltri (stima)	1.100
• Altri consumi	243
Totale	3.168

5 UNITA' DI COGENERAZIONE

Il biogas prodotto durante la fase di digestione anaerobica viene accumulato nei tre gasometri posti a copertura dei serbatoi di fermentazione del percolato dove si miscela con il biogas prodotto dalla fermentazione del percolato stesso.
Il biogas viene quindi prelevato dai gasometri mediante un apposito sistema di aspirazione ed inviato, con un collettore comune e previo opportuno pretrattamento, alle due utenze costituite da:

- Unità di cogenerazione costituita da motori a gas a ciclo otto, muniti ciascuno di un proprio alternatore; l'energia elettrica prodotta dall'unità di cogenerazione è destinata alla parziale copertura dei fabbisogni energetici dell'impianto (autoconsumo);
- Unità di produzione di biometano (con la quota eccedente il biogas destinato all'autoconsumo) per utilizzo come carburante da autotrazione o da immettere nella rete del gas naturale.

Il quantitativo totale di biogas utilizzabile, sulla base dei quantitativi dei rifiuti frazione organica, verde e fanghi assunti come riferimento progettuale, è di 6183 ton/a – 4.879.610 Nmc/a pari ad una produzione giornaliera media di circa 557 Nmc/ora , con le seguenti caratteristiche:

Tabella 16: Composizione biogas determinata su base volumetrica e gas secco

- Acqua 1-3%
- Densità 1,267 kg/Nm^3
- PCI 4,2-5,7 kWh/Nm^3
- CH_4 45 ÷ 60 %
- CO_2 52 ÷ 45%
- H_2S 1.000 ÷ 2.000 ppm, 1.200 ppm (valore medio)
- N_2 0,5%

NOTA :Si assume nei bilanci una concentrazione di CH4 del 55% sulla composizione totale del biogas

Il calore prodotto dai motori viene recuperato sotto forma di acqua calda da utilizzare in un ciclo chiuso per riscaldare le utenze del processo di digestione.
In particolare si prevede di recuperare il calore dal circuito di raffreddamento di alta temperatura del motore e dai fumi di combustione.

Nella *TAV. D17/1 – Schema impianto di cogenerazione – Due motori* è rappresentato il sistema di cogenerazione, comprensivo di trattamento del biogas e recupero termico dal calore; tale schema è riferito all'impiego di n.2 unità, mentre il sistema con un solo gruppo è rappresentato nella TAV. *D17/2 - Schema impianto di cogenerazione – Singolo motore.*

5.1 Trattamento del biogas

Il biogas che si genera nei digestori anaerobici è saturo di acqua, contiene schiuma, piccole particelle, sostanze contaminanti e, pertanto, diventa fondamentale assicurarne un efficace pre-trattamento prima dell'invio alla valorizzazione energetica ed alla produzione di biometano.
In particolare deve essere ridotta la concentrazione dei silossani, COV, componenti solfonati e dell'acqua residua.
Le operazioni più frequenti sono:

- Filtrazione: necessaria per eliminare i solidi in sospensione, che sono essenzialmente materiale organico.
- Deumidificazione: il biogas in uscita dai digestori anaerobici è saturo di vapore acqueo. Per evitare la formazione delle condense in camera di combustione occorre eliminare in modo drastico l'umidità che ha un effetto negativo sulle prestazioni dei sistemi di recupero energetico. Uno dei sistemi più efficaci è l'impiego di essiccatori a refrigerazione che consentono una miglior gestione dei motori. Queste apparecchiature raffreddano il biogas fino alle temperatura di 2-3°C permettendo di condensare parte dell'acqua e dei silossani presenti.
- Desolforazione: per abbattere i composti a base di zolfo tramite torri di lavaggio, con flusso di acqua e ossido ferrico, e/o reattori a carboni attivi. Quest'ultimo rimuove dal biogas di alimentazione i composti solforati ed il silicio, presenti nell'olio di lubrificazione dei motori, che possono danneggiare gli organi di tenuta delle componenti meccaniche.

5.1.1 Sistema di compressione e deumidificazione del biogas

I componenti necessari alla deumidificazione/compressione del gas biologico verranno montati su uno skid. Le principali apparecchiature installate sono:

- Soffiante centrifuga per la compressione del biogas;
- Scambiatori di calore per raffreddare il biogas, prima e dopo la soffiante;
- Tank con filtro di coalescenza;

- Gruppo frigorifero;
- Accessori ausiliari.

Il sistema di raffreddamento verrà alimentato da acqua refrigerata prodotta dal gruppo frigo. Le parti più fini di umidità verranno completamente rimosse nel successivo separatore di condense costituito da un filtro a rete metallica. Tale sistema sfrutta simultaneamente due principi termofisici:

- Condensazione delle gocciole d'acqua per marcato processo di raffreddamento;
- Precipitazione meccanica dei condensati a seguito di uno sbalzo cinetico.

Le condense prodotte verranno raccolte mediante la rete di raccolta acque nere a servizio dell'impianto che recapita i condensati nella vasca di scarico. In questa fase oltre che all'acqua in sospensione vengono rimossi anche parte dei componenti solforati disciolti nella componente liquida.

5.1.2 Sistema di rimozione composti solforati tramite carboni attivi

Una delle migliori tecnologie adottatore per l'abbattimento dei composti solforati, tra i quali H_2S, è rappresentata dall'adsorbimento su carboni attivi. Questa tecnologia si basa sulla proprietà del carbone attivo di trattenere la maggior parte delle sostanze organiche.
I carboni attivi hanno una struttura molto porosa e di conseguenza un'elevata superficie a disposizione del processo. Il biogas inquinato attraversa il letto di materiale adsorbente, dall'alto verso il basso, e vi deposita l'inquinante saturando i pori.
Dopo un certo periodo di esercizio l'efficienza di abbattimento si riduce in concomitanza con la saturazione del carboni attivi. Perciò prima che la concentrazione di inquinanti solforati in uscita sia maggiore del limite consentito, il flusso di biogas viene dirottato in un secondo filtro fresco.
La filtrazione mediante carboni attivi ha anche la funzione di abbattere i silossani eventualmente presenti nel biogas.
Il combustibile purificato e deumidificato viene inviato alla successiva fase di combustione nei gruppi di cogenerazione.

5.1.3 Torcia di emergenza biogas

Il sistema di trattamento biogas comprende la torcia di sicurezza che garantisce la combustione del biogas prodotto in caso di fermo dei motori e della linea produzione di biometano.
Il suo dimensionamento è stato svolto considerando non solo la *combustione della portata nominale del biogas ma anche i quantitativi provenienti dall'eventuale svuotamento rapido degli stoccaggi (BAT N.133 2007).*

La torcia è montata all'esterno ad adeguata distanza dal digestore e dal gasometro. Alla sommità della colonna è presente il bruciatore con la fiamma pilota che deve garantire la completa combustione del biogas in arrivo.
La torcia è munita di una serranda di regolazione dell'aria per stabilizzare la temperatura entro i limiti fissati dalla norme ambientali vigenti.
La torcia è dotata di schermatura isolante della camera di combustione e di rampa gas con dispositivo di intercettazione, filtro, regolatore di pressione ATEX (Direttiva ATEX 94/9/CE) e filtro rompi fiamma.

5.2 Criterio di progettazione dei gruppi di generazione

La produzione totale di biogas è pari a circa 4.879.610 Nmc/a, pertanto il quantitativo di biogas disponibile risulta:

$$\frac{4.879.610\,\frac{Nmc}{a}}{1.000\,\frac{kg}{ton}} \times 1{,}267\,\frac{kg}{Nmc} = 6.182\ ton/a$$

corrispondenti a:

$$\frac{4.879.610\ Nmc/a}{365\ g/a \times 24\ h/a} = 557\ \mathrm{Nmc/h}$$

a cui corrisponde una potenza meccanica di: $553 \times 0{,}55 \times 10{,}2 \times 0{,}38 = 1.179\ kWe$

ed una potenza elettrica di: $1.179 \times 0{,}975 = 1.150\ kWe$

dove: 0,55 è la % di CH_4
10,2 è il potere calorifero inferiore del CH_4 in kWh/Nm^3
0,38 è l'efficienza media del motore a gas
0,975 è il rendimento meccanico medio dei generatori

(Si noti che ad un incremento della portata di biogas corrisponde una diminuzione della sua percentuale di metano, per cui il valore della potenza disponibile ha fluttuazioni più contenute, in quanto determinata dalla relazione: potenza = flusso gas x % metano)

La produzione media di gas risulta superiore a quanto strettamente necessario per alimentare un gruppo cogenerativo di potenzialità non superiore ad 1 MW come previsto dal D.M. Sviluppo Economico, 6 luglio 2012 per accedere alla tariffa omnicomprensiva. Pertanto l'eventuale

eccedenza di biogas, se confermata nelle successive fasi di sviluppo del progetto, può essere convenientemente utilizzata nell'area impianto per produrre biometano.

5.3 Produzione di energia

Sulla base della qualità e quantità di RSU/FORSU/fanghi conferiti all'impianto nelle condizioni di riferimento, la produzione annua teorica dei gruppi motori è:

$$Eel = 998 \times 365 \times 24 = 8.742.480 \ {}^{kWh_{el}}/_{anno}$$

La produzione effettiva, considerato lo scenario produttivo adottato, è così determinata:

a. esercizio con n. 2 motori cogenerativi da 499 kW_{el} per 5 ore/giorno e per 310 giorni/anno

$$Eel = 499 \times 2 \times 5 \times 310 = 1.546.900 \ {}^{kWh_{el}}/_{anno}$$

b. esercizio con n. 1 motore cogenerativo da 499 kW_{el} per:
   i. 19 ore/giorno per 310 giorni/anno

$$Eel = 499 \times 1 \times 19 \times 310 = 2.938.110 \ {}^{kWh_{el}}/_{anno}$$

   ii. 24 ore/giorno per 55 giorni/anno

$$Eel = 499 \times 1 \times 24 \times 55 = 658.860 \ {}^{kWh_{el}}/_{anno}$$

$Eel_{tot} = a + b_i + b_{ii} = 5.144.690 \ {}^{kWh_{el}}/_{anno}$

La quota di energia effettivamente si riduce a 4.578.774 kWh_{el}/anno per effetto dei consumi interni stimati pari all' 11% in accordo a quanto stabilito dalla norma.

5.4 Caratteristiche tecniche

Per le caratteristiche tecnico-prestazionali si rimanda alla *R3 - Relazione tecnica impianto di trattamento rifiuti: Opere elettromeccaniche*.

- *Descrizione funzionale parte motore*

La combustione del biogas avviene in gruppi elettrogeni a gas. Il motore ed il generatore sono accoppiati elasticamente e montati su basamento comune. I gruppi e loro apparecchiature ausiliarie sono installati in un'apposita area dell'impianto, ciascuno all'interno di un proprio container.

Il container è dotato di due porte esterne insonorizzate, rivestite all'interno con materiale fonoassorbente in modo da assicurare una pressione sonora residua di 65 ÷ 70 dB(A) a 7 metri.

Il sistema di ventilazione, completo di setti insonorizzanti e griglie, provvede ad apportare un adeguato quantitativo d'aria ai motori, sia come aria di combustione che di raffreddamento del calore irradiato.

I gruppi elettrogeni, essendo automatizzati, non richiedono la presenza permanente del personale per il loro funzionamento.

I fumi di scarico, opportunamente silenziati, attraversano un catalizzatore (o sistema analogo) per l'abbattimento del CO eventualmente presente, vengono raffreddati dal sistema di recupero calore ed immessi in atmosfera.

Relativamente alla componentistica del singolo gruppo, la fornitura è costituita dalle seguenti parti:

- sistema aria di aspirazione dotato di filtri aria a secco
- sistema di smaltimento calore mediante aerorefrigetatori
- sistema di lubrificazione
- sistema gas di scarico
- sistema di regolazione giri motore
- sistema alimentazione gas
- sistema di aerazione
- sistema di preriscaldo acque motore
- pannello strumenti motori
- sistema di avviamento elettrico
- sistema di protezione motore
- sistema automatico di rabbocco olio lubrificante

- sistema di accoppiamento motore/alternatore
- Insonorizzazione
- sistema di rilevamento gas e fumi
- catalizzatore ossidante
- alternatore
- quadro elettrico di comando e controllo
- quadro elettrico di telegestione e telecontrollo

- *Controllo comando*

Il controllo di funzionamento dei gruppi e delle loro apparecchiature ausiliarie è attuato tramite pannelli di controllo comando installati in prossimità dei gruppi.
La messa in marcia e l'arresto dei gruppi si effettuano con comando manuale da pannello, o automaticamente tramite un segnale da sala controllo.

- *Parte elettrica*

La parte elettrica è costituita da:

- gli alternatori;
- l'eccitazione e la regolazione di tensione degli alternatori;
- il pannello di controllo e comando dei gruppi elettrogeni, comprendente le tavole e i pannelli di potenza e i sincro-cambiatori, per l'accoppiamento sulla rete locale;
- il cablaggio elettrico corrispondente.

- *Raffreddamento motore*

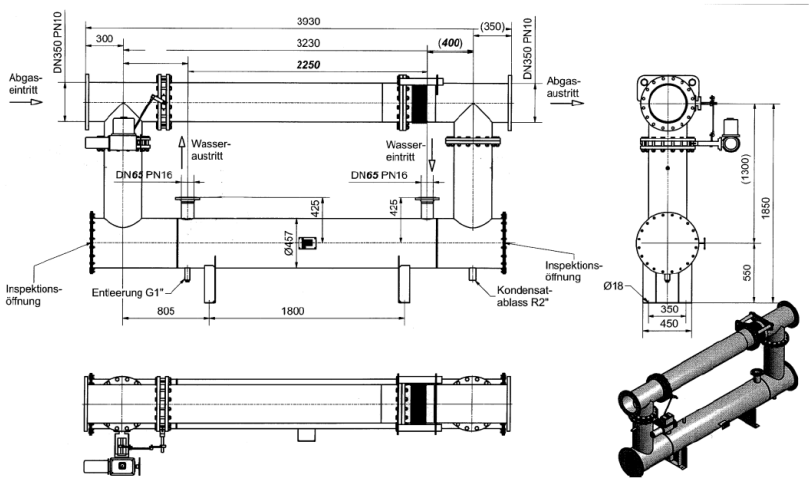
Il sistema di raffreddamento del motore, rappresentato nello schema D15, è realizzato mediante due circuiti di raffreddamento separati.
Il circuito di raffreddamento ad alta temperatura provvede al raffreddamento dell'olio motore, delle camicie motore e del primo stadio dell'intercooler mediante circolazione forzata di acqua glicolata in un ciclo chiuso; tale ciclo opera tipicamente nel range di temperatura 90-70°C.
Il calore rimosso dal ciclo ad alta temperatura è recuperato per mezzo di uno scambiatore acqua / acqua ed utilizzato nel processo. In caso di avaria dello scambiatore o di un surplus di energia termica, quest'ultima viene dissipata in atmosfera mediante gli aerodissipatori installati all'esterno sulla copertura del modulo dei gruppi elettrogeni.

Il circuito di raffreddamento di bassa temperatura provvede a dissipare il calore dal secondo stadio dell'intercooler; il calore rimosso non può essere utilizzato e quindi viene dissipato in un aerorefrigeratore dedicato.

I fumi in uscita dal motore escono ancora molto caldi, attorno ai 400-500°C; si prevede pertanto di recuperare l'entalpia contenuta nei fumi riscaldando ulteriormente l'acqua calda di processo.

Uno scambiatore di calore a fascio tubiero sarà installato sul condotto dei fumi in uscita dal motore, a valle del catalizzatore, per riscaldare l'acqua del circuito secondario, raffreddando i fumi a circa 170-180°C.

Figura 13: Scambiatore di calore



L'energia termica recuperata sotto forma di acqua calda è riutilizzata internamente al processo per il riscaldamento delle pareti delle celle anaerobiche e dei fermentatori, mediante circolazione dell'acqua in appositi canalicoli, e nel riscaldamento dell'aria di insufflazione delle celle aerobiche mediante scambiatori acqua/aria. Il circuito di riscaldamento delle celle e dei fermentatori mediante il calore recuperato dai motori a gas è rappresentato nella *TAV. D18 - Schema sistema di riscaldo biocelle e fermentatori.*

Nello schema è rappresentato anche il circuito di riscaldamento delle utenze di processo alimentato dall'acqua calda recuperata dal raffreddamento dei motori e dei fumi.

5.5 Unità di produzione del biometano

5.5.1 La tecnologia

Il biogas prodotto dai vari processi anaerobici della frazione organica del RSU o da deiezioni animali opportunamente depurati e privato del biossido di carbonio (CO_2) è utilizzabile come carburante per autotrazione o come fonte di produzione di gas naturale da iniettare nella rete di distribuzione gas. Questo combustibile è noto come "bioemetano" ed è producibile mediante differenti tecnologie;

Tutte le tecnologie disponibili per la produzione metano presentano vantaggi e svantaggi specifici ciò a riprova che, a priori nessuna è la soluzione ottimale.

La scelta della tecnologia di upgrading economicamente ottimale è fortemente condizionata dalla quantità e qualità del biogas prodotto, dalla qualità del biometano desiderata e dalla utilizzazione finale del biometano prodotto.

Il biogas grezzo, indipendentemente dalla tecnologia adotta per l'upgrading, deve essere sottoposto a specifici trattamenti per eliminare tutti quei componenti incompatibili per l'impiego finale del biometano.

Questo ciclo di depurazione comprende la separazione della CO_2, la deumidificazione del gas, la rimozione delle sostanze in tracce e/o quantitativi minimali come l'ossigeno, l'azoto, l'idrogeno solfato, l'ammoniaca o silossani.

Questi trattamenti ad eccezione della rimozione della CO_2, sono seppur con minore intensità, anche per il biogas destinato alla combustione in motori endotermici.

Nella tabella seguente viene proposto un rapporto tra la composizione tipica del "biogas" e la composizione del biometano (per autotrazione) del gas naturale in distribuzione nella rete nazionale.

Prametro		Biogas da digestore	Biogas da discariche	Biometano per autotrazione (*)	Gas naturale nella rete
Metano	[vol %]	55÷70	35÷65	≥ 98	≥ 94
Altri idrocarburi	[vol %]	0	0	0	3÷5
Idrogeno	[vol %]	0	0÷3	0	0
Anidride carbonica	[vol %]	40 ÷45	35÷65	< 3	≤0.6
Azoto	[vol %]	≤1	≤ 0,5	< 0.15	≤0.3
Ossigeno	[vol %]	≤0.5	0÷5	0	0
Idrogeno solfato	[ppmv]	≤1000	0÷100	Tracce	≤3

Ammoniaca	[ppmv]	≤100	≤5	0	0

I processi di upgrading del biogas a biometano di maggior impiego fanno riferimento ai ai seguenti processi:

- lavaggio con acqua;
- lavaggio con solventi;
- assorbimento chimico con ammine;
- assorbimento su carboni attivi (PSA);
- processo a osmosi inversa.

Il sistema descritto nel seguito fa riferimento "al processo ad osmosi inversa", questo processo rispetto ai precedenti, non richiede ne consumi d'acqua ne consumi di reagenti chimici, permette la rimozione contestuale di H_2S e CO_2 ed implica una tecnologia semplice e compatta.

5.5.2 Sommaria descrizione del processo

Il biogas compresso a valle del sistema di depurazione primario impiegato anche per la depurazione del biogas destinato alla combustione nei motori cogenerativi è sottoposto ad un ulteriore stadio di depurazione per assicurare la totale assenza di umidità, particelle oleose e residui polveri.

Il gas depurato è inviato all'unità di separazione costituito da molti moduli di membrane.

La separazione dei componenti gassosi (CH_4, CO_2) è basata sulle differenti proprietà di carbonio.

Il biossido di carbonio (CO2) si diffonde più rapidamente attraverso le membrane.

Con la diffusione non si realizza una separazione completa dei due gas (CH_4, CO_2) il flusso che ~~ce~~ attraversa la membrana (permeato) contiene ancora del CH_4 mentre il flusso a minor diffusione (retentato) contiene ancora una significativa quantità di CO_2, per questa ragione il processo richiede l'impiego di ~~tre~~ più stadi di separazione per ottenere un flusso di biometano ad elevata concentrazione di CH_4 ed un flusso di scarto chiamato gas povero, con concentrazioni di CO_2 superiori al 98%. Nella descrizione di seguito viene descritto un sistema a tre stadi.

- Descrizione processo.

  Il biogas precompresso entra primo stadio, il retentato più ricco di metano viene riscaldato in un ulteriore scambinatore a fasci tubieri prima di essere inviato al secondo stadio.

  In questo secondo stadio il retentato del primo stadio raggiunge l'ottimale concentrazione di metano richiesta per l'impiego industriale.

Il permeato del primo stadio, costituito in gran parte da biossido di carbonio è alimentato al terzo stadio.

Il permeato di questo stadio, gas povero, contiene oltre il 98% del volume di biossido, il rimanente è costituito da CH_4 e da tracce di O_2.

Il retentato da questo terzo stadio è riciclato assieme al permeato del secondo stadio e unito al flusso di biogas in ingresso al primo stadio di diffusione (vedasi schema D17/3).

Il biometano prodotto viene analizzato in continuo per verificare il suo contenuto di CH_4 di CO_2 residuo se necessario ai fini della commercializzazione è sottoposto ad "odorizzazione".

Il gas povero di scarico in uscita dal terzo stadio viene inviato ad un post trattamento di combustione in torcia o in alternativa, se possibile convogliato in atmosfera.

5.5.3 Stazione di caricamento carri bombolai – Stazione di erogazione biometano.

L'unità di commercializzare con biometano ottenuto dal processo di uprading del biogas come in precedenza descritto è costituita da:

- sezione compressione biometano;
- stoccaggio biometano tramite n° 2 carri bombolai;
- stazione di erogazione biometano tramite distributore.

Queste sezioni sono posizionate in prossimità dell'ingresso impianto, in un area principale dedicata a questo servizio.

La sezione di compressione è ubicata all'interno di un' area recintata in corrispondenza dell'sola tecnologica ai margini dell'ingresso impianto.

All'interno dell'area sono posizionati oltre ai compressori gli ausiliari quali scambiatori di odore, ecc.

Adiacente a questa sezione è posizionato il "bunker" di caricatore deposito di n. 2 carri bombolai destinati al conferimento del metano compresso ai centri di utilizzo.

Il "bunker"è costituito da una struttura con setti e solaio in c.a. per costituire un idoneo presidio antideflagrazione; il bunker è suddiviso in due comparti dove sono alloggiati i due carri bombolai.

Il solaio del bunker ha due forature di aerazione protette da una copertura secondaria a capanna realizzata con pannelli opportunamente sostenute.

In prossimità della stazione di compressione metano è ubicata la sezione di erogazione biometano costituita da almeno due colonne di erogazioni di tipo stradale, di cui una dedicata al rifornimento dei mezzi pesanti.

5.5.4 Dimensionamento unità di produzione biometano

Sulla base delle considerazioni riportate nei precedenti paragrafi è possibile delineare diverse configurazioni funzionali :

CONFIGURAZIONE 1

- impiego di n. 2 gruppi di cogenerazione da 498 kW_{el}/cad. nelle ore di massimo consumo di energia elettrica;
- impiego n. 1 gruppo cogenerativo da 498 kW_{el} nelle ore di minor consumo e nei giorni festivi.

CONFIGURAZIONE 2

- impiego continuativo di un solo gruppo cogenerativo 498 kW_{el}..

CONFIGURAZIONE 3

- impiego continuativo di n. 2 gruppi cogenerativi da 498 kW_{el}/cad.

Viene adottata la CONFIGURAZIONE 1, in quanto la più rispondente ai requisiti di produttività e funzionalità della piattaforma. La quantità di biogas prodotta è 4.879.610 Nmc/a pari a 557 Nmc/ora.

In questa configurazione i consumi di biogas per produrre energia elettrica e biometano risultano:

- il biogas consumato *da n. 2 motori cogenerativi* nelle ore di massimo consumo di energia elettrica:

$$Q_1 = 498 \times 2 \times \frac{1}{0{,}55} \times \frac{1}{10{,}2} \times \frac{1}{0{,}38} = 467{,}2 \ {}^{Nmc}/_{ora}$$

- biogas residuo a linea produzione metano:

$$Q_{1.1} = 557 - 467{,}2 = 89{,}8 \ {}^{Nmc}/_{ora}$$

- produzione biometano:

$$Q_{1.1.1} = \frac{89{,}8 \times 0{,}55}{0{,}98} = 50{,}4 \ {}^{Nmc}/_{ora}$$

- Impiego *n.1 motore cogenerativo* nelle ore di minor consumo e nei giorni festivi:

Utilizzando la metodologia di calcolo adottata in precedenza si ottiene:

$Q_2 = 233{,}6 \ {}^{Nmc}/_{ora}$ di biogas utilizzato

- biogas residuo a linea produzione metano:

$$Q_{2.1} = 323{,}4\ {}^{Nmc}/_{ora}$$

- produzione biometano:

$$Q_{2.2} = 181{,}5\ {}^{Nmc}/_{ora}$$

La produzione totale di biometano risulta:

$$50.4 \times 5 \times 310 + 181.5 \times 19 \times 310 + 181.5 \times 24 \times 54 \cong 1.382.400\ Nmc/a$$

per una produttività effettiva di:

$$1.382.400 \times 0.85 = 1.175.000\ Nmc/a$$

La linea di biometano ha una potenzialità di progetto di 250 Nmc/ora di biometano.

6 SISTEMA DI SUPERVISIONE – IMPIANTO ELETTRICO

6.1 Sistema di supervisione

Il sistema di supervisione proposto è progettato per visionare, controllare e gestire le aree funzionali da sala controllo tramite stazioni di interfaccia operatore informatizzate.
La gestione dell'impianto è interamente automatizzata e l'intervento manuale in campo è limitato alle sole operazioni di avviamento e di fermata dove strettamente necessario ed alle operazioni di trasferimento materiali in precedenza descritte.
Il Sistema di Automazione (PLC) è progettato per controllare e supervisionare dalla sala controllo le seguenti aree di processo:

- Alimentazione;
- Vagliatura;
- Selezione automatica;
- Imballo sovvalli di vagliatura;
- Linea di processamento frazione organica (biocelle anaerobiche ed aerobiche);
- Sistema di captazione e trattamento aria;
- Linea di raffinazione stabilizzato-compost;
- Sistema di produzione energia elettrica e recupero termico;
- Sistema di produzione biometano
- Impianti ausiliari
- Sistema elettrico.

L'architettura del sistema di automazione è stata studiata per soddisfare le esigenze di massima affidabilità del sistema, offrire massima sicurezza di esercizio e minimizzare l'incidenza dei guasti nonché l'eventuale tempo di fermata dell'impianto.
Queste considerazioni hanno consentito, nella pratica comune, di ridurre al minimo la strumentazione convenzionale a quadro riservata a singoli packages o ai quadri di controllo locali, assegnando al PLC il controllo globale dell'impianto tramite stazioni operatore video-tastiera.
L'elevata affidabilità del sistema è inoltre garantita dalla fonte CPU e relativi segnali centralizzati negli armadi ubicati nella sala controllo.
Lo scambio dei dati fra le varie unità avviene via bus.

I PLC sono inoltre interfacciati con sistemi di controllo dedicati mediante collegamenti seriali RS-232 se a microprocessore o cablati per sistemi convenzionali.
Da questi sistemi saranno acquisiti i principali segnali di supervisione e i riassuntivi di allarme.
I contatti in campo saranno letti dai PLC con una tensione generata dal sistema stesso.

Codici e norme

Progetto, materiali, configurazione e test delle apparecchiature di controllo saranno in accordo ai seguenti standard:

- ISO: International Organization for Standardization
- IEC: International Electromechanical Commission
- CEI: Comitato Elettrotecnico Italiano
- UNI: Ente Nazionale per l'Unificazione nell'Industria

Sistema di supervisione

Obiettivo principale del sistema è quello di consentire una moderna gestione dell'impianto di selezione, al fine di rilevare immediatamente i guasti per un pronto intervento di manutenzione e/o riparazione; di migliorare la qualità dei servizi, il costo di gestione e la sicurezza.

In particolare il sistema di supervisione si basa su una architettura che prevede l'impiego di :

- controllori programmabili (di seguito PLC) ai quali è demandato il compito di comando e di controllo di tutte le utenze presenti sull'impianto;
- stazioni Operatore composte da personal computer che possa svolgere le funzioni di interfaccia uomo/macchina e di provvedere alla visualizzazione o storicizzazione degli eventi. La Stazione Operatore può svolgere sia funzioni di Controllo/Comando che di Supervisione.

Descrizione del sistema funzionale

Il PLC costituisce l'interfaccia sia verso il campo, sia verso la Stazione Operatore con la quale scambia i dati in ingresso, legge lo stato dell'impianto ed i segnali di attivazione delle utenze motorizzate.
Lo scambio dati tra il PLC ed il Supervisore avviene su una linea di comunicazione.
Il PLC attiverà le sequenze per le utenze motorizzate in modo autonomo su ordine della Stazione Operatore; al PLC è anche demandata l'attivazione degli allarmi che saranno visualizzati dal supervisore attraverso pagine sinottiche.

Il supervisore avrà essenzialmente compiti di presentazione dei dati di stato delle utenze, visualizzazione delle variabili di processo e invio comandi on/off, ecc.

Funzionamento manuale ed automatico

In generale tutte le utenze elettriche potranno essere avviate secondo sequenze manuali o automatiche, se abilitate da consensi locali o remoti predisposti sui relativi quadri o pulsantiere in campo.

La predisposizione del funzionamento in manuale o automatico è demandata al personale preposto all'esercizio dell'impianto, il quale predisporrà, tramite apposito selettore posto sulla pulsantiera o quadro locale, il funzionamento della singola utenza elettrica.

Le utenze predisposte per funzionamento in manuale saranno avviate ed arrestate solo attraverso le pulsantiere di comando locale; in funzionamento automatico invece il comando di avviamento e di arresto sarà effettuato dalla tastiera della Stazione Operatore.

Tutti i segnali aventi funzioni di blocco, previsti a protezione delle utenze elettriche, sono predisposti per agire direttamente sui rispettivi teleruttori in modo da impedire l'avviamento dell'utenza sia in manuale sia in automatico.

Con l'intervento di un qualsiasi dispositivo di protezione si avrà il blocco dell'utenza interessata, con relativa segnalazione ottica ed acustica; il ripristino del blocco sarà effettuato dall'operatore dopo aver rimosso la causa del blocco e tacitato l'allarme.

Black-out e ripristino dell'impianto

In caso di mancanza di tensione il sistema dovrà essere in grado di mantenere la funzionalità propria ed il ripristino della tensione di rete e dovrà essere in grado di riportare, dove funzionalmente necessario, l'impianto nella condizione precedente e comunque in condizioni di sicurezza.

Al ritorno della tensione di rete le utenze saranno riavviate con dovuti ritardi, per evitare picchi di assorbimento eccessivi della rete e andranno riavviate secondo una sequenza logica definita dal gestore dell'impianto.

Con il ripristino dell'energia il supervisore dovrà scandire tutti gli ingressi per rilevarne lo stato e riacquistare il controllo dell'impianto, segnalando all'operatore le utenze selezionate per il funzionamento manuale e provvedere per l'avviamento locale.

Stazione Operatore

All'avviamento dell'impianto ogni singola utenza, se predisposta al funzionamento automatico, attenderà lo start da parte dell'operatore attraverso il comando da tastiera o dal mouse mediante pagine sinottiche.

Tutte le operazioni eseguibili da tastiera/mouse saranno di facile e rapida intuizione da parte del personale preposto all'esercizio dell'impianto.

L'esecuzione dei comandi sarà consentita solo in presenza di parole di accesso (password) che l'operatore digiterà all'inizio del turno di gestione.

Tutte le pagine degli eventi storici, allarmi e messaggi operatore saranno attuabili mediante apposito comando del menù finestre oppure selezionando la rispettiva icona presente sullo schermo di fondo.

Tutte le grandezze analogiche derivanti dalle variabili di processo saranno visualizzate sotto forma di grafici dinamici allo scopo di effettuare analisi di comparazione tra le diverse grandezze analogiche e variabili dell'impianto.

Tutti i valori di taratura delle soglie e/o set-point delle grandezze analogiche acquisiste, le varie temporizzazioni, i conteggi per le manutenzioni e altri saranno liberamente impostabili e modificabili dalla tastiera del supervisore.

Pagine sinottiche

La visualizzazione dello stato dell'impianto verrà effettuato su pagine video a sinottico con la rappresentazione grafica e dinamica del lay-out dell'impianto.

Ogni pagina sinottica visualizzerà il processo produttivo della rispettiva sezione attraverso simboli grafici e permetterà l'attivazione e/o esecuzione di comando direttamente dal video.

Per ogni pagina sinottica saranno visualizzate le condizioni di funzionamento di ogni apparecchiatura secondo le seguenti modalità:

- l'oggetto rappresentante l'utenza elettrica/pneumatica modificherà la sua colorazione LAMPEGGIANDO secondo lo stato di marcia/arresto - aperto/chiuso o in avaria;
- in prossimità dell'oggetto rappresentante la strumentazione di processo sarà visualizzato il valore istantaneo con l'unità ingegneristica;
- in generale su ogni pagina sinottica saranno presenti zone strategiche che permetteranno, attraverso una finestra o selezionando l'oggetto interessato con il mouse, di attivare o eseguire i comandi effettuati dall'operatore.

Le aree di processo saranno visualizzate su apposite pagine sinottiche in modo da rappresentare graficamente il lay out dell'impianto.
La stazione operatore, tramite password, potrà essere specializzata per visualizzare l'area di impianto che si desidera.
La stazione operatore sarà in grado di prendersi in carico la gestione completa di tutti gli I/O (Tags) dell'impianto.
Ogni pagina sinottica dovrà visualizzare in modo grafico e dinamico la rispettiva sezione di impianto secondo le fasi processo.

Caratteristiche del Sistema di Automazione e Supervisione
Il sistema di Controllo e Supervisione garantirà le seguenti prestazioni:

- comandi di tastiera (ON/OFF - START/STOP);
- aggiornamento dati su display (segnali Digitali);
- aggiornamento dati su display (segnali analogici);
- cambio pagina Video Sinottici Dinamici;
- tempi di scansione (segnali Digitali);
- tempi di scansione (segnali Analogici);
- possibilità di programmare tutti gli utenti in rete dallo stesso personal computer di supervisione con continuità delle funzioni di acquisizione dati e controllo impianto;
- unico database/tags tra PLC e software di supervisione;
- unico drive per rete proprietaria ed Ethernet.

Software
Il software operativo di processo sarà realizzato partendo dalla descrizione funzionale del processo e da schemi di sequenza che saranno sviluppati durante la fase realizzativa dell'impianto e sarà dimensionato per la tipologia del processo proposto.

Controllore programmabile (PLC)
Il PLC sarà contenuto all'interno di uno o più armadi che andranno affiancati agli armadi ausiliari per l'interfaccia con il campo e con i MCC.
Il PLC sarà in grado, in ogni fase del processo, di segnalare all'operatore, tramite il supervisore, qualsiasi guasto hardware o software che possa generarsi durante il normale funzionamento.

Il sistema avrà un'elevata disponibilità e affidabilità. Sarà possibile ampliare il sistema con l'aggiunta, in futuro, di nuove funzioni (fino ad un massimo del 25% della potenzialità del dimensionamento attuale) e riprogrammarlo successivamente in loco.
In caso di guasto o malfunzionamento l'hardware sarà sostituito in sicurezza direttamente dal personale addetto alla manutenzione dell'impianto senza l'ausilio del fornitore o del costruttore.
Tutti i segnali di campo e da MCC saranno cablati agli armadi morsettiere con multicavo.
I segnali da/per MCC saranno appoggiati a morsetti passanti per quanto riguarda gli ingressi digitali mentre le uscite digitali saranno connesse e relè di interfaccia.

- *Supervisione Linea di trattamento biologico*

Considerata la particolarità del processo biologico proposto ne vengono sommariamente descritti il sistema elettrico e l'autonomia.

L'intero sistema elettrico e di automazione è costituito da componenti di primari fornitori in ambito europeo sulla base della locale disponibilità di ricambi.
Un computer di processo comunica con un PLC decentrato. La comunicazione avviene tramite un sistema "bus". Il PLC, che è posizionato in un quadro separato, riceve le funzioni di processo dal computer.
Un computer di visualizzazione trasferisce al computer di processo i dati per la regolazione ed il controllo. Per tale motivo non è necessario intervenire operativamente sul computer di processo.
I dati sono scambiati tramite data bank che risiede nel computer di visualizzazione. Entrambi i computer di "visualizzazione" e di "processo" sono collegati alla rete Windows. Il computer di visualizzazione è equipaggiato con modem e software di comunicazione per un rapido supporto remoto in caso di problemi.
Il sistema operativo del processore è Windows NT. Questo è un sistema operativo ad alte prestazioni e multi-utente che mantiene una piattaforma utente semplice.
L'architettura delle pagine video è la stessa per tutte le pagine del sistema.
Nella parte superiore dello schermo vi è una lista che contiene i tasti per la scelta dell'area coinvolta. Oltre ad una videata di riepilogo, sono disponibili videate sulle celle, sull'umidificazione, sui flussi dell'aria, sui diagrammi, sul sistema di cogenerazione, ecc.
Quando il mouse viene posizionato su uno dei pulsanti, appare una descrizione della pagina che verrà aperta. Nella parte inferiore della pagina, oltre a data e ora, sono visualizzati lo stato del processore ed eventuali messaggi di anomalia.

Nel seguito sono illustrate alcune pagine video tipiche. Si noti che il sistema di controllo è diviso in due parti di cui una diretta a prova di guasto (FAIL-SAFE) che lavora senza il PLC ed il PC di automazione.

Nel caso di interruzione totale dell'energia elettrica è prevista la possibilità di mantenimento dell'operatività dei componenti essenziali mediante l'impiego di un gruppo elettrogeno d'emergenza.

Figura 14: Videata generale del processo anaerobico (esempio)

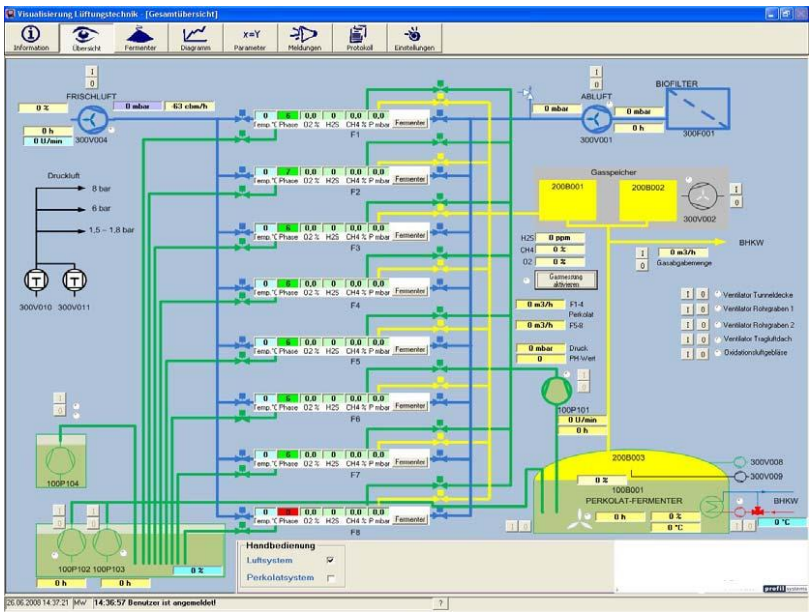


Figura 15: Videata della singola cella anaerobica (esempio)

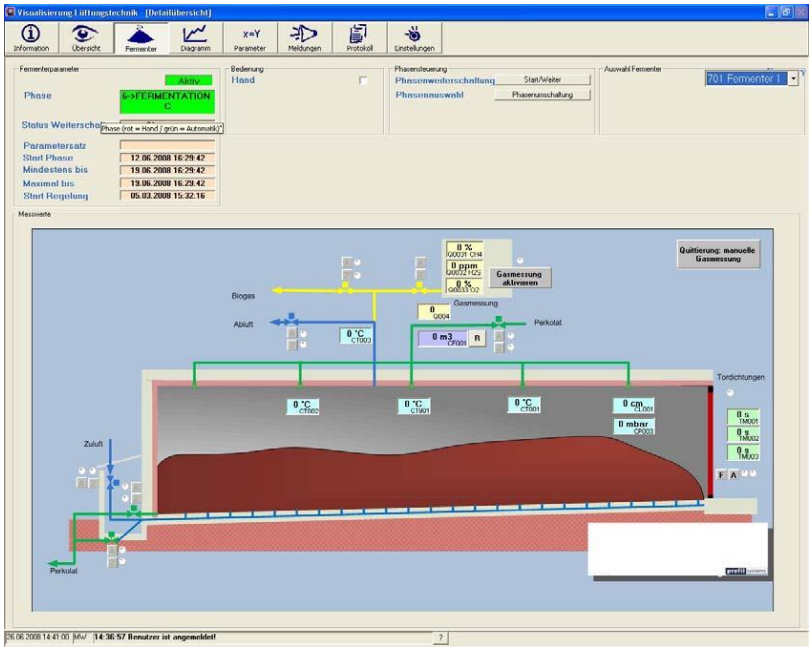
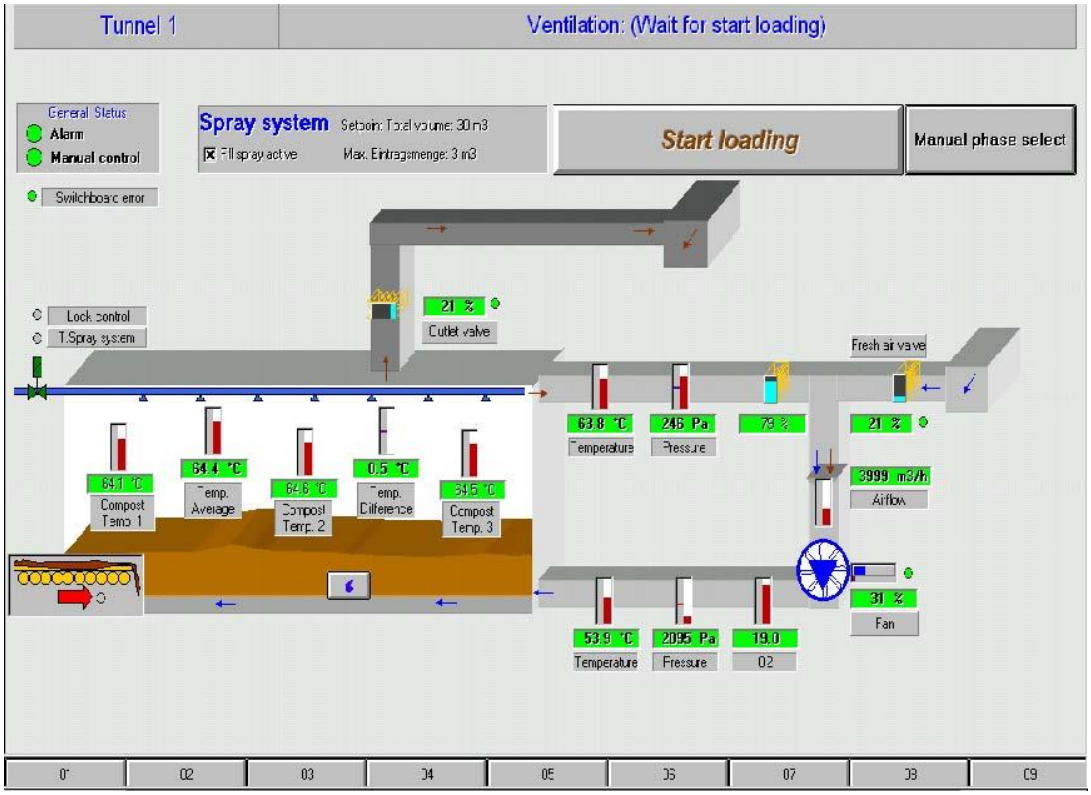


Figura 16: Videata della singola cella anaerobica (esempio)



6.2 Impianto elettrico

6.2.1 Descrizione funzionale

La descrizione dell'impianto elettrico di potenza fa riferimento allo schema unifilare allegato al presente progetto (Tav. D20).

L'energia viene prodotta da due gruppi elettrogeni tramite due generatori sincroni trifase GS-01 e GS-02 della potenza di 499,5 kVA cad. con tensione nominale di 400V frequenza 50Hz cosφ 0,85 velocità 1500 giri al minuto.

I generatori sono azionati da due motori ciclo otto alimentati a biogas. I servizi essenziali per la produzione di energia sono derivati dalle sbarre a 400V dei generatori.

L'energia prodotta dai generatori, detratti i consumi dei servizi ausiliari, viene utilizzata a copertura parziale dei consumi della piattaforma. È previsto un prelievo di energia dalla rete ENEL alla tensione di 20 kV. I due trasformatori elevatori TR-01 e TR-02 sono posizionati in un locale adiacente ai gruppi elettrogeni insieme ai quadri di comando e controllo dei generatori.

Per la trasformazione dell'energia elettrica da MT a BT, sono previsti i trasformatori TR-03 e TR-04 rapporto 20/0,4 kV, ubicati in prossimità del fabbricato sala quadri elettrici, i quali possono essere alimentati sia mediante la rete nazionale, sia mediante i due generatori.

Tutte le utenze dell'impianto di trattamento rifiuti, sono alimentate dal quadro Power Centre PC-01 derivato dai due trasformatori TR-03 e TR-04, il quale provvederà ad alimentare tutti i quadri locali dell'impianto di trattamento rifiuti. Tali quadri sono posizionati in parte in prossimità dei packages ed in parte nella palazzina sala quadri elettrici .

Per il trasferimento del carico da un trasformatore ad un altro è prevista la funzione "parallelo breve", comandata manualmente da un operatore, che permette di trasferire il carico senza interruzione del servizio. In caso di mancanza di tensione su una semisbarra è prevista la funzione di trasferimento automatico del carico sul secondo trasformatore.

Il quadro di media tensione QMT-01 è connesso a tutti i trasformatori MT/BT e alla cabina a 20kV di ENEL per il conteggio dell'energia prodotta/consumata; sono previsti:

- due gruppi misura, uno per ogni gruppo elettrogeno;
- un gruppo misura per il conteggio dell'energia consumata dall'impianto di trattamento rifiuti posizionato sulla sbarra a 20kV.

Le utenze con potenza inferiore a 75 kW sono opportunamente raggruppate ed alimentate mediante quadri MCC posti nella sala quadri; le utenze con potenza superiore a 75 kW sono alimentate direttamente dal quadro Power Centre PC-01.

Ogni potenza motore è dotata di apposito scomparto contenente l'avviatore, composto da interruttore automatico magnetotermico e contatore. Le potenze di motori fino a 55 kW sono contenute in cassetto estraibile, per potenze maggiori si utilizzano cassetti fissi e interruttori estraibili. Sia da MCC che da PC le partenze di sottodistribuzione sono dotate di interruttore automatico magnetotermico.

Tutte le partenze motore con corrente > 160 A sono dotate di amperometro a bordo quadro.

L'impianto elettrico è inoltre completo di:

- gruppo di rifasamento automatico, costituito da una serie di batterie di condensatori comandati da una centralina elettronica, alloggiati all'interno di un armadio;
- quadro corrente continua, per l'alimentazione degli ausiliari a 110Vcc, costituito da un quadro contenente i raddrizzatori di corrente ed una batteria di accumulo dall'autonomia di 60min;
- sistema UPS, per l'alimentazione sicura in caso di black out dei dispositivi di controllo e strumentazione, alla tensione di 230Vca. Autonomia delle serie di batterie 60 min;
- sistema di illuminazione, conforme alla norma UNI EN 12464;
- impianto prese, costituito da prese forza motrice da 32A, 400V 3F+PE, e prese da 14A, 230V 1F+N+PE;
- rete di terra primaria, del tipo a maglia conforme alla norme CEI11-1, costituito da conduttori interrati e dispersori a picchetto;
- rete di terra secondaria, la quale è costituita dalla connessione tra la rete di terra e tutte le apparecchiature elettriche;
- protezione dalle scariche elettriche, secondo norme CEI 81-3 e CEI EN 62305, connessa alla rete di terra primaria;
- impianto televisivo a circuito chiuso;
- impianto telefonico.

6.2.2 Livelli di tensione

I principali livelli di tensione previsti per l'impianto sono:

- 20 kV tensione di arrivo della rete nazionale
- 400 V tensione di generazione e di distribuzione primaria

- 400 V tensione delle macchine operatrici
- 230 V tensione delle utenze monofasi e dell'impianto luce
- 110 V tensione degli ausiliari

6.2.3 Note

Per la suddivisione dei carichi elettrici è stata utilizzata la filosofia di dividere in due rami distinti le utenze in modo da separare le utenze destinate alla sola produzione dell'energia da quelle dell'impianto di trattamento rifiuti (vedi schema unifilare generale Tav. D20). La divisione tra l'energia prodotta e quella consumata è stata prevista per poter ottemperare alle disposizioni in materia di agevolazioni/incentivazioni.

7 SISTEMI AUSILIARI

L'impianto è dotato dei necessari sistemi ausiliari che assicurano la completa funzionalità operativa.

7.1 Impianto acqua servizi

Il sistema di stoccaggio e distribuzione acqua ad uso servizi industriali ha lo scopo di assicurare la disponibilità di acqua in maniera continua alle varie unità, anche per un periodo prolungato di mancanza di acqua di reintegro esterno.

Tale sistema è costituito essenzialmente da una vasca, una parte della quale adibita allo stoccaggio acqua servizi, l'altra allo stoccaggio intangibile acqua antincendio (parte inferiore).

Il volume totale della vasca, posizionata in continuità con le vasche di raccolta percolato, è di circa 250 m^3 .

La riserva della vasca è assicurata da un flusso di acqua prelevata dalla condotta comunale.

La stazione di pompaggio è costituita da n. 2 pompe della portata unitaria di 6 m^3/h posizionate sopra la copertura della vasca; la rete di distribuzione acqua servizi, realizzata in PEAD, è estesa per tutto l'impianto ad anello chiuso ed è mantenuta ad una pressione di 3 bar mediante un'autoclave in grado di coprire il range di escursione 2 ÷ 4 bar.

I consumi sono così quantificabili:

- Consumo totale : 4.000 ÷ 6.000 m^3/a
- Consumo di punta : 6 m^3/h

7.2 Impianto antincendio

L'impianto antincendio è costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature idonei alla prevenzione ed estinzione incendi nell'intero complesso.

L'impianto è costituito da:

- Impianto antincendio convenzionale, dotato di riserva d'acqua, stazione di pompaggio, rete di distribuzione acqua, idranti UNI ed attacco VV.F.;
- Estintori portatili di vario tipo;
- Rivelatori di fumo e rivelatori termici.

❖ Riserva di acqua antincendio

La riserva di acqua antincendio è costituita da un volume dedicato ed intangibile > 100 mc, ricavato all'interno della vasca da 250 mc utilizzata anche per fornire l'acqua industriale.
Nell'ipotesi di utilizzo, la riserva viene ricostituita automaticamente con acqua proveniente dall'acquedotto comunale.
La disponibilità di acqua è dimensionata per due ore di erogazione continua.
Un'ulteriore riserva d'acqua è costituita da un accumulo acqua servizi posizionato nella parte superiore alla discarica in costruzione.

❖ Stazione di pompaggio

La stazione di pompaggio è costituita da:

• n. 1 elettropompa	portata	50 m^3/h
	prevalenza	80 m
	potenza installata	55 kW
	potenza assorbita	38 kW
• n. 1 motopompa	portata	50 m^3/h
	prevalenza	80 m
	autonomia	6 ore
• n. 1 pompa pressurizzazione	portata	8 m^3/h
	prevalenza	78÷85 m
	potenza installata	4 kW

❖ Rete distribuzione

La rete di distribuzione è diffusa a copertura totale dell'area impianto ed è realizzata ad anelli sezionabili con tubazioni in PEAD.

7.3 Unità di trattamento aria esausta e aria di processo

L'impiantistica legata al sistema di trattamento dell'aria ambiente è strettamente interconnessa sia al processo di digestione anaerobica per la produzione del biogas che al processo di digestione aerobica per la stabilizzazione del digestato.
Data la complessità, si ritiene utile riportare nel presente capitolo una descrizione complessiva del sistema di trattamento delle arie, rappresentato nella tavola D15/1 e schematizzato nel bilancio riportato alla Figura 17.
Gli elementi costituenti il sistema delle arie sono i seguenti:

- Sistema di aspirazione aria di ricambio dagli edifici tecnici (ricezione, trattamento meccanico, corridoio tunnel, maturazione compost) costituito da condotti in lega anticorrosione di alluminio e manganese;
- N.2 scrubber monostadio per l'assorbimento dell'ammoniaca contenuta nelle; arie esauste provenienti dai tunnel/edifici tecnici;
- N.2 ventilatori di aspirazione principali (da 105.000 m^3/h ciascuno)
- Due biofiltri, divisi a loro volta in due sezioni, per il trattamento finale delle arie;
- Tubazioni spigot installate nel pavimento delle celle per insufflare gas e/o aria all'interno della massa di materiale;
- Ventilatori a servizio del processo;
- Sistema di tubazioni e valvole per la gestione del processo;
- Valvole di sovrappressione delle biocelle anaerobiche e dei fermentatori;
- Strumentazione per la misura dei parametri, quali concentrazione di metano, pressione, temperatura e portata;
- Filtri a maniche per il trattamento dell'aria polverosa prodotte negli edifici di selezione meccanica e raffinazione compost, prima dell'invio al biofiltro.

Al fine di garantire un adeguato numero di ricambi d'aria, le aree destinate alla ricezione dei rifiuti, alla selezione meccanica, alla raffinazione compost ed al corridoio di movimentazione dell'organico, sono coperte da una diffusa rete di canalizzazioni per l'aspirazione dell'aria, la quale fa capo ai due ventilatori di aspirazione principali, agli scrubber e ai biofiltri.
Inoltre, l'area di trattamento RSU, così come l'area di raffinazione e maturazione sono dotate ciascuna di un filtro a maniche per la depolverazione dell'aria aspirata dai macchinari, con successiva reimmissione della corrente depolverata nel collettore di alimentazione biofiltri.

L'aria fresca utilizzata per il preliminare lavaggio delle celle anaerobiche e di insufflazione di quelle aerobiche viene prelevata dall'aria aspirata dagli edifici. L'aria aspirata dal corridoio e dalle aree di selezione e raffinazione, non necessaria ai fini del processo, viene invece trasferita direttamente all'impianto di trattamento dell'aria. Questo accorgimento consente un'ottimizzazione dei quantitativi d'aria da trattare, riducendo sensibilmente le dimensioni dei ventilatori di aspirazione e dell'intero impianto di trattamento dell'aria.

La regolazione del sistema di aspirazione viene effettuata dal sistema di automazione che interviene sulle serrande parzializzatrici delle condotte e sugli inverter dei ventilatori principali. La portata d'aria è monitorata mediante misuratori di portata anche per garantire al biofiltro una temperatura ed una portata d'aria minima adeguata.

A servizio delle celle anaerobiche sono installati un ventilatore ad alta e uno a bassa prevalenza. Il primo è impiegato per il ricircolo del biogas attraverso il materiale durante il processo di digestione al fine di ridare porosità al materiale, migliorando la resa di produzione e anche per flussare il gas stesso alla fine del processo. Il ventilatore a minore prevalenza viene impiegato nella prima fase del processo per incrementare la temperatura del materiale attraverso un breve processo aerobico per consumare l'ossigeno nella cella prima di iniziare la fase anaerobiosi. Lo stesso ventilatore è utilizzato per evitare l'intasamento degli ugelli a pavimento sia durante la fase di caricamento che di pulizia della cella.

All'inizio del processo anaerobico il metano prodotto non ha ancora una concentrazione sufficiente per essere bruciato produttivamente, perciò viene inviato al biofiltro dopo diluizione con l'aria "fresca" prelevata dalle canalizzazioni di aspirazione dell'aria degli edifici.

E' previsto che eventuali sovrapressioni all'interno del tunnel siano diluite con aria al di sotto del LEL ed evacuate attraverso il biofiltro.

Quando la concentrazione di metano rilevata nel biogas prodotto all'interno della biocella è sufficientemente alta (ca. 20%), il flusso viene deviato sul condotto di collegamento ai fermentatori per lo stoccaggio del biogas ai gasometri.

Alla fine del processo di digestione anaerobica la concentrazione del metano non è più sufficiente per inviare il biogas al gasometro, perciò inizia il processo di lavaggio della cella mediante aria "fresca", prelevata sempre da quella aspirata dagli edifici. La miscela aria-gas prodotta viene inviata al biofiltro, previa miscelazione con altra aria "fresca" fino a raggiungere la concentrazione di metano sotto il limite di esplosività.

Durante le fasi di flussaggio delle biocelle la miscela di aria e biogas ricade, seppur per un periodo brevissimo, all'interno dei limiti di esplosività, compresi tra il 5 e il 15% in volume di metano.

Al fine di operare in totale sicurezza, il metano presente nel biogas viene diluito fino ad una concentrazione del 2%, ampiamente al di sotto del limite inferiore di esplosività del 5%.
In ogni caso il pericolo di esplosione è comunque scongiurato dalla completa assenza di cause di innesco all'interno delle celle, con particolare attenzione all'applicazione di apparecchiature di tipo ATEX installate nelle zone a rischio di esplosione.
Concluso il processo di lavaggio ed essendo la biocella in condizioni di sicurezza, il sistema di controllo disattiva l'interblocco di sicurezza consentendo l'apertura della porta e si procede con lo svuotamento e la pulizia della cella.
Le celle aerobiche sono servite ciascuna da un ventilatore centrifugo, installato nella parte posteriore della cella, che insuffla una miscela di aria fresca e aria di processo attraverso gli ugelli posti "spigot" posti nel pavimento delle celle.
L'aria insufflata è costituita da una miscela di aria "fresca" prelevata a sua volta dall'aria aspirata dagli edifici, e da aria "esausta" di ricircolo che viene continuamente prelevata dalla parte superiore della cella.
Il controllo del quantitativo della miscela insufflata avviene in automatico mediante inverter in base a parametri settati nel computer di processo e ai parametri rilavati dalla sensoristica di campo.
Le celle aerobiche sono mantenute in leggera depressione mediante il sistema di aspirazione principale al fine di evitare il diffondersi di odori all'esterno.
L'aria esausta in uscita dalla celle viene reimmessa nei collettori di adduzione principali unendosi a quella di ricambio degli edifici, ed inviata a trattamento.
Il sistema di trattamento dell'aria di ricambio degli edifici e dell'aria di processo è costituito da:

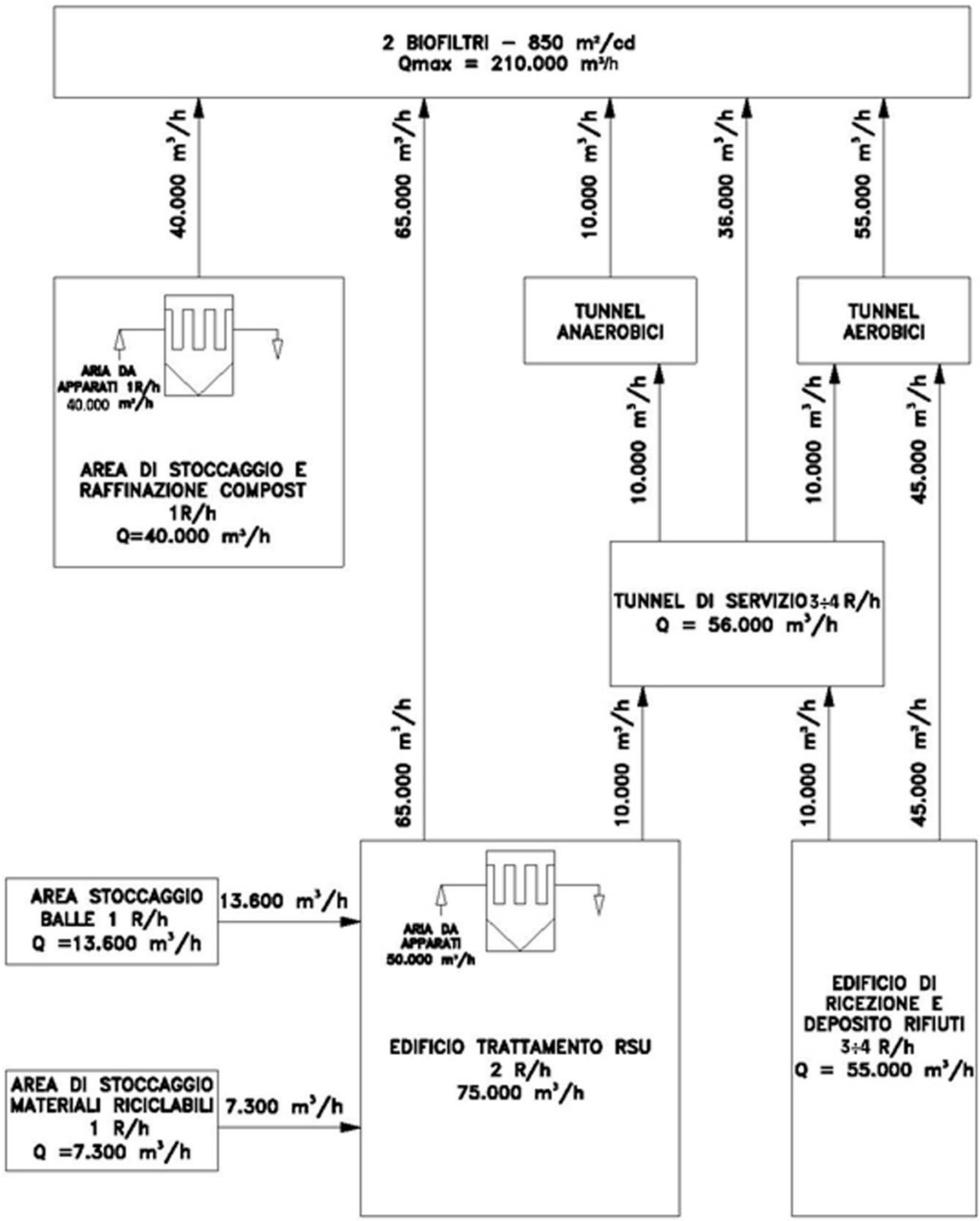
- unità di filtrazione per aria captata negli edifici di trattamento e selezione RSU/FOS in prossimità di apparecchiature di trasporto, triturazione, vagliatura (paragrafo 7.3.1);
- unità di abbattimento odori per aria captata da:
  - edifici di ricezione, trattamento e selezione RSU;
  - celle di metanizzazione durante le fasi di bonifica;
  - celle del processo di biostabilizzazione;
  - corridoio di servizio e cella di conferimento fanghi;
  - edificio di maturazione compost.

  Costituito da (paragrafo 7.3.2);:

  - N.2 scrubber;
  - N.2 biofiltri;

- canalizzazioni, ventilatori, sensori di processo, ausiliari (paragrafo 7.3.3).

Figura 17: Bilancio sistema di trattamento aria



7.3.1 Unità di filtrazione – n. 2 filtri a maniche

Le arie polverose prodotte durante la lavorazione vengono aspirate mediante una serie di cappe ubicate sia nei pressi dei punti di carico e scarico dei rifiuti, sia sulle macchine stesse e convogliate in un filtro a maniche.

Come schematicamente rappresentato nella TAV D15.1 l'aria aspirata dalla sorgente di emissione polveri viene convogliata al filtro maniche per la depolverazione; l'aria, cosi depolverata, viene immessa nel collettore destinato di alimentazione biofiltri.

Il filtro a maniche, con pulizia pneumatica ad aria compressa, trova applicazione per filtrare e separare polveri medie, fini ed impalpabili con elevata efficienza di filtrazione ed una pulizia del setto filtrante con funzionamento automatico.

Il principio di funzionamento di base consiste nell' aspirare la portata d'aria da depolverare attraverso una manica di tessuto filtrante che ha lo scopo di intercettare le particelle di polvere.

L'aria polverosa viene immessa nella cassa del filtro attraverso la flangia di ingresso al di sotto delle maniche filtranti. La polvere più grossolana contenuta nell'aria aspirata, per effetto della notevole diminuzione della velocità, precipita nella tramoggia di raccolta sottostante; la restante parte più fine viene invece intercettata sulla superficie delle maniche filtranti.

L'aria attraversando le maniche dall'esterno verso l'interno viene così depolverata e re immessa all'esterno attraverso il ventilatore di servizio al filtro

Le polveri che si depositano sulla superficie delle maniche vengono periodicamente rimosse attraverso un sistema di pulizia ciclica in controcorrente realizzata con aria compressa (*pulse jet*). Il principio di pulizia consiste nello "sparare" periodicamente un impulso d'aria compressa (4-6 bar) all'interno delle maniche, il quale genera un'onda di pressione che percorre rapidamente tutta la manica, facendola espandere bruscamente provocando il distacco del pannello di polveri, che ricade nella tramoggia sottostante.

Il sistema di lavaggio maniche è composto da un programmatore ciclico con regolatore tempo pausa e pulizia, pressostato differenziale, led luminosi di controllo, polmone di accumulo aria compressa con scarico condensa e manometro di pressione, elettrovalvole pressofuse con pilota elettrico di consenso, iniettori e venturi in materiale plastico e metallico.

Le maniche filtranti, chiuse in fondo e aperte sulla sommità, sono in tessuto e vengono calzate su cestelli metallici zincati o verniciati per aumentarne la resistenza e la durata nel tempo, e sono sostenute da un dispositivo di fissaggio interno.

Il package preposto è dotato di tutti gli ausiliari, quali scaricatore rotativo, coclea di scarico, quadro elettrico di comando e controllo ed elettroventilatore.

I filtri a maniche, installati nella sezione di trattamento RSU e nella sezione di raffinazione e maturazione compost, sono costruttivamente simili con potenzialità pari a 50.000 m^3/h d'aria trattata.

7.3.2 Unità di abbattimento odori

Lo stoccaggio di RSU e FOS, la disidratazione dei materiali digeriti nelle celle di metanizzazione, il compostaggio e/o stabilizzazione finale dei fanghi digeriti e del digestato sono la principale fonte di emissioni odorose che, se non opportunamente contenute, possono diffondersi negli ambienti e nelle aree circostanti dando luogo a condizioni non idonee per la salute degli operatori che lavorano in ambienti chiusi.

La ragione di queste emissioni maleodoranti è dovuta alla presenza di sostanze volatili di decomposizione organica quali ammine, sostanze organiche volatili del carbonio, mercaptani, ecc. che, pur se presenti in minima quantità, possono essere rilevate anche a distanza significativa.

Le arie esauste prodotte all'interno dell'impianto di compostaggio sono opportunamente captate e avviate ad adeguati sistemi di trattamento, prima di essere immesse in atmosfera.

Per realizzare un efficace abbattimento delle emissioni odorose si sono adottati due sistemi operanti in serie la cui combinazione realizza le condizioni di impatto ambientale nullo e/o irrilevante:

- Trattamento primario chimico-fisico delle emissioni, dove le sostanze odorose a maggiore reattività sono ossidate a composti inodori, mediante lavaggio con una soluzione acquosa in una torre di lavaggio a spruzzo-scrubber;
- Trattamento finale di biofiltrazione per le molecole maleodoranti residue a minore reattività che sono demolite dall'azione di microrganismi.

Il sistema di abbattimento odori previsto è dimensionato in funzione del numero di ricambi d'aria da prevedere per le varie aree funzionali dell'impianto.

Le portate dell'aria sono riferite alla condizione di "minor ricambio d'aria"; il sovradimensionamento dei sistemi di biofiltrazione e l'opportuna regolazione delle serrande dei condotti nelle fasi di esercizio-riposo impianto permettono di assicurare i ricambi aria indicati dalle BAT.

Tabella 17: Criteri dimensionamento dell'impianto di aspirazione

	Ricambi d'aria	Rif. BAT	Portata d'aria
Area ricezione trasferimento RSU e Organico da RD	n. 3÷4	D.3.1	55.000 m^3/h
Edificio trattamento RSU	n. 2	D3.2.1	75.000 m^3/h
Edificio stoccaggio materiali	n. 1÷2	D3.2.1	20.000 m^3/h
Corridoio edificio celle	n. 3÷4	D3.1, E2.1	56.000 m^3/h
Edificio raffinazione	n. 1÷2	E2.3	40.000 m^3/h
Portata Totale da trattare			**210.000 m^3/h**

A causa della considerevole portata d'aria e della disposizione logistica degli edifici in cui avviene il processamento complessivo degli RSU, della frazione organica e dei fanghi, si è resa necessaria la ripartizione dei carichi, intesi come volumi di aria da trattare, in due distinti impianti di trattamento identici, dimensionati ciascuno sul 50% della portata totale.

Ciascun impianto sarà pertanto costituito da un primo stadio di lavaggio/umidificazione mediante scrubber, seguito dal successivo stadio di biofiltrazione dalla capacità di circa 105.000 m^3/h cad.

L'aria è aspirata dagli edifici mediante i due ventilatori principali posti ai capi delle canalizzazioni in quantitativi tali da assicurare i preventivati ricambi/ora, e allo stesso tempo mantenere una lieve depressione nei vari edifici, in modo da evitare fuoriuscite incontrollate di odori. L'aria aspirata è immessa sulla mandata del ventilatore principale al relativo scrubber e quindi al biofiltro.

Gli scrubber devono garantire un abbattimento dell'ammoniaca e dei COV (Sostanze Organiche Volanti) dell'ordine del 75÷ 85%, mantenendo un pH ottimale per il successivo trattamenti nel biofiltro .

L'aria effluente dagli scrubber è inviata al trattamento finale di biofiltrazione che completa l'abbattimento dei composti organici.

a. Unità di lavaggio scrubber – Capacità 110.000 Nm^3/h cad

Il primo stadio di trattamento dell'aria esausta viene svolto in torri di lavaggio a spruzzo (o scrubber).

Entrambi gli scrubber sono posizionati sulla copertura dell'edificio celle di fermentazione aerobica in posizione attigua ai relativi biofiltri.

Gli scrubbers possono essere di tipo cilindrico ad asse verticale o orizzontale, il principio di funzionamento è lo stesso. Nel caso dello scrubber verticale la soluzione di lavaggio, solitamente una soluzione di acido solforico diluita, viene irrorata nella parte alta della torre attraverso degli ugelli spruzzatori, incontrando in controcorrente l'aria da depurare che invece è immessa alla base

della torre. Nella parte mediana della torre sono disposti dei corpi di riempimento, al fine di ostacolare il percorso del gas, aumentando così il tempo e la superficie di contatto tra l'aeriforme da depurare e la soluzione di lavaggio.
Il reagente è dosato da pompe dosatrici regolate dal segnale di pH.
Il fasciame e i profilati di sostegno sono interamente costruiti in PVC o PP con esclusione delle guarnizione che sono in neoprene, e dei vari bulloni (non a contatto con il flusso dell'aria acida), in acciaio 304.
Ogni torre è essenzialmente dotata di:

- stadio di lavaggio composto da ugelli nebulizzatori equamente distribuiti sopra il letto e di lato in controcorrente;
- corpi di riempimento ad anelli per aumentare tempo e superficie di contatto dell'aria;
- vasca di servizio per pompe e contenimento liquidi, completa di valvole di scarico e troppo pieno;
- separatore di gocce all'estremità di ogni stadio della torre, atto ad impedire il trascinamento del liquido di lavaggio all'esterno della torre;
- controllo di livello a più posizioni;
- elettropompe del tipo orizzontale;
- pompe dosatrici, per il reintegro del reagente in soluzione;
- valvole ed ausiliari a completamento del sistema;
- oblò visivi.

Il sistema è inoltre dotato di un serbatoio per il reagente e uno per lo stoccaggio del sottoprodotto reagito.

b. Biofiltri

Per il trattamento finale dell'aria prelevata dagli edifici e dell'aria di processo sono previsti due biofiltri operanti in parallelo.
Ciascun biofiltro è a sua volta suddiviso in due moduli singolarmente disattivabili, per consentire al sistema di trattamento dell'aria di rimanere parzialmente in funzione anche durante le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.
I sistemi di biofiltrazione previsti hanno lo scopo di completare la depurazione dell'aria effluente dagli impianti di abbattimento odori ad umido (scrubbers), eliminando quei componenti che non sono stati completamente ossidati o che non hanno potuto reagire chimicamente a causa della loro resistenza e/o scarsa reattività.

Il processo impiegato trova ampia e collaudata applicazione nel trattamento di molti reflui dell'industria chimica, agroalimentare e negli stessi impianti di depurazione delle acque reflue civili ed industriali.

I principi su cui si basa l'azione del biofiltro sono sostanzialmente simili a quelli utilizzati nei processi di trattamento biologico delle acque reflue, in quanto i sistemi di biofiltrazione prevedono lo sfruttamento di una popolazione microbica eterogenea (batteri e funghi) che vive in forma adesa sulle particelle di materiale filtrante (biofilm). Questi microrganismi sono in grado di metabolizzare, mediante reazioni biologiche di ossidazione ed idrolisi, i composti naturali organici ed inorganici presenti nei reflui gassosi che attraversano il biofiltro.

Nel biofiltro le sostanze da ossidare vengono trattenute all'interno dello strato di materiale costituente il filtro; questo strato è costituito da materiali di origine vegetale, soffici, porosi e stabili nel tempo che, mantenuti in condizioni di umidità, aerazione e pH controllati realizzano le condizioni ambientali affinché colonie di microrganismi in espansione neutralizzino i residui inquinanti e maleodoranti dell'aria.

Tra le colonie di microrganismi responsabili del processo di biossidazione si segnala anche la presenza di microrganismi metanotrofi capaci di ossidare il metano presente nel biogas con una elevata efficienza, superiore al 70%. Questi microrganismi sono in grado di trattare correnti di aeriforme con una concentrazione di metano dell'ordine del 10%-15%, quindi possono essere utilizzati in applicazioni in cui la torcia non è efficacemente utilizzabile a causa delle basse concentrazioni di metano. Nella presente applicazione il metano nella corrente da trattare sarà presente solo in maniera discontinua, in corrispondenza delle fasi di avviamento e bonifica delle celle anaerobiche, e comunque in concentrazioni di gran lunga più basse, dell'ordine del 0,5%max. È infatti molto importante garantire l'ossidazione del biogas previa immissione della corrente aeriforme in atmosfera in quanto il metano in esso presente costituisce uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra.

I moduli proposti producono una ottimale condizione di abbattimento odori (e polveri eventuali) in quanto la maggior parte delle sostanze odorose vengono eliminate negli scrubbers mentre i residui caratterizzati da una maggiore resistenza e/o comunque minore reattività vengono decomposti a causa del maggior tempo di permanenza in ambiente ossidante di cui il flusso d'aria dispone nell'attraversamento del letto filtrante.

Inoltre l'aria, in condizioni di saturazione, svolge un'azione di controllo della temperatura e del grado di umidificazione delle parti più interne del letto filtrante; parti in cui la temperatura dovrebbe

essere mantenuta tra 10 ÷ 30 °C e l'umidità tra 40 ÷ 70%, valori ottimali per il metabolismo dei microrganismi responsabili dei processi di deodorizzazione.

Ciascun biofiltro sarà comunque dotato di opportuna strumentazione per la misura della temperatura e umidità dell'aria in ingresso, così come temperatura, umidità e pH del materiale filtrante. I parametri misurati saranno acquisiti dal sistema di controllo al fine di garantire una corretta gestione del biofiltro ed operare eventuali azioni correttive.

La pavimentazione su cui poggia il biofiltro presenta una leggera pendenza per il convogliamento delle acqua di percolazione all'impianto di fermentazione.

Il biofiltro si completa con un sistema di umidificazione ausiliario di tipo esterno, costituito da una rete di ugelli spruzzatori.

I criteri di dimensionamento dei bioflitri sono:

Tabella 18: Parametri di dimensionamento del biofiltro

- capacità trattamento aria 210.000 Nmc/h
- carico specifico filtro < 90 mc/h per m^3 di letto
- altezza totale riempimento > 1.600 mm
- tempo di contatto ca 40 sec

da cui risulta una superficie totale netta di 1.700 mq da dividere equamente su due biofiltri.

La concentrazione di sostanze odorigene in uscita dal biofiltro sarà inferiore a 300 U.O./m^3, come indicato dalle BAT e dalle Linee Guida della Regione Lombardia relativamente agli impianti di compostaggio (Dgr 16 aprile2003 n.7) e sarà determinata in accordo al metodo EN 13725.

Tale valore limite può essere raggiunto mediante l'impiego di uno scrubber di pretrattamento della corrente aeriforme come d'altronde è stato previsto.

7.3.3 Canalizzazioni, strumentazione, ausiliari

Il sistema di trattamento aria si completa di:

- Canalizzazioni;
- Destratificatori;
- Strumentazione di processo;
- Valvole di regolazione aria/biogas;
- Ventilatori ausiliari.

Per la cui descrizione si rimanda alla Relazione R3.

7.4 Impianto trattamento del percolato da discarica

Nel presente capitolo sono illustrate le modalità di stoccaggio e gestione del percolato proveniente dalla discarica di servizio.

Il percolato proveniente dai processi di digestione, come evidenziato nei precedenti capitoli, viene inviato ai fermentatori dove contribuisce alla produzione di biogas, per poi essere interamente riutilizzato nel processo stesso come inoculo della fase di digestione anaerobica, per cui non si prevede la necessità di smaltirlo presso centri esterni.

In via del tutto cautelativa è comunque prevista la possibilità di inviare il percolato dei processi di digestione alla vasca di stoccaggio del percolato da discarica.

7.4.1 Generalità

Il percolato proveniente dalle discariche è in genere un refluo di rifiuto complesso e con notevole carico inquinante. L'inquinamento del percolato è il risultato dei processi biologici, chimici e fisici che si svolgono all'interno della discarica, insieme alla composizione dei rifiuti e al regime idrico della discarica.

Le caratteristiche quantitative del percolato sono influenzate da fattori esterni come l'apporto idrico (meteorico, superficie, sotterraneo), da fattori interni come l'umidità iniziale, la produzione e consumo di acqua durante la biodegradazione dei rifiuti e da fattori progettuali come la copertura finale. Le caratteristiche qualitative dipendono invece più strettamente dalla composizione dei rifiuti, in particolare dalla componente organica biodegradabile e dal contenuto di ione ammonio e di metalli.

La scelta del tipo di trattamento per un liquame quale il percolato è fortemente collegata con le sue caratteristiche fisico chimiche e biologiche.

Nel caso della discarica dell'impianto di Imperia si tratta di un percolato con scarso carico organico dovuto alla bassa concentrazione di materia organica del rifiuto conferito in discarica, già che detta frazione viene previamente separata e trattata.

Per questa ragione il percolato viene stoccato nei bacini di accumulo ricavati in prossimità dell'impianto per essere successivamente conferito ai centri di smaltimento autorizzati.

In sede di progetto sarà valutata la possibilità di prevedere un apposito impianto per la concentrazione del percolato prodotto, il quale potrà essere del tipo ad osmosi inversa, oppure del tipo evaporativo, sfruttando il calore di combustione del biogas prodotto e l'eventuale surplus di biogas rispetto al quantitativo strettamente necessario per produrre 999 kWh/h di energia.

Nel doc R3 – opere elettromeccaniche viene proposto un impianto di trattamento percolato di tipo ad osmosi inversa; a tale documento si rimanda per i necessaria approfondimenti.

Il D.lgs. 36/2003 – Allegato 1 - paragrafo 2.3 relativo alla gestione del percolato, ultimo capoverso autorizza il conferimento in discarica dei concentrati da impianti di trattamento: *"Il percolato e le acque raccolte devono essere trattate in impianto tecnicamente idoneo di trattamento al fine di garantire lo scarico nel rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente in materia. La concentrazione del percolato può essere autorizzata solo nel caso in cui contribuisca all'abbassamento del relativo battente idraulico; il concentrato prodotto può rimanere confinato all'interno della discarica."*

Pertanto, nelle possibili opzioni di smaltimento, è da prendere in considerazione anche la possibilità di conferire il "concentrato" prodotto in discarica.

8 DIMENSIONAMENTI OPERE CIVILI

In questo capitolo vengono riepilogate le volumetrie di massima utilizzate dalle varie sezioni costituenti l'impianto integrato di trattamento RSU.

8.1 Edificio ricezione e trasferimento RSU

- larghezza 67,0 m
- lunghezza 41,5 m
- altezza sotto trave 12,0 m
- area 2.780,0 m^2
- tipo completamente chiuso

8.2 Edificio trattamento RSU

- larghezza media 42,0 m
- lunghezza 80,0 m
- altezza sotto trave 12,0 m
- area 3.100,0 m^2
- tipo completamente chiuso

8.3 Edificio stoccaggio materiali valorizzabili

- larghezza 24,0 m
- lunghezza 30,0 m
- altezza sottotrave 12,0 m
- area 720,0 m^2
- tipo completamente chiuso

8.4 Edificio stoccaggio balle e sovvalli

- larghezza 34,0 m
- lunghezza 40,0 m
- altezza sottotrave 12,0 m
- area 1.360,0 m^2

- tipo completamente chiuso

8.5 Edificio celle – corridoio di movimentazione materiale organico

- larghezza 16,0 m
- lunghezza 128,0 m
- altezza sottotrave 8,0 m
- area 2.048,0 m^2
- tipo completamente chiuso

8.6 Celle di digestione anaerobica (FORSU e verde – sottovaglio)

- quantità 12,0 unità
- larghezza geometrica 7,5 m
- larghezza utile 7,5 m
- lunghezza geometrica/utile 37 m
- altezza utile 5,5/3,0 m
- area geometrica 277,5 mq circa
- tipo completamente chiuso, con portoni di accesso

8.7 Celle di digestione aerobica

- quantità 12,0 unità
- larghezza geometrica 7,5 m
- larghezza utile 7,5 m
- lunghezza geometrica/utile 32 m
- altezza utile 5,5/3,0 m
- area geometrica 240,0 mq circa
- tipo completamente chiuso, con portoni di accesso

8.8 Serbatoi fermentatori

- quantità 3,0 unità
- diametro esterno geometrico 14,0 m
- diametro interno 13,1 m
- altezza totale compreso gasometro 14,0 m
- volume utile 1.500 m^3 cadauno
- area totale 990,0 m^2 circa
- tipo a sviluppo verticale completamente chiuso

8.9 Edificio di stoccaggio e raffinazione stabilizzato – compost

- larghezza media 49,0 m
- lunghezza media 89,5 m
- altezza sottotrave 11,0 m
- area 4.400,0 m^2
- tipo aerata naturalmente

8.10 n.3 vasche raccolta percolato

- quantità 4 unità
- larghezza 8,0 m
- lunghezza 13,5 m
- altezza 8,0 m
- volume utile 740 m^3cad

8.11 Vasca acqua servizi e antincendio

- Quantità: 1 unità
- Larghezza 8,0 m
- Lunghezza 11,2 m
- Altezza 8,0 m
- Volume 617 m^3cad

8.12 Edifici servizi

8.12.1 Uffici-Centro ricerche

- superficie 15 m x 21,0 m (1° piano)
- superficie 15 m x 21,0 m (2° piano)

8.12.2 Edifici servizi personale – officina – magazzino

- superficie 15,0 m x 8,0 m
- altezza totale 9,0 m

9 PRESIDI AMBIENTALI

A corredo dell'impianto sono stati previsti appositi presidi sia per un efficace controllo e contenimento dei reflui gassosi e liquidi generati durante l'esercizio dell'impianto, sia per il contenimento dei rumori. Per gli scarti di lavorazione sono stati previsti appositi contenitori per l'invaso degli stessi ed un loro periodico invio a discarica o a centri di recupero, previa sostituzione del contenitore pieno con uno vuoto dislocato sempre in corrispondenza del punto di convogliamento finale degli scarti. I contenitori sono tutti disposti in locali chiusi dotati di sistema di apertura/chiusura a intervento rapido.

Schematicamente si può affermare che l'impatto sull'ambiente di un impianto di questo tipo è dovuto essenzialmente alle emissioni di:

- *polveri ed odori* in quasi tutte le fasi del processamento RSU/FOS, ma principalmente nella fase di ricezione, trasferimento e trattamento; altri momenti significativi sono il trasferimento della FORSU nelle celle ed il trasferimento del digestato;
- *rumori* derivanti soprattutto da macchine quali trituratori, vagli e ventilatori, compressori e motori a gas;
- *reflui di impianto* costituiti dagli eventuali percolati raccolti nelle aree adibite allo stoccaggio dei rifiuti nella fase di disidratazione del digerito, dalle condense del biogas, nonché dal lavaggio degli ambienti di lavoro e dagli scarichi delle torri di abbattimento biogas (scrubber);
- *emissioni in atmosfera,* generate sostanzialmente dall'utilizzo diretto del biogas prodotto nei motori a ciclo otto.

9.1 Polveri ed odori

Per il controllo delle polveri e degli eventuali cattivi odori generati nelle diverse fasi della lavorazione, e quindi presenti nelle correnti di estrazione in precedenza indicate, sono previsti i presidi qui di seguito sommariamente descritti (*per una descrizione dettagliata si vedano i capitoli dedicati all'impiantistica*).

Si prevede l'impiego di cicloni, filtri a maniche e filtri biologici opportunamente dimensionati per il trattamento dell'aria aspirata e/o dell'aria di processo proveniente dalle diverse linee di trattamento su cui si articola l'intero impianto.

In particolare si prevede:

1. di aspirare l'aria dalla ricezione RSU e fanghi in modo da mantenere in depressione il locale, impedendo così la fuoriuscita di sostanze maleodoranti, di impiegare tale aria nei processi di biometanizzazione, quindi avviarla all'unità di abbattimento odori (lavatori a reagente acido) ed infine all'unità di biofiltrazione unitamente all'aria aspirata dagli altri edifici;
2. di presidiare nella linea di trattamento RSU/FOS tutti i punti che possono dare luogo a generazioni di polveri e/o ad emissione di cattivi odori, in particolare all'ingresso ed all'uscita delle macchine operatrici (vagli, mulino, ecc.), mediante cappe di aspirazione, avviando l'aria aspirata all'unità di filtrazione F1-F2 e successivo ritorno dell'aria priva di polvere nell'ambiente di prelievo;
3. di avviare l'aria del separatore aeraulico ad un impianto di ciclonaggio;
4. di aspirare l'aria dal tunnel di servizio dell'edificio celle e di avviarla ad un impianto di abbattimento come descritto al punto 1;
5. di aspirare l'aria delle celle di biostabilizzazione - compostaggio per inviarla ad una unità chimica di abbattimento odori e ad un successivo trattamento finale in una unità di biofiltrazione.

9.2 Inquinamento acustico

Rispetto ad altri tipi di inquinamento, l'inquinamento acustico presenta caratteri particolari dei quali è necessario tenere conto. Innanzitutto, tale forma di inquinamento è temporaneamente labile: in termini fisici esso non ha possibilità di accumulo e scompare non appena cessa di agire la causa che l'ha determinato (anche se, da un punto di vista psicofisico, le sue conseguenze possono cumularsi).

Esso è, inoltre, spazialmente indeterminato in quanto si distribuisce nello spazio in funzione dei movimenti delle sorgenti che lo generano e delle caratteristiche del mezzo di propagazione (l'atmosfera). Mentre altre forme di inquinamento non sono direttamente percepite a livello soggettivo e devono pertanto essere sottoposte ad un controllo specifico, l'inquinamento acustico appartiene alla classe dei fenomeni immediatamente percepiti da chi vi sia sottoposto.

Le fonti di rumore di maggior rilievo sono le seguenti:

- compressori, soffianti, motori a ciclo otto;
- automezzi per trasporto materiali (pale gommate, automezzi);
- vagli, separatore aeraulico;

- pompe;
- trituratori;
- motori a gas;
- ventilatori;

Interventi tecnologici

Saranno adottate opportune scelte progettuali per l'attenuazione dei livelli sonori nelle zone di lavoro e conseguentemente nell'area esterna all'impianto.

I provvedimenti sono così sintetizzabili:

a. Soffianti aria/motori a gas/compressori/trituratori
   - applicazione di silenziatori in aspirazione e mandata;
   - scelta di macchine con velocità di rotazione relativamente limitata;
   - posizionamento su basamenti di cemento armato sufficientemente ampi da limitare l'ampiezza delle vibrazioni;
   - uso di appoggi antivibranti;
   - uso di giunti flessibili;
   - insonorizzazione apparecchiature;
   - taglio del pavimento per evitare rumori indotti dalle vibrazioni del suolo;
   - porte fonoassorbenti;
   - griglie fonoassorbenti per le prese d'aria esterne;
   - insonorizzazione del canale di presa del ventilatore per il ricambio dell'aria ambiente, attuata con rivestimento fonoassorbente.

b. Per i macchinari di lavorazione dei rifiuti e derivati (vagli – trasportatori)
   - utilizzo di apparecchiature intrinsecamente silenziose;
   - uso di rivestimenti e carenature;
   - posizionamento su supporti antivibranti e/o lubrificanti;
   - completa chiusura in edifici;
   - impiego di portoni ad apertura/chiusura rapida.

I provvedimenti adottati sono in grado di assicurare un livello sonoro max di 78÷80 dB(A) nelle zone di lavoro del personale di conduzione.

La disposizione dell'impianto, curata anche in funzione della massima attenuazione dei rumori verso l'esterno, consente il rispetto dei limiti delle normative vigenti.

Livelli limite di rumore

❖ Emissioni rumorose delle macchine ed apparecchiature ad 1 metro di distanza dalla sorgente.(1)	- Per macchine con rumore di tipo continuo: 78 ÷ 80 dB(A). - I livelli sonori delle diverse bande d'ottava non supereranno la curva NR70 delle raccomandazioni ISO 1996.
❖ Emissione rumorose nelle posizioni di lavoro di sala controllo, negli uffici o nei locali in cui vengono svolte mansioni che richiedono concentrazione e dove l'intelligibilità del parlato è di fondamentale importanza,	il livello sonoro massimo non dovrà superare il valore di: 50 ÷54 dB(A)
❖ Emissioni rumorose sul confine dell'area pertinente all'impianto ad una altezza da 1,50 metri a 20 metri, misurate senza interposizione di alcun oggetto	< 70 dB(A)
I livelli sonori saranno misurati in dB(A) con velocità di risposta "slow" per rumori continui o fluttuanti, e in dB (Lin) con velocità di risposta "peak" per rumori impulsivi.	

(1) la sola eccezione è costituita dalla rumorosità dei motori endotermici che sarà < 70 dB(A) a 7 metri

9.3 Reflui di impianto

I reflui da convogliare e/o trattare hanno le seguenti provenienze:

- eventuali percolati dell'area di stoccaggio temporaneo RSU / acque lavaggio aree di trattamento RSU/FOS;
- condense ottenute dal biogas;
- percolati dalle celle di compostaggio;
- acque di spurgo scrubber;
- percolati da biofiltri n. 1 & n. 2;
- acque di lavaggio automezzi;
- acque di prima poggia.

Parte di questi reflui è raccolta localmente in un volume specificamente dedicato e dirottata ai bacini di raccolta posizionati alla base dei serbatoi fermentatori e nuovamente riutilizzata. Il bilancio dei reflui liquidi non prevede eccedenze da trattare.
Per le acque di prima pioggia di strade e piazzali è previsto uno specifico contenimento e trattamento; tali acque, per la parte non utilizzabile, sono successivamente inviate all'impianto di trattamento percolato.

Percolato da RSU

I reflui ottenuti sotto forma di percolato dallo stoccaggio del RSU presentano caratteristiche di estrema variabilità.
Il percolato risulta costituito infatti da prodotti quali oli, colaticci di vario genere, detergenti anch'essi di vario tipo, oltre all'acqua di costituzione del rifiuto. I rifiuti in generale sono in condizioni di assorbire il percolato eventualmente formatosi. Solo in situazioni di conferimento anomalo, carico eccezionale di organico, condizioni di stoccaggio in fossa estremamente gravose (pressatura e compattazione di RSU e FOS), è possibile il rilascio di percolato in un pozzetto di raccolta.
Una pompa posizionata all'interno del pozzetto trasferisce il percolato in un serbatoio di stoccaggio temporaneo da dove è successivamente dirottato allo stoccaggio percolato di processo.
Anche le acque di lavaggio del contiguo edificio, opportunamente canalizzate, sono convogliate in un pozzetto interno da dove, al termine delle operazioni di lavaggio, sono prelevate mediante una pompa carrellata per essere dirottate ai bacini di recupero.

Condensati da biogas

I reflui derivanti da questa fase sono così caratterizzati:

- condensati provenienti dalla fase di raffreddamento del gas biologico che contengono percentuali variabili di acqua e di sostanze organiche quali acido acetico, benzoico (solubili in acqua) e residui di solidi da trascinamento. Tali reflui sono convogliati nei serbatoi di fermentazione.

Percolati da biofiltri

I due biofiltri installati sulla copertura edificio celle sono realizzati in modo da raccogliere l'eventuale percolato in un vano di raccolta sigillato e facilmente accessibile.
La possibilità di formazione di percolato è piuttosto contenuta, in quanto l'eventuale "condensa in formazione" dovrebbe essere dispersa nel letto filtrante.

Solo nell'ipotesi di un apporto di umidità esterna elevato (ad esempio per pioggia), è possibile la formazione di un percolato che tende, anche per effetto dell'aria insufflata, a disperdersi.
Nell'ipotesi di raccolta di percolato, si procederà ad un suo prelievo e trasferimento al sistema recupero percolati di processo.

Acque di spurgo scrubbers

Le due unità di trattamento aria asservite alle due unità di biofiltrazione necessitano di un apporto continuo di acqua fresca e di un conseguente rilascio.
Sulla base delle portate totali di aria da trattare, si prevede un rilascio di circa 2 ÷ 3 m^3/h che sarà canalizzato in una delle vasche di raccolta del percolato.

Percolati celle di biostabilizzazione

Le celle di biostabilizzazione operano con aria in solo insufflaggio e/o a parziale riciclo.
La sola insufflazione dell'aria infatti limita e/o addirittura evita la formazione di percolato, in quanto lo stesso, a livello locale, è ritrasportato e disperso direttamente dall'aria insufflata, dal momento che aria e percolato percorrono in controcorrente gli stessi collettori e diramazioni.
Per maggiore sicurezza tuttavia all'estremità dei collettori sono previsti degli stacchi drenanti dotati di valvole "a tenuta totale" che permettono la periodica ispezione del condotto ed il trasferimento dell'eventuale percolato formatosi ai bacini di raccolta percolato disposti alla base dei serbatoi fermentatori.

Acque di lavaggio automezzi

Per le acque dell'impianto di lavaggio automezzi, si prevede di eseguire a livello locale una disoleazione e di trasferire periodicamente le acque di lavaggio localmente stoccate al sistema trattamento percolati.

Altre acque

Oltre alle acque di processo e tecnologiche, sono da considerare anche:

- acque meteoriche provenienti da piazzali: queste acque sono convogliate in una vasca di accumulo dimensionata per contenere i primi 5 minuti di acque di prima pioggia; l'eccedenza è sfiorata come acqua superficiale;
- acque meteoriche provenienti dai tetti: tutte queste acque sono raccolte in una specifica rete e disperse come acque superficiali unitamente alle acque di seconda pioggia.

9.4 Emissioni in atmosfera

Con riferimento alla disponibilità di biogas (Capitolo 5), pari a circa 6.200 t/a, si ha una produzione totale di fumi di circa 50.000 t/a, che mediata su 365 g/a e 24 h/g equivale a circa 5.500 kg/h.
Nei gas di scarico sono contenuti, oltre ai prodotti della combustione, quali H_2O, CO_2, O_2, anche:

- NO_x < 450 mg/Nm^3
- CO < 500 mg/Nm^3

Tali scarichi sono posizionati nell'area tecnologica di produzione ad una altezza che permette il libero sfogo senza interferenze con gli edifici adiacenti.

Scarichi minori

Rientrano in questa tipologia i fumi prodotti nella caldaia produzione vapore (se prevista) ed i fumi della torcia.
In relazione alle portate dei gas utilizzati, questi scarichi hanno un impatto ambientale del tutto trascurabile.

9.5 Schede riepilogative emissioni in atmosfera

Nelle tabelle che seguono sono riportati:

- Tabella 1 Quadro riassuntivo emissioni biofiltri
- Tabella 2 Quadro riassuntivo emissioni da combustione biogas

TABELLA 1 – QUADRO RIASSUNTIVO DELLE EMISSIONI - BIOFILTRI

BIOFILTRI n.1 e n.2

Punto di emissione	Provenienza	Portata Nm^3/h	Durata media emissione	Impianto abbattimento	Temp. °C	Inquinanti presenti	Concentrazione inquinanti secchi mg/Nm^3	Altezza emissione dal suolo	Sezione emissione	Ubicazione
Biofiltro n.1 e n.2	Biofiltri	2x105.000	24h/24h per 365 g/a	Biofiltro con prelavaggio acido	10 ÷ 25	COT(1) NH_3 H_2S U.O.(2)	≤50 ≤5 ≤3,5 ≤300	12 metri ν <0,04 m/s	2x850 m^2	Il biofiltro è disposto sulla copertura dell' edificio celle trattamento anaerobico

LEGENDA
(1)COT: composti organici totali
(2)U.O.: Unità Olfattiva (Metodo Standard Europeo EN 13725)

TABELLA 2 – QUADRO RIASSUNTIVO DELLE EMISSIONI

Combustione biogas motori otto

Fumi di combustione post caldaia a recupero

Punto di emissione	Provenienza	Portata Nm^3/h	Durata media emissione	Temp.°C	Inquinanti presenti	Concentrazione inquinanti mg/Nm^3	Altezza emissione dal suolo	Diametro sezione emissione	Ubicazione
n. 2 camini motori	n. 2 motori otto	2x2.150	24h/24h per 340 g/a L'impianto è ipotizzato in condizioni di regime	180	CO NO_X SO_2	< 500 < 450 100 p.p.m.	H = 11 metri	S=0,062 mq	In prossimità container motori