



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento Protezione Civile



Regione Siciliana

**L'UFFICIO DEL COMMISSARIO DELEGATO
PER L'EMERGENZA RIFIUTI**

O.P.C.M. 09 Luglio 2010 n.3887

Decreto Legge n.43/2013

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
PER IL TRATTAMENTO MECCANICO E BIOLOGICO DELLA FRAZIONE RESIDUALE E DELLA
FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI URBANI DA REALIZZARE IN CONTRADA "BELLOLAMPO" NEL
COMUNE DI PALERMO-1° LOTTO FUNZIONALE**



A.T.I.		
Capogruppo Mandataria:		
Mandante:		
Mandante:	<u>SO GERI S.r.l.</u> <i>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</i>	
Mandante:		
Progettazione esecutiva:	Sistema Qualità Certificato UNI EN ISO 9001 (ISO 9001) Certificato n° 184025	
		

1.1	INDICE DELLE TABELLE.....	1
1.2	INDICE DELLE FIGURE.....	1
2.	PREMESSA METODOLOGICA.....	1
2.1	IL QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO IN MATERIA DI GESTIONE DEI RU	1
2.2	UBICAZIONE INTERVENTO.....	2
3.	CARATTERISTICHE GENERALI DELLA PIATTAFORMA	5
3.1	FILIERA DI TRATTAMENTO DEI RU	5
3.2	FILIERA DELLA VALORIZZAZIONE DELLA FORSU.....	9
4.	DESCRIZIONE DELLA FILIERA DI TMB DEI RU	10
4.1	FASE DI CONFERIMENTO DEI RU	11
4.1.1	<i>Sezione di pretrattamento meccanico.....</i>	<i>15</i>
4.2	FASE DI BIOSTABILIZZAZIONE DEL FLUSSO DI SOTTOVAGLIO	22
4.2.1	<i>Dinamica del processo</i>	<i>22</i>
4.2.2	<i>L'ecosistema microbico alla base del processo.....</i>	<i>23</i>
4.2.3	<i>Fattori che influenzano il processo ed il controllo delle reazioni</i>	<i>24</i>
4.2.4	<i>Aspetti metabolici delle reazioni microbiche a carico dei substrati sottoposti al processo di biostabilizzazione.....</i>	<i>27</i>
4.3	DIMENSIONAMENTO DELLE BIOCELLE STATICHE.....	29
4.4	MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO E GESTIONE DEI BIOTUNNEL DEDICATI ALLA BIOSTABILIZZAZIONE DEL SOTTOVAGLIO	38
4.4.1	<i>Stabilizzazione</i>	<i>38</i>
4.4.2	<i>Trattamento e riciclo di percolati e condensati</i>	<i>38</i>
5.	DATI DI PROGETTO DELLA FILIERA DI TRATTAMENTO AEROBICO DELLA FORSU	40
5.1	DATI AMBIENTALI DI INSTALLAZIONE IMPIANTO	40
5.2	GENERALITÀ SUL COMPOSTAGGIO	40
5.2.1	<i>Fasi biochimiche del processo.....</i>	<i>40</i>
5.2.2	<i>Struttura, tessitura, porosità</i>	<i>42</i>
5.2.3	<i>Il Rapporto C/N</i>	<i>45</i>
5.2.4	<i>Il flow sheet generale.....</i>	<i>45</i>
5.3	IL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO IN BIOCELLE STATICHE	47
5.3.1	<i>Preparazione matrice per trattamento.....</i>	<i>48</i>
5.3.2	<i>Dimensionamento delle biocelle statiche trattamento FORSU finalizzato al compost.....</i>	<i>48</i>
5.3.3	<i>Calcolo del numero di tunnel necessari Biocelle necessarie al trattamento della FORSU</i>	<i>48</i>
5.4	SECONDA MATURAZIONE (FASE DI CURING FORSU).....	52
5.4.1	<i>Lavorazione e raffinazione del compost finito.....</i>	<i>55</i>
5.5	CARATTERISTICHE DEI TUNNEL	56
5.6	SISTEMA ELETTRICO DI COMANDO E SUPERVISIONE DEL SISTEMA BIOTUNNEL (ANALOGO A QUELLO DEI BIOTUNNEL DELLA FOS).....	56
5.7	SISTEMA DI AUTOMAZIONE	58
5.7.1	<i>Parametri rilevati nel sistema Biocelle</i>	<i>58</i>
6.	DIMENSIONAMENTI FILIERA RSU	62
6.1	SCENARIO ORDINARIO	62
6.2	SCENARIO DI PUNTA.....	76
7.	DATI DI DIMENSIONAMENTO DELLA LINEA DI VALORIZZAZIONE DELLA FORSU.....	90
8.	LA GESTIONE DEI FLUSSI IDRICI.....	98
8.1	ACQUE METEORICHE PROVENIENTI DAI TETTI.....	98
8.2	ACQUE DI PRIMA PIOGGIA PROVENIENTI DAI PIAZZALI E VIABILITÀ	101
8.2.1	<i>Il nuovo quadro di riferimento normativo</i>	<i>101</i>
8.2.2	<i>Modalità gestionali del sistema acque di prima pioggia</i>	<i>102</i>
8.2.3	<i>Modalità di gestione delle acque di prima pioggia.....</i>	<i>104</i>
8.2.4	<i>Sviluppo del sistema</i>	<i>112</i>
8.3	ACQUE DI PROCESSO_MODALITÀ DI PRODUZIONE E DI REGOLAZIONE DEL DEFLUSSO	115
8.3.1	<i>Percolati da zone pavimentate di stoccaggio e movimentazione interne</i>	<i>115</i>

8.3.2	Percolato dalla zona biocelle Forsu e RU	117
8.3.3	Percolato dalla platea di maturazione	117
8.3.4	Percolati da drenaggi vari, condense e reflui da scrubber, ventilatori e biofiltro	118
8.4	ACQUE DI PROCESSO_PRODUZIONE "ATTESA"	120
8.4.1	Produzione "attesa" dei percolati in fase di ricezione dei RU e della Forsu	120
8.4.2	Produzione "attesa" dei percolati dai biotunnel e demister	120
8.4.3	Produzione "attesa" di percolato dalle platee di maturazione	120
8.5	GESTIONE E RIUSO DEI PERCOLATI E DELLE ACQUE DI PROCESSO. IL SISTEMA DEI RICIRCOLI.....	121
8.5.1	Umidificazione della biomassa nella fase ACT in biocella	121
8.5.2	Irrorazione scrubber.....	121
8.5.3	Irrorazione biofiltro.....	121
8.6	BILANCIO IDRICO GENERALE	122
8.6.1	Altri flussi idrici	122
8.7	VASCHE DI PROCESSO	126
8.7.1	Vasca stoccaggio percolato	126
8.7.2	Vasca acque industriali e antincendio	127
8.8	IMPIANTO LAVAGGIO RUOTE	128
9.	IMPIANTO ARIA COMPRESSA	130
9.1.1	Circuito dell'Aria	132
9.1.2	Circuito dell'Olio Lubrificante.....	132
9.1.3	Sistema di essiccazione dell'aria	132
9.1.4	Sistema di regolazione.....	133
9.1.5	Pannello di controllo.....	133
9.1.6	Separatore acqua/olio "osd"	133
9.1.7	La linea di distribuzione dell'aria compressa	134
9.1.8	Reti di distribuzione	134
9.1.9	Perdite di carico e dimensionamenti	135
9.1.10	Tubazioni.....	136
10.	I PRESIDI AMBIENTALI	137
10.1	LE POTENZIALI FONTI DI EMISSIONE	138
10.2	SISTEMA DI BIOFILTRAZIONE	140
10.2.1	Processo di filtrazione biologica. Principio di funzionamento	140
10.2.2	Dimensionamenti	142
10.2.3	Verifica efficienza biofiltro	144
10.2.4	Tipologia pavimentazione biofiltro	144
10.2.5	Ventilatori di estrazione arie	145
10.3	LINEE DI ASPIRAZIONE.....	146
10.4	LINEA ASPIRAZIONE DEDICATA POLVERI.....	149
10.5	CARATTERISTICHE SCRUBBERS.....	151
10.6	VERIFICHE EFFICIENZA LINEE DI ASPIRAZIONE	154
11.	ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI COMANDO/CONTROLLO	156
11.1	LIVELLO 1: ACQUISIZIONE DATI DAL CAMPO	157
11.1.1	Macchine semplici	157
11.2	LIVELLO 2: SISTEMA CENTRALE DI GESTIONE DEI DATI	159
11.3	LIVELLO 3: SUPERVISIONE	160
11.3.1	Elementi di qualità del sistema	160
11.3.2	La scelta dell'impiego dei bus di campo	161
11.3.3	Building Automation	161
12.	IMPIANTO ELETTRICO GENERALE	163
12.1	NORME, LEGGI E DECRETI DI RIFERIMENTO	163
12.1.1	Qualità dei materiali	164
12.1.2	Classificazione degli ambienti	164

13.	POTENZE INSTALLATE	166
14.	IMPIANTO ANTINCENDIO	169
14.1	PRESIDI ANTINCENDIO	170
14.2	PRESIDI FISSI	173
14.3	I PRESIDI MOBILI	176
14.4	SEGNALETICA DI SICUREZZA	176
14.5	SISTEMI DI RILEVAZIONE INCENDI ED ALLARME	177
15.	L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	178

1.1 INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 SCHEMA A BLOCCHI QUANTIFICATO SCENARIO "ORDINARIO" LINEA PRETRATTAMENTO RU	6
TABELLA 2 SCHEMA A BLOCCHI QUANTIFICATO SCENARIO "DI PUNTA" LINEA PRETRATTAMENTO RU	7
TABELLA 3 SCHEMA A BLOCCHI QUANTIFICATO LINEA FORSU	9
TABELLA 4 DATI DI TARGA DELLA LINEA DI TRATTAMENTO DEI RU	10
TABELLA 5 VALORI OTTIMALI DEI TIPICI PARAMETRI OPERATIVI NEL COMPOSTAGGIO	41
TABELLA 6 TABELLA PER LA PRELIMINARE DETERMINAZIONE DEL VOLUME DELLA VASCA ACQUE	104
TABELLA 7 RIEPILOGO DEI VARI FLUSSI IDRICI E DELLE RELATIVE MODALITÀ GESTIONALI	124
TABELLA 8 CONDIZIONI DI RIFERIMENTO STANDARD DEL COMPRESSORE ROTATIVO MONOSTADIO A VITE	130
TABELLA 9 LIMITI DI FUNZIONAMENTO DEL COMPRESSORE ROTATIVO MONOSTADIO A VITE	130
TABELLA 10 PRESTAZIONI DEL COMPRESSORE ROTATIVO MONOSTADIO A VITE	130
TABELLA 11 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL COMPRESSORE ROTATIVO MONOSTADIO A VITE	130
TABELLA 12 PRINCIPALI COMPOSTI ODORIGENI RISCONTRABILI IN IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO E TRATTAMENTO BIOLOGICO.	137
TABELLA 13 - EMISSIONI ODOROSE ESPRESSE IN UNITÀ OLFATTOMETRICHE	137
TABELLA 14 TABELLA DI RIFERIMENTO PER LA DEGRADAZIONE DELLE SOSTANZE ODORIGENE.....	141
TABELLA 15 CARATTERISTICHE DEL VENTILATORE ASSERVITO AL FILTRO A MANICHE	150

1.2 INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 DETTAGLIO LINEA PRETRATTAMENTO RSU	1
FIGURA 2 DELIMITAZIONE DELL'AMBITO PROVINCIALE DI PALERMO.....	2
FIGURA 3 STRALCIO IGM SCALA 1:25.000.....	3
FIGURA 4 VARIANTE AL P.R.G. DEL COMUNE DI PALERMO DI CUI AL DECRETO ARTA N° 941 DEL 31/07/2003 ZONA OMOGENEA F18 - DISCARICHE R.S.U. E SPECIALI.....	3
FIGURA 5 IL RICHIAMO AL PAESAGGIO COLLINARE CIRCOSTANTE.....	4
FIGURA 6 VISTA 3D DELLA LINEA DI PRETRATTAMENTO DEI RSU	8
FIGURA 7 DETTAGLIO SISTEMA SEMAFORICO IN RICEZIONE.....	11
FIGURA 8 VISTE RICEZIONE.....	12
FIGURA 9 DETTAGLIO DEL SISTEMA DI CONTROLLO "VISIVO" DALLA CONTROL ROOM	13
FIGURA 10 LAY OUT LINEE PRETRATTAMENTO RU	15
FIGURA 11 DETTAGLIO DEI DUE APRISACCO	16
FIGURA 12 DETTAGLIO DEI SISTEMI DI VAGLIATURA.....	18
FIGURA 13 DETTAGLIO ECS	19
FIGURA 14 DETTAGLIO FILTRO A MANICHE	20
FIGURA 15 VISTE DELLA SALA CONTROLLO EDIFICIO RICEZIONE RSU E FORSU.....	21
FIGURA 16 VEDUTA DELLA SALA DI CONTROLLO LATO RICEZIONE RSU	22
FIGURA 17 - PARTICOLARE SISTEMA DI INSUFFLAZIONE A PAVIMENTO	31
FIGURA 18 CURVA CARATTERISTICA VENTILATORE INSUFFLAZIONE BIOCELLE (STABILIZZAZIONE FOS).....	35
FIGURA 19 CURVA CARATTERISTICA VENTILATORE ESTRAZIONE ARIA DA BIOCELLE TRATTAMENTO FOS.....	36
FIGURA 20 SISTEMA ARIE IN BIOCELLA	36
FIGURA 21 VISTA AMBITO BIOCELLE.....	38
FIGURA 22 GESTIONE DELLE ACQUE DI PROCESSO	39
FIGURA 23 DETTAGLIO LINEA DI PRETRATTAMENTO DELLA FORSU	41
FIGURA 24 FLOW SHEET GENERALE QUANTIFICATO DELL'INTERA LINEA DI VALORIZZAZIONE DELLA FORSU	46
FIGURA 25 VISTE DELLA ZONA RICEZIONE E TRATTAMENTO DELLA FORSU	48
FIGURA 26 CURVA CARATTERISTICA VENTILATORE INSUFFLAZIONE BIOCELLE (ACT)	51
FIGURA 27 CURVA CARATTERISTICA VENTILATORE ASPIRAZIONE BIOCELLE (ACT).....	51
FIGURA 28 DATI GEOMETRICI DELLA CURING PHASE.....	53
FIGURA 29 CARATTERISTICHE VENTILATORE DI IMMISSIONE ARIA IN MATURAZIONE.....	55
FIGURA 30 VISTA DELLA ZONA DI RAFFINAZIONE	55
FIGURA 31 SCHEMA INDICATIVO DELLA UNITÀ QUADRI ASPIRATORI ARIA AMBIENTE	57
FIGURA 32 SCHEMA INDICATIVO DELLA UNITÀ QUADRI DI LOGICA.....	58
FIGURA 33 TIPICO SINOTTICO DELLA PAGINA PRINCIPALE	59
FIGURA 34 DETTAGLIO POZZETTI ACQUE METEORICHE DEI TETTI E CONNESSIONE ALLA CONDOTTA PRINCIPALE	98
FIGURA 35 PLANIMETRIA GENERALE RETE METEORICA DEI TETTI	100
FIGURA 36 - SUPERFICI OGGETTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	103
FIGURA 37 SCHEMA FUNZIONALE DEL SISTEMA "VASCA DI PRIMA PIOGGIA"	105
FIGURA 38 P&DI DEL SISTEMA VASCA DI PRIMA PIOGGIA.....	106

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

FIGURA 39 PIANTE DELLA VASCA DI PRIMA PIOGGIA 110

FIGURA 40 SEZIONE DELLA VASCA DI PRIMA PIOGGIA 111

FIGURA 41 SVILUPPO DELLA RETE ACQUE METEORICHE DEI PIAZZALI..... 114

FIGURA 42 P&ID DEL SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE DI PROCESSO 115

FIGURA 43 SVILUPPO DELLA RETE PERCOLATI 119

FIGURA 44 P&ID SISTEMA IN/OUT ACQUE INDUSTRIALI 128

FIGURA 45 - INQUADRAMENTO E VISTA IMPIANTA DELL'IMPIANTO DI LAVAGGIO RUOTE 129

FIGURA 46 DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL SISTEMA ARIA COMPRESSA PREVISTO IN PROGETTO 131

FIGURA 47 FOGLIO DI CALCOLO DELLA LINEA ARIA COMPRESSA..... 135

FIGURA 48 DETTAGLIO SCRUBBER E BIOFILTRO IN PROGETTO 139

FIGURA 49 - COMPARTIMENTAZIONE PLENUM..... 144

FIGURA 50 - PARTICOLARE SISTEMA DI INSUFFLAZIONE A PAVIMENTO 145

FIGURA 51 VISTA 3D DELLA LINEA DI ESTRAZIONE ARIE AMBITO RSU/FORSU 147

FIGURA 52 VISTA 3D DELLA LINEA DI ESTRAZIONE ARIE AMBITO BIOTUNNEL E MATURAZIONE 148

FIGURA 53 VISTA 3D DEL SISTEMA DOPPIO SCRUBBER E IMMISSIONE ARIA NEL BIOFILTRO 153

FIGURA 54 SCHEMA FUNZIONALE E DIMENSIONALE DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO DELLE ARIE. 155

FIGURA 55 - PLANIMETRIA DEGLI AMBITI 170

FIGURA 56 - STATO DI PROGETTO DELL'IMPIANTO ANTINCENDIO 171

FIGURA 57 - STRALCIO REALIZZATIVO LOTTO I 172

FIGURA 58 VISTA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO IN COPERTURA 178

FIGURA 59 - PLANIMETRIA DELLE COPERTURE CON EVIDENZA DEGLI ELEMENTI FOTOVOLTAICI..... 179

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

2. PREMESSA METODOLOGICA

La presente relazione tecnica costituisce la sintesi tra il progetto posto a gara dall'Ufficio del Commissario Delegato e le proposte tecniche migliorative offerte in sede di gara ed accettate dalla Stazione Appaltante.

Come tale, per le parti non oggetto di modifiche/migliorie, lo stesso fa espresso riferimento a quanto già esplicitato nel progetto definitivo di gara che costituisce parte integrante e sostanziale anche del presente progetto esecutivo, al netto delle varianti proposte. Quindi parte della presente relazione, cioè le invariati rispetto al progetto definitivo, sono state stralciate dalla relazione del progetto definitivo di gara e opportunamente integrate in relazione alla presente fase più avanzata dell'iter amministrativo.

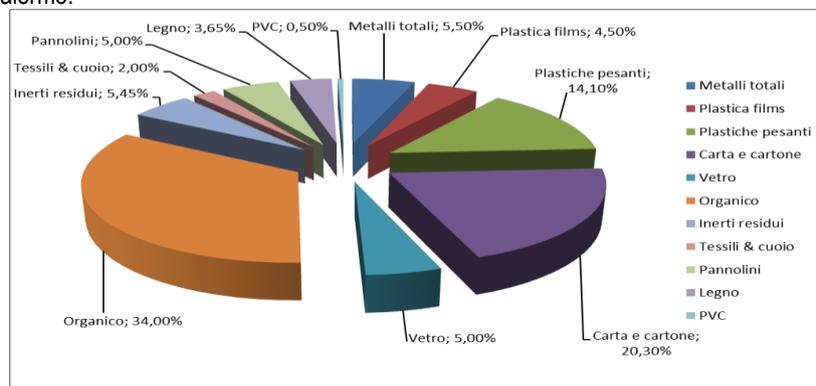
La proposta tecnico-migliorativa accettata dalla Stazione Appaltante, ha riguardato, fermo restando il conseguimento degli obiettivi di processo indicati nel progetto definitivo di gara, in *primis* il tema dell'affidabilità e durabilità delle soluzioni tecnologiche migliorative proposte. Quindi nella progettazione esecutiva si prevede, tra l'altro, l'ottimizzazione dimensionale e strutturale dei macchinari e degli impianti con l'obiettivo di migliorarne l'efficienza, l'implementazione di alcune componenti aggiuntive nell'ottica della massima affidabilità e durata nel tempo delle stesse, nonché la previsione di un *lay out* impiantistico, che pur rispondendo pienamente alle attuali richieste della Stazione Appaltante, consente all'impianto la possibilità di future implementazioni che ne migliorino le *performances* in termini di effettivo recupero.

Ogni singola componente e/o soluzione di *lay out* prevista nel nuovo *lay out* impiantistico è il risultato di una progettazione di dettaglio appositamente sviluppata e finalizzata alla ricerca delle richieste ottimizzazioni sia in termini di rese di processo, che in termini di semplicità manutentiva oltre che nel pieno rispetto degli obiettivi di minimizzazione dei relativi costi energetici.



Figura 1 Dettaglio linea pretrattamento RSU

Tutti i bilanci e relative rese di processo fanno riferimento alla seguente composizione merceologica mediamente rappresentativa dei RSU della provincia di Palermo.



La presente relazione ha quindi come oggetto la descrizione ed il dimensionamento finale del processo di funzionamento dell'impianto di trattamento e selezione dei R.U. comprendente una fase di biostabilizzazione della frazione organica proveniente dalla selezione meccanica, in ottemperanza al quadro normativo della Regione Sicilia, la cui realizzazione avviene da parte della struttura del Commissario Delegato per l'emergenza rifiuti (O.P.C.M. n° 3887/2010). L'impianto risulta ai margini della realizzanda V1a vasca della discarica di "Bellolampo" del Comune di Palermo. Il ciclo tecnologico per il trattamento dei RU indifferenziati prevede quindi un trattamento meccanico /biologico articolato nelle seguenti sezioni:

1. pretrattamento con apertura sacchi e stadio di vagliatura,
2. trattamento biologico differenziato per sottovaglio e sopravaglio,
3. maturazione e raffinazione del sottovaglio per la produzione di frazione organica biostabilizzata da utilizzare in azioni di recupero ambientale,
4. raffinazione della frazione di sopravaglio per la produzione di CSS

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

L'impianto, giusto quanto richiesto dalla Stazione Appaltante, è progettato per ottenere la massima flessibilità di sistema per coprire esigenze future derivanti da:

- variazione delle quantità e delle qualità di rifiuti conferiti;
- richiesta di variazioni nelle caratteristiche del prodotto finito;
- flessibilità operativa per far fronte alle variazioni stagionali nelle quantità.

Inoltre, il sistema è caratterizzato da:

- una elevata affidabilità delle apparecchiature;
- una facilità di conduzione e manutenzione;
- un contenimento dei costi di gestione.

I particolari costruttivi delle apparecchiature costituenti l'impianto sono progettati per ottenere la massima affidabilità e la massima semplicità costruttiva.

L'impianto è stato progettato prestando una particolare attenzione a:

- evitare i versamenti di materiale nel passaggio tra una apparecchiatura e la successiva;
- evitare le perdite di materiale all'esterno durante il trattamento;
- uniformare parti comuni e sistemi di fissaggio delle varie apparecchiature;
- conservare ampi passaggi di manutenzione e manovra sufficienti alle normali operazioni previste;

prevedere passerelle e ballatoi in quota al servizio di apparecchiature oggetto di interventi;

- evitare fosse o angoli nascosti non protetti, quindi soggetti a raccolta di materiali.

Con la realizzazione dell'intervento la Stazione Appaltante si propone di raggiungere i seguenti principali benefici:

- 1) riduzione dei volumi, del peso e della pericolosità ambientale dei rifiuti da conferire in discarica;
- 2) avviare allo smaltimento finale un quantitativo di rifiuti urbani pretrattati più ridotto rispetto alla produzione del rifiuto tal quale;
- 3) produrre una sostanza organica stabilizzata e una frazione secca che possa essere conferita in discarica controllata, nell'ipotesi che non possa essere destinata ad impianti di termoconversione;
- 4) realizzazione di un impianto dotato di soluzioni tecnologiche e impiantistiche finalizzate alla minimizzazione dell'impatto ambientale in fase di costruzione ed esercizio dell'opera;
- 5) totale controllo degli effluenti gassosi, liquidi e solidi in modo da assicurare il minimo impatto ambientale.
- 6) Attraverso la fase di biostabilizzazione perseguire l'obiettivo di poter collocare in discarica in modo ottimale il rifiuto urbano pretrattato che, depurato della frazione putrescibile, costituisce un materiale meno problematico dal punto di vista igienico ed ambientale nelle fasi di riempimento della discarica, in linea con le direttive indicate dalla normativa in materia. Il rifiuto pretrattato, inoltre, produce un quantitativo di biogas ridotto dell'80- 90% e quindi consente di minimizzare le emissioni gassose di gas climalterante;
- 7) avviare in discarica un rifiuto più facilmente compatto e meno soggetto a trasformazioni in maniera tale da sfruttare al meglio la capacità della discarica limitandone gli assestamenti nel tempo;

L'obiettivo della biostabilizzazione quindi è quello di ottenere, in seguito alla biossidazione della sostanza organica putrescibile, un prodotto stabile dal punto di vista biologico, tale da potersi ritenere "inerte". La biostabilizzazione avviene in seguito a processi ossidativi da parte di microrganismi, mediante aerazione e bagnatura della massa, allo scopo di ottenere un prodotto il più possibile stabile da un punto di vista biologico.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<u>SO GERI S.r.l.</u> <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

2.1 IL QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO IN MATERIA DI GESTIONE DEI RU

Le norme di riferimento nel settore della gestione dei rifiuti sono quelle dettate da:

- *Decreto Legislativo n°36 del 13/01/2003* – “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relative alle discariche di rifiuti”
- *Decreto Ministeriale del 03/08/2005* – “Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica”;
- O.P.C.M. n° 2983 del 31 maggio 1999 - Immediati interventi per fronteggiare la situazione di emergenza determinatasi nel settore dello smaltimento dei rifiuti urbani nella regione siciliana.
- “*Linee Guida per la progettazione, la costruzione e la gestione degli impianti di compostaggio*”;
- Testo unico ambientale *D.Lgs. 152/2006* e s.m.i.;
- Piano Regionale dei rifiuti solidi urbani della Regione Sicilia;
- Norme tecniche impiantistiche, ambientali e di sicurezza sul lavoro.

Ai fini della minimizzazione dell’impatto ambientale nella progettazione si è tenuto debito conto delle migliori tecniche disponibili (MTD), meglio conosciute come BAT (*Best Available Techniques*).

A tal , com’è noto, si intende per:

- tecniche: sia le tecniche impiegate, sia le modalità di progettazione, costruzione, esercizio, manutenzione e chiusura dell’impianto;
- migliori: le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell’ambiente nel suo complesso;
- disponibili: le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l’applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell’ambito del pertinente comparto industriale, considerando i costi ed i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli.

Le tecniche impiegate nella definizione progettuale sono quelle fissate per gli impianti di gestione dei rifiuti dal Decreto MATTM 29 gennaio 2007 “*Emanazione di linee guida per l’individuazione e l’utilizzazione delle migliori tecniche disponibili in materia di gestione dei rifiuti, per le attività elencate nell’allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59*”. Tale decreto è costituito da sette allegati tecnici in forma di specifiche linee guida contenenti i criteri per l’individuazione e l’utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, il cui elenco è riportato nell’Allegato C.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

2.2 UBICAZIONE INTERVENTO

L'area interessata alla realizzazione dell'impianto di cui trattasi ricade in località "Bellolampo" nel territorio Comunale di Palermo e specificatamente all'interno del complesso impiantistico di smaltimento noto come "Piattaforma Bellolampo".

Il sito in parola confina ad Est con il centro abitato del Comune di Palermo, ad Ovest con il territorio Comunale di Torretta ed a Sud con il Comune di Monreale.

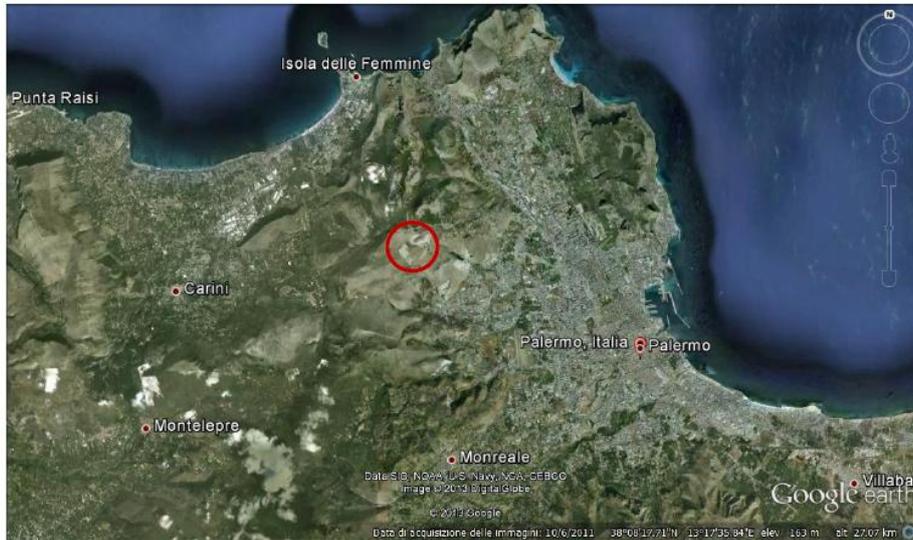


Foto 1 Ortofoto dell'area di intervento e dell'area vasta al contorno

Il collegamento viario è assicurato dalle autostrade A19 Catania - Palermo e dalla A29 Palermo – Trapani/Mazara del Vallo e dalla SP1 che collega Viale Regione Siciliana con la località "Bellolampo"; per quanto riguarda il collegamento ferroviario, fa riferimento la stazione Palermo. Complessivamente gli accessi risultano agevoli e ragionevolmente scorrevoli, tenuto conto anche dei modesti dislivelli da superare.

La grande viabilità di accesso (autostrada e Strada provinciale) pertanto non pone problemi di sorta sotto il profilo dell'accessibilità; invero, la viabilità di immissione nell'impianto richiede l'attraversamento di Palermo.

Nelle pagine seguenti si riportano la delimitazione del territorio della Provincia di Palermo con la localizzazione della piattaforma "Bellolampo" e la cartografia delle aree interessate in scala 1.25.000.

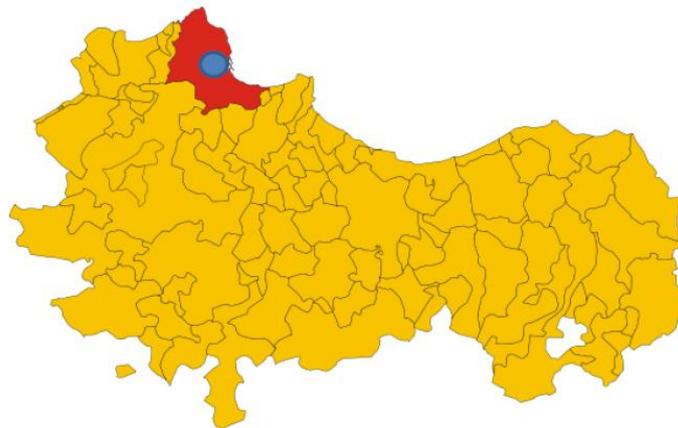


Figura 2 Delimitazione dell'ambito provinciale di Palermo

Dal punto di vista morfologico, l'area si presenta come un pianoro leggermente concavo al centro posto a quota media di circa 479,0 m s.l.m., con pendenza in direzione Nord-Sud; le coordinate geografiche, nel sistema WGS84, espresse in gradi sessadecimali risultano: 37°08'52,80" N – 13°16'36,33" E long. da Greenwich.

Dal punto di vista cartografico i luoghi sono ricompresi nella tavoletta I.G.M. in scala 1:25.000 "Torretta" Foglio 249, Il quadrante, orientamento NO; nella Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Sicilia in scala 1:10.000 essi sono individuati nella sezione 594080 v. tavola "Inquadramento territoriale".

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	



Figura 3 Stralcio IGM scala 1:25.000

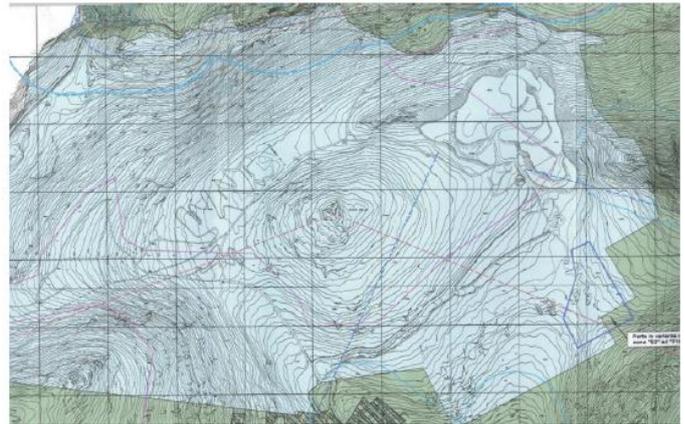


Figura 4 Variante al P.R.G. del Comune di Palermo di cui al Decreto ARTA n° 941 del 31/07/2003 Zona omogenea F18 - Discariche R.S.U. e speciali

Catastalmente l'area oggetto del presente documento ricade all'interno della particelle n. 248 e 1233 del Foglio di mappa n. 36-37 del N.C.T. di Palermo; trattasi di particelle comunali e pertanto l'attuazione delle previsioni progettuali non comportano l'attivazione delle procedure di esproprio. La destinazione urbanistica dell'area circostante l'impianto non implica attività incompatibili o che comunque possano trarre intollerabili svantaggi dalla presenza e dal funzionamento dell'impianto stesso dal punto di vista urbanistico l'area è classificata come F18 – Impianto trattamento rifiuti nel vigente P.R.G.

Dalla realizzazione dell'impianto non vengono coinvolte attività turistiche, artigianali, produttive o commerciali. Attualmente non vi è disponibilità di rete idrica pubblica; l'approvvigionamento di acqua avverrà per mezzo di autobotti o allacciamento a un'esistente rete privata.

Non vengono penalizzate le vie di grande comunicazione, mentre il sito è facilmente raggiungibile dai centri abitati mediante strutture viarie di facile e veloce scorrimento, che quindi non comportano una concentrazione di transiti di veicoli addetti attraverso strutture urbane.

L'area di cui trattasi ricade dal punto di vista paesaggistico all'interno dell'ambito n. 4 "Area dei rilievi e delle pianure costiere del Palermitano" di cui alle linee guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale.

Tale ambito è caratterizzato da paesaggi fortemente differenziati, dati rispettivamente dalle aree costiere costituite da strette strisce di terra, racchiuse fra il mare e le ultime propaggini collinari, che talvolta si allargano formando ampie pianure (Piana di Cinisi, Palermo e Bagheria), dalle strette e brevi valli dei corsi d'acqua a prevalente carattere torrentizio e da prevalenti rilievi collinari e montuosi.



Foto 2 Vista panoramica del paesaggio di Bellolampo



La zona di Contrada "Bellolampo" s'inserisce proprio in un contesto geomorfologico alto-collinare e proprio questa morfologia territoriale è stata l'idea matrice per sviluppare una forma architettonica dell'impianto di progetto integrata con il paesaggio.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

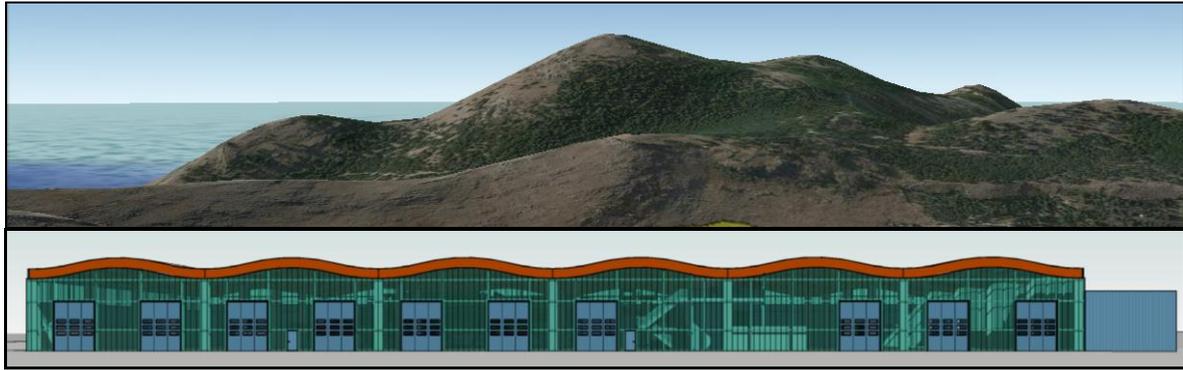


Figura 5 Il richiamo al paesaggio collinare circostante

L'integrazione dei manufatti nel contesto paesaggistico circostante è stata affidata alla modellazione degli edifici ricezione RU e FORSU con forme "sinuose" e semplici, che si integrano con l'andamento morfologico del territorio circostante rappresentato da dolci rilievi collinari alternati a più marcati rilievi montuosi. In sostanza lo sviluppo del progetto ha cercato di aggiungere un "elemento artificiale" al contesto naturale, senza modificare il carattere ed il significato di fondo del luogo. Ciò che si è ricercato è una legittimazione della trasformazione, un nuovo equilibrio tra contesto e artificio, rendendo la nuova struttura progettata fisiologica al territorio e partecipe al suo ridisegno.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

3. CARATTERISTICHE GENERALI DELLA PIATTAFORMA

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un impianto di trattamento RU e valorizzazione della FORSU strutturato come di seguito descritto.

3.1 FILIERA DI TRATTAMENTO DEI RU

Detta sezione, come si vedrà meglio successivamente, è finalizzata alla selezione di rifiuti urbani (R.U.) e successiva stabilizzazione della sostanza organica, secondo uno schema di trattamento a flussi separati, in cui il pretrattamento meccanico del rifiuto in ingresso all'impianto permette l'ottenimento di due frazioni: una "umida" (sottovaglio), da destinare a trattamento biologico ed una "secca" (sopravaglio), da destinare o alla valorizzazione energetica o allo smaltimento in discarica (pci < di 13 Mj/kg);

E' previsto in una successiva fase attuativa, la possibilità di effettuare la raffinazione e la valorizzazione del sopravaglio secco mediante linea dedicata che prevede la biostabilizzazione/igienizzazione del sovraglio secco e una linea di raffinazione per la produzione di CSS

Dal trattamento del rifiuto indifferenziato si produrrà nella configurazione a regime:

1. CSS caratterizzato da un tenore di sostanza organica inferiore al 10%; inoltre esso sarà caratterizzato da un elevato potere calorifico;
2. Materiali ferrosi: la frazione ferrosa recuperata sarà avviata al riutilizzo in fonderie di 2a fusione;
3. Metalli non ferrosi: da avviare alla filiera del recupero
4. Frazione organica di sottovaglio biostabilizzata da conferire in discarica;
5. Frazione organica stabilizzata matura che presenterà un tenore di umidità inferiore al 40% ed un elevato grado di stabilizzazione, tale da poter essere utilizzato per recuperi ambientali quali:
 - o sistemazione di aree di rispetto di autostrade e ferrovie (scarpate, argini, terrapieni);
 - o sistemazione post chiusura di discariche esaurite;
 - o copertura giornaliera di discariche.

Sulla base dei dati riportati nel progetto definitivo di gara la predetta sezione è stata dimensionata considerando l'operatività estesa su 7 giorni alla settimana. Da un'analisi dei dati infatti, il dimensionamento è stato effettuato con riferimento a situazioni di picco stimata da progetto definitivo in conferimenti di rifiuti urbani indifferenziati pari a 1.000 t/g.

Come criterio precauzionale, nel calcolo dei volumi di materiali conferiti in discarica, si è inoltre considerato che l'impianto possa restare inattivo per operazioni di manutenzione straordinaria per 15 giorni/anno. Il bilancio di materia è stato quindi proposto secondo il predetto criterio prudenziale. E' stato altresì previsto, sempre dal progetto definitivo, nel breve periodo, una situazione di conferimenti di RU indifferenziati pari a circa 750 t/g, in conseguenza della campagna di sensibilizzazione ed implementazione della raccolta differenziata. Il rapporto tra la potenzialità richiesta nelle condizioni di picco e quella nelle "ordinarie" condizioni di esercizio, si attesti tra 1,2 e 1.5 circa.

Tutti i bilanci di massa e le rese sono dipendenti dalla merceologia assunta in progetto.

Di seguito si espongono gli schemi a blocchi quantificati relativi ai due scenari di progetto, definiti come "scenario ordinario" e "scenario di punta":

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Linea RSU	
AP501-A	Aprisacco
AP502-B	Aprisacco
ECS01-A	Separatore a correnti parassite
ECS02-B	Separatore a correnti parassite
SM01-A	Separatore magnetico
SM02-B	Separatore magnetico
SM03-A	Separatore magnetico
SM04-B	Separatore magnetico
SM05-C	Separatore magnetico
VR01-A	Vaglio rotante
VR02-B	Vaglio rotante
VR03-C	Vaglio rotante

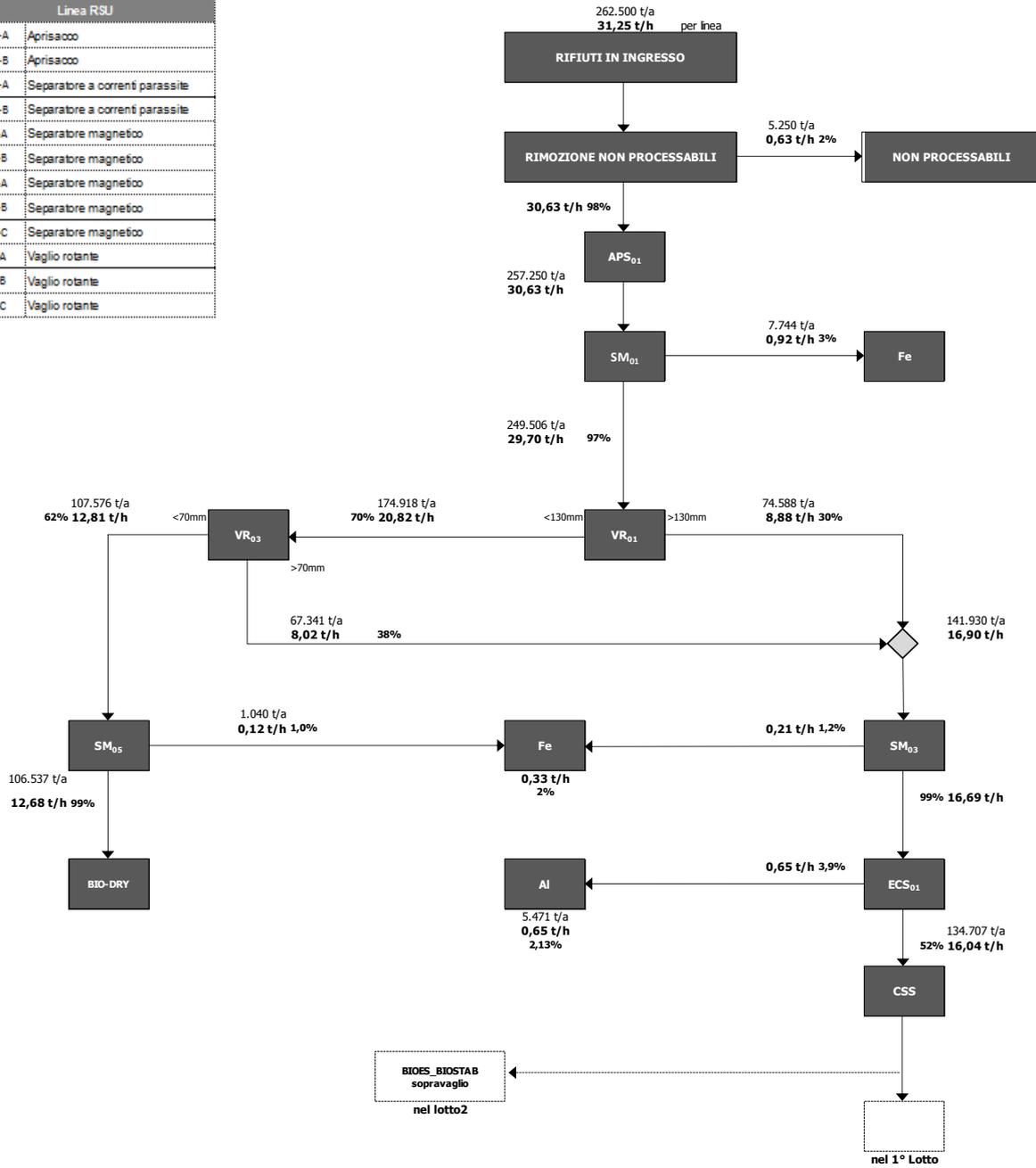


Tabella 1 Schema a blocchi quantificato scenario "ordinario" linea pretrattamento RU

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	SO GERI S.r.l. <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

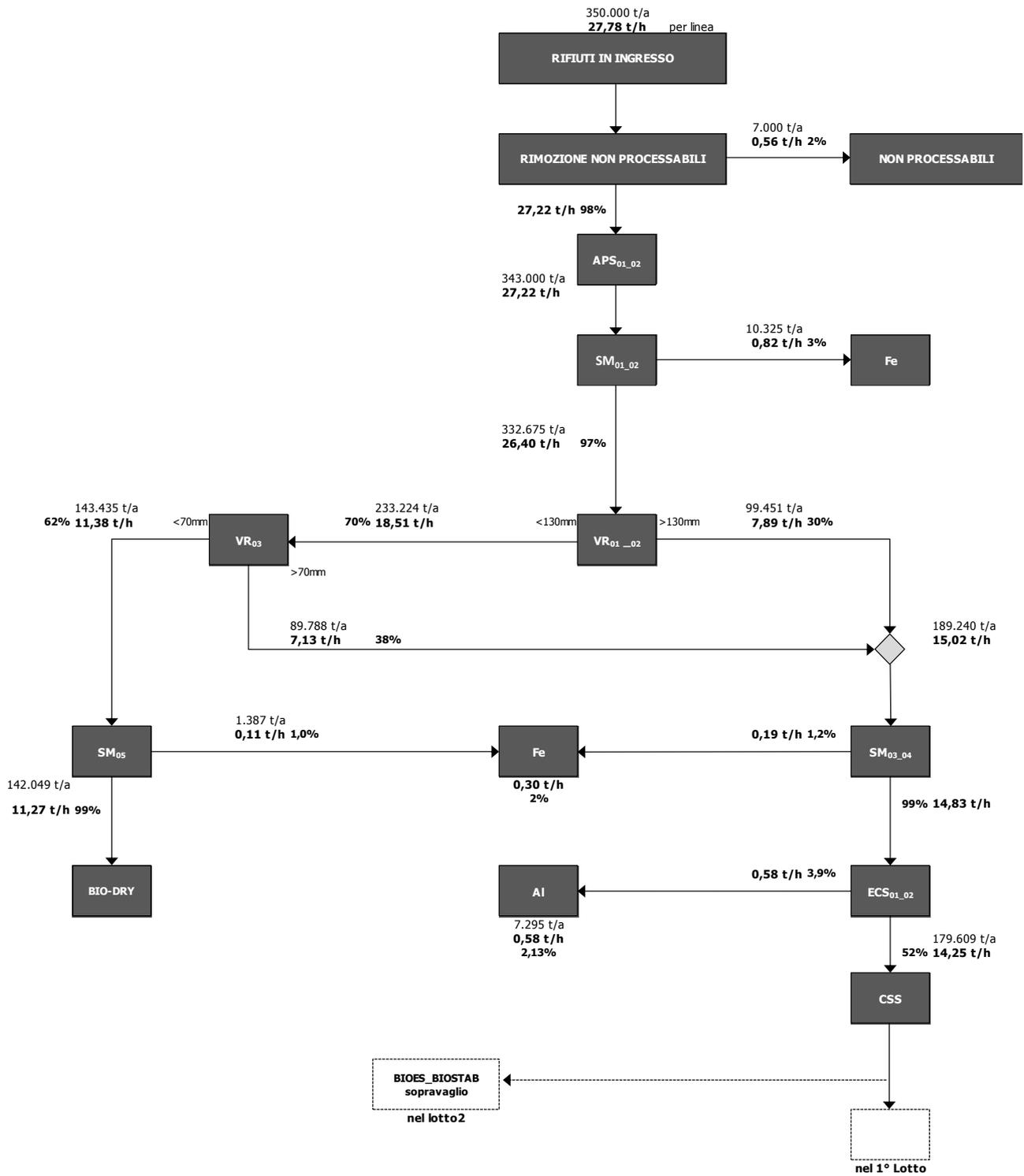


Tabella 2 Schema a blocchi quantificato scenario "di punta" linea pretrattamento RU

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

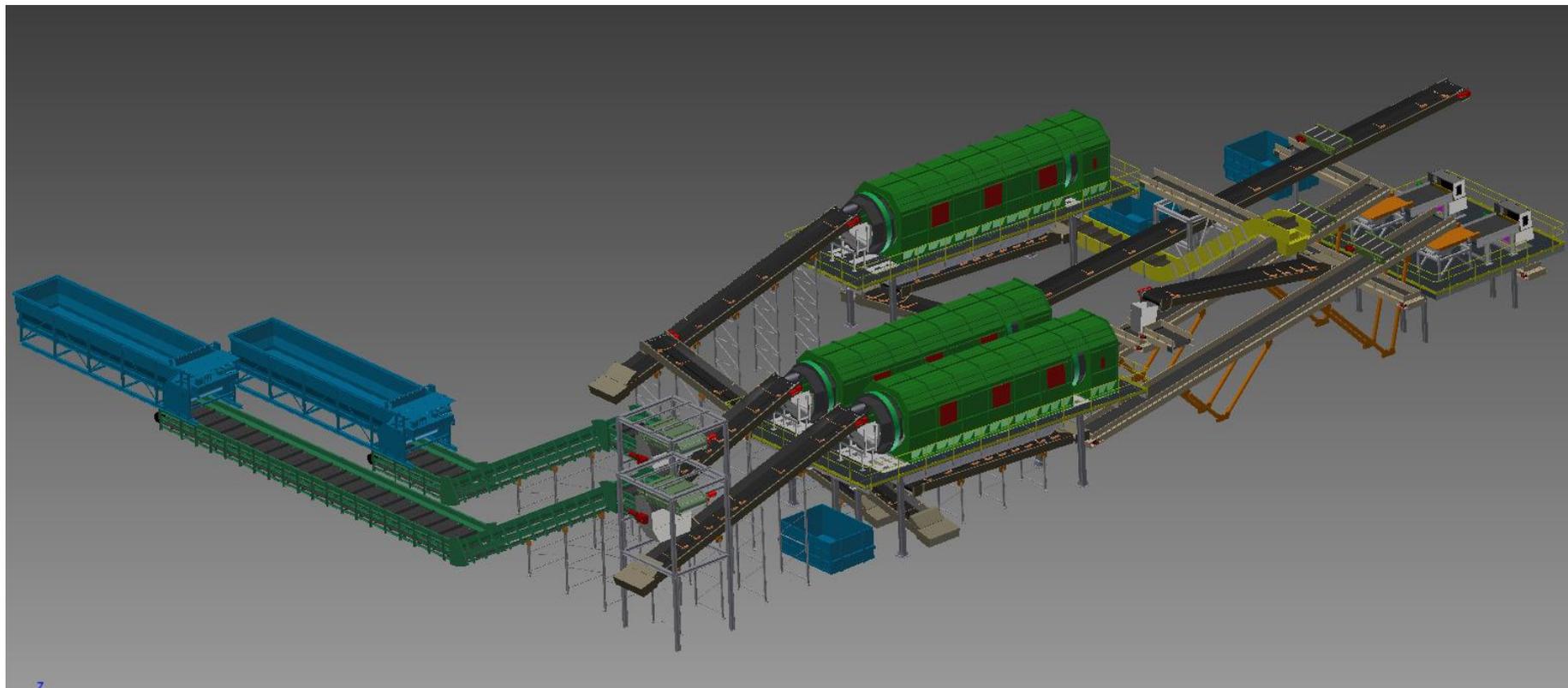


Figura 6 Vista 3D della linea di pretrattamento dei RSU

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <i>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</i>
Mandante:		Mandante:	

3.2 FILIERA DELLA VALORIZZAZIONE DELLA FORSU

La predetta sezione prevede di trattare frazione organica proveniente dalla raccolta differenziata (Forsu) in un processo di compostaggio aerobico per la produzione di un ammendante compostato di qualità.

Tale sezione è stata dimensionata, sulla base del progetto definitivo, per garantire il trattamento di una potenzialità annua di Forsu pari a circa **21 000 t**. Il materiale conferito viene sottoposto ad un sistema aprisacco, viene quindi deferrizzato e sottoposto ad una vagliatura di pulizia. Il sottovaglio, la cui quantità è dipendente dalla qualità della Forsu (tenore di frazioni non biodegradabili ai fini del bilancio di massa è stato assunto <=5%), viene quindi sottoposto ad una fase di miscelazione con materiale strutturante. La miscela è stata appositamente studiata per garantire una efficace fase di ACT¹. La miscela viene successivamente alimentata in biocelle aerobiche e al termine della fase ACT la stessa viene trasferita in aia di maturazione. Dopo la fase di maturazione è prevista una raffinazione dell'ammendante prima dello stoccaggio e della sua successiva commercializzazione.

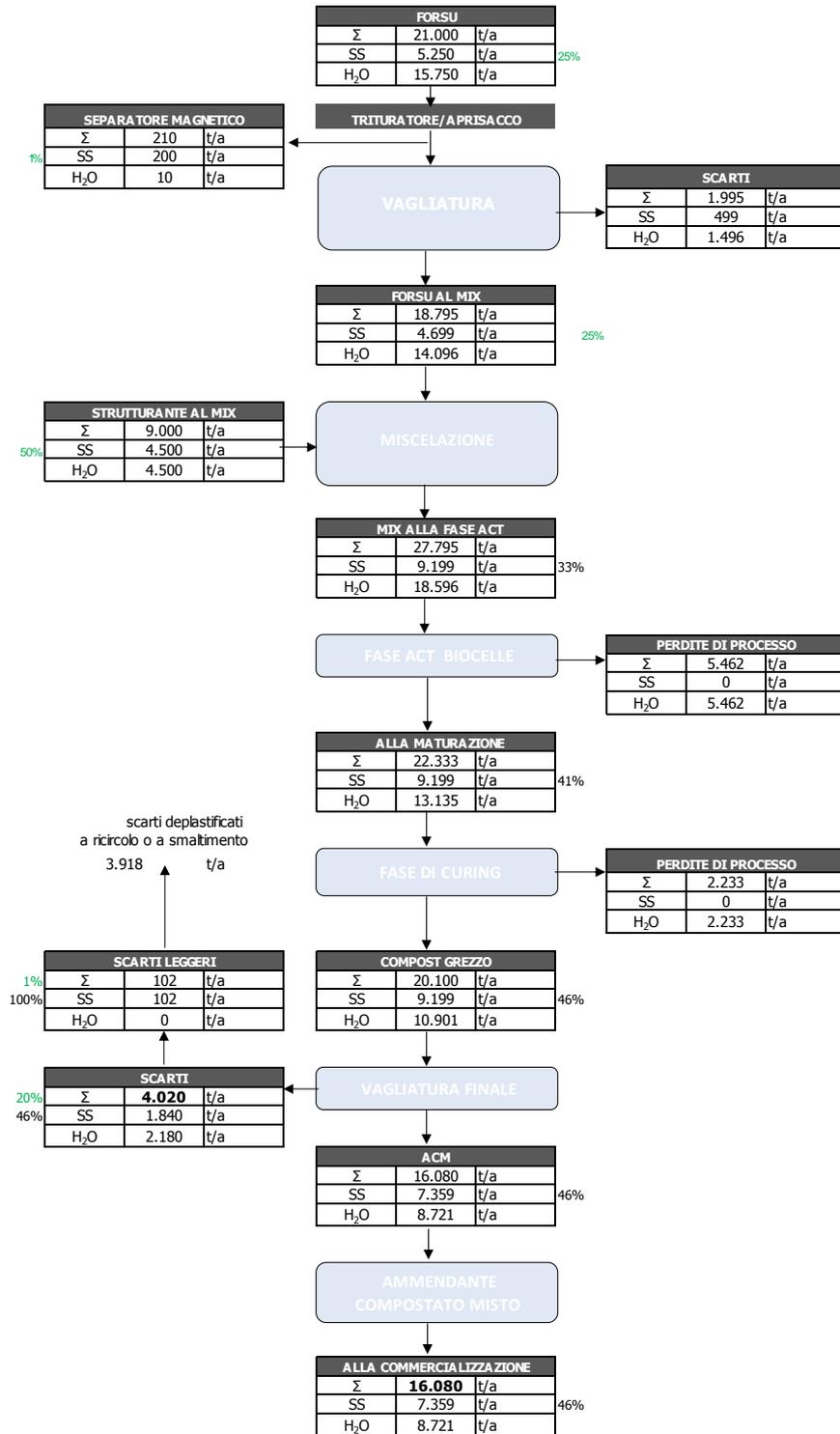


Tabella 3 Schema a blocchi quantificato linea Forsu

¹ Active Composting Time

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

4. DESCRIZIONE DELLA FILIERA DI TMB DEI RU

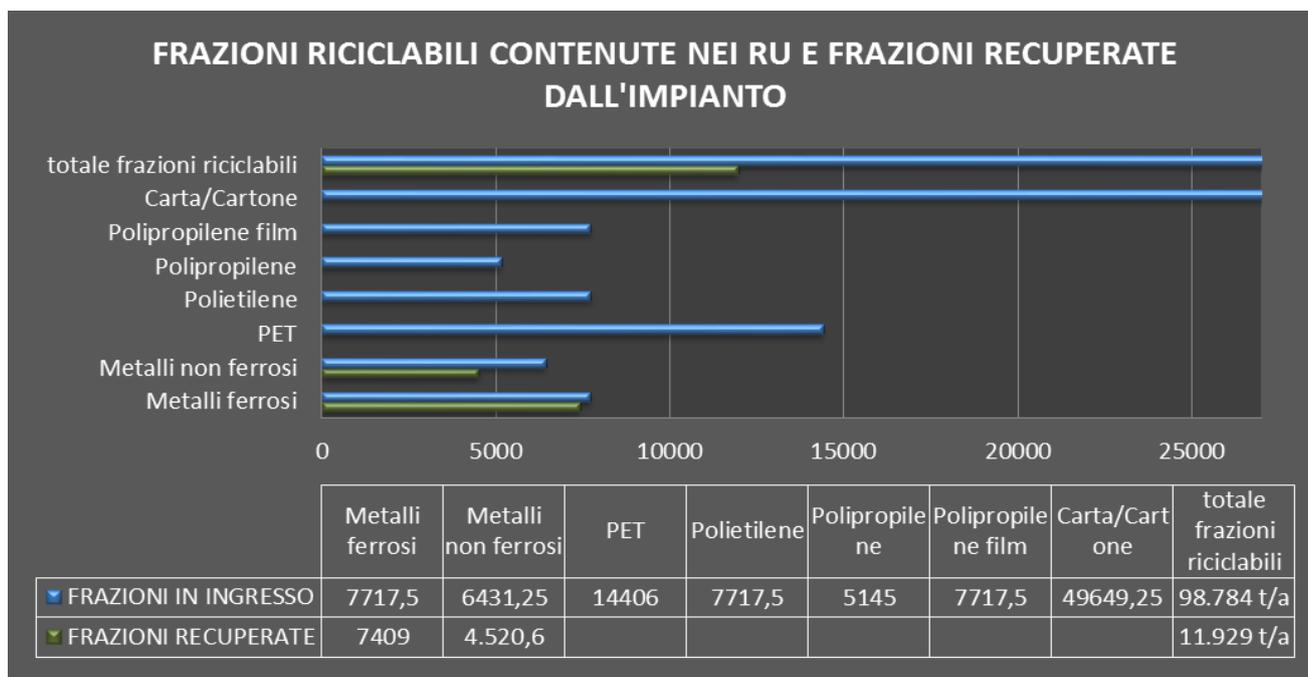
Tutta le descrizione ed i bilanci di seguito esposti fanno riferimento al cosiddetto "scenario ordinario". In tale scenario sono previsti dati funzionali ed operativi riepilogati nella successiva tabella. Parimenti si riportano anche i dati funzionali della linea nel cosiddetto "scenario di punta", così come prefigurato nel progetto definitivo.

DATI DI TARGA LINEE TMB SCENARIO ORDINARIO		DATI DI TARGA LINEE TMB SCENARIO DI PICCO	
RSU COMPLESSIVAMENTE CONFERITI IN IMPIANTO	262.250 t/a	RSU COMPLESSIVAMENTE CONFERITI IN IMPIANTO	350 000 t/a
RSU INGOMBRANTI NON PROCESSABILI	5.250 t/a	RSU INGOMBRANTI NON PROCESSABILI	7 000 t/a
CAPACITA' DI TRATTAMENTO SU BASE ANNUA	257.250 t/a	CAPACITA' DI TRATTAMENTO SU BASE ANNUA	343 000 t/a
GIORNI ANNO DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	350 gg	GIORNI ANNO DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	350 gg
N° DI LINEE DELL'IMPIANTO	2	N° DI LINEE DELL'IMPIANTO	2
N° DI TURNI PER GIORNO	2	N° DI TURNI PER GIORNO	3
N° ORE PER TURNO	6,00 h/g	N° ORE PER TURNO	6,00 h/g
FATTORE DI EFFICIENZA	1,0	FATTORE DI EFFICIENZA	1,0
TONNELLATE AL GIORNO TRATTATE	750,0	TONNELLATE AL GIORNO TRATTATE	1 000,0
POTENZIALITA' ORARIA DELLA LINEA	31,25 t/h	POTENZIALITA' ORARIA DELLA LINEA	27,78 t/h
POTENZIALITA' ORARIA DELLA LINEA AL NETTO DEI NON PROCESSABILI	30,63 t/h	POTENZIALITA' ORARIA DELLA LINEA AL NETTO DEI NON PROCESSABILI	27,22 t/h
POTENZIALITA' ORARIA COMPLESSIVA AL NETTO DEI NON PROCESSABILI	61,25 t/h	POTENZIALITA' ORARIA COMPLESSIVA	55,56 t/h
POTENZIALITA' ORARIA COMPLESSIVA	62,50 t/h	POTENZIALITA' ORARIA COMPLESSIVA AL NETTO DEI NON PROCESSABILI	54,44 t/h

Tabella 4 Dati di targa della linea di trattamento dei RU

In tale "scenario di punta" l'articolazione operativa della linea sarà organizzata su tre turni. Ma come si evince dall'analisi di dimensionamento effettuate, l'impianto sarà in grado di far fronte anche al predetto scenario.

Di seguito si illustra con maggior dettaglio lo schema funzionale ed operativo della linea, come già anticipato, facendo principalmente riferimento allo "scenario ordinario". Dello senario di punta verranno tuttavia riportati i relativi bilanci.



La tabella precedente, sulla base della composizione merceologica assunta in progetto, nonché sulla base della efficienza di separazione "attesa" in fase di esercizio della linea, evidenzia le percentuali di frazioni riciclabili contenute nei RU alimentati e la quota

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

parte di esse che la linea recupera. La tabella non riporta il CSS che comunque rappresenta, se valorizzato energeticamente, anch'esso una forma recupero, nel rispetto delle gerarchie fissate dalla *Direttiva rifiuti 2008/98/CE*.



Figura 7 Dettaglio sistema semaforico in ricezione

4.1 FASE DI CONFERIMENTO DEI RU

I mezzi di conferimento transitano sulla pesa a ponte disposta in prossimità dell'accesso all'impianto.

L'operatore alla pesa supervisiona le operazioni di pesatura e la rilevazione dei codici dei mezzi di trasporto, quindi, ultimati i controlli di accettazione, autorizza l'automezzo a scaricare i rifiuti nell'apposita area di ricezione.

Le operazioni di identificazione dei conferitori e della pesatura dei quantitativi in ingresso e in uscita dall'impianto dovranno essere garantite tutti i giorni in cui sono previsti. La "copertura" operativa della pesa sarà di norma prevista su due turni di lavoro di sei ore e cinque minuti per una presenza totale di dodici ore e dieci minuti dal lunedì al sabato compreso. Le celle di carico che equipaggiano la pesa sono previste con tecnologia DIGITALE e rappresentano quanto di più innovativo è oggi presente sul mercato. Il dispositivo elettronico inserito all'interno di ciascuna cella, consente di realizzare una diagnostica continua sullo stato dei componenti del sistema. Per agevolare le operazioni gestionali, è previsto un terminale elettronico progettato per facilitare al massimo il dialogo della pesa con l'operatore tramite la tastiera alfanumerica estesa ed un display grafico. Attraverso l'impiego di apparecchiature come sbarre, semafori, lettori di prossimità (badge), previa codifica e definizione delle tare sarà possibile controllare e gestire in maniera molto semplificata, anche in remoto, tutto il flusso di mezzi in transito sulle pese.



Mezzo dotato di badge

Il mezzo autorizzato dotato di badge, deve arrivare alla prima sbarra della pesa. Appoggiando il tesserino nel lettore di badge il mezzo sarà riconosciuto dal computer ed automaticamente si aprirà la sbarra. Questa è dotata di cellule fotoelettriche di sicurezza che non ne permettono la chiusura finché il mezzo non sia salito completamente sulla pesa.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

Il conducente può inizialmente rimanere sul mezzo poi dal momento che il computer ha effettuato la 1° pesata automaticamente si aprirà la seconda sbarra ed il mezzo potrà avanzare. Una volta avvenuto lo scarico il mezzo ritornerà alla pesa. Nuovamente il conducente appoggerà il tesserino nel secondo lettore badge, che consentirà l'apertura della sbarra. Una volta sulla pesa il computer riconoscerà automaticamente la 1° pesata, effettuerà la tara ed emetterà la ricevuta con l'identificazione del peso netto, del produttore, del mezzo etc. Dopo l'emissione della ricevuta si aprirà la seconda sbarra che rimarrà aperta fino a quando le fotocellule non registreranno l'uscita del mezzo.



Figura 8 Viste ricezione

Mezzo non dotato di badge

Nel caso di mezzi non dotati di badge l'apertura della sbarra e le operazioni di pesatura verranno effettuate manualmente dal personale di turno tramite dei comandi sul computer e inserirà direttamente le informazioni necessarie (produttore, trasportatore, targa automezzo, CER etc) sia per la stampa della ricevuta dello scarico avvenuto che per l'accettazione del formulario.

Prima che il mezzo possa lasciare la pesa e ripartire il conducente dovrà scendere ed accedere all'edificio pesa per ritirare una copia della pesata, comunicare eventuali o ulteriori informazioni al personale di turno o per farsi timbrare ed accettare il formulario di identificazione del rifiuto.

Dopo le operazioni di pesatura i mezzi proseguono verso il fabbricato di conferimento. Il conferimento del materiale in ricezione che è costituita da un fabbricato chiuso e tamponato, mantenuto in costante depressione dal sistema generale di aspirazione con un tasso di ricambio pari a 4 volumi di aria/ora, collegato al biofiltro.

L'accesso degli automezzi è regolato da segnalazione semaforica ed i portoni, ad impacchettamento rapido, sono comandati elettricamente e sono dotati di sensori di prossimità a fotocellula per la apertura e chiusura rapida.

Lo scarico e l'eventuale accumulo vengono effettuati nelle aree previste, sulla pavimentazione del fabbricato. Di norma, i rifiuti verranno scaricati in prossimità della tramoggia di carico, dove l'operatore li ispezionerà, allargandoli sulla pavimentazione, prima alimentarli nell'aprisacco. Se l'operatore individua corpi ingombranti o non processabili li preleva e li deposita nel contenitore scarrabile disponibile nell'edificio ricezione.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Figura 9 Dettaglio del sistema di controllo "visivo" dalla control room

Le operazioni di ricezione dei RU saranno di norma garantite a partire dalle ore 6:00 di ogni giorno di conferimento e termineranno alle ore 14:00 salvo diversa esigenza del Gestore. La gestione delle linee di ricezione (RU) verrà garantita comunque anche oltre le ore 14:00 per le eventuali necessità e/o per eventi straordinari di punta.

I mezzi di trasporto esterni si atterranno scrupolosamente alle istruzioni fornite dal personale dell'impianto per quanto riguarda i percorsi da seguire, le manovre da effettuare, il punto preciso di scarico/carico, le modalità ed i tempi di scarico/carico, le precedenze e quanto altro ritenuto necessario per la corretta gestione dell'impianto e la movimentazione dei materiali. La circolazione deve avvenire solo nelle aree autorizzate.

La prevista *control room* consente al personale ivi presente di poter effettuare, ad integrazione dei controlli remoti, un controllo visivo diretto delle operazioni di ricezione e trattamento dei RU.

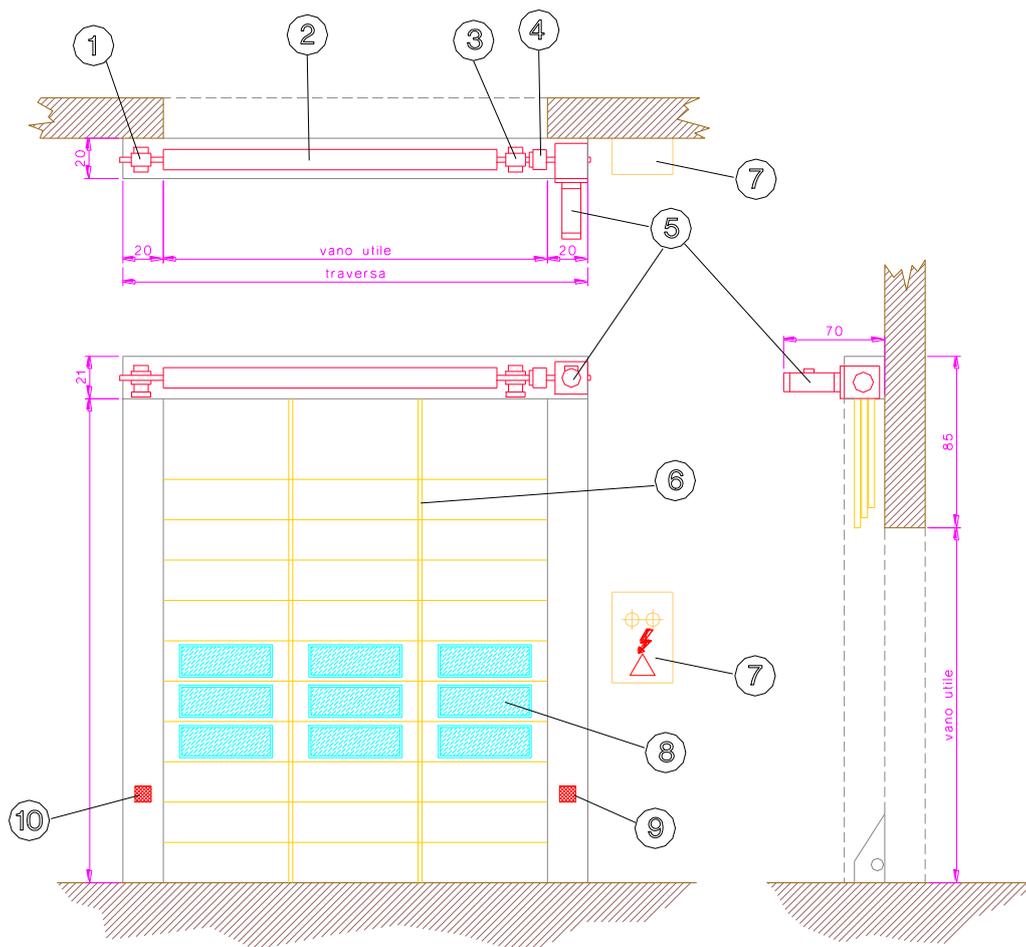
L'alimentazione delle linee di trattamento avviene mediante l'impiego di due pale gommate. Di ciascun mezzo, provvede, quando necessario, all'accatastamento dei RU e all'allontanamento dei non processabili.

La soluzione del conferimento a "raso" è stata effettuata già nel progetto definitivo con la finalità di:

- limitare la produzione di odori tipicamente presente nel caso di conferimenti in fossa, di difficile pulizia;
- evitare lo sporcamento dei piazzali esterni;
- ridurre al minimo i tempi di attesa dei mezzi di conferimento;
- ispezionare correttamente il materiale scaricato;
- evitare accumuli prolungati del materiale in zone non raggiungibili;
- facilitare eventuali operazioni di separazione di componenti non processabili o pericolosi.

L'area di conferimento stoccaggio è completata da un sistema di captazione e regimentazione delle acque di percolazione dovute al deposito temporaneo dei R.U. indifferenziati.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Le porte ad avvolgimento veloce, chiamate anche ad impacchettamento rapido, costituiscono la soluzione prevista in progetto per l'apertura e la chiusura automatica di vani di grandi dimensioni interessati dal traffico dei mezzi di conferimento o di gestione dei rifiuti. Grazie alle elevate caratteristiche di velocità e tenuta, la porta individuata e proposta consente un elevato numero di aperture/chiusure con una minima dispersione delle atmosfere interne maleodoranti. Il movimento verticale del manto ed una struttura opportunamente progettata consentono lo sfruttamento totale degli spazi di movimentazione, anche in prossimità del vano.

Ciascuna chiusura è costituita da:

- Struttura autoportante realizzata in speciale profilo di acciaio zincato pressopiegato, dimensionata in modo da poter garantire robustezza e protezione in ogni situazione, anche contro eventuali urti accidentali e sagomata per alloggiare guarnizioni di tenuta in gomma.
- Barre di rinforzo antivento grazie ai tubolari di irrigidimento trasversali inseriti in apposite tasche ricavate nel telo.
- Scorrimento estremamente silenzioso del telo entro guide laterali provviste di doppi spazzolini perimetrali di tenuta in robusto nylon.
- Manto flessibile realizzato in tessuto poliestere plasmato tipo trevira, autoestinguente in Classe 2, provvisto di tasche con passo 500 ÷ 600 mm per l'alloggiamento dei tubi di rinforzo. La parte inferiore del telo è rifinita in modo da permettere un completo accostamento del manto al pavimento.
- Albero di avvolgimento in tubolare interamente zincato con diametro di mm 120 ÷ 150 sostenuto da speciali supporti in acciaio completi di cuscinetti oscillanti a sfera nei quali si inseriscono i terminali in acciaio. Carter di protezione in lamiera zincato.
- Gruppo motoriduttore trifase autofrenante alimentato a 220/380 V, disposto in posizione allineata, completamente protetto.
- Riduttore a vite senza fine in presa diretta sull'albero di avvolgimento. Freno elettromagnetico di blocco.
- Apertura di emergenza in caso di emergenza di corrente od avaria, l'apertura è garantita da apposita manovella ad altezza uomo, inserita a scatto sul gruppo elettromagnetico del motore. L'apertura della porta è garantita per un minimo di 1.800 mm di altezza.
- Fotocellula di sicurezza: secondo normative UNI 8612, garantisce l'arresto della discesa e la riapertura della porta in presenza di ostacoli nel vano.
- Quadro di comando esterno alla struttura contenuto in cassetta di acciaio con grado di protezione IP 55 e pulsantiera a IP 65, totalmente rispondente alla normativa CEE/CEI, con predisposizione quadro per ricezione logiche di comando esterno.
- L'impianto elettrico precablato e i sistemi di sicurezza rispondendo totalmente alle normative in vigore.
- Seconda fotocellula installabile ad altezza di sagoma alta.
- Oblò in PVC trasparente per la visibilità e una maggiore illuminazione interna.
- Barriera di sicurezza ad infrarossi.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- Dispositivo segnalatore a luce gialla intermittente, per indicare lo stato di porta in movimento, è posizionato sulla struttura reticolare della porta.
- Resistenza al vento 70 km/h.
- N. 4 oblò in PVC trasparente, di dimensioni 1.000x300 mm.
- Velocità di apertura 1 m/s.

4.1.1 Sezione di pretrattamento meccanico

La sezione di pretrattamento meccanico è articolata su due distinte linee di alimentazione e prima fase di vagliatura. Il secondo stadio di vagliatura, cioè il flusso < di 130 mm, opererà su una sola linea di vagliatura come evidenziato nel *flow sheet* d'impianto.

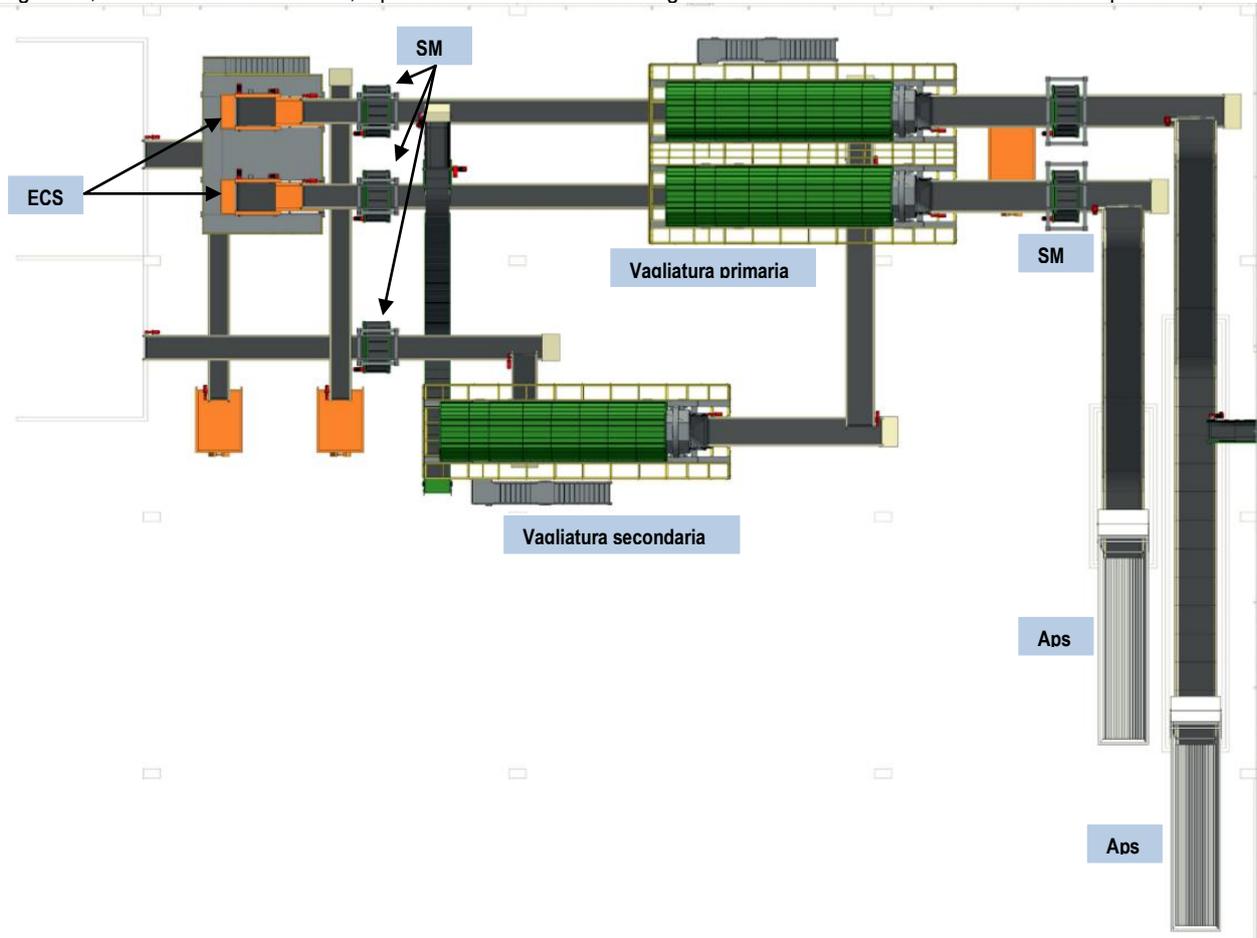
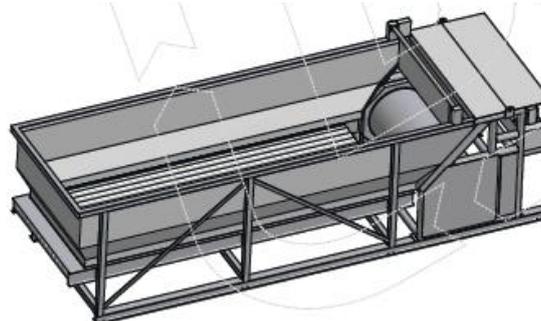


Figura 10 Lay out linee pretrattamento RU

Con riferimento ad una delle due linee, ed analizzando il *flow sheet* riportato di seguito, il funzionamento della stessa avviene con le seguenti modalità. L'operatore addetto alla gestione della pala gommatata, alimenta i RU processabili ad uno dei due sistemi a prisacco (Aps).

La scelta di inserire tale componente è stata effettuata in analogia con quanto normalmente avviene nelle piattaforme di recupero spinto che operano sui RU; tale scelta oltre che rispondere a esigenze di forte riduzione dei consumi energetici (tipicamente circa **380** kw per un tritatore contro i **26** kw previsti per l'aprisacco impiegato nel presente progetto), mira a superare la tipica logica dell'impianto *TMB*, determinando le condizioni per una migliore resa della successiva fase di selezione meccanica. Infatti sarebbe stato del tutto illogico tritare i RU "impastando" la frazione biodegradabile con quella secca, per poi successivamente tentare di dividere i due flussi. L'inserimento dei due apri sacco è stato ottimizzato in maniera da evitare interferenze tra i due mezzi operanti in contemporanea in fase di caricamento.



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Sul flusso dei rifiuti effluente dagli aprisacco è stato previsto l'inserimento di due separatori elettromagnetici a nastro (**11kW**) ad elevatissima resa di intercettazione, ritenendo non performanti i tradizionali deferrizzatori a magneti permanenti, tipicamente adottati. La componente prescelta è caratterizzata dai seguenti elementi:

- Massima efficienza - grado di apertura dei sacchi del 95 %
- Massima affidabilità
- Elevate prestazioni – oltre le 40 ton/h in relazione al peso specifico
- Insensibilità ai corpi estranei anche di grosse dimensioni
- Dosaggio del flusso di materiale all'impianto di selezione per una migliore separazione meccanica.
- Potenza installata contenuta - con motori da 26 kW
- Costi di gestione e manutenzione estremamente ridotti
- Rumorosità: 75-76 dB(A)

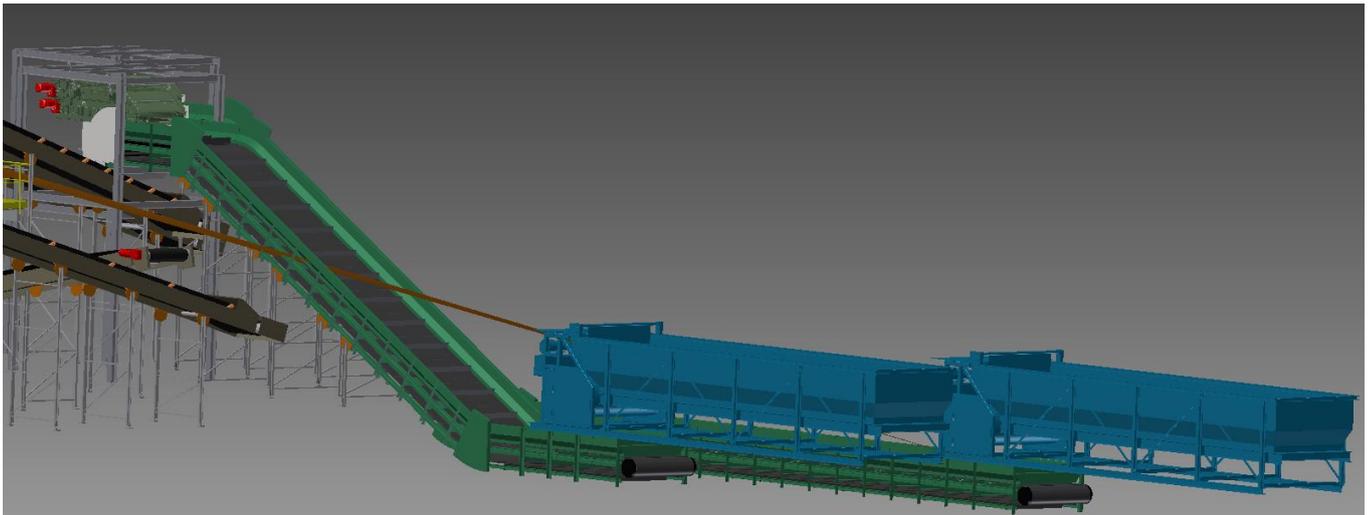
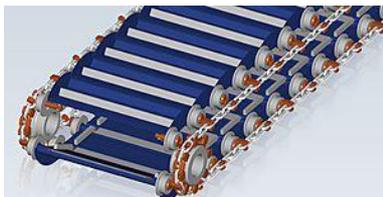


Figura 11 Dettaglio dei due aprisacco

Il contenuto dei sacchi in plastica **non** è danneggiato o sminuzzato durante la lacerazione e lo svuotamento. Ciò garantisce nella successiva fase di vagliatura una separazione più efficiente con una maggiore omogeneità dei flussi richiesti. Il controllo di qualità sul materiale conferito sarà effettuato visivamente dagli operatori. Nel caso in cui venissero conferiti elementi non processabili, gli stessi saranno rimossi per mezzo di un mezzo meccanico dotato di benna a polipo. In uscita dal sistema aprisacco è prevista l'installazione di due estrattori a piastre metalliche, da 1400 mm., costituiti da:



- Struttura in traliccio di profilati metallici elettrosaldati, con un tratto orizzontale al carico, un tratto inclinato di elevazione e un tratto di invito allo scarico.
- Corone dentate in acciaio C40 divise in due metà per facile manutenzione, installate su alberi rotanti su supporti autoallineanti lubrificati con supporto chiavettato e frenato da grani di fissaggio.
- Testata di traino dotata di riduttore ad assi ortogonali calettato mediante chiavetta direttamente su albero di traino. Motoriduttore opportunamente dimensionato di

primaria marca per una velocità di trasporto di circa 18mt/min

- Catena di scorrimento passo 125mm con rulli bordati di guida, maglia interna maggiorata e carico di rottura medio superiore a 8.000kg.
- Binari centrali antisfondamento con guide in polizene.
- Tapparelle in lamiera piegata dello spessore di 5mm bullonate alle catene con tappeto gommato sovrapposto antiolio e dotate di facchini di trasporto con passo 1,5mt
- Centralina automatica programmabile per la lubrificazione delle catene.
- Sponde laterali di contenimento su tutta l'estensione del trasportatore
- Cofani di copertura superiori sulla lunghezza della macchina
- Carter di protezione in lamiera forata sp.3mm opportunamente sagomati
- Controllogiri

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	



Su tali componenti è prevista altresì l'installazione di due separatori elettromagnetici a nastro da montare in direzione longitudinale al nastro di alimentazione alla vagliatura primaria

- potenza nominale **11 KW**
- dimensioni:
 - larghezza mm. 1400
 - lunghezza mm. 1400 + 300 mm. espansioni polari

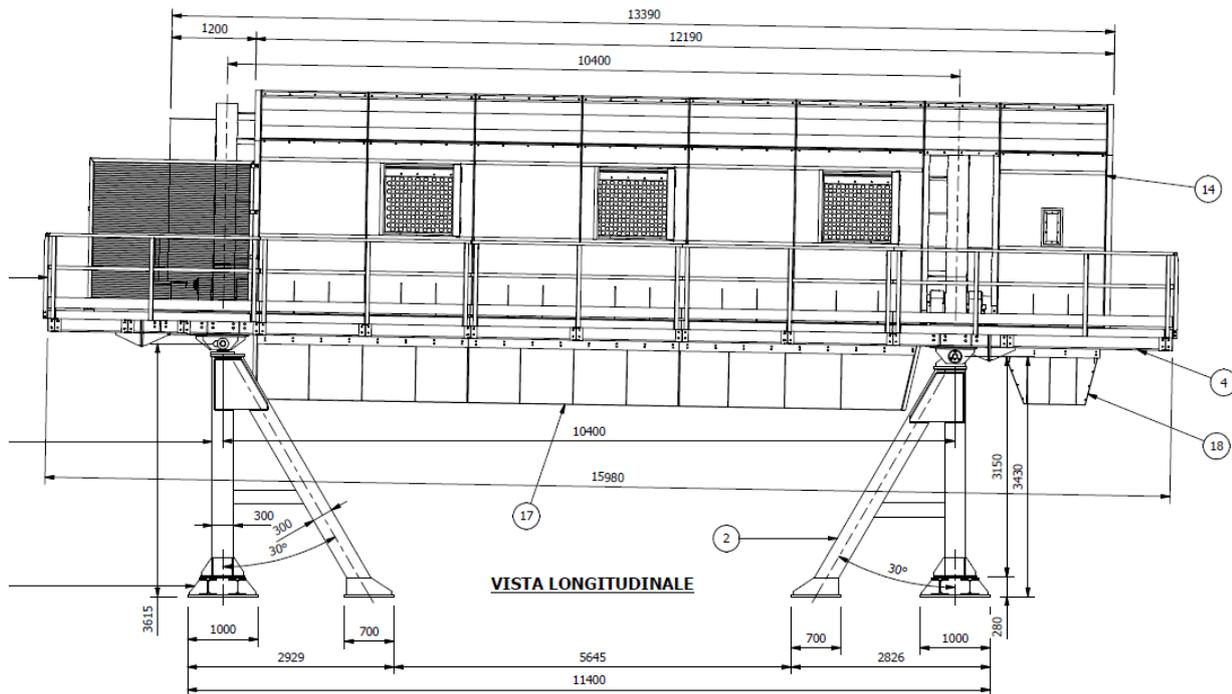
- bobine realizzate in filo di alluminio nudo, isolate con nastro di vetro greggio classe C
- isolamento verso massa in cl C
- nucleo magnetico realizzato in ferro dolce ad alta permeabilità
- fondo chiuso con lamiera inox ed espansioni polari in acciaio

I due flussi deferrizzati pervengono al previsto sistema di vagliatura.

Come si evince dallo schema di flusso si prevede in fase di pretrattamento l'impiego un doppio stadio di vagliatura (primaria e secondaria). Tale scelta, coniugata con la previsione, già illustrata in precedenza, di inserimento di un sistema aprisacco, consente, com'è facilmente intuibile, di migliorare notevolmente le rese di vagliatura e la qualità dei flussi in quanto:

- dal 1° stadio di vagliatura (primaria) effettuata con fori ϕ 130 mm si ottiene un sopravaglio praticamente esente da frazioni biodegradabili, da avviare direttamente alla filiera del CSS, previa una ulteriore fase di demetallizzazione (recupero ferrosi e non ferrosi);
- sempre dal 1° stadio di vagliatura con fori ϕ 130 mm, si otterrà un sottovaglio che oltre alle frazioni biodegradabili contiene ancora molte frazioni recuperabili (carta, plastica, legno, eccetera); entrambi i flussi di sottovaglio < di ϕ 130 mm, nello schema di progetto, vengono alimentati ad un ulteriore sistema di vagliatura con fori ϕ 70 mm (secondaria);

Tale primo stadio di vagliatura viene effettuato mediante l'impiego di un vaglio rotante che può trattare fino a 40 ton/h di RU, il quale ha la funzione di separare con una elevata efficienza il flusso di alimentazione in due correnti sulla base del seguente principio tecnologico e cioè che nel vaglio rotante la separazione delle singole parti immerse in una corrente di caduta, opportunamente alimentato, avviene in base alle differenti granulometrie e cioè;



- le parti avente pezzatura inferiori al diametro fori della rete vagliante (< ϕ 130 mm.) cadono verso il basso della macchina, in direzione della tramoggia di scarico sottovaglio;
- le parti avente pezzatura superiore al diametro fori della rete vagliante (> ϕ 130 mm.) verso l'alto della macchina, a seguito del movimento rotatorio, in direzione uscita e cadono nella tramoggia di scarico sopravaglio.
Il processo di vagliatura genera quindi due flussi denominati:
- il flusso sottovaglio, composto in prevalenza da parti avente granulometria inferiore ai fori esistenti sulla rete vagliante, intercettato dal trasportatore di ricevimento ed evacuazione sottovaglio;

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- il flusso sopravaglio, composto dalla rimanente parte avente granulometria superiore ai fori esistenti sulla rete vagliante, intercettato dal trasportatore di ricevimento sopravaglio.

Il tamburo vagliante della componente prevista in progetto è composto da una struttura metallica di forma ottagonale, opportunamente rinforzata, sulla quale sono montate le piste di rotolamento lavorate da macchina utensile.

Alle piste di rotolamento, che sono poste alle estremità della superficie vagliante, sono collegate particolari sezioni metalliche tronco-coniche per facilitare l'alimentazione e lo scarico dei materiali. Il tamburo vagliante è completamente rivestito da pannelli forati a maglia quinconcia.

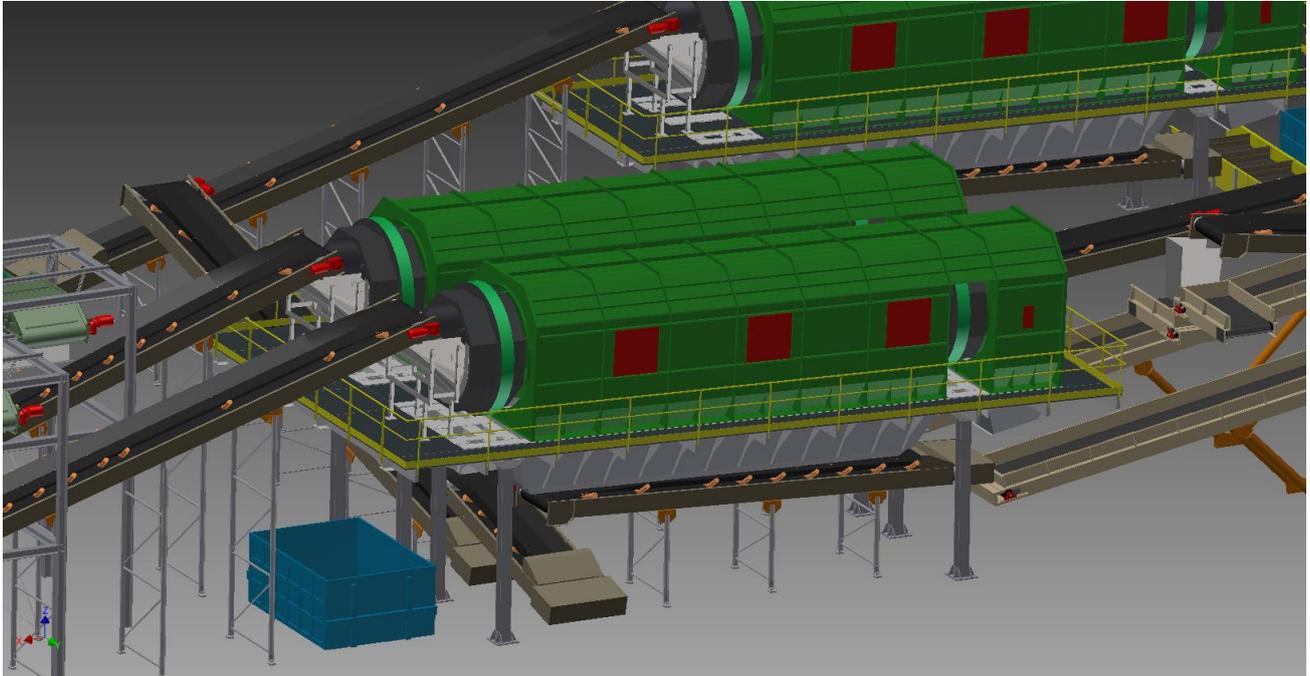


Figura 12 Dettaglio dei sistemi di vagliatura

La tramoggia di caricamento del vaglio guida il prodotto dal nastro di alimentazione fino alla sezione ottagonale di ingresso. E' realizzata in lamiera solida, con profili saldati e fornita inoltre di sportello di ispezione. La stessa si raccorda per mezzo di flange bullonate, alla struttura e alla carenatura per evitare la fuoriuscita di polveri e sfridi di lavorazione.

La tramoggia di scarico del sottovaglio canalizza il prodotto che passa attraverso la griglia di vagliatura e alimenta il nastro di ricevimento ed evacuazione sottovaglio. E' realizzata in lamiera solida, con profili saldati e fornita inoltre di sportelli di ispezione. La stessa si raccorda per mezzo di flange bullonate, alla struttura per evitare la fuoriuscita di polveri.

La tramoggia di scarico del sopravaglio è posta alla fine del tamburo vagliante; il prodotto con granulometria superiore a quella massima di vagliatura, cade in detta tramoggia di scarico che è realizzata in solida lamiera che alimenta un nastro di ricevimento sopravaglio. La stessa si raccorda per mezzo di flange bullonate, alla carenatura per evitare la fuoriuscita di polveri. La tramoggia di scarico integra, nella parte frontale, la porta di ispezione per l'accesso al tamburo vagliante.



Il tamburo vagliante è appoggiato su 4 gruppi ruote in acciaio rivestite in gomma. La distanza delle ruote è regolata mediante delle viti di registro. Due rulli di tenuta, montati sulla zona di scorrimento e con posizione regolabile impediscono lo spostamento dell'asse del vaglio. La rotazione è assicurata da due motoriduttori indipendenti direttamente calettati sugli alberi delle ruote motrici. La velocità di rotazione del tamburo vagliante può essere variata elettronicamente, a mezzo inverter, per la modulazione di frequenza, che permette inoltre l'avvio e l'arresto

graduale durante le fasi di messa in marcia e arresto.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La carteratura del vaglio è realizzata in pannelli metallici avvolgenti interamente il tamburo vagliante ad esclusione della parte sottostante per consentire l'uscita del materiale vagliato. La struttura della carteratura porta su tutta la parte laterale delle portelle d'ispezione, mentre la parte superiore è dotata di flangiature per l'attacco delle cappe di aspirazione polveri. Tutte le strutture metalliche della componente in questione sono sottoposte a trattamento superficiale specificatamente studiato per condizioni di esposizione ambientale "Atmosfere molto aggressive o industriali aggressive".

Il flusso di materiale di sottovaglio effluente dal 1° sistema di vagliatura (costituito da due vagli operanti in parallelo), si unifica su un flusso che viene alimentato ad un secondo stadio di vagliatura . Tale fase (vagliatura secondaria) viene effettuata da un solo vaglio del tutto analogo a quello precedentemente descritto.

Dal 2° stadio di vagliatura (secondaria), effettuata con tamburo avente fori ϕ 70 mm, il flusso di sopravaglio viene alimentato alla filiera di produzione del CSS previa ulteriore fase di demetallizzazione (recupero ferrosi e non ferrosi); mentre il flusso di sottovaglio $< \phi$ 70 mm, previo preliminare ulteriore recupero dei ferrosi, viene avviato alla fase di bioessiccazione/biostabilizzazione. La movimentazione avverrà mediante impiego di pala gommata.

Con lo schema adottato, com'è comprensibile, si ottengono flussi molto più omogenei e cioè sul flusso a valenza combustibile (CSS) sarà presente pochissimo materiale biodegradabile mentre flusso biodegradabile sarà presente pochissimo materiale secco.

serie "SMB"
model



Sul flusso di sopravaglio, effluente dal 2° stadio di vagliatura, viene operata una demetallizzazione completa , attraverso l'impiego di un separatore magnetico a magneti permanenti, diversi da quelli a nastro impiegati in testa all'impianto, in conformazione bipolare con struttura in ferro a basso tenore di carbonio realizzato con magneti permanenti in Sr Ferrite ad elevata induzione magnetica e grande forza coercitiva (con garanzia efficienza campo magnetico 20 anni)

Il mantello di chiusura è in acciaio inox AISI304 amagnetico. La struttura è realizzata con trafilati in acciaio , specificatamente studiata per agevolare la sostituzione del tappeto in gomma e per un facile controllo di eventuali intrusioni di materiale all' interno del separatore. Esso è completo di staffe di sollevamento e installazione con posizione variabile , per un facile posizionamento.

A valle della deferrizzazione è stato previsto anche uno stadio di recupero dei metalli non ferrosi previo impiego di un ECS.

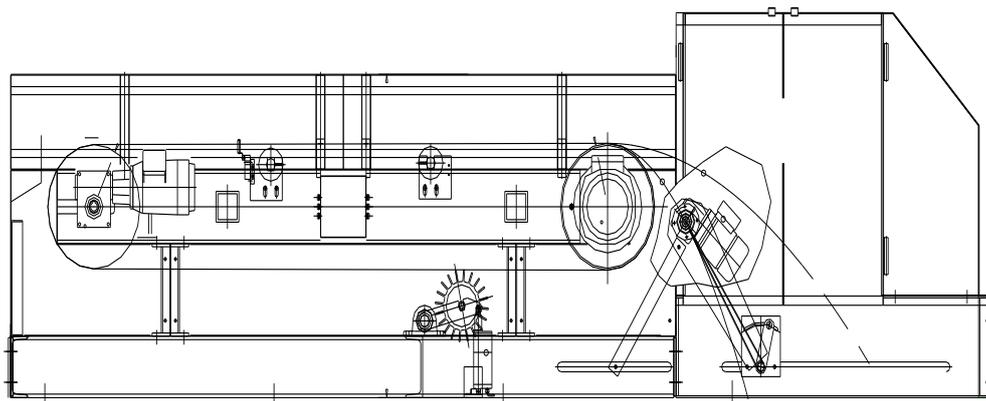


Figura 13 Dettaglio ECS

I separatori ad induzione prescelti si compongono di un telaio in profilati metallici sagomati ai quali sono imbullonati le seguenti parti:

- piastre di appoggio realizzate in modo da garantire la messa in piano della macchina;
- ruota polare di grande diametro, inserita a in una camicia di fibre di silicio e ceramica con protezione anti-centrifugazione;
- cuscinetti speciali idonei alle alte sollecitazioni e velocità;
- motore elettrico di potenza e di trascinamento del rullo induttore la cui rampa in salita (accelerazione), velocità, rampa di discesa (decelerazione) sono gestite completamente da un regolatore di frequenza - INVERTER - completamente programmabile;
- rullo motore di trascinamento del nastro in esecuzione conica per garantire il perfetto centraggio del nastro trasportatore ricoperto a caldo di gomma con disegni romboidali antiusura per garantire la perfetta aderenza e trascinamento del nastro;
- tenditori del nastro
- deflettore di separazione regolabile;
- nastro trasportatore speciale rinforzato, con bandelle laterali di contenimento materiale: detto nastro scorre su un piano in teflon per ridurre al minimo l'attrito ed avere una distribuzione omogenea del materiale;
- rullo di rinvio magnetico.

Protezioni:

- spazzole laterali di contenimento del materiale sulla tavola di lavoro ;
- bavette in gomma robuste per il contenimento del materiale sulla tavola di lavoro nella zona del rullo induttore;
- dispositivo antisbandamento del nastro ;
- sensore elettronico per il controllo dei giri del rullo induttore.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Nell'ambito della zona ricezione e trattamenti meccanici dei RU sopra descritti è stato previsto l'inserimento di un sistema di captazione puntuale delle polveri eventualmente prodotte nei punti di salto del materiale..

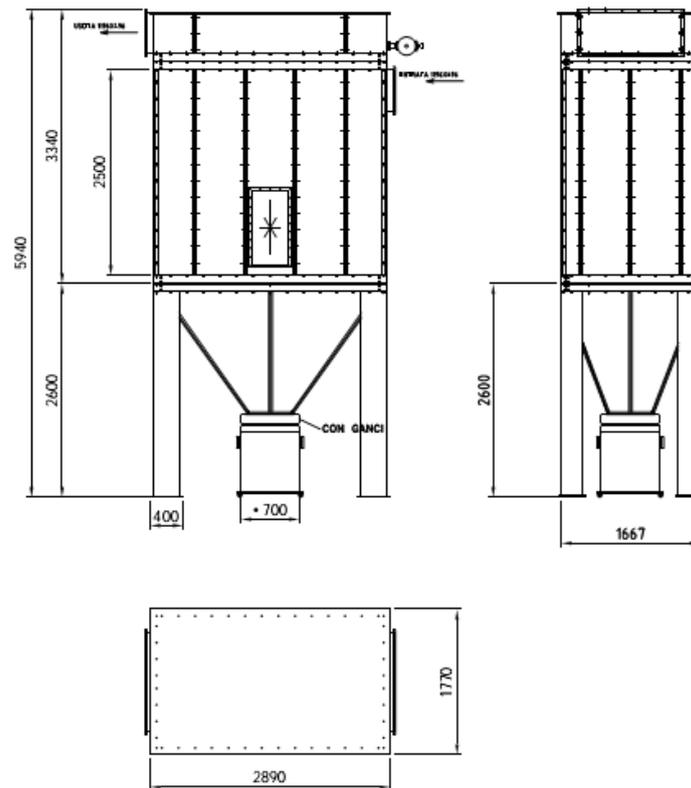


Figura 14 Dettaglio filtro a maniche

Inoltre i vagli previsti in progetto sono dotati di una virola di uscita di Ø300mm. Assumendo una velocità di aspirazione di circa 18m/s, una velocità adeguata al trasporto polveri, è stato determinato che per ogni singolo vaglio fosse necessaria una portata di aspirazione di circa 4.500 m³/h .

VELOCITA'	DIAMETRO	SUP	PORTATA
m/s	mm	mq	mc/h
18	300	0,0707	4.580,45

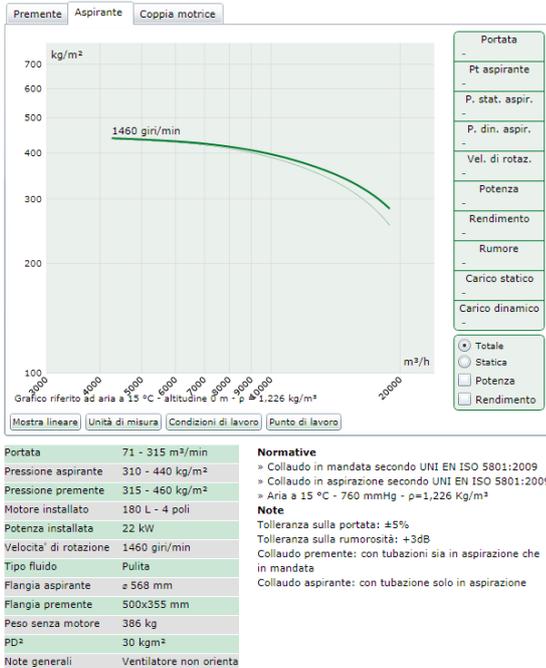
Sulla base di quanto sopra esposto è stata determinata una portata cautelativa del gruppo filtrante in circa 10.000 m³/h. Scegliendo fra le superfici filtranti disponibili, si è optato per un modello standard con una superficie filtrante di 94 m² con una altezza idonea per eseguire il montaggio e la manutenzione in impianto. Le caratteristiche principali della componente individuata sono le seguenti:

- Portata aria 10.000 m³/h, rapporto di filtrazione 2.0 m/sec.
- Sottostazione rettangolare in pressione a lavaggio ad aria compressa in controcorrente
- Dimensioni 2.300 x 1.670 x H 5780 mm. Costituita da una struttura in pannelli modulari in lamiera zincata pressopiegata dello spessore di 20/10 mm.
- Camera filtrante, completa di n.96 maniche in feltro agugliato poliestere antistatico 500 gr/mq diam. 125 x 2.500 mm con flangia in tessuto, pari a una superficie filtrante di 94 mq, cestelli in acciaio zincato autobloccanti con fascetta. Camera tubi sparo completa di n.01 serbatoio da 8" mod. Full-Immersion completo di 8 valvole da 1" ½ e tubi sparo verniciati per immettere l'aria compressa nelle maniche.
- 1 Economizzatore di comando e controllo automatico del lavaggio maniche con regolazione dei tempi e degli intervalli di soffiaggio in grado di ottimizzare il consumo di aria completo di pressostato differenziale con contaore e display a tre cifre.
- Tramoggia di raccolta materiale con oblò visivi in plexiglass per controllo livello materiale e ganci per tenuta Bidone di raccolta Ø 700 mm.
- 4 Gambe di sostegno sottostazione e controventi zincati.
- Sistema di spegnimento incendio con tubo da 2" completo di ugelli nebulizzatori d'acqua,
- 1 Sensore di calore termico posto nella testata del filtro, completo di microinterruttore di blocco impianto.
- Parapetto modulare e scala alla marinara a norma antinfortunistiche per l'accesso alla camera tubi sparo.
- 1 Pannello antiscoppio certificato Atex.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Dati tecnici del filtro:

- Peso sottostazione : 2450 kg
- Portata d'aria : 10.000 m³/h
- Superficie filtrante : 94 m²
- Tipo tessuto filtrante : Feltro agugliato antistatico PES 500 NF 500 gr/mq
- Spessore : 1.9 mm
- Densità : 0.29 gr/cm
- Carico di rottura Kg/5 cm : long. 188 - trasv. 162 Kg
- Resistenza alla temperatura : max 130°C con punte 150°C
- Perdita di carico filtro : 1000 Pa max



Nella applicazione prevista, il ventilatore (per limitare le potenze in gioco è del tipo a trasmissione) avrà una portata di 10.000 m³/h con una prevalenza di circa 400mmca. La prevalenza è stata calcolata tenendo conto di eseguire n° 2 punti di collegamento ai vagli e secondo il posizionamento indicato in lay-out.

E' stata individuata questa tipologia di gruppo filtrante dal momento che è essa predisposta per un funzionamento continuo (24 ore su 24), con pulizia automatica del tessuto filtrante in controcorrente, può trattare aria contenente polveri molto fini, conservando un rendimento di captazione assai elevato, anche per particelle aventi dimensioni inferiori a 1 micron. IL filtro è dotato di ampi portelli di ispezione che consentono di eseguire con estrema facilità le operazioni di manutenzione o, comunque il controllo delle parti interne. Gli elementi filtranti sono costituiti da cestelli opportunamente dimensionati e da una manica costituita in apposito materiale filtrante.

Ai fini della sicurezza sono state adottate le seguenti precauzioni sulla componente prevista in progetto:

- il ventilatore installato sarà di tipo ATEX classe 22;
- Il filtro sarà dotato di pannelli antiscoppio rivolti verso il muro per garantire la sicurezza del personale;
- Lo scarico del materiale (tramoggia inferiore) sarà dotata di una valvola stellare motorizzata per lo scarico continuo delle polveri separate, per ridurre il

rischio di accumulo polveri interno alla tramoggia.

- Le maniche avranno un grado filtrante <0.5 micron e realizzate in poliestere agugliato (è stato scelto un **materiale antistatico** per prevenire pericoli di esplosioni ed **idrorepellente** per la presenza di umidità nel materiale trattato).

Le tubazioni dedicati ai punti di aspirazione polveri localizzati seguiranno il percorso indicato nel layout, convergendo nel filtro a maniche, da qui l'aria, depurata dalle polveri, viene immessa nelle condotte principali per subire una successiva depurazione al biofiltro.

E' stata prevista la realizzazione di una sala controllo climatizzata in grado di garantire anche il controllo visivo diretto delle due aree di maggiore criticità e cioè la ricezione trattamento RSU e la ricezione trattamento FORSU. Essa è posta in quota in maniera tale da garantire una corretta visuale e dispone dei monitors per il controllo remoto e domotico dell'intero impianto. Trattasi di una dotazione che è essenziale ai fini gestionali, di sicurezza e di controllo.



Figura 15 Viste della sala controllo edificio ricezione RSU e FORSU

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Figura 16 Veduta della sala di controllo lato ricezione RSU

4.2 FASE DI BIOSTABILIZZAZIONE DEL FLUSSO DI SOTTOVAGLIO

Dopo il trattamento meccanico il materiale viene inviato alla fase di stabilizzazione biologica che sarà effettuata in biocelle di tipo statico con areazione forzata, definito anche *ACT (Active Compost Time)*.

Il processo proposto consiste nella stabilizzazione biologica in fase solida di scarti, residui e rifiuti organici fermentescibili, in condizioni aerobiche (presenza di ossigeno molecolare) tali da garantire alla matrice in trasformazione il passaggio spontaneo attraverso una fase di autoriscaldamento, dovuto alle reazioni microbiche. Il processo trasforma il substrato di partenza in un prodotto stabile. Si tratta, essenzialmente, dello stesso processo di trasformazione che in natura ricorre spesso in diversi contesti quali, per esempio, la lettiera dei terreni forestali ovvero i cumuli di letame in maturazione, con la differenza che, nelle applicazioni tecnologiche, esso viene opportunamente incrementato ed accelerato.

Nell'ambito delle biotecnologie ambientali, la fase di stabilizzazione biologica, senza aggettivazione alcuna, sta quindi ad indicare il processo bioossidativo aerobico, esotermico (basato su reazioni che generano calore), promosso dai microrganismi (biomassa attiva) di norma naturalmente associati alle matrici sottoposte al trattamento, in conseguenza del quale il substrato organico eterogeneo di partenza (biomassa substrato) subisce, in tempi ragionevolmente brevi (alcune settimane), profonde trasformazioni nelle caratteristiche fisico-chimiche e biologiche (maturazione), con perdita della putrescibilità (stabilizzazione), parallelamente ad una parziale mineralizzazione e umificazione.

4.2.1 Dinamica del processo

Durante il processo di stabilizzazione i microrganismi degradano, in maniera più o meno spinta, il substrato organico di partenza, producendo anidride carbonica, acqua, calore e sostanza organica umificata, vale a dire una matrice finale metastabile, non suscettibile cioè di ulteriori repentine trasformazioni biologiche. In condizioni ottimali, il processo si svolge attraverso tre stadi principali:

1. la fase mesofila di latenza - che può protrarsi da poche ore ad alcuni giorni - durante la quale, la matrice iniziale viene invasa dai microrganismi, il cui metabolismo finisce per causare il progressivo riscaldamento del substrato;
2. la fase termofila o di stabilizzazione - di durata variabile da alcuni giorni a diverse settimane - nel corso della quale si ha un'intensa attività bio-ossidativa;
3. la fase di raffreddamento o maturazione - di durata da poche settimane ad alcuni mesi - nella quale intervengono le reazioni di umificazione.

Da un punto di vista gestionale, l'intero processo di biostabilizzazione viene però, di solito, suddiviso in due archi temporali distinti: il periodo di attiva trasformazione (*active composting*), comprendente, sostanzialmente la fase mesofila di latenza (1) e la fase termofila di stabilizzazione (2); ed il periodo di finissaggio (*curing*), corrispondente alla fase di raffreddamento e di maturazione mesofila (3).

In coincidenza con i vari stadi del processo, si affermano e predominano differenti popolazioni di microrganismi. L'iniziale decomposizione del substrato è dovuta all'intervento di specie microbiche mesofile che utilizzano rapidamente i composti solubili e facilmente degradabili. Il calore prodotto dalle reazioni esoergoniche di questi microrganismi rimane intrappolato nella matrice in trasformazione a causa della scarsa conducibilità di quest'ultima.

A seguito del progressivo accumulo di calore, la temperatura del substrato comincia a salire, superando ben presto la soglia della termofilia. Come la temperatura si porta sopra i 40°C, i microrganismi mesofili divengono meno competitivi e sono perciò progressivamente sostituiti da specie termofile, alcune delle quali risultano capaci non solo di resistere ma anche di svolgere le normali attività metaboliche a temperature >70°C (es. batteri del genere *Thermus*).

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Raggiunta o superata la soglia dei 55°C, un gran numero di microorganismi, ivi comprese le specie patogene per l'uomo e per le piante, è disattivato.

Dal momento che temperature al di sopra dei 65°C uccidono la maggior parte dei microbi, riducendo così il tasso di decomposizione del substrato, nelle applicazioni biotecnologiche del trattamento è opportuno governare il processo affinché non venga superata questa soglia ovvero la deriva termica sia ristretta ad un lasso di tempo il più limitato possibile.

Durante lo stadio termofilo, le alte temperature accelerano la degradazione di proteine, grassi e carboidrati complessi quali cellulosa ed emicellulosa, che rappresentano due tra i più importanti polimeri strutturali delle piante.

Man mano che la disponibilità dei composti ricchi di energia comincia ad esaurirsi, la temperatura della matrice in trasformazione gradualmente decresce, consentendo alle popolazioni microbiche mesofile responsabili dei processi di umificazione di colonizzare il substrato per quella che è stata precedentemente definita la fase di maturazione o finissaggio.

4.2.2 L'ecosistema microbico alla base del processo

Un'ampia rassegna di popolazioni microbiche partecipa al processo. I diversi gruppi di microorganismi si sviluppano di volta in volta in risposta ai differenti livelli di umidità, temperatura, ossigeno e pH all'interno della matrice in trasformazione. È proprio grazie a questa diversità microbica che il processo può procedere nonostante il mutare continuo delle condizioni ambientali e trofiche del substrato. I microorganismi responsabili del processo degradano una vasta gamma di composti, da sostanze semplici come zuccheri e aminoacidi a polimeri complessi come proteine, polisaccaridi e lignina. Ciò porta ad una profonda disgregazione e trasformazione della matrice di partenza. Gli intervalli di temperatura e la disponibilità di sostanze nutritive giocano il ruolo principale nel determinare il gruppo o, addirittura, le specie di microorganismi che caratterizzano la popolazione microbica in ogni particolare momento del processo.

Come già accennato, le reazioni degradative procedono rapidamente durante le battute iniziali del trattamento a causa della larga disponibilità di composti facilmente assimilabili.

Questi composti sono caratterizzati da basso peso molecolare e semplice struttura chimica; sono solubili in acqua e sono in grado quindi di passare senza difficoltà attraverso le pareti e le membrane microbiche. Ciò comporta il fatto che tali sostanze possono essere utilizzate da un ampio spettro di microorganismi non specializzati.

Man mano che i composti facilmente metabolizzabili vanno incontro a progressivo esaurimento, divenendo meno disponibili, altre sostanze più complesse, meno degradabili cominciano ad essere oggetto di attacco da parte dei microorganismi. Queste sostanze presentano un elevato peso molecolare, hanno struttura polimerica (es. cellulosa) o polidispersa (es. lignina) e non possono essere traslocate direttamente all'interno delle cellule microbiche. Tali sostanze devono perciò essere scomposte nei costituenti monomerici ovvero in strutture comunque più piccole delle molecole iniziali, attraverso l'azione di enzimi esocellulari. Non tutti i microorganismi associati alle matrici sono però dotati di adeguato bagaglio enzimatico per la degradazione delle sostanze polimeriche complesse. Di solito, questa capacità è più diffusa nell'ambito delle specie fungine rispetto alle specie batteriche. Dopo che, ad opera dei microorganismi specializzati, i polimeri sono stati idrolizzati nei costituenti più piccoli, questi stessi frammenti si rendono disponibili anche per specie microbiche non specializzate.

I microorganismi che colonizzano le matrici sottoposte al trattamento sono riconducibili, in termini tipologici e non sistematici, a tre principali gruppi: batteri, attinomiceti e funghi. Batteri ed attinomiceti sono organismi procarioti.

In realtà, gli attinomiceti rappresentano una particolare suddivisione di batteri, seppure caratterizzati spesso da crescita di tipo filamentoso dovuta alla formazione di pseudo-micelio. I funghi sono invece microorganismi eucarioti e comprendono, oltre alle cosiddette muffe (eumiceti filamentosi) anche i lieviti.

Con l'eccezione dei funghi filamentosi che sono sostanzialmente aerobi, i microorganismi che intervengono nel processo, nonostante il prevalente carattere ossidativo del processo, possono essere aerobi, anaerobi facoltativi o anaerobi stretti. Questi ultimi crescono solo in totale assenza di ossigeno molecolare, il quale risulta per essi estremamente tossico. I microorganismi aerobi, per vivere, necessitano invece di una adeguata tensione di ossigeno. Gli anaerobi facoltativi, infine, usano l'ossigeno se disponibile ma possono vivere anche in assenza di questo gas.

I microorganismi che ricorrono nei substrati in corso di compostaggio possono essere poi distinti in psicrotrofi o psicrofili facoltativi, mesofili e termofili a seconda dell'intervallo di temperatura entro il quale possono svilupparsi ovvero trovare le condizioni ottimali di crescita. In particolare, le specie psicrotrofe sono in grado di crescere con una certa efficienza anche al di sotto dei 10°C. L'intervallo di crescita dei mesofili è invece compreso tra 15 e 45°C, mentre i termofili prosperano intorno ai 55-65°C, con alcune specie capaci di vivere oltre i 70°C.

I batteri: I batteri rappresentano i più piccoli organismi degradatori e costituiscono la comunità microbica più numerosa di una matrice in trattamento. Essi rappresentano, in numero, l'80-90% dei miliardi di cellule microbiche associate ad un grammo di substrato in trasformazione o di compost maturo.

I batteri sono i principali responsabili della generazione di calore durante il trattamento. Presentano inoltre il più ampio spettro di profili nutrizionali rispetto a qualsiasi altro gruppo microbico coinvolto nel processo di stabilizzazione aerobica della sostanza organica, disponendo di una variegata dotazione di enzimi necessari per la degradazione di numerosi composti.

I batteri sono, di norma, decompositori veloci, in grado di utilizzare rapidamente le sostanze più facilmente degradabili nonché i prodotti intermedi del metabolismo fungino. Alcune specie batteriche riescono a degradare la cellulosa (es. batteri striscianti appartenenti all'ordine delle *Cytophagales*). È possibile riscontrare la crescita di gruppi specializzati di batteri a qualsiasi valore di pH, anche se l'intervallo di pH ottimale per la maggior parte di questi microorganismi si colloca tra 6,5 e 8. I batteri sono, di contro, estremamente poco tolleranti, rispetto ad attinomiceti e funghi, nei confronti di condizioni di scarsa umidità.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Dopo una massiva colonizzazione del substrato da parte di specie batteriche mesofile, in concomitanza degli stadi iniziali del processo, con l'avvento della fase termofila, la popolazione batterica tende ad essere dominata da rappresentanti del genere Bacillus. La diversità dei bacilli è piuttosto ampia fino a temperature intorno ai 50-55°C, ma crolla drasticamente come vengono superati i 60°C. In queste condizioni ormai sfavorevoli, i bacilli sopravvivono formando endospore, le quali, oltre che resistere al calore, sono in grado di superare lunghi periodi di mancanza di nutrienti e di disidratazione del substrato. Una volta ripristinate le condizioni compatibili con la crescita, questi batteri riprendono a svilupparsi. La capacità a formare strutture di resistenza, propria di un certo numero di specie batteriche, consente a queste ultime di partecipare, senza evidente soluzione di continuità, alla prosecuzione del processo una volta che la fase di raffreddamento della matrice segua lo stadio di termofilia.

Gli attinomiceti: Sono i microorganismi responsabili del caratteristico “profumo di terra” che si sprigiona dal compost maturo. Come accennato in precedenza, ad una prima osservazione possono somigliare ai funghi a causa della formazione di pseudo-ife, di lunghezza fino a 10-15mm e larghezza compresa tra 0,5 e 2mm. Ciò nonostante, sia per la tipologia delle strutture cellulari esterne (parete) sia per l'organizzazione intracellulare (mancanza di un nucleo definito) sono da considerarsi, a tutti gli effetti, batteri.

Gli attinomiceti giocano nell'ambito del trattamento un ruolo importante nella degradazione di sostanze organiche complesse come proteine, emicellulose, cellulosa, chitina e lignina.

Alcune specie compaiono durante la fase termofila, mentre altre si sviluppano massivamente nello stadio di progressivo raffreddamento, contribuendo alla formazione di sostanze humiche ed alla completa maturazione del substrato. Spesso gli attinomiceti formano una inconfondibile trama di filamenti che si diffonde come ragnatela di colore grigio pallido attraverso il substrato in compostaggio.

I funghi: Con esclusione dei lieviti che prosperano su composti prontamente assimilabili (es. zuccheri semplici) e, perciò, rivestono un ruolo del tutto marginale, i funghi, in generale, sono responsabili della degradazione di molti tra i polimeri complessi di origine vegetale quali cere, emicellulose, cellulosa, pectina e lignina.

Nell'economia complessiva del processo, i funghi operano quindi un'azione fondamentale decomponendo sostanze altrimenti resistenti all'attacco microbico, in modo tale da rendere disponibili metabolici intermedi ai batteri che provvedono così all'ulteriore trasformazione degli stessi.

Le muffe o funghi filamentosi invadono il substrato in trattamento mediante una capillare diffusione di vigorosi filamenti, di solito, sinciziali (ife multinucleate), del diametro variabile tra 2 e 10 mm. Prediligono un ambiente tendenzialmente acido, sono meno sensibili alla disidratazione rispetto ai batteri ed attaccano residui organici che per basso contenuto di azoto non sono utilizzati da quest'ultimi.

Poiché i funghi sono in maggior parte, aerobi obbligati, le muffe presentano in genere, una più limitata tolleranza alle condizioni di scarsa ossigenazione rispetto ai batteri. Inoltre, i funghi attivi durante il processo sono, in massima parte, saprofiti, sviluppandosi su materiali organici morti dai quali traggono energia e nutrimento. Numerose sono le specie fungine che ricorrono sia nelle fasi mesofile che nello stadio termofilo del processo.

I protozoi e la macrofauna: Una volta raggiunta la biostabilizzazione del substrato di partenza, vale a dire il superamento dello stadio di compostaggio attivo, i protozoi ed una variegata macrofauna cominciano a colonizzare la matrice organica. I protozoi sono organismi unicellulari che, insieme agli organismi più complessi quali rotiferi, acari, insetti, molluschi ed altri invertebrati, crescono a spese della microflora vivente (batteri e funghi), sulle spoglie di questa ovvero sui materiali organici in decomposizione. Questa comunità contribuisce al processo di definitiva maturazione ed humificazione del substrato, incrementando le caratteristiche finali del prodotto ottenuto, ivi comprese le qualità soppressive nei confronti di determinati funghi fitopatogeni radicicoli.

Nell'ambito della macrofauna, i vermi terricoli quali Eisenia foetida, Lumbricus rubellus e Lumbricus terrestris, sono gli organismi che, probabilmente, esercitano il ruolo positivo più importante. Se non introdotti deliberatamente nella matrice, questi organismi non compaiono fintantoché il processo di stabilizzazione non sia in stadio avanzato. Tuttavia, alcune specie di vermi possono essere immesse nel substrato organico non ancora stabilizzato.

Questo deliberato apporto e conseguente allevamento di vermi nella matrice da trattare, al fine di ottenerne la stabilizzazione, è noto con il termine di vermicompostaggio. È importante comunque sottolineare che le condizioni compatibili con la vermicoltura, quale forma di trattamento di rifiuti organici in scala industriale, sono ristrette a casi particolari (es. stabilizzazione di certe deiezioni animali o di particolari fanghi biologici) nei quali, a parte la possibilità di mantenere i vermi in attiva crescita all'interno della massa organica in trasformazione, il fattore tempo e la disponibilità di spazio non costituiscano elementi limitanti.

4.2.3 Fattori che influenzano il processo ed il controllo delle reazioni

Ricordiamo che la stabilizzazione biologica è un processo:

- aerobico (necessità di ossigeno per la mineralizzazione delle componenti a maggiore fermentescibilità, con conseguente stabilizzazione della biomassa), ed
- esotermico (viene prodotto calore che va in certa misura allontanato dal sistema, onde evitare il surriscaldamento della biomassa in eccesso rispetto ai valori ottimali di range delle temperature).

Il processo può essere descritto e suddiviso in due fasi:

- Fase attiva (anche definita di “Biossidazione accelerata” o “ACT - Active Composting Time”), in cui sono più intensi e rapidi i processi degradativi a carico delle componenti organiche maggiormente fermentescibili; in questa fase, che si svolge tipicamente in condizioni termofile, si raggiungono elevate temperature, si palesa la

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

necessità di drenaggio dell'eccesso di calore dal sistema e si ha una elevata richiesta di ossigeno necessario alle reazioni biochimiche;

- Fase di maturazione (o fase di Curing) in cui si completano i fenomeni degradativi a carico delle molecole meno reattive ed in cui intervengono reazioni di trasformazione e polimerizzazione a carico delle stesse (con particolare riferimento alla lignina) che portano alla "sintesi" delle sostanze umiche. Sia le esigenze di drenaggio di calore che quelle di adduzione di ossigeno al sistema sono minori rispetto alla fase attiva.

Una serie di fattori fisico-chimici ed edafici (cioè attinenti alle specifiche caratteristiche del substrato) condiziona l'andamento delle reazioni biologiche che realizzano il compostaggio. Dal grado più o meno spinto con il quale vengono governati questi fattori dipende la corretta evoluzione verso la definitiva stabilizzazione del substrato sottoposto a trattamento, sia in termini di durata del processo che di qualità del prodotto finale.

I fattori che vanno presi in considerazione per una rigorosa gestione del processo sono:

- 1) la concentrazione di ossigeno e l'aerazione;
- 2) la temperatura;
- 3) l'umidità;
- 4) le proprietà fisico-meccaniche del substrato (porosità, struttura, tessitura e la dimensione delle particelle o pezzatura della matrice in trasformazione);

concentrazione di ossigeno e l'aerazione: la stabilizzazione consuma notevoli quantità di ossigeno. Come già accennato, durante i primi giorni del processo, le componenti più facilmente degradabili della biomassa substrato sono rapidamente metabolizzate. Il bisogno di ossigeno e, di conseguenza, la produzione di calore sono perciò decisamente maggiori nei primi stadi della biostabilizzazione, mentre decrescono con l'evolversi del processo. Nel caso in cui l'apporto di ossigeno sia limitato, il processo rallenta. Anche se una concentrazione minima di ossigeno del 5% nell'atmosfera circolante tra le particelle della biomassa substrato può consentire il processo, per la gestione ottimale del processo, dovrebbero essere garantite, nella matrice, concentrazioni di O₂ non inferiori al 10%.

Senza una sufficiente ossigenazione, la biomassa substrato diviene anossica e la microflora microbica anaerobica prende il sopravvento, portando all'accumulo di composti ridotti (es. acidi grassi volatili, idrogeno solforato, mercaptani, ecc.), caratterizzati da odore decisamente aggressivo e da elevata fitotossicità. Sebbene alcuni dei suddetti composti intermedi, come gli acidi organici, si formino anche in condizioni aerobiche, questi però sono rapidamente degradati quando l'ossigeno è disponibile. Il mantenimento di un ambiente ossidativo all'interno della matrice organica in corso di stabilizzazione è quindi importante anche per impedire il formarsi di emissioni maleodoranti associate, appunto, con le reazioni di decomposizione anaerobica.

L'aerazione del materiale in trattamento, per garantire l'apporto di ossigeno necessario al processo, rende inoltre possibili la dissipazione del calore, l'eliminazione del vapore d'acqua e l'allontanamento di altri gas intrappolati nell'atmosfera interna del substrato. In effetti, il tasso di aerazione richiesto per la rimozione del calore può essere anche dieci volte maggiore di quello necessario per l'apporto di ossigeno. Di conseguenza, è la temperatura che normalmente determina l'estensione e la frequenza degli interventi di aerazione.

La temperatura: Di solito, nel caso di matrici putrescibili, la fase di compostaggio attivo si svolge a temperature comprese tra 45 e 70°C. In speciali applicazioni, non finalizzate alla produzione di ammendante organico, bensì alla detossificazione di rifiuti organici tossici di origine industriale (es. melme di raffineria), il processo si svolge invece, data la natura del substrato, tutto nell'ambito della mesofilia (10-45°C) (processo mesofilo o freddo).

Le temperature termofile sono importanti per la distruzione degli eventuali organismi patogeni associati alla biomassa substrato di partenza. Il limite largamente fissato per la disattivazione dei patogeni umani è 55°C. Questa temperatura è in grado di abbattere anche la maggior parte degli organismi fitopatogeni, mentre, per i semi delle erbe infestanti, sono necessarie temperature non inferiori a 60°C.

Si è già detto che la decomposizione microbica durante il processo rilascia una grande quantità di energia sotto forma di calore. Le proprietà auto-coibentanti dei materiali avviati al trattamento favoriscono l'accumulo di calore, il quale, a sua volta, provoca l'innalzamento della temperatura. Allo stesso tempo, la biomassa in trasformazione perde continuamente calore grazie all'evaporazione dell'acqua ed ai movimenti d'aria che rimuovono il vapore acqueo ed i gas caldi (es. CO₂) dal substrato. Tutti i sistemi di aerazione accelerano la perdita del calore e, quindi, sono usati per mantenere la temperatura nell'intervallo compatibile con l'attività metabolica dei microrganismi. È importante ribadire che, nei casi di scarsa dissipazione dell'eccesso di calore generato dalle reazioni ossidative esotermiche, la temperatura può raggiungere e oltrepassare i 70°C. A questo punto la quasi totalità dei microrganismi soccombe o diventa dormiente ed il processo si arresta, per riprendere solo quando la popolazione microbica avrà invaso di nuovo il substrato. Ad evitare questa situazione, giova un puntuale monitoraggio della temperatura e l'attivazione, quando questa si avvicina ai 60°C, di sistemi, come il rivoltamento o la ventilazione forzata, che accelerino la rimozione del calore. Nel caso in cui si verifichi una pressoché totale autosterilizzazione della matrice, il rapido recupero del processo può ottenersi miscelando al substrato materiale microbiologicamente attivo dello stesso tipo, proveniente da altri cumuli o reattori.

L'umidità: l'umidità è necessaria affinché i processi metabolici microbici possano attuarsi. La fase acquosa è il mezzo nel quale avvengono le reazioni chimiche, la diffusione ed il trasporto dei nutrienti, i movimenti e la migrazione dei microrganismi. In teoria, l'attività biologica trova le condizioni ottimali in un ambiente saturo. Di contro, essa cessa completamente al di sotto del 15% di umidità. In pratica, tuttavia, i materiali avviati al trattamento dovrebbero avere un contenuto di umidità compreso in un intervallo tra il

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

55% ed il 65%. Numerose esperienze hanno dimostrato che, approssimandosi l'umidità della matrice organica al 40%, il processo comincia ad essere inibito. Al di sotto del 30-35%, l'attività microbica procede a stento ovvero molto lentamente. In condizioni di umidità >65%, invece, l'acqua espelle l'aria dalla maggior parte degli spazi interstiziali tra le particelle della matrice organica. Ciò ostacola la diffusione dell'ossigeno e può favorire l'insorgenza di condizioni microaerofile o, addirittura, anossiche.

Poiché l'umidità del substrato diminuisce col procedere del processo, il contenuto in acqua del materiale di partenza dovrebbe essere ben più alto del 55%. Matrici organiche troppo secche per essere avviate direttamente al trattamento dovranno essere bagnate con acqua o potranno essere mescolate con substrati più umidi, in modo da raggiungere, nelle miscele di partenza, contenuti di acqua compresi tra il 60 ed il 63%. Materiali molto porosi possono essere avviati al trattamento anche in eccesso di umidità, contrariamente ai substrati con struttura compatta e particelle di piccole dimensioni.

Per tutto il corso del processo, compresa la fase di finissaggio, l'umidità deve mantenersi al di sopra dei limiti compatibili con l'evoluzione delle reazioni biologiche. L'eccessiva disidratazione del substrato nel corso del processo può portare, erroneamente, ad interpretare il declino dell'attività microbica come segno di avvenuta stabilizzazione. Il materiale così ottenuto sarà invece stabilizzato solo dal punto di vista fisico (disidratato). Se nuovamente umidificato, questo, in realtà, riprenderà ad evolversi biologicamente, con grave danno per le colture cui, eventualmente, sia stato somministrato.

Le proprietà fisico-meccaniche del substrato (porosità, struttura, tessitura e dimensione delle particelle): La porosità, la struttura e la tessitura sono correlate con le proprietà fisiche dei materiali quali la pezzatura, la forma e la resistenza meccanica, e condizionano il processo attraverso l'influenza esercitata sull'aerazione. Queste proprietà possono essere corrette per mezzo di operazioni di triturazione e sminuzzamento dei substrati di partenza o mediante la miscelazione di questi con matrici definite agenti di supporto (bulking agents).

La porosità è una misura degli spazi vuoti nella biomassa in trattamento e determina la resistenza alla circolazione dell'aria. Essa dipende dalla dimensione delle particelle, dalla distribuzione granulometrica dei materiali e dalla continuità degli interstizi tra le particelle. Ovviamente, particelle più grandi e più uniformi incrementano la porosità.

D'altra parte, la struttura indica la rigidità delle particelle, vale a dire la resistenza delle stesse a collassare e compattarsi e, pertanto, un buon grado di struttura previene la perdita di porosità del substrato umido, sistemato in quantità critica (in cumulo o in reattore) per il processo.

La tessitura è la caratteristica che descrive l'area superficiale del substrato disponibile per l'attività microbica aerobica. Come già accennato, nel corso del trattamento, le reazioni di degradazione avvengono prevalentemente alla superficie delle particelle della matrice in trasformazione.

Ciò perché l'ossigeno diffonde facilmente attraverso gli spazi vuoti delimitati dalle particelle, ma molto più lentamente attraverso la fase liquida o i materiali solidi. Così, i microrganismi aerobi si concentrano nel sottile strato acquoso che contorna le particelle del substrato, utilizzando l'ossigeno all'interfaccia tra la fase liquida e la fase gassosa degli interstizi. Poiché l'estensione dell'area superficiale aumenta con la riduzione della pezzatura, il tasso di decomposizione aerobica si innalza in una matrice organica quanto più piccole sono le dimensioni delle particelle.

Particelle troppo piccole però rischiano di compromettere la porosità ed è quindi necessario trovare una situazione di compromesso. Risultati soddisfacenti si ottengono normalmente quando il diametro medio delle particelle della matrice sottoposta a compostaggio oscilla tra 0,5 e 5cm.

Per la maggior parte dei substrati, possono aversi buoni livelli di porosità e struttura in condizioni di umidità della matrice non superiore al 65%. Tuttavia alcune situazioni richiedono una particolare attenzione. Ad esempio, metodi di compostaggio che non prevedano il rivoltamento della biomassa in trasformazione richiedono maggior struttura per resistere ai fenomeni di compattamento. In questi casi, sono maggiormente indicate particelle di più grandi dimensioni. Allo stesso modo, matrici che presentano problemi di odori dovrebbero essere mescolate con materiali di supporto rigidi in modo da ottenere miscele di partenza con elevata porosità che garantisca un continuo ricambio d'aria negli interstizi, evitando così la formazione di sacche di anaerobiosi nelle quali si ha sviluppo di prodotti volatili maleodoranti.

L'evoluzione della sostanza organica durante il processo procede sia quantitativamente, con una evidente riduzione volumetrica e ponderale, che qualitativamente, con una modificazione anche consistente delle caratteristiche chimiche della sostanza organica contenuta nel materiale rispetto a quella originaria delle biomasse ad inizio trattamento.

Dal punto di vista qualitativo la sostanza organica, una volta terminato il processo, si presenta:

- 1) Stabile, cioè con processi degradativi di natura biologica alquanto rallentati; la misura della stabilità di una biomassa si può concretizzare attraverso la determinazione analitica di:
 - contenuto residuo in Sostanza Organica (od in Solidi Volatili);
 - indici di respirazione statico o dinamico (legati alla attività metabolica residua);
 - concentrazione di ammoniaca (legata alla persistenza di attività di degradazione e proteolisi in misura superiore a quelle di nitrificazione dell'ammoniaca).
- 2) Matura, cioè non presenta fenomeni di fitotossicità, misurabili con l'omonimo test;
- 3) Umidificata, cioè dotata opportunamente di molecole umiche (humus) originatesi da reazioni di umificazione a carico delle componenti della sostanza organica più recalcitranti alla mineralizzazione.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

4.2.4 Aspetti metabolici delle reazioni microbiche a carico dei substrati sottoposti al processo di biostabilizzazione

Nel corso del processo, i microrganismi degradano le diverse sostanze che compongono la matrice organica di partenza, al fine di ottenere energia per le reazioni cataboliche e materiale per le sintesi cellulari. Di pari passo, nel corso del processo, avvengono anche importanti biotrasformazioni, attraverso le quali alcuni composti intermedi derivanti dalla degradazione di materiali a struttura polimerica (es. cellulosa e lignina) sono utilizzati per la sintesi di nuove sostanze complesse, ma profondamente diverse da quelle iniziali (es. acidi humici).

Affinché i microrganismi possano sintetizzare nuovo materiale cellulare, deve rendersi disponibile sufficiente energia per i processi biosintetici. Le due possibili vie metaboliche per la produzione di energia a disposizione dei microrganismi eterotrofi sono la respirazione e la fermentazione.

La respirazione può essere aerobica o anaerobica. Nella respirazione aerobica, i microrganismi usano ossigeno molecolare (O₂) per liberare la maggior parte dell'energia dal substrato carbonioso, con formazione di anidride carbonica (CO₂) ed acqua.



Questa conversione non avviene in un singolo stadio, bensì attraverso una serie di reazioni che servono non solo a liberare significative quantità di energia, ma anche per formare un vasto numero di prodotti organici intermedi che fungono da punto di partenza per numerose reazioni sintetiche.

Nell'ambito del compostaggio, la respirazione aerobica è più funzionale al processo, rispetto alla respirazione anaerobica ed alla fermentazione, in quanto risulta più efficiente, generando una maggiore quantità di energia. La respirazione inoltre può procedere a temperature più elevate e non produce quantità rilevanti di composti odoriferi indesiderati.

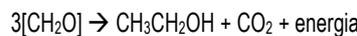
Le specie microbiche aerobiche sono, per altro, in grado di utilizzare una più ampia varietà di composti organici come fonte di energia, così da operare una più spinta degradazione e stabilizzazione dei substrati sottoposti a trattamento.

D'altra parte, nella respirazione anaerobica, i microrganismi, per produrre energia, usano accettori finali di elettroni diversi dall'O₂, quali nitrati (NO₃), solfati (SO₄), carbonati (CO₃²⁻) ed, in taluni casi, i composti ossidati di alcuni metalli (es. Mn₄, Fe₃) ovvero composti organici (es. fumarato, glicina).

L'uso, da parte dei microrganismi, di taluni dei suddetti accettori di elettroni alternativi ha come conseguenza la produzione di sostanze odorigene, quali idrogeno solforato (H₂S), acidi grassi ed ammoniaca, causa di potenziali impatti olfattivi negativi.

La fermentazione, dal canto suo, rappresenta la via più semplice per la produzione di energia, non richiede ossigeno ma è scarsamente efficiente dal punto di vista energetico.

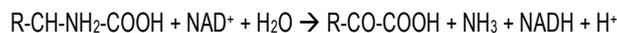
La maggior parte del carbonio organico che fluisce attraverso le reazioni fermentative è infatti convertito in prodotti finali che ancora contengono una notevole quantità di energia (es. alcoli, acidi organici)



Operativamente, non è del tutto possibile evitare reazioni fermentative durante il processo, tuttavia, in una efficiente gestione del processo, le reazioni fermentative dovranno essere contrastate quanto più possibile in modo da ridurre i rischi di miasmi e l'accumulo, nel prodotto finale, di metaboliti ridotti, tossici per le piante.

Una considerazione del tutto particolare deve essere fatta per le reazioni metaboliche che, nelle condizioni tipiche del compostaggio, avvengono a carico delle frazioni organiche contenenti azoto.

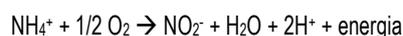
Alcuni microrganismi sono capaci di idrolizzare sostanze azotate complesse come le proteine, ottenendo così composti più semplici quali peptoni, peptidi ed aminoacidi che possono essere più facilmente metabolizzati, da un maggior numero di specie microbiche. L'incorporazione dell'azoto in nuovo materiale cellulare avviene soltanto se è disponibile una sufficiente quantità di carbonio. In condizioni di scarsa disponibilità di substrato carbonioso, cioè in presenza di matrici organiche con rapporto C/N eccessivamente basso (< 15), la mineralizzazione dei composti organici contenenti azoto porta invece al rilascio finale di ammoniaca (NH₃), a seguito ossidazione degli aminoacidi



L'ammoniaca prodotta può convertirsi in ioni ammonio (NH₄⁺) a seconda del pH presente all'interno del substrato in trasformazione. Condizioni acide (pH <7) promuovono la formazione di NH₄⁺, mentre valori elevati del pH (>9) favoriscono la presenza di ammoniaca.

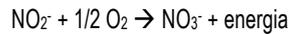
Anche temperature elevate contribuiscono alla formazione di NH₃, la quale, peraltro, presenta una estrema volatilità. Poiché la fase termofila è caratterizzata da innalzamento della temperatura e da valori di pH nell'ambito dell'alcalinità, essa rappresenta uno stadio critico sia per l'eventuale perdita di azoto attraverso la volatilizzazione dell'ammoniaca, sia per il rilascio di emissioni problematiche dal punto di vista olfattivo.

Un'altra trasformazione chimica che gioca un ruolo chiave nell'ambito del processo è la nitrificazione autotrofa, processo attraverso il quale l'ammoniaca o gli ioni ammonio sono ossidati fino a nitrato. La nitrificazione è una reazione in due stadi. Nel primo di questi, l'azoto ammoniacale (N-NH₄) viene trasformato in nitrito (NO₂⁻) grazie all'azione di un gruppo molto speciale di batteri chemolitotrofi, i batteri nitrosanti (es. *Nitrosomonas*), che si procurano energia attraverso la reazione.



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Il nitrito così prodotto viene quindi rapidamente convertito in nitrato (NO₃) per intervento di un altro gruppo di microrganismi autotrofi, i batteri nitrificanti (es. *Nitrobacter*), a mezzo della reazione



Esistono inoltre alcuni funghi e batteri eterotrofi che sono in grado di catalizzare la nitrificazione partendo direttamente dall'azoto ridotto dei composti organici, senza il passaggio intermedio attraverso l'ammonio. Si tratta di un meccanismo di nitrificazione molto simile a quello riscontrato nei suoli forestali, caratterizzati da pH acido. È, tuttavia, ancora controverso il reale contributo di questa nitrificazione eterotrofa nel bilancio complessivo dell'azoto durante il processo.

Le reazioni di nitrificazione si manifestano nei substrati sottoposti alla biostabilizzazione aerobica a partire dall'esaurimento della fase termofila; quando la sostanza organica, prontamente disponibile, risulta pressoché esaurita, la temperatura comincia infatti a scendere sensibilmente e, con essa, anche i valori del pH e si instaurano, pertanto, le condizioni compatibili con l'attività dei batteri nitrificanti (nitrosanti + nitrificanti). È, perciò, possibile affermare che la nitrificazione è una reazione tipicamente associata alla fase finale del processo, già definita come finissaggio mesofilo. Poiché il nitrito è tossico nei confronti delle piante, un adeguato periodo di post-maturazione del compost ottenuto serve anche a prevenire eventuali effetti negativi dovuti alla presenza di NO₂ nella matrice stabilizzata.

Nelle condizioni operative compatibili con le esigenze di un corretto processo, il rifornimento di ossigeno al substrato organico in trasformazione dovrebbe essere senz'altro assicurato. Tuttavia, in talune condizioni particolari, quali il trattamento di matrici eccessivamente umide o di substrati scarsamente strutturati, con la tendenza, quindi, a compattarsi, possono crearsi all'interno del materiale organico in trasformazione nicchie scarsamente ossigenate, quando non, addirittura, completamente anossiche. In questi ambienti, il nitrato rimpiazza l'ossigeno molecolare come accettore finale di elettroni nelle reazioni di respirazione microbica. Si attua così la denitrificazione, definita anche riduzione dei nitrati.



Complessivamente, le maggiori perdite di azoto per denitrificazione sono, di solito, dovute alla emissione di ossido nitroso (N₂O) ed azoto molecolare (N₂). È evidente che la denitrificazione non è una reazione desiderata nel compostaggio e soltanto una appropriata aerazione della matrice in trasformazione può contrastare le perdite di nitrati dovute ai fenomeni di riduzione.

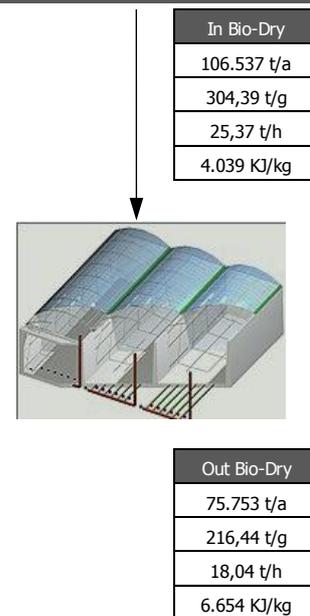
Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

4.3 DIMENSIONAMENTO DELLE BIOCELLE STATICHE

Le biocelle previste in progetto sono dei reattori chiusi, al cui interno vengono disposte le biomasse per un trattamento aerobico intensivo di degradazione in cumulo statico. L'insufflazione di aria dal pavimento consente di creare le condizioni ottimali alla conduzione del processo, senza dover ricorrere ai rivoltamenti per ossigenare la massa. La distribuzione dell'aria in forma diffusa e uniforme, unita all'isolamento termico creato dalle pareti, consentono di raggiungere una elevata efficacia ed omogeneità di trattamento. La possibilità di condurre il processo in condizioni statiche, senza rivoltamenti, può essere intesa come un beneficio per la qualità del prodotto finale, qualora le condizioni di preparazione e miscelazione della biomassa siano adeguate, in quanto vengono evitati gli sminuzzamenti delle plastiche residue nelle matrici iniziali, che, se dovesse essere necessario, sono difficili da separare dal prodotto finale. Esistono diverse tipologie di biocelle, per lo più differenziate dai materiali di costruzione e dai metodi di movimentazione delle biomasse per le fasi di carico e scarico, tutte però caratterizzate da un sistema di insufflazione di aria dal pavimento. Tra le diverse tipologie è stata prescelta la soluzione di un tipico impianto a biocelle realizzate con pareti in calcestruzzo (eventualmente prefabbricate), tipicamente impiegate in sistemi impiantistici di media e grande dimensione. In particolare si tratta di camere in calcestruzzo, a sezione rettangolare, disposte in batteria, con una apertura a piena sezione rivolta verso un corridoio chiuso e posto in depressione che funge da area di manovra per i mezzi di carico e scarico.

La biossidazione aerobica in biocella presenta numerosi vantaggi, primi tra tutti i seguenti:

- le reazioni biochimiche sono più rapide;
- si limita l'instaurarsi di meccanismi anaerobici, causa di emissioni maleodoranti e nocive;
- l'energia sviluppata provoca un aumento della temperatura della biomassa, provocandone la sterilizzazione e l'essiccazione;
- il processo di biossidazione è fortemente influenzato dalle condizioni atmosferiche, pertanto per ottimizzarne l'efficienza vengono controllati tutti i parametri operativi;
- La struttura risulta particolarmente efficiente e flessibile.



Le biocelle previste in progetto sono costituite da una camera in cemento armato, di caratteristiche geometriche:

lunghezza di una biocella		31
larghezza di una biocella		8,70
area di una biocella	m ²	270
altezza di strato nelle biocelle		3
volume utile di una biocella	m ³	809

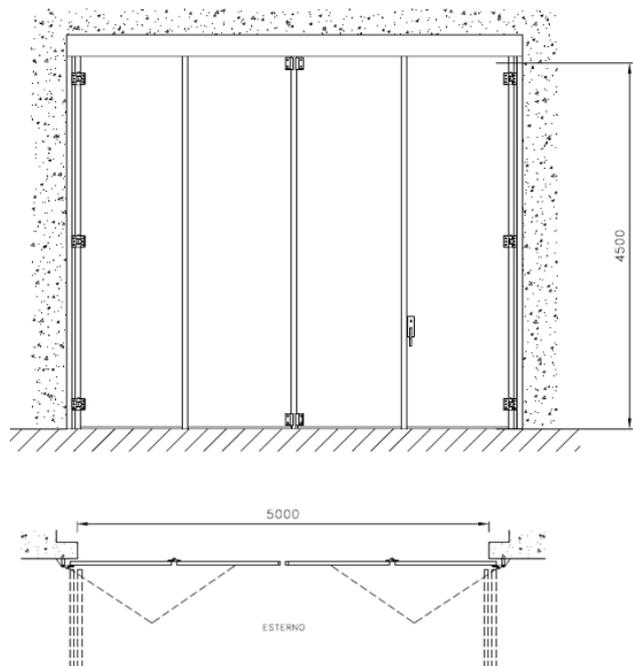
Nello scenario ordinario, a seguito del pretrattamento descritto in precedenza, perverranno alla fase di biostabilizzazione in biocella circa **106 537 t/a**.

Nel processo di biossidazione intensiva in biocella si opera una insufflazione di aria attraverso il pavimento, nella massa di materiale in trattamento. Le condizioni aerobiche ottimali necessarie alla trasformazione microbiologica sono gestite dal sistema remoto che regola i flussi d'aria sulla base delle rilevazioni effettuate in campo.

Per una migliore gestione dell'impianto, tutte le biocelle che partecipano al processo di stabilizzazione, sono state progettate identiche tra loro, tali dimensioni sono state definite anche per le Biocelle destinate al trattamento della FORSU finalizzato alla produzione di compost di qualità.

Il materiale viene caricato, con pale gommate nelle biocelle aerate e tenute in costante depressione per evitare qualunque tipo di fuoriuscita di miasmi.

La differenza di portata dei ventilatori utilizzati per l'insufflazione e l'aspirazione già di sé garantisce una buona depressione all'interno delle biocelle ed evitare fuoriuscita di miasmi; in ogni caso, per incrementare la tenuta, le biocelle saranno dotate di portoni di chiusura. I portoni saranno ad apertura a libro e presenteranno le seguenti caratteristiche:



Struttura fissa

- La guida di scorrimento superiore è in acciaio zincato di elevato spessore verniciata, completa di battuta superiore con guarnizione per la tenuta dell'aria

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- Mascheroni copri guida in lamiera appositamente stampata sp. 8/10, colore Ral 9006.
- Montanti laterali in tubolare zincato e verniciato a polvere, Ral 9006.
- Copertine di finitura tra montanti e muro per coprire le staffe di fissaggio
- Fissaggio della struttura a parete con supporti, staffe regolabili e tasselli ad alta tenuta

Ante da 52 mm:

- Struttura perimetrale tubolare zincato spessore 50 mm.
- Lamiera interna inox 304 finitura scotch brait sp. 8/10, pressopiegata per avvolgere il telaio perimetrale
- Lamiera esterna in acciaio zincato e verniciato, colore Ral 9006.
- Coibentazione interna ottenuta con iniezione in pressione a caldo di resine poliuretatiche espanse ad alta densità, 45 - 48 kg/m³,
- Guarnizioni laterali antisciacchiamento in gomma EPDM resistente ai raggi UV
- Spazzolino inferiore in nylon con supporto inox, posizionato in opera per un migliore adattamento al pavimento

Meccanica

- Cerniere tra le ante in fusione di alluminio ottenute per colata a gravità su matrice propria, munite di boccole in bronzo, con perno da 20 mm, cuscinetti reggispinta e ingrassatori. Verniciate a polvere di colore nero.
- Cerniere porta carrelli e oliva in acciaio verniciato a polvere nero.
- Carrelli di scorrimento in acciaio tropicalizzato con perno da 20 mm dotati di 3 ruote su cuscinetti a sfere.

La chiusura è realizzata mediante cariglioni completi di aste alto/basso, in acciaio inox. I cariglioni saranno dotati con chiave, con meccanismi zincati e tropicalizzati con carter in acciaio inox, maniglia esterna in acciaio tropicalizzato e verniciata nera.

Ai fini della sicurezza per gli operatori, i cariglioni sono predisposti anche l'azionamento interno.

Prestazioni e certificati

- Marcatura CE secondo UNI EN 13241-1 2004
- Resistenza al vento classe 4
- Portone manuale direttiva 89/106/CE
- Trasmittanza termica portone cieco circa $U = 1.60 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, secondo le prove del CERT TREVISO TECNOLOGIA organismo notificato per la CPD n. 1600, eseguita in conformità alle norme UNI EN ISO 10077 – 1 (2007) ed UNI EN 12428 (2004)

Per garantire manutenzione e flessibilità di impianto, ogni biocella è asservita da un singolo ventilatore che insuffla l'aria in plenum ricavati nel pavimento. Dai plenum si dirama un pettine di canalette che assicurano un uniforme distribuzione dell'aria attraverso la biomassa in trattamento. Il sistema di aspirazione composto da canalette di distribuzione forate, viene utilizzato da diverso tempo e sempre con ottimi risultati. Le griglie di distribuzione sono realizzate in vetroresina (PRFV) hanno sezione 150 x 30 mm, con spessore e sagoma tali da sopportare il carico di una pala gommata di dimensioni medio-grandi. Vengono collocate nelle canalette in c.a.v. nel pavimento e ne seguono la pendenza. Il loro utilizzo non interferisce minimamente con le operazioni di carico/scarico e, per la loro costituzione e costruzione agevolano grandemente le fasi sia di posa che di pulizia periodica.

Il materiale staziona per il periodo necessario negli stalli di biossificazione. Durante questo periodo l'impianto di aerazione assicura una portata d'aria tale da garantire il giusto apporto di ossigeno e da mantenere la temperatura di processo ai valori ottimali in funzione dello stato del processo, mentre il sistema di umidificazione, fornisce l'umidità indispensabile allo sviluppo dei batteri (fase di termofilia).

Tempi e quantità di aspirazione saranno impostati manualmente dal gestore e regolati in automatico dal sistema di controllo "PC - PLC – Attuatori", in dotazione all'impianto, in funzione delle temperature raggiunte dal processo. Il Software di gestione impianto è sviluppato interamente da e presenta ampi margini di personalizzazione.

Le sonde PT100 inserite singolarmente nei cumuli in trattamento, rileveranno in continuo le temperature di processo, i dati vengono inviati al PLC posizionato nel quadro elettrico che, in funzione della temperatura raggiunta, gestisce il funzionamento dei ventilatori. Lo stesso PLC gestisce sulla base di dati inseriti preventivamente, l'azionamento del sistema di umidificazione a sprinkler collocato sul cielo delle biocelle di biossificazione. In questa fase si effettua una seconda igienizzazione del materiale, anche questa controllata e registrata dagli strumenti. una ulteriore indicazione dello stato del processo è fornito dalle sonda di umidità relativa e di misurazione dell'ossigeno (O₂) poste all'interno delle tubazioni di estrazione aria.

Tale sistema di controllo e gestione in continuo del processo, consente l'ottimizzazione dello stesso anche al variare delle caratteristiche chimico – fisiche della matrice. L'andamento del processo di ogni biocella è costantemente monitorizzato (oltreché registrato) e visibile sullo schermo del PLC a disposizione del responsabile d'impianto. Attraverso il PLC è inoltre possibile intervenire manualmente per variare i parametri di taratura di funzionamento dell'impianto.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

L'aria aspirata (sempre maggiore di quella immessa per garantire la depressione) passerà attraverso un demister collegato ad ogni ventilatore di estrazione per trattare l'eventuale acqua contenuta nell'aria aspirata.

Il materiale rimane nelle biocelle sino al termine del ciclo di trattamento previsto, al termine del quale, il materiale, dal momento che ha raggiunto l'obiettivo del processo (la sola stabilizzazione) non ha bisogno di ulteriori trattamenti può essere estratto e abbancato direttamente in discarica.

Il pavimento attrezzato per la insufflazione del materiale è stato progettato per ottenere seguenti obiettivi:

- distribuire uniformemente l'aria sulla massa in trattamento;
- evitare l'occlusione di fori di insufflazione a causa delle operazioni ed il transito dei mezzi di movimentazione;
- raccogliere i percolati durante il trattamento;
- resistere all'aggressione chimica, alla temperatura del materiale e all'usura prodotta dai mezzi in movimentazione.

I vantaggi di tale applicazione si possono così riassumere:

- Una facile e rapida applicazione a pavimento con facile pulizia e manutenzione.
- Lunga durata nel tempo;
- La foratura presente riduce al minimo le zone non irrorate dall'aria prevenendo fenomeni di anaerobiosi del materiale, distribuendo l'aria in modo uniforme su tutta la superficie del materiale (interasse di circa 500-600 mm).
- Il sistema è in grado di garantire un rapporto Superficie di aspirazione / Superficie di Pavimento minimo pari a 0.2 m²/m²
- Riduce al minimo le possibilità di intasamenti delle tubazioni di insufflazione;

Di seguito viene evidenziata una sezione tipo delle canaline poste a pavimento.

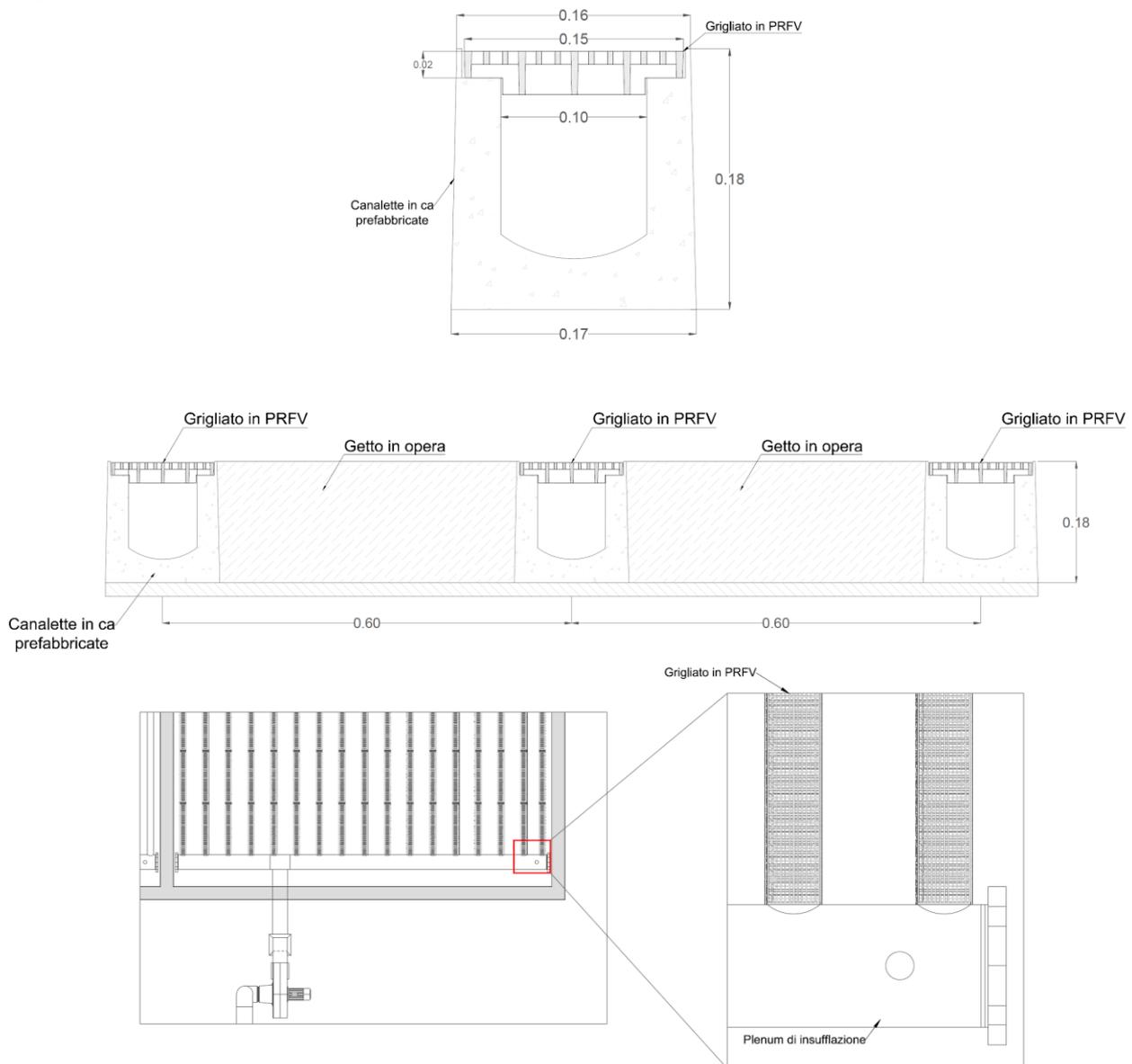


Figura 17 - Particolare sistema di insufflazione a pavimento

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Sulla base del bilancio il flusso di sottovaglio da alimentare alla fase di biostabilizzazione è quello di seguito riportato.

Sottovaglio alimentato in biocella, nello scenario ordinario		106.537 t/a
		304 t/g
<i>Dati geometrici biocelle</i>		
lunghezza di una biocella		31
larghezza di una biocella		8,70
area di una biocella	m ²	270
altezza di strato nelle biocelle		3
volume utile di una biocella	m ³	809
peso specifico sottovaglio abbancato	t/m ³	0,6
sottovaglio in una biocella	t	485
tempo di permanenza teorico per ciclo	gg	11
tempo morto di carico e scarico	gg	1,6
tempo totale di un ciclo	gg	13
n° cicli per anno	n.	29
Rifiuti trattabili in 1 biotunnel per anno	t/a	14.069
fabbisogno di volume di biocelle per ciclo	m ³	6.127
n° di biocelle occorrenti		8
n. effettivo di biocelle da utilizzare nella fase di gestione ordinaria	n	8
tonnellate trattabili per anno	t/a	112.549
fabbisogno effettivo di trattamento	t/a	106.537
sovradimensionamento teorico		6%
perdite di processo	t/a	30.783
BIOESSICCATO / BIOSTABILIZZATO		75.753 t/a

Le dimensioni geometriche di ciascuna biocella quindi sono le seguenti:

- Dimensioni in pianta
 - Lunghezza interna 31 m
 - Larghezza interna 8,7 m
 - Superficie pavimento aerato 270 m²

Si assume un'altezza media di riempimento nel materiale in tunnel di circa 3 metri a cui corrisponde una capacità volumetrica del tunnel pari a 809 m³; si tratta di un valore teorico in quanto risulta impossibile riempire completamente il tunnel in corrispondenza del portone e quindi l'altezza del cumulo risulta in pratica leggermente superiore a quanto sopra indicato.

Assumendo 11 giorni di conferimento del rifiuto, su 13 giorni di durata di ogni ciclo di trattamento biologico, il volume del materiale per ogni ciclo corrisponde = 6.127 m³. Il numero dei tunnel richiesti risulta pari a 8 tunnel in totale per il trattamento del sottovaglio.

Dal calcolo sopra effettuato si può notare che un tunnel viene completamente riempito ogni giorno di conferimento.

Per la valutazione dell'aria necessaria al processo calcoliamo:

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Dati caratteristici biocelle		
Quantità di materiale da biostabilizzare	ton/a	106 537
totale nel biotunnel		106 537
	Giorni solari	365
Quantità di materiale da stabilizzare per giorno solare	tonn/giorno	292
Quantità di materiale da compostare per giorno lavorativo	tonn/giorno	304
Numero di celle	n°	8
Quantità di materiale per cella	m ³	809
	t	485
Peso specifico iniziale del materiale da stabilizzare	ton/m ³	0.60
Tempo occorrente per il riempimento di un biotunnel	gg.	1.6
Geometria della singola cella		
Lunghezza	m	31.00
Larghezza	m	8.70
altezza cumulo	m	3.00
VOLUME SINGOLO TUNNEL	m ³	809
Dimensionamento insufflaggio aria in biocella		
Quantità di materiale nella biocella, per ciclo	t	485
	m ³	809
Umidità del materiale		48%
SS		52%
SV	57%	della SS
quantità unitaria d'aria da insufflare	m ³ /h/t di SV	55.6
	t di SV	144
quantità complessiva di aria per biocella	m ³ /h	8000
numero di ventilatori previsti per biocella		1
Calcolo della potenza singolo ventilatore		
D A T I		
portata singolo ventilatore	Nm ³ /h	8 000
prevalenza	mmH ₂ O	450
temperatura ingresso	°C	25.0
pressione ingresso	bar	0.94
densità a 0 °C	kg/m ³	1.25
rendimento	%	0.88
portata	Nm ³ /s	2.222
prevalenza	Pa	4 500
risultati		
portata normalizzata	m ³ /s	2.3
potenza teorica	kW	11.7
fattore di sicurezza		0%
potenza richiesta	kW	11.66
potenza minima singolo motore	kW	11.66
POTENZA EFFETTIVAMENTE INSTALLATA	kW	18.50

Ogni singolo tunnel sarà allestito con n° 1 ventilatori di insufflazione con motore da 18.5 kW di potenza, Come accennato detti ventilatori di immissione verranno integrati con 1 ventilatori di estrazione da 15 kW, di portata lievemente superiore per garantire la depressione in biocella, con un impegno di potenza complessivo pari a 33.5 kW per ogni biocella.

Quale specifici accorgimenti sui ventilatori al fine di facilitare la manutenzione e di limitare gli interventi si evidenziano:

Zincatura galvanica sulla chiocciola : la zincatura è un trattamento finalizzato alla protezione delle parti in acciaio dalla corrosione. Il rivestimento di zinco esplica nei confronti dell'acciaio una doppia funzione: in primo luogo forma una barriera che lo isola dall'attacco degli agenti atmosferici (effetto barriera), inoltre svolge una protezione per azione elettrochimica (protezione catodica). Per questo la zincatura è considerata una delle tecniche più efficaci per proteggere l'acciaio dalla corrosione. Questo metodo offre un duplice vantaggio, e cioè di essere meccanicamente molto resistente e di avere un significativo spessore che permette una elevata resistenza all'ossidazione: in ambienti esterni essa può durare anche 20 anni.

Vantaggi del trattamento:

- possibilità di utilizzo in quasi tutti gli ambienti esterni
- possibilità di utilizzo a contatto con molti tipi di suoli, di legno, di metallo

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Utilizzo dell'acciaio inox sulle giranti: le giranti dei ventilatori saranno realizzate in acciaio Inox AISI 304L (UNI X2 CrNi 18 11). Gli acciai inox (o acciai inossidabili) sono leghe a base di ferro e carbonio che uniscono alle proprietà meccaniche tipiche degli acciai al carbonio caratteristiche peculiari di resistenza alla corrosione.

Tali materiali devono la loro capacità di resistere alla corrosione alla presenza di elementi di lega, principalmente cromo, in grado di passivarsi, cioè di ricoprirsi di uno strato di ossidi invisibile, di spessore pari a pochi strati atomici (3-5 × 10⁻⁷ mm), che protegge il metallo sottostante dall'azione degli agenti chimici esterni. La famiglia degli acciai inox ha la caratteristica comune di avere un contenuto massimo di carbonio dell'1,2% e un valore minimo di cromo pari all'11-12%. Se la percentuale dei leganti è elevata, non si parla più di acciai inox bensì di leghe inox austenitiche.

Nello specifico questo acciaio si distingue per:

- ottima resistenza alla corrosione;
- alta resistenza termica -50°C con punte a -60°C con temperature massime di picco di 400°C;
- facilmente lavorabile e saldabile
- facilità di ripulitura ed ottimo coefficiente igienico.

Ulteriori accessori a corredo dei ventilatori previsti in progetto:

- Carter di protezione cinghie: I ventilatori a trasmissione saranno dotati di carter di protezione cinghie dimensionati in base alle necessità per proteggere gli operatori. Tali carter sono facilmente e smontabili in caso di manutenzione programmata
- Tappi di scarico: sono posti nella parte inferiore della cassa e permettono l'eventuale svuotamento della stessa nel caso si possano verificare problemi di condense e/o trascinarsi di particelle liquide. Sono costituiti da un manicotto femmina, solidale alla cassa, e da un tappo maschio avvitato ad esso.
- Portelli di ispezione: sono portelli fissati con bulloni alla girante. Sono utilizzati per eseguire rapide ispezioni alla girante, o per la rimozione di corpi estranei più voluminosi trascinati all'interno della chiocciola, durante il funzionamento.

Ai fini della sicurezza per gli operatori, tutti gli elettroventilatori saranno dotati di sezionatore di linea (fungo di emergenza) per gli interventi manutentivi.

Tutti i motori elettrici degli elettroventilatori sono dotati di inverter per la massima ottimizzazione dei consumi.

Tutti i sistemi di areazione a pavimento (biocelle RSU, biocelle FORSU, aia di maturazione), come già accennato, saranno realizzati utilizzando specifiche griglie di distribuzione; abbiamo preferito utilizzare questa tecnologia in alternativa ai pettini di diffusione proposti nel progetto preliminare, sulla base di molteplici esperienze precedenti dove, con l'applicazione dei pettini di diffusione, si sono manifestati più volte, frequenti intasamenti per effetto della compressione esercitata dalle gomme dei mezzi di movimentazione del materiale, il cui effetto è quello di formare dei veri e propri tappi di difficile stasamento.

I principali elementi assunti alla base della scelta dei sistemi di ventilazione sono così riassumibili:

- Ventilatori ottimizzati in base alle effettive esigenze istantanee di insufflazione;
- Ventilatori dimensionati per lavorare con bassi assorbimenti;
- Software dedicato per i ventilatori di insufflazione ed estrazione.

Con la consapevolezza degli elevati consumi elettrici richiesti dal processo, nello sviluppo del *software* che gestirà tutti i sistemi di ventilazione, biocelle, platee aeree, sistemi di estrazione delle arie esauste, è stata curata attentamente la gestione degli *inverter* dedicati: infatti oltre a variare il numero di giri in base alle effettive esigenze del materiale in trattamento, l'inverter controlla anche il limite minimo di rotazione della girante (tramite la frequenza del motore) sotto la quale il volume d'aria spostato è talmente basso da risultare ininfluente al processo; raggiunto tale limite, il ventilatore si spegne automaticamente riavviandosi solo quando la frequenza di funzionamento dei ventilatori ritorna a valori utili. Si stima sulla base di precedenti esperienze un risparmio elettrico del 5-6%.

Tramite gli inverter, i ventilatori gestiti dal software del programma, varieranno il numero di giri (e di conseguenza la portata) in base alla temperatura registrata dalle sonde di temperatura inserite nel materiale per adeguarsi istantaneamente alle necessità del materiale in trattamento. L'aria insufflata sarà prelevata dai corridoi di transito collaborando in questo modo ai ricambi aria totali, con ulteriore riduzione dei relativi costi energetici.

Come si può evincere dalle curve di funzionamento in fase di progetto nella scelta dei ventilatori si è optato per ventilatori leggermente sovradimensionati in modo da avere in fase di lavoro un assorbimento reale molto inferiore alla potenza installata, accorgimento che si riflette direttamente sui consumi elettrici. I motori asincroni presentano un fattore di potenza relativamente basso, specialmente ai piccoli carichi; essi infatti richiedono dalla linea di alimentazione oltre alla corrente attiva, che è proporzionale al carico, anche la corrente di magnetizzazione e quindi il fattore di potenza del motore risulta minore nel funzionamento a vuoto. In fase di lavoro, la corrente assorbita dai motori asincroni scende con il quadrato della frequenza, pertanto, anche scendendo di pochi Hz, si ottiene un calo sensibile della corrente assorbita dal motore con conseguente risparmio di energia elettrica assorbita senza ridurre funzionalità ed efficienza del ventilatore.

Un accorgimento di rilievo adottato nel sistema di ventilazione delle biocelle è quello di prevedere, per ciascuna biocella, un doppio sistema di ventilatori posti di fatto in serie, uno di immissione ed uno di estrazione dell'aria. Con tale metodica, oltre ad ottimizzare la distribuzione nella biomassa dell'aria, si ottiene una significativa riduzione di potenza installata.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

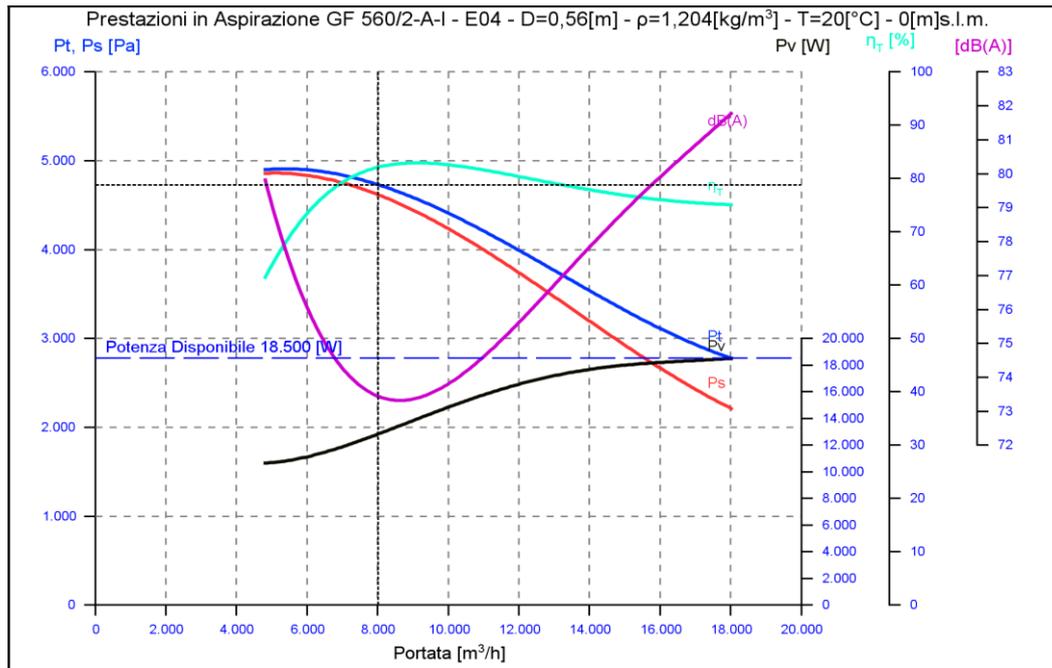


Figura 18 Curva caratteristica ventilatore insufflazione biocelle (Stabilizzazione FOS)

Tenendo conto che l'aria aspirata contiene una importante percentuale di umidità, per una maggiore protezione dei gruppi aspirante, prima dei ventilatori sono stati applicati dei demister (di cui alleghiamo una foto di lato), si tratta di dispositivi per separazioni liquido-vapore, che hanno il compito di favorire la separazione delle eventuali gocce di liquido trascinate dalla corrente gassosa; sono realizzati in acciaio inox e progettati di dimensioni tese a rallentare la velocità dell'aria; sono dotati di corpi di riempimento in polietilene con il compito di raccogliere sia l'umidità residua del rifiuto, che le particelle più pesanti che potrebbero inficiare il funzionamento dei ventilatori e/o creare residui lungo le condotte.



Il loro dimensionamento viene eseguito per garantire una velocità di circa 5m/s, una velocità calcolata per rallentare il flusso gassoso e facilitare il deposito delle impurità sulle ampie superfici di contatto create dai corpi di riempimento.

A differenza del progetto preliminare, abbiamo progettato di realizzare le linee di aspirazione interne ai tunnel sviluppate per la lunghezza dell'intera biocella, in modo da garantire una uniforme aspirazione per tutto il tunnel. La tubazione sarà posta in un angolo superiore interno del tunnel per essere il più protetta possibile da incidentali contatti con la pala durante le fasi di carico e scarico.

Avranno una portata leggermente superiore a quelli di insufflazione (per garantire una leggera depressione all'interno delle biocelle) ma, dal momento che devono solo estrarre aria dal locale, saranno necessarie minori prevalenze, e, conseguentemente, saranno installate potenze minori.

Quindi avremo dei ventilatori dedicati che lavoreranno in contemporanea ai ventilatori di insufflazione per l'estrazione dell'aria esausta e per garantire una leggera depressione all'interno delle biocelle di trattamento. I ventilatori avranno una portata leggermente superiore (10.500 m^3/h) con una prevalenza più bassa (~280mmca), con la conseguente ottimizzazione della potenza installata.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

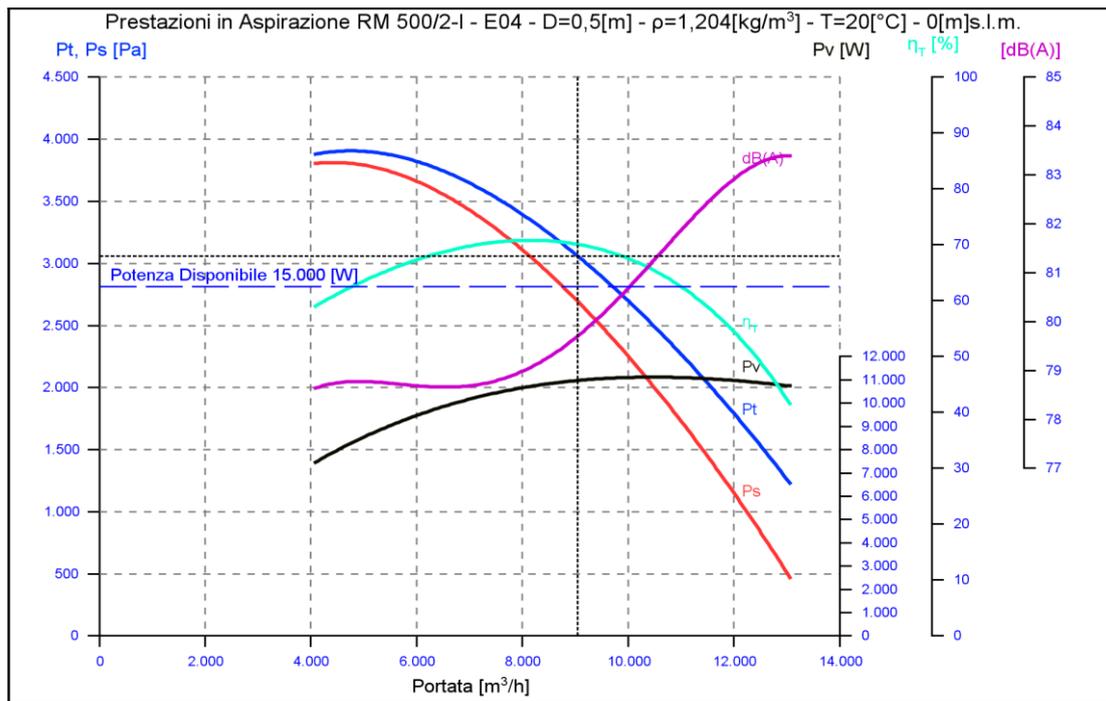


Figura 19 Curva caratteristica ventilatore estrazione aria da biocelle trattamento FOS



Figura 20 Sistema arie in biocella

In blu la linea di estrazione delle arie, in verde la linea di insufflazione. Le variazioni di rotazione degli elettroventilatori saranno gestite in modo immediato ed automatico dal PLC, in funzione delle misure in continuo provenienti dalla strumentazione installata.

Si descrive nel seguito il sistema di gestione delle arie.

Gestione dei ventilatori di insufflazione delle arie nei biotunnel : i ventilatori (18.5kW) saranno dotati di inverter che, gestiti dal software dedicato, varieranno il numero di giri (e di conseguenza la portata) in base alla temperatura registrata in continuo all'interno della biocella, al fine di adeguarsi alle necessità del materiale in trattamento. Il processo consente in questo modo un notevole risparmio energetico per quanto riguarda gli assorbimenti dei ventilatori nelle fasi di lavoro. L'aria insufflata sarà prelevata dai locali di lavorazione collaborando in questo modo ai ricambi aria totali.

Gestione dei ventilatori di estrazione delle arie dai biotunnel : i ventilatori (15kW) saranno dotati di inverter che, gestiti dal software del programma, varieranno il numero di giri (e di conseguenza la portata) in base alla attività di insufflazione del ventilatore dedicato. Una terna di attuatori motorizzati (sempre gestiti dal PLC) sono installati sulle valvole di passaggio arie delle varie condotte; questi attuatori assicurano il continuo e corretto transito delle arie in due specifiche situazioni: flusso aspirante biocella/biofiltro oppure tramite flusso aspirante ambiente/biofiltro.

Sono previste tre diverse combinazioni di funzionamento per quanto riguarda il prelievo delle arie ambiente:

- Nel caso di biocella scarica ed il ventilatore di insufflazione non in funzione, il ventilatore di estrazione preleverà aria dai locali di transito trasferendola alla condotta principale e da lì al biofiltro.
- Nel caso di biocella carica ed in funzione, il ventilatore di insufflazione preleverà aria dai locali di transito introducendola in biocella mentre il ventilatore di estrazione provvederà a tenere la biocella in depressione ed inviare l'aria esausta ai biofiltri.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

- Durante le fasi di carico e scarico delle biocelle, il ventilatore di insufflazione sarà fermo ed in ventilatore di estrazione preleverà l'aria attraverso la tubazione posta all'interno della biocella garantendo un ottimale ambiente di lavoro per gli operatori addetti alle operazioni.

Quindi, sulla scorta sia del bilancio di massa elaborato sulla base del nuovo lay out proposto oltre che sulla base della matrice della capacità dei biotunnel specificatamente elaborata, si evince che per garantire una fase di biostabilizzazione di 11 gg, tempo stimato più che accettabile per produrre una buona FOS in presenza della prevista areazione, è sufficiente gestire solo n° 8 dei 14 tunnel previsti nel progetto. Tale elemento determina ampi margini di sicurezza operativa atteso che i tempi indicati sono quelli minimi per garantire un adeguato livello di biostabilizzazione della FOS.

Tuttavia la previsione di mantenere un numero di tunnel maggiore di quello strettamente necessario, resta legata sia alle garanzie circa la capacità dell'impianto di fronteggiare lo "scenario di punta", che alla possibilità di prolungare la permanenza della FOS in biotunnel in relazione ad eventuali imprevisti. Quindi come si può osservare, lo "scenario operativo ordinario" dispone di notevoli margini di sicurezza.

MATRICE DELLE CAPACITA' DEI BIOTUNNEL 8,7x31 mt in PROGETTO

	6	7	8	9	10	11	12	13	14
n°	T 6 gg	T 7 gg	T 8 gg	T 9 gg	T 10 gg	T 11 gg	T 12 gg	T 13 gg	T 14 gg
1	23.331	20.616	18.467	16.724	15.282	14.069	13.034	12.141	11.362
2	46.661	41.232	36.935	33.449	30.564	28.137	26.068	24.282	22.725
3	69.992	61.848	55.402	50.173	45.846	42.206	39.101	36.422	34.087
4	93.323	82.465	73.870	66.898	61.128	56.275	52.135	48.563	45.449
5	116.653	103.081	92.337	83.622	76.410	70.343	65.169	60.704	56.811
6	139.984	123.697	110.805	100.347	91.692	84.412	78.203	72.845	68.174
7	163.314	144.313	129.272	117.071	106.974	98.481	91.237	84.985	79.536
8	186.645	164.929	147.740	133.795	122.256	112.549	104.271	97.126	90.898
9	209.976	185.545	166.207	150.520	137.538	126.618	117.304	109.267	102.260
10	233.306	206.161	184.675	167.244	152.820	140.687	130.338	121.408	113.623
11	256.637	226.778	203.142	183.969	168.102	154.755	143.372	133.549	124.985
12	279.968	247.394	221.610	200.693	183.384	168.824	156.406	145.689	136.347
13	303.298	268.010	240.077	217.417	198.666	182.893	169.440	157.830	147.709
14	326.629	288.626	258.545	234.142	213.948	196.961	182.473	169.971	159.072

Analogamente nello "scenario di punta" si ottiene:

Sottovaglio alimentato in biocella nello scenario di punta 142 049 t/a

Dall'esame della matrice delle capacità si evince che anche lo scenario di punta è affrontabile con 11 gg di permanenza in 11 biocelle. E' il caso inoltre di evidenziare che con l'insufflazione di aria prevista le perdite di processo attese sono comprese tra il 27% nello "scenario di punta" e il 30% nello "scenario di gestione ordinaria". Tutti i dati esposti fanno riferimento alla merceologia assunta in progetto.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

4.4 MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO E GESTIONE DEI BIOTUNNEL DEDICATI ALLA BIOSTABILIZZAZIONE DEL SOTTOVAGLIO

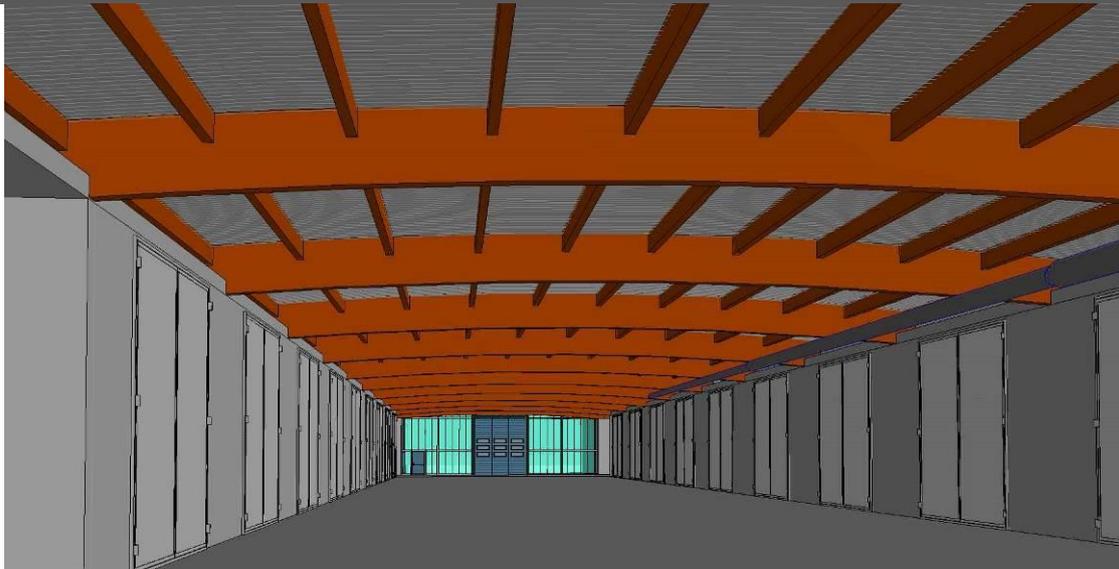


Figura 21 Vista ambito biocelle

4.4.1 Stabilizzazione

La biostabilizzazione del materiale avviene secondo quanto esposto nei capitoli precedenti.

4.4.2 Trattamento e riciclo di percolati e condensati

A servizio dei tunnel sono previsti due sistemi di trattamento dell'acqua di processo, che svolgono le seguenti funzioni:

- raccolta dei percolati prodotti nelle zone di stoccaggio;
- raccolta dei percolati prodotti nei tunnel;
- raccolta dei condensati prodotti nelle tubazioni dell'aria;
- stoccaggio dei liquidi raccolti in una vasca interrata realizzata in c.a.;
- filtrazione dei liquidi riciclati necessari per il processo;
- stoccaggio del liquido filtrato in una vasca interrata realizzata in c.a.;
- rilancio del liquido filtrato in pressione nella rete di umidificazione dotata di ugelli di nebulizzazione.

sono previste due vasche in c.a. di adeguate dimensioni con finalità distinte:

- la vasca delle acque luride contiene i liquidi versati dalle condotte di raccolta dei diversi punti del sistema;
- la vasca delle acque di processo, che contiene il liquido filtrato e destinato alla umidificazione del materiale in trattamento

Il sistema sopra descritto, consente di riciclare all'interno del processo, i percolati e condensati generati dal materiale in trattamento e dal presidio ambiente. E' quindi, in genere, richiesto il reintegro dell'acqua consumata con acqua fresca di acquedotto; ciò avviene automaticamente quando si attiva il sensore di livello.

Per quanto riguarda la produzione di acque di scarico, si fa presente che l'impianto può generare una certa quantità di reflui liquidi prodotti dalla riduzione di umidità del materiale e dal processo di biostabilizzazione. La quantità di liquidi prodotti è influenzata dalle caratteristiche del materiale in ingresso. Eventuali acque di scarico in eccesso devono essere prelevate dalla vasca di acque luride e trasportate ad un idoneo impianto di depurazione.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

5. DATI DI PROGETTO DELLA FILIERA DI TRATTAMENTO AEROBICO DELLA FORSU

I dati assunti per il dimensionamento della sezione di cui trattasi, relativi alle quantità di materiale conferito sono riportati nel seguito.

Dati di progetto			
Forsu	21.000	t/a	
Impurità previste	1.995	t/a	9,5%
n° giorni/anno conferimenti	310	gg	
N° di linee di trattamento	1		
n° di turni giornalieri	1		
n° ore/turno	6		
potenzialità oraria della linea	10,10	t/h	
FORSU al trattamento	18.795	t/a	
cui sommare ramaglie & cippato	9.000	t/a	
sommano al trattamento	27.795	t/a	
quantitativo giornaliero in biocella	89,66	t/g	
	138,90	m ³ /g	
Fase aerobica	21	Giorni	
Fase maturazione in aia ventilata	30	Giorni	
Fase maturazione finale sotto tettoia	45	Giorni	
Totale Fasi	96	Giorni	

5.1 DATI AMBIENTALI DI INSTALLAZIONE IMPIANTO

- Clima di installazione: mediterraneo
- Ambiente: industriale
- Temperature esterne: -10°C ÷ 40°C
- Installazione: al chiuso

Si precisa che i bilanci di massa esposti assumono che la qualità della Forsu sia caratterizzata da una percentuale di frazioni non biodegradabili non superiore al 5% in peso e che quindi tipicamente provenga da una raccolta differenziata porta a porta.

5.2 GENERALITA' SUL COMPOSTAGGIO

5.2.1 Fasi biochimiche del processo

1. Prima fase mesofila (temperatura compresa tra 25 e 37 °C): fase in cui inizia la biodegradazione aerobica dei composti facilmente biodegradabili (zuccheri, aminoacidi, acidi grassi semplici), la contemporanea crescita rapida delle specie batteriche termofile e la loro predominanza sulle altre (durata di circa 2 giorni).
2. Fase termofila (temperatura 55 - 60 °C): fase di massima degradazione dei composti organici facilmente biodegradabili e crescita costante dei microrganismi termofili; alla temperatura di 55 - 60 °C avviene l'igienizzazione della matrice. Alcuni composti inorganici (zolfo e idrogeno) vengono ossidati. La fase termina con l'esaurimento dei substrati specifici e la produzione di alcuni sottoprodotti acidi con conseguente abbassamento del pH. In questa fase si forma il compost fresco.
3. Seconda fase mesofila: questa fase è caratterizzata dal contemporaneo inizio della degradazione di composti lentamente biodegradabili (es.: lignina e composti polimerici) e sintesi di nuove molecole complesse stabili (humus). Si verifica un'alternanza di popolazione dei microrganismi con lo sviluppo di funghi e organismi cellulolitici. In questo stadio si compie la stabilizzazione del compost, dando origine al compost stabile o humus attivo (con rapporto C/N = 20). Inizia il processo di nitrificazione dell'ammoniaca.
4. Fase finale di maturazione: processo lento, in cui si raggiunge la maturazione del compost e bassi livelli di attività microbica. Sia l'umificazione che la mineralizzazione continuano. Il materiale finale è detto compost stagionato o compost maturo o humus stabile (rapporto C/N = 15).

Dal punto di vista funzionale le precedenti fasi possono essere classificate nel seguente ulteriore modo:

- a) Igienizzazione: processo attraverso il quale si riduce il numero di microrganismi fitopatogeni presenti nei residui ed eventualmente di patogeni umani veicolati attraverso i materiali di scarto, impedendo che il compost ne diventi il vettore. E' il risultato della fase termofila nella quale l'elevata temperatura determina la pastorizzazione del materiale.
- b) Stabilizzazione: processo che comprende la prima fase mesofila, la fase termofila e la seconda fase mesofila in cui vengono degradati i composti facilmente degradabili e parte di quelli più lentamente degradabili. I primi, detti putrescibili, in presenza di ossigeno vengono trasformati in anidride carbonica (CO₂), acqua (H₂O) e sali minerali senza la formazione dei sottoprodotti tipici della fermentazione (acidi volatili, mercaptani, idrogeno solforato, ecc.) che genererebbero cattivi odori e fitotossicità del prodotto finale. Contemporaneamente inizia il processo di formazione delle sostanze umiche. La stabilizzazione, quindi, rappresenta una prima fase di mineralizzazione, poiché abbassa il rapporto fra componente organica e minerale del materiale riducendo, anche, la quantità totale di umidità.
- c) Maturazione: il processo di maturazione segue quello di stabilizzazione e rappresenta la fase finale del processo di compostaggio. Consiste nella ulteriore demolizione di una parte della sostanza organica di partenza e la contemporanea formazione dei composti umici stabili; rappresenta, inoltre, un'ulteriore fase di mineralizzazione del materiale. Al termine di questa fase il compost è definito stagionato o maturo o humus stabile.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- d) Umificazione: comprende la fase finale di stabilizzazione e la fase di maturazione del compost ad opera di batteri e funghi. E' un processo che comporta la formazione di composti ad elevato peso molecolare, con elevata resistenza alla demolizione, grande superficie e capacità di legare l'acqua, i micro e macronutrienti (azoto, fosforo e metalli).

Nel processo di compostaggio di distinguono in genere due fasi:

- 1) Fase ACT (*Active Composting Time*): fase intensiva in cui la biomassa si presenta putrescibile e forte consumatrice di ossigeno.
- 2) Fase di maturazione (*curing*): fase successiva di rallentamento dei processi metabolici, con conseguente consumo di ossigeno e necessità di controllo del processo. Questa fase, detta anche estensiva, assicura il raggiungimento di un bilancio ottimale tra il contenuto organico voluto e la stabilità chimica del cumulo.

La conduzione del processo di compostaggio per la gestione delle biomasse, finalizzata al recupero e alla valorizzazione agronomica, presuppone, quindi, la corretta conoscenza dei meccanismi microbici che ne sono alla base e dei parametri che influiscono sul processo.

I criteri da tenere in considerazione sono:

- Massima velocità del processo (a seconda delle matrici di partenza)
- Garanzia del conseguimento degli obiettivi agroecologici (igienizzazione, stabilizzazione ed umificazione della biomassa) nel tempo di processo designato
- Contenimento dell'impatto ambientale del processo
- Contenimento dei costi gestionali.

Nel compostaggio, essendo un processo di degradazione aerobia della sostanza organica, risultano essere condizionanti i seguenti parametri:

- Struttura, tessitura, porosità del materiale
- Condizioni di aerazione
- Equilibrio nutrizionale (rapporto C/N)
- Temperatura
- Umidità

PARAMETRI OPERATIVI	VALORI OTTIMALI
umidità	57-63%
aerazione concentrazione ossigeno	5-15%
rapporto C/N	25-30
temperatura	35-60°C
pH per lo sviluppo ottimale dei batteri	6,5-8,5
dimensione delle particelle (diametro)	0,5-5,0 cm
densità apparente	550-650 kg/metrocubo

Tabella 5 Valori ottimali dei tipici parametri operativi nel compostaggio

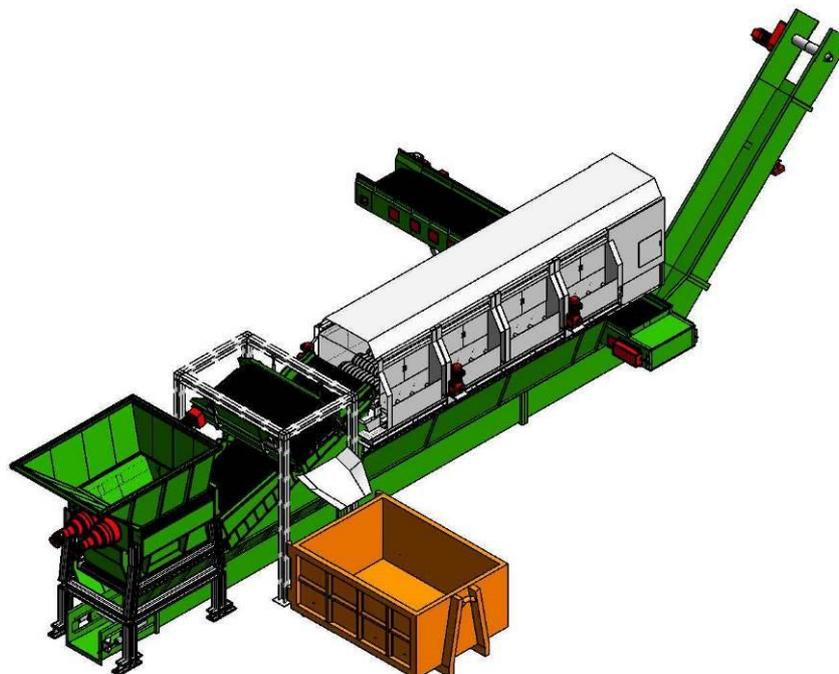


Figura 23 Dettaglio linea di pretrattamento della Forsu

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

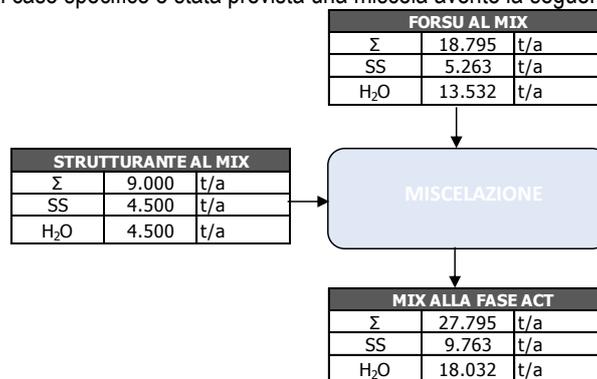
Risultano quindi essere obiettivi principali nella gestione di un processo di compostaggio:

- garanzia di aerobiosi
- condizioni di temperatura ottimali necessarie a velocizzare le attività microbiche (40 - 50°C) e al conseguimento della pastorizzazione (3 gg. a 55 °C);
- gestione controllo ed abbattimento dei potenziali impatti delle fasi critiche, soprattutto in quelle iniziali

Prima di avviare il processo di compostaggio, al fine di ottenere un prodotto con le caratteristiche desiderate, occorre miscelare le diverse matrici in appropriate proporzioni, in modo da garantire un ottimale rapporto C/N e la presenza dei nutrienti necessari all'attività metabolica ed alla crescita dei microrganismi. Questo, perché le matrici di partenza sono di diversa origine e non sempre possiedono le caratteristiche ottimali per un efficiente processo di trasformazione.

Ad esempio, se la matrice di partenza è ricca di azoto ed acqua si aggiungono i *bulking agents* (agenti di supporto o condizionanti cioè lo strutturante), materiale che apporta carbonio, mitiga l'eccesso di umidità, conferisce struttura al cumulo creando spazi interstiziali tra le particelle del substrato, fondamentali per gli scambi gassosi.

Per garantire, quindi, un buon equilibrio alla matrice di partenza da sottoporre al processo di compostaggio occorre miscelare gli scarti più umidi con quelli meno umidi. Nel caso specifico è stata prevista una miscela avente la seguente composizione:



5.2.2 Struttura, tessitura, porosità

Il materiale di partenza viene quindi preliminarmente sottoposto ad un sistema trituratore/aprisacco e successiva vagliatura di pulizia in maniera tale da ottenere una frazione organica di partenza sufficientemente pulita.

Il trituratore/aprisacco lo scopo di effettuare la apertura degli eventuali sacchi presenti nella Forsu e quindi di ridurre la pezzature dei materiali più grossolani al fine di ottenere un prodotto di consistenza tale da garantire, nella successiva fase del processo, la giusta porosità all'aria della biomassa favorendone il contatto con i microrganismi che sovrintendono il processo di compostaggio. Con la triturazione si attua inoltre una riduzione volumetrica del materiale in ingresso finalizzata alla successiva fase di vagliatura.

Il materiale viene introdotto direttamente all'interno della tramoggia di carico del trituratore, dove il rotore provvede alla sua triturazione.

Caratteristiche tecniche:

- Lunghezza massima: 4.150 mm
- Larghezza massima: 1.400 mm
- Altezza massima: 1.755 mm
- Volume tramoggia di carico: 5 mc
- Dimensione camera di macinazione. 1.100 x 1.500 mm
- Numero settori di taglio: 13
- Spessore settori: 60 mm
- Potenza installata: 22 + 15 kW
- Velocità rotori: 16 – 6 RPM
- Peso macchina: 8.000 Kg
- Produzione oraria: 5 - 6 t/h

Quindi una corretta triturazione e sminuzzamento del materiale è necessario affinché la struttura e la tessitura della matrice abbiano caratteristiche idonee per la conduzione di un ottimale processo di compostaggio. Con il termine "tessitura" si intende la composizione granulometrica del substrato, ossia le percentuali in cui sono presenti in esso particelle delle diverse classi (o dimensioni).

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

Con il termine “*struttura*” si intende il modo in cui le diverse particelle meccaniche si pongono le une rispetto alle altre. La struttura condiziona e determina il valore ed il tipo di porosità.

Con il termine “*porosità*” si intende il valore del rapporto tra volume complessivo dei pori occupabili da aria e/o acqua ed il volume totale di un substrato.

Le reazioni di degradazione avvengono, in condizioni di aerobiosi, soprattutto sulla superficie delle particelle della biomassa-substrato. Pertanto il tasso di decomposizione aerobica sarà tanto più elevato quanto minori saranno le dimensioni delle particelle.

Il diametro medio delle particelle della matrice deve oscillare tra 0,5 e 5 cm, in base al tipo di materiale di partenza.

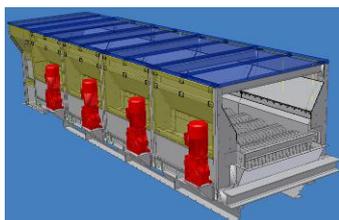
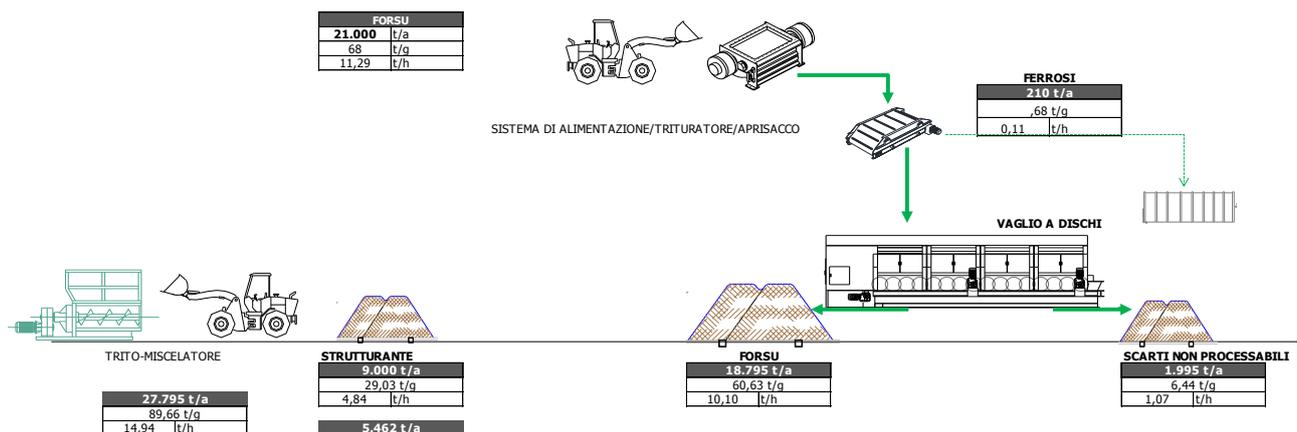
E' importante che la matrice abbia una certa porosità in modo da garantire un continuo ricambio d'aria negli interstizi, impedendo la formazione di zone anaerobiche per compattamento e scarsa circolazione dell'aria atmosferica al suo interno.

Per una corretta evoluzione del processo la biomassa substrato iniziale deve avere una densità apparente in genere minore di 650 Kg/m³.

Come si evince dal *flow sheet* di progetto , a valle del trituratore/aprisacco è prevista una deferrizzazione costituita dall'impiego di un separatore a “*magnete permanente*” in conformazione bipolare con struttura in ferro a basso tenore di carbonio realizzato con magneti permanenti in Sr Ferrite ad elevata induzione magnetica e grande forza coercitiva (con garanzia efficienza campo magnetico 20 anni).

Il mantello di chiusura in acciaio inox AISI304 amagnetico ha le seguenti dimensioni:

- larghezza mm. 920
- lunghezza mm. 1200
- altezza mm. 280
- potenza 400 gauss a 300 mm.



La pulizia è prevista che venga effettuata con un vaglio a dischi . Il vaglio a dischi previsto in progetto è una macchina semplice affidabile utilizzata in molteplici impianti di compostaggio che sfrutta il principio di movimentazione continua a sospensione, per ottenere la separazione del materiale; la selezione avviene a mezzo degli interstizi creati con i dischi di rotazione calettati su alberi di comando attraverso i quali è possibile predefinire le dimensioni del materiale fissando gli spazi interstiziali.

La macchina prescelta ha le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza massima 8.310 mm
- Larghezza massima 2.800 mm
- Altezza massima 2.042 mm
- Larghezza piano vagliante 1.350 mm
- Lunghezza piano vagliante 6.400 mm
- Superficie Vagliante 8.64 m²
- N° sezioni modulari n° 4
- N° di unità di rotazione n° 16
- N° di unità di rotazione per modulo n° 4
- Diametro rullo esterno 470 mm
- Diametro rullo interno 300 mm
- Spessore dischi 18 mm

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

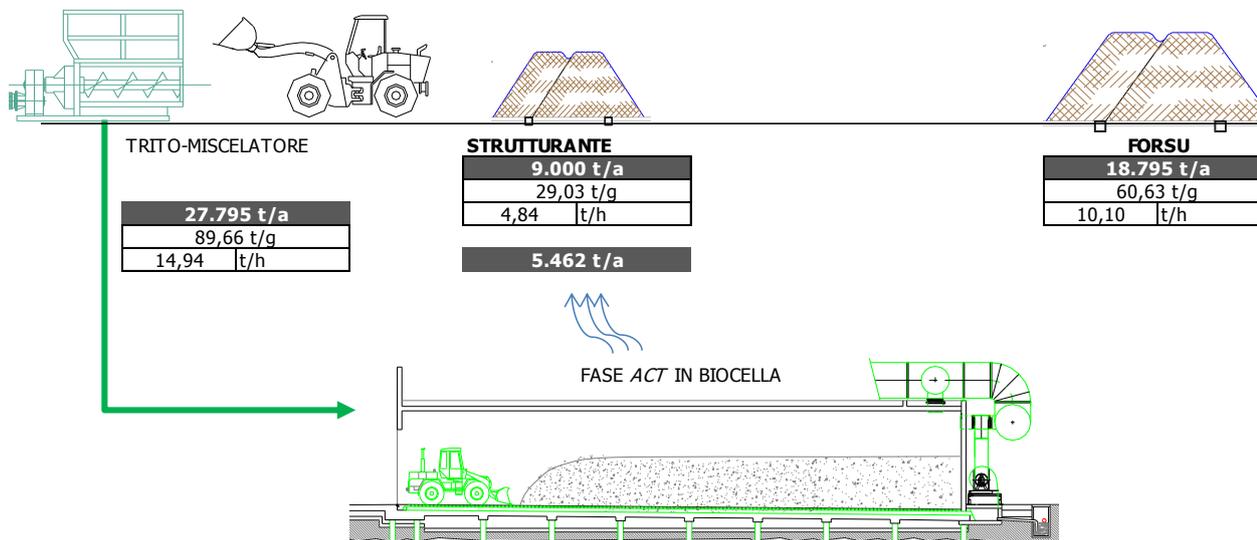
- Materiale dischi hardox 400
- Sezione di scarico 0 – 58 mm
- Rullo pulitore esterno si
- Diametro esterno rullo pulitore 720 mm
- Peso stimato 15.5 ton
- Foro corrispondente ad un vaglio rotante 60 mm

Dopo la prevista fase di vagliatura dalla quale si ottiene il flusso biodegradabile sufficientemente pulito è prevista una fase di miscelazione. L'obiettivo di detta fase è quello di ottenere un mix con caratteristiche compatibili con il successivo stadio di trattamento aerobico in biocella. Dal bilancio di massa predisposto le caratteristiche del mix sono quelle riportate nella tabella successiva:

Mix al compostaggio-fase ACT in biocella aerobica				
	t/a	% s.s.	S.T.	$\gamma(t/m^3)$
FORSU da conferimenti	18.795	25	4699	0,75
Verde/Strutturante/ricircoli	9.000	50	4500	0,35
Miscela	27.795	33	9199	0,55
	Rapporto verde-strutt. nel mix		32,38%	

Si ribadisce che la miscelazione è indispensabile in quando il materiale da sottoporre a compostaggio è costituito da più componenti (es. sfalci erbosi, residui di potatura, Forsu, strutturante, ricircoli) che differiscono sensibilmente fra di loro per il contenuto in umidità, pezzatura e consistenza. Essa è quindi funzionale a conferire alla miscela un giusto grado di umidità e di porosità. Nella soluzione proposta il mix da alimentare alla fase di biostabilizzazione sarà mediamente quello indicato nella tabella desunta dal bilancio di massa della sezione di cui trattasi. Il miscelatore previsto è in grado di risolvere ogni problema di omogeneizzazione nel trattamento di materiali da miscelare. Attraverso tre coclee di costruzione e forma espressamente studiate per gli impieghi più gravosi si riesce in pochi minuti a sminuzzare e amalgamare alle frazioni organico-biologiche e anche le strutture lignee più resistenti o difficili da trattare. Gli acciai ad alta resistenza impiegati per la costruzione delle coclee e del contenitore permettono di trattare il materiale biologico con calce e sfarinati di roccia per l'abbattimento degli odori e l'assorbimento dell'umidità in eccesso senza inficiare la durata degli organi interni. A protezione del motore e degli organi meccanici in genere l'unità è provvista di una turbofrizione idraulica nonché di sistemi elettronici antistress completamente automatici.

La tipologia di macchina prescelta consente di accedere agevolmente agli organi motore, all'impianto idraulico, all'impianto elettrico e alla camera di miscelazione.



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

5.2.3 Il Rapporto C/N

Nelle reazioni metaboliche (respirazione) e nella crescita dei microrganismi, l'utilizzo di carbonio è maggiore rispetto all'azoto nel rapporto di 20:1. Per questo durante il processo di compostaggio, è opportuno controllare che il rapporto C/N nel materiale di partenza sia adeguato a quello richiesto dai microrganismi.

I principali elementi nutritivi richiesti dai microrganismi coinvolti nel processo sono C (carbonio), N (azoto), P (fosforo) e K (potassio), importanti per le attività cellulari. N, K e P sono i principali nutrienti delle piante e perciò la loro concentrazione influenza anche la qualità del compost, visto il suo utilizzo agronomico.

Metà della massa cellulare dei microrganismi è costituita da carbonio e circa l'8% da azoto. L'azoto è il costituente delle proteine e risulta essenziale per lo sviluppo e la riproduzione.

Per l'avvio del processo di compostaggio si deve avere un rapporto ottimale C/N compreso tra 20:1 e 30:1 (intervallo massimo 15÷40), con un eccesso relativo di C che viene utilizzato nella respirazione batterica a scopo energetico ed espulso sotto forma di anidride carbonica e acqua.

- a) Se, nel substrato di partenza, il rapporto C/N è superiore a 30/40:1, i tempi di compostaggio sono lunghi a causa della lenta crescita microbica.
- b) Se il rapporto C/N è inferiore a 15-20:1, il carbonio disponibile è utilizzato ma l'azoto non viene stabilizzato. L'eccesso di azoto, infatti, causa il rilascio veloce di ammoniaca, con emissioni maleodoranti e un deterioramento del processo.

Il compostaggio, affinché sia davvero efficace, richiede un'opportuna miscela delle frazioni organiche per avere il giusto rapporto C/N. Anche la consistenza del materiale di partenza ha la sua importanza, dal momento che l'ammasso dei rifiuti deve avere un'opportuna struttura, in genere creata da materiali legnosi che permettono la penetrazione dell'acqua e dell'aria e il rilascio di CO₂ e vapore acqueo. Il valore finale del rapporto C/N di un buon prodotto compostato deve essere di circa 15:1.

Dopo la fase di miscelazione, il mix mediante l'impiego di pala gommata, viene alimentato in biocella dove avverranno i processi di degradazione della frazione organica (ACT) di seguito descritti.

5.2.4 Il flow sheet generale

Di seguito viene riportato lo schema funzionale quantificato della sezione di valorizzazione della Forsu. Tale schema è già stato descritto in precedenza.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

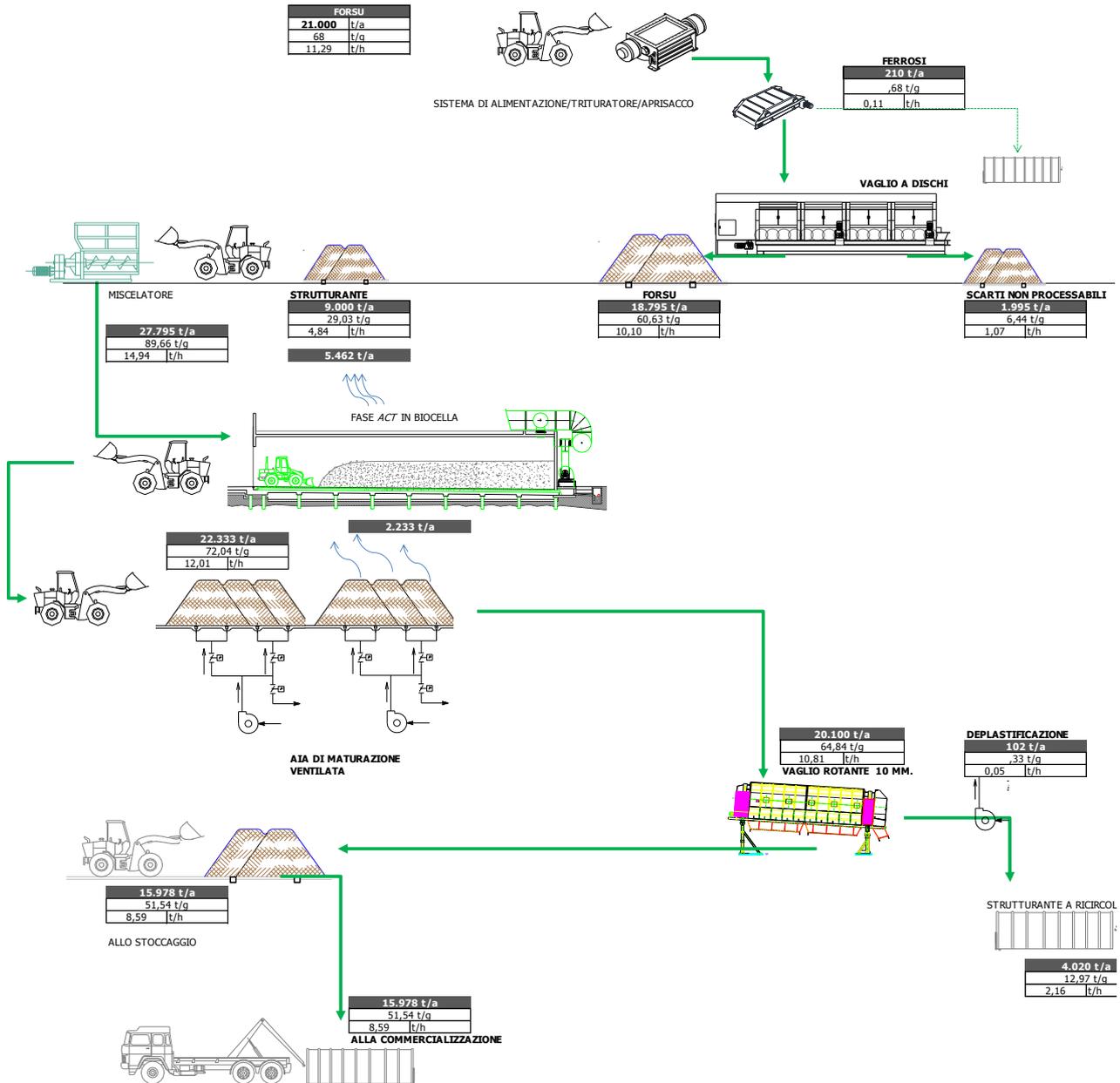


Figura 24 Flow sheet generale quantificato dell'intera linea di valorizzazione della Forsu

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	SO GE RI S.r.l. <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

5.3 IL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO IN BIOCELLE STATICHE

Premesso che il trattamento di compostaggio inteso alla produzione di ammendanti e/o fertilizzanti organici per applicazioni agronomiche conformi agli attuali standard e come tali liberamente commercializzabili ed impiegabili in tutti i settori vivaistici e paesistici, deve sottostare a determinate normative sulla biomassa utilizzata; possono essere utilizzate matrici provenienti da: processi semplificati a carico di matrici esclusivamente lignocellulosiche provenienti da manutenzione di aree verdi (potature, sfalci, fogliame) eventualmente integrate da altri materiali legnosi e lignocellulosici (trucioli, cassetame, bancali etc.)

- processi che prevedono l'integrazione di matrici ad elevata fermentescibilità selezionate (scarti di origine alimentare, cascami di lavorazione dell'agroindustria, fanghi biologici, FORSU - Frazione Organica Rifiuto Selezionato Urbano).

Nel processo di compostaggio, per quanto riguarda il processo degradativo della matrice, valgono le considerazioni esposte prima per la stabilizzazione biologica; per il raggiungimento delle caratteristiche fisico chimiche necessarie per l'ottenimento di Compost di qualità, intervengono **però due ulteriori fattori** nella realizzazione del compost di qualità:

- 1) la concentrazione ed il rapporto dei nutrienti nella biomassa substrato (rapporto Carbonio / Azoto);
- 2) il *pH*, anche se in misura più modesta.

La concentrazione ed il rapporto dei nutrienti: Carbonio (C), azoto (N), fosforo (P) e potassio (K) sono gli elementi nutritivi principali richiesti dai microrganismi coinvolti nel processo di compostaggio. Azoto, fosforo e potassio sono inoltre i principali nutrienti delle piante e, per questo, la loro concentrazione finisce per influenzare anche il valore agronomico del compost. La maggior parte delle matrici organiche destinabili al compostaggio, inclusi i residui delle colture e gli scarti verdi dei mercati ortofrutticoli, contiene ampiamente i principali nutrienti. È però soprattutto la quantità di carbonio e di azoto della biomassa substrato che ne può influenzare la stabilizzazione mediante il compostaggio. In generale, i microrganismi utilizzano, per le reazioni energetiche e la crescita, una quantità di carbonio circa venti volte superiore a quella di azoto. Ne consegue che è importante la disponibilità di C ed N in appropriate proporzioni. La quantità di carbonio riferita a quella di azoto si indica comunemente come rapporto C/N. Le matrici organiche da avviare al compostaggio dovrebbero avere un rapporto C/N compreso tra 20:1 e 30:1 per garantire un andamento ottimale del processo. In taluni casi, tuttavia, risultati accettabili possono ottenersi con materiali di partenza aventi rapporto C/N fino a 40:1. Con rapporti C/N inferiori a 20:1, il carbonio disponibile è completamente utilizzato senza che, di contro, sia stato stabilizzato tutto l'azoto presente. L'eccesso di azoto può allora essere perduto in atmosfera sotto forma di ammoniaca, causando fastidiose emissioni maleodoranti, o di ossido nitroso. D'altra parte, substrati di partenza con rapporto C/N superiore a 40:1 richiedono tempi di compostaggio lunghi, dovuti alla più lenta crescita microbica in presenza di matrici carboniose in eccesso.

Sebbene il rapporto C/N rappresenti un'utile guida per la preparazione delle miscele di residui organici da avviare al compostaggio, anche il grado di suscettibilità dei composti carboniosi all'attacco microbico deve essere tenuto in debito conto. Così, ad esempio, la paglia, a prevalente composizione cellulosa, si degrada e rende disponibile il carbonio per i microrganismi più facilmente dei sarmenti di potatura, nei quali, invece, la cellulosa è diffusamente incrostante da lignina e legata ad altri composti organici (es. resine, tannini, ecc.), recalcitranti alla degradazione biologica.

Se il carbonio del substrato è in forma scarsamente degradabile, il processo di compostaggio risulta necessariamente rallentato. Poiché, inoltre, la decomposizione procede centripetamente dalla superficie delle particelle del substrato, riducendo la dimensione delle stesse (aumentando così l'area superficiale), il tasso di degradazione può eventualmente essere incrementato. Nel caso di matrici carboniose scarsamente degradabili, il rapporto C/N di partenza potrà essere aggiustato su valori più alti di quelli ottimali, tenendo comunque conto dell'inevitabile allungamento dei tempi necessari all'esaurimento del compostaggio.

Il pH: Il compostaggio è relativamente poco sensibile al pH dei substrati di partenza; ciò in ragione dell'ampio spettro di microrganismi associati ai substrati stessi e coinvolti nelle reazioni di processo. I valori ottimali del pH cadono nell'intervallo tra 6,5 e 8, tuttavia la naturale capacità tampone del processo rende possibile l'impiego di substrati con pH compresi in un ben più ampio spettro. Il compostaggio, in effetti, può innescarsi anche in matrici tendenzialmente acide, con pH fino a 5,5, ovvero alcaline, con pH fino a 9.

Il *pH* comincia ad essere un parametro importante nei substrati che presentano un elevato contenuto di azoto (es. deiezioni zootecniche). Valori di pH >8,5 facilitano, in questi casi, la conversione dei composti azotati in ammoniaca ad opera dei microrganismi ammonizzanti, con conseguenti sensibili perdite di azoto attraverso la volatilizzazione di NH₃. Quest'ultima contribuisce all'impatto olfattivo sgradevole delle emissioni gassose e determina, inoltre, nella matrice, un ulteriore aumento dell'alcalinità. In queste circostanze, si rende necessaria la miscelazione con matrici acidificanti come i residui vegetali freschi.

Nel materiale in corso di compostaggio i valori del *pH* cambiano col progredire del processo. Così, il rilascio di acidi organici può temporaneamente abbassare il *pH* nei primi stadi della biostabilizzazione. Durante la fase termofila, con l'intensificarsi del rilascio di ammonio (NH₄OH) nel mezzo ad opera della microflora ammonizzante, il pH subisce un sensibile aumento. Il *pH* torna nuovamente a scendere durante la fase di finissaggio, anche grazie all'attività dei batteri nitrificanti che trasformano, in sequenza, l'ammonio in acido nitroso e nitrico.

Riassumendo, l'estensione del tempo necessario per trasformare in compost i substrati avviati alla biostabilizzazione aerobica dipende da molti fattori quali le caratteristiche della matrice organica di partenza, la temperatura, l'umidità e il tipo di aerazione. Un

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

adeguato contenuto di umidità (60-65%), un corretto rapporto C/N (~25) ed una efficace aerazione della massa consentono di realizzare il compostaggio in tempi decisamente contenuti (poche settimane).

Le condizioni che rallentano il processo di stabilizzazione sono invece, come già accennato precedentemente, la scarsa umidità del substrato, rapporti C/N della biomassa di partenza eccessivamente alti (> 40), basse temperature, una insufficiente aerazione, la pezzatura troppo grossolana delle particelle della matrice organica e la presenza significativa, in quest'ultima, di materiali refrattari all'attacco microbico.

L'evoluzione della sostanza organica durante il compostaggio procede sia quantitativamente, con una evidente riduzione volumetrica e ponderale, che qualitativamente, con una modificazione anche consistente delle caratteristiche chimiche della sostanza organica contenuta nel compost rispetto a quella originaria delle biomasse ad inizio trattamento.

5.3.1 Preparazione matrice per trattamento

Proprio per i fattori sopra esposti e per raggiungere la qualità desiderata del compost prodotto, sarà necessario strutturare, con le giuste proporzioni, il materiale in ingresso con del materiale lignocellulosico e con del sovravvallo fresco contenente una matrice già attiva di batteri termofili, incaricati del processo di digestione aerobica, per la stabilizzazione del materiale.

Tale operazione viene eseguita in una area dedicata ricavata nei locali di ricezione FORSU costantemente tenuta in depressione; abbiamo optato per tale soluzione sia per "isolare" tale reparto dal resto del flusso di produzione e, al tempo stesso, non creare interferenze con le altre attività di impianto inoltre, tale soluzione, permette di ottimizzare gli spostamenti dei mezzi d'opera dedicati riducendo costi e limitando l'impatto inquinante all'interno dell'ambiente di lavoro.

Nei locali di ricezione materiale saranno ricavati degli stalli di capacità tale da garantire la messa a riserva dei rifiuti per almeno 3 giorni di conferimento; detti locali saranno inoltre dotati di stalli di adeguata capacità per lo stoccaggio della matrice lignocellulosica necessaria per la strutturazione del rifiuto.

Il materiale in ingresso viene trasferito, sempre con pala gommata, nella zona di preparazione dove viene strutturato con il materiale lignocellulosico fresco prelevato dagli stalli e del sovravvallo "attivato" proveniente dal reparto di vagliatura che vedremo più avanti.

In questa fase di lavoro sarà utilizzato un tritomiscolatore per eseguire una accurata miscelazione del materiale per assicurare alla matrice in preparazione una densità idonea a favorire il passaggio dell'aria per innescare i processi degradativi di natura biologica necessari al processo aerobico.

Il materiale così preparato viene trasferito nei locali di trattamento e inserito nelle biocelle.

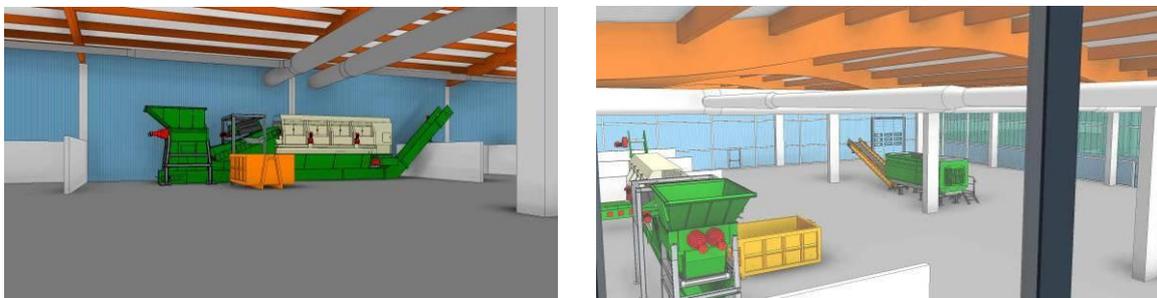


Figura 25 Viste della zona ricezione e trattamento della FORSU

5.3.2 Dimensionamento delle biocelle statiche trattamento FORSU finalizzato al compost.

Come accennato precedentemente, per una migliore gestione impiantistica, le biocelle di trattamento FORSU avranno le stesse caratteristiche costruttive e dimensioni di quelle previste per il trattamento del sottovaglio proveniente da RU, adeguando il ciclo di lavoro alle diverse necessità di trattamento. Per evitare inutili ripetizioni, vi rimandiamo a quanto esposto nei paragrafi precedenti per quanto concerne le caratteristiche strutturali e funzionali delle biocelle, alle griglie di insufflazione ai portoni di chiusura.

Per evitare interferenze nelle fasi di carico e scarico le biocelle saranno concentrate nella zona Est dei locali di trattamento.

5.3.3 Calcolo del numero di tunnel necessari Biocelle necessarie al trattamento della FORSU

Come accennato prima, sono state mantenute le stesse dimensioni geometriche per ciascun tunnel, come si evince dalla tabella seguente:

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

Caratteristiche tunnel		
Larghezza tunnel	8,75	m
Lunghezza geometrica tunnel	30,70	m
Altezza geometrica tunnel	5,5	m
Lunghezza utile tunnel	29,165	m
Altezza materiale nel tunnel	3,30	m
Capacità effettiva singolo tunnel	842	m ³

Si assume un'altezza media di carico del materiale in tunnel di circa 3,3 metri a cui corrisponde una capacità volumetrica del tunnel pari a $(30,70 \times 5,5 \times 3,3) = 842 \text{ m}^3$; si tratta di un valore teorico in quanto risulta impossibile riempire completamente il tunnel in corrispondenza del portone e quindi l'altezza del cumulo risulta in pratica leggermente superiore a quanto sopra indicato. Di seguito si espone il dimensionamento dell'intera fase ACT.

DIMENSIONAMENTO BIOCELLE FASE AEROBICA INTENSIVA (ACT)		
FORSU	18.795	t/anno
Verde	8.400	t/anno
Mix alla fase aerobica	27.195	t/anno
	41.860	m³/a
Densità media della miscela	0,65	t/m ³
n° giorni anno di trattamento	310	g
tempo max di residenza	25	g
Fabbisogno giornaliero di trattamento	88	t/g
	135	m ³ /g
n° di cicli /anno	15	
Volume richiesto per ciclo	2.867	m ³ /ciclo
Quantitativo richiesto per ciclo	1.863	t/ciclo

Caratteristiche tunnel		
Larghezza tunnel	8,75	m
Lunghezza geometrica tunnel	30,70	m
Altezza geometrica tunnel	5,5	m
Lunghezza utile tunnel	29,165	m
Altezza materiale nel tunnel	3,30	m
Capacità effettiva singolo tunnel	842	m ³
numero di tunnel teorico	3	g
V_{disp}/V_{teor} deve essere > di 100		OK
n° giorni necessari carico singolo tunnel	6,2	
n° giorni svuotamento singolo tunnel	0,2	g/tunnel
n° Tunnel previsti	4	
Carico specifico sul pavimento	101,24	t/m ²

Come si vince dal conteggio effettuato, avendo fissato un tempo di residenza in 25 gnc, ne consegue la possibilità di effettuare in 365 gg almeno 15 cicli completi. Per ciascun ciclo è quindi richiesto un volume di 2.867 m³. A tale volume corrispondono n° 3 biocelle delle dimensioni precedentemente evidenziate. Tuttavia cautelativamente le biocelle saranno nel numero di 4. Con tale disponibilità il tempo di residenza nella fase ACT può essere ulteriormente incrementato.

L'immissione di aria nelle matrici organiche assicura, da un lato il mantenimento di una concentrazione di ossigeno adeguata per garantire il decorso dei processi aerobici e dall'altro la rimozione dell'eccesso di calore e di umidità.

Affinché sia garantito il regolare decorso delle reazioni aerobiche, l'esigenza stechiometrica di ossigeno è valutata in 0,5 kg O₂/kg SV/giorno, pari a circa 21 g O₂/kg SV/h. Considerata la solubilità dell'ossigeno in aria nelle condizioni normali e l'indice di trasferimento dello stesso alla matrice solida, è stato valutato sperimentalmente² che la portata d'aria necessaria è valutabile in 15,35 Nm³/h per tonnellata di SV.

La portata di aria necessaria viene quindi stabilita su due distinti fabbisogni:

1. Quantità d'aria necessaria per garantire il corretto mantenimento delle condizioni di aerobiosi all'interno della biomassa nella fase ACT;
2. Quantità d'aria strettamente necessaria per garantire la corretta dissipazione del calore dovuto alle reazioni esotermiche del processo di biostabilizzazione.

² (G. Ferrari - Oxygen, water and temperature in the decomposition process of an organic substance during composting)

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Determinazione Aria necessaria		
Volume utile biocella		
Lunghezza	30,70	m
Larghezza	8,75	m
Riempimento	3,30	m
Densità matrice	0,65	%
	886,4625	mc
Dati di calcolo		
Portata aria per ton di SV (bibliografia)	12,6	Nmc/h
contenuto Sv sulla SS	57	%
Frazione effettivamente degradabile SV	15	%
Dati Matrice		
Sostanza secca	35	%
Frazione umida	65	%
Valutazioni		
Quantità matrici organiche	575,9	t
Sostanze Volatili in biocella	17,2	t
Portata aria unitaria necessaria	217,15	Nmc/h

il valore indicato si riferisce esclusivamente alla portata d'aria minima necessaria per mantenere condizioni di aerobiosi all'interno delle matrici organiche in fermentazione.

Calcolo Portata aria per allontamento calore		
Dati		
mineralizzazione sostanza organica	2	kgO ₂ /kgsv
Calore prodotto dal processo di biostabilizzazione	13661	kJ/kgO ₂
Calore necessario al riscaldamento aria		
Temperatura ingresso aria	10	°C
Temperatura di lavoro	55	°C
Calore specifico dell'aria	1	kJ/kg
Calore di vaporizzazione dell'acqua rimossa		
aria rimossa dalla matrice organica	0,1065	kg H ₂ O/kg
Riscaldamento del vapore		
temperatura di partenza	10	°C
Temperatura di arrivo	55	°C
calore specifico del vapore	1,76	kJ/kg
aria rimossa dalla matrice organica	0,1065	kg H ₂ O/kg
Portata aria ricercata	82,672	kg aria/kg SV
densità aria condizioni in esame	1,29	kg/Nmc
Volumetria aria corrispondente	64,09	mc aria/kgSV
	pari a	1.104.461,87 mc aria/TSV
aria necessaria in biocella per allontamento calore	9.203,85	mc/h
ARIA TOTALE NECESSARIA IN BIOCELLA	9.421,00	mc/h

Cautelativamente è stata assunta una portata pari a 9500 m³/h e conseguentemente abbiamo definito la tipologia di ventilatore.

Quindi riepilogando, come per il trattamento di stabilizzazione, anche per l'insufflazione aria nelle biocelle di compostaggio, verranno impiegati n° 4 ventilatori centrifughi per l'insufflazione dell'aria con le seguenti caratteristiche di targa:

- Portata: 9.500 m³/h
- Prevalenza: 450mmca
- Potenza installata: 18.5 Kw

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

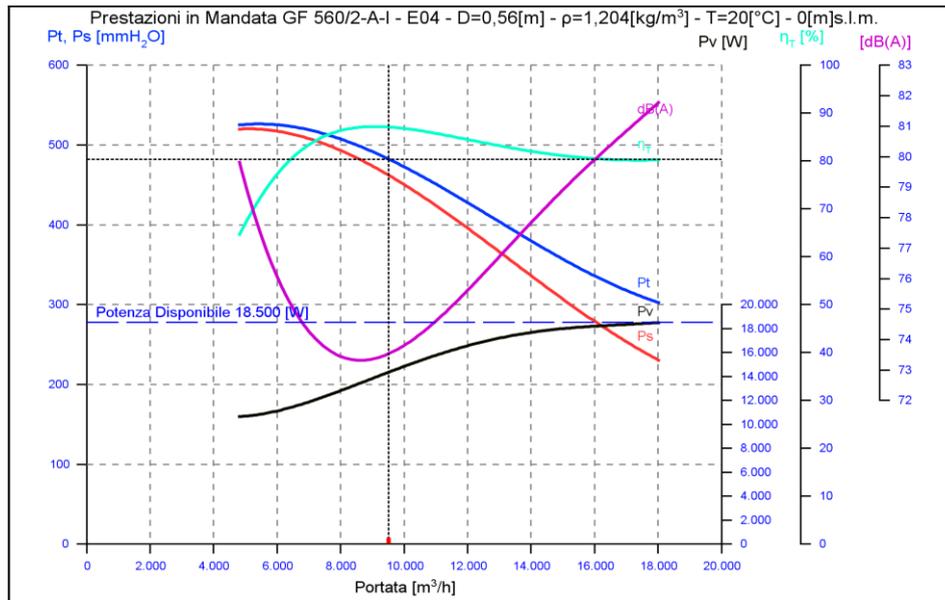


Figura 26 Curva caratteristica ventilatore insufflazione biocelle (ACT)

Come per quanto esposto prima anche qui un ventilatore con una portata leggermente superiore a quella di insufflazione si occupa di estrarre l'aria dalla biocella dedicata.

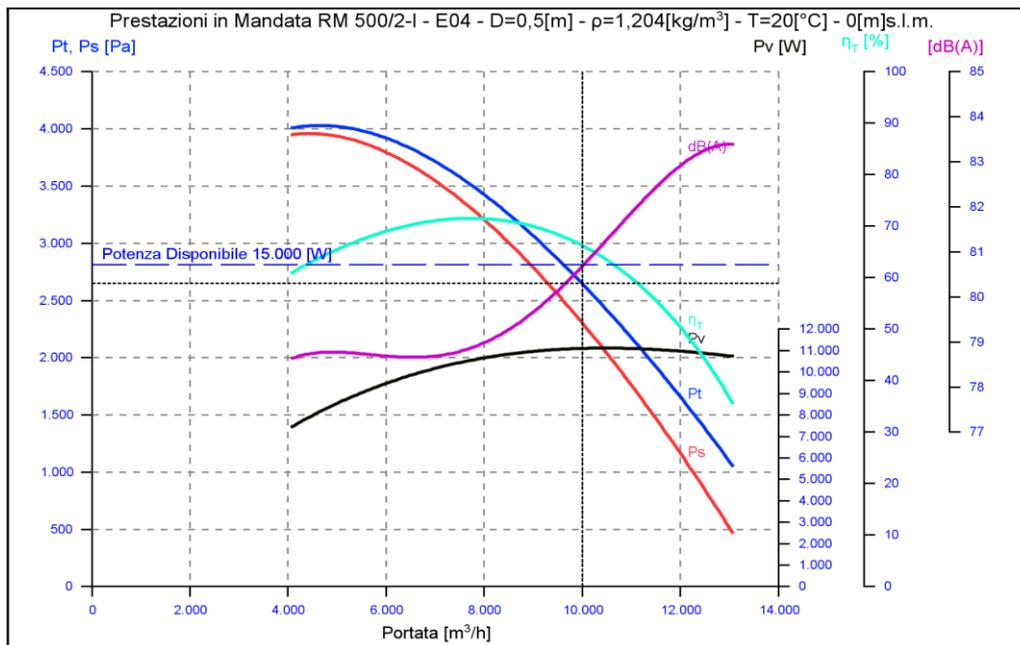


Figura 27 Curva caratteristica ventilatore aspirazione biocelle (ACT)

E' stata adottata la stessa tipologia di ventilatori per ottimizzare le operazioni di manutenzione e di gestione dei ricambi. Il processo di stabilizzazione e quello di compostaggio differiscono fra di loro solo per quanto riguarda tempistiche di processo e trattamenti; quindi, per quanto riguarda la gestione dei ventilatori, i segnali utilizzati per gestione del processo, i dati visualizzati dal software, la componentistica elettrica utilizzata, vi rimandiamo ai relativi paragrafi esposti prima.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

5.4 SECONDA MATURAZIONE (FASE DI CURING FORSU)

Al termine del ciclo di trattamento di ACT, il materiale, che ha già raggiunto caratteristiche stabili e viene trasferito nell'aia di seconda maturazione (*Curing phase*) dove sosta sino al raggiungimento di tempo e caratteristiche previsto dalla normativa ed al raggiungimento dell'Indice Respirometrico Statico (IRS) richiesti.

Il materiale proveniente dalla fase di prima maturazione sarà accorpato per partite dello stesso lotto di produzione e posto a cumulo all'interno dei locali e vi rimarrà fino al completamento della fase di maturazione. In quest'ultima fase del processo non è previsto il rivoltamento per permettere così un metabolismo adatto ai lieviti e muffe per il completamento dell'umificazione, importante in quanto fase finale del processo.

Anche qui è prevista una insufflazione di aria per garantire il mantenimento delle condizioni aerobiche della matrice in lavorazione. Il dimensionamento della superficie di lavoro si è tenuto conto del calo materiale:

Dimensionamento insufflaggio aria in maturazione		
Quantità di materiale in aia	t	18 762
	m ³	32 500
n° di cicli possibili per anno	anno	7.9
Fabbisogno di volume per ciclo	m ³	4096
volume complessivo dei cumuli da progetto	m ³	4140
sovradimensionamento platea		1%
altezza media dei cumuli	m	3.2
superficie occupata da un cumulo	m ²	300
volume singolo cumulo	m ³	828
superficie complessivamente occupata dai cumuli	m ²	1 500
quantità di materiale stoccato	t	2390
quantità unitaria d'aria da insufflare	m ³ /h/t	13
quantità complessiva di aria	m ³ /h	31 067
per singolo ventilatore	m ³ /h	6213.49
Calcolo della potenza singolo ventilatore		
portata complessiva ventilatori	m ³ /h	31 067
prevalenza	mmH ₂ O	380
	Pa	3 800
Nm ³ /h di aria per tonn. di materiale		13
temperatura ingresso	°C	25.0
pressione ingresso	bar	0.96
densità a 0 °C	kg/m ³	1.29
rendimento	%	0.70
portata complessiva ventilatori	m ³ /s	8.630
portata singolo ventilatore	m ³ /s	1.726
risultati		
portata normalizzata	m ³ /s	9.0
potenza teorica	kW	49.1
fattore di sicurezza		5%
potenza complessivamente richiesta	kW	51.55
potenza teorica singolo motore	kW	10.31
numero di ventilatori previsto		5
Potenza minima richiesta per il ventilatore		11
Potenza effettivamente installata singolo ventilatore	kW	11

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Dati tecnici di riferimento	unità	valori	unità	valori
Materiale a maturazione	t/a	18 762	m ³	32 500
Perdite di processo in fase di maturazione	t/a	2 085		
Materiale biostabilizzato in uscita	t/a	16 677	m ³	28 889
giorni di attività lavorativa		310		
materiale da biostabilizzare in arrivo giornalmente	t/g	61		
peso specifico del materiale	t/m ³	0.58		
flusso volumetrico trasferito giornalmente	m ³	104.84		
permanenza in cumulo	gg	46.0		
quantità di materiale per anno da trattare			m ³	32 500
quantità di materiale per ciclo da trattare			m ³	4 096
Geometrie aia di biostabilizzazione/biossiccazione				
		lunghezza edificio		60.0 m.
		larghezza edificio		30.0 m.
Dimensioni area di biostabilizzazione/biossiccazione				
		lunghezza cumuli		25.0 m.
		larghezza base cumuli		12.0 m.
		larghezza corridoio di manovra		5.0 m.

Calcolo volume cumuli	unità	valori
numero cumuli	n	5
altezza dei cumuli	m	3.2 m.
larghezza teorica base cumulo	m	12.0 m.
angolo di scarpa	°	60 °
	rad	1.05
		1.65
base superiore trapezio	m	8.70
Area della sezione verticale cumulo	m ²	33.12
Volume cumulo	m ³	828
Volume complessivo dei cumuli	m ³	4 140

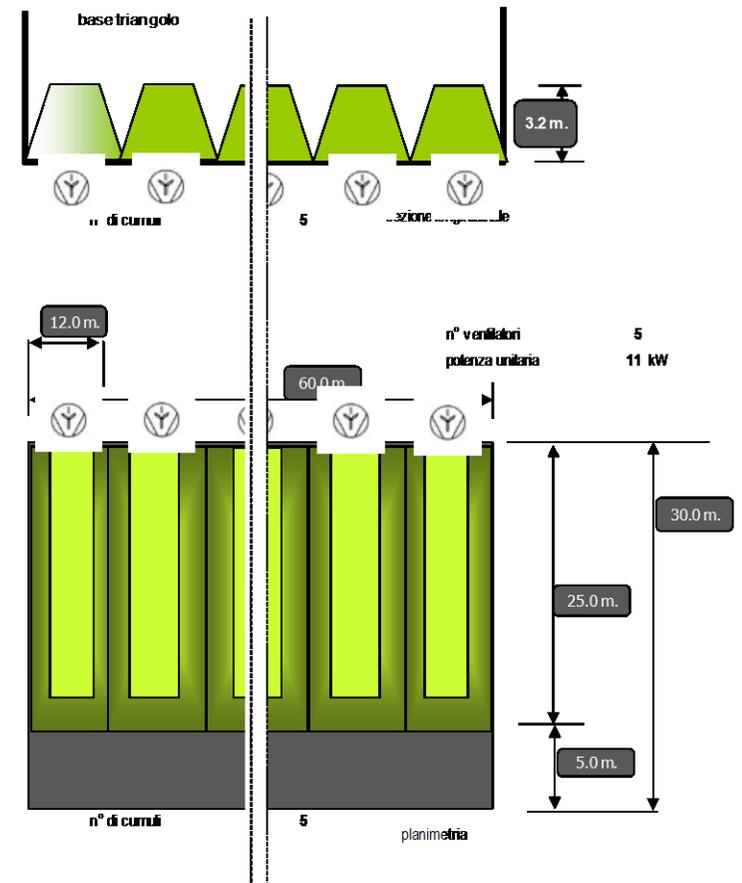
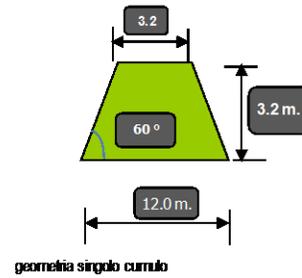


Figura 28 Dati geometrici della curing phase

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

In base calcoli sopra esposti, possiamo ipotizzare di gestire 5 cumuli da 825 m³ cadauno; sempre per garantire flessibilità nella gestione dell'impianto, ogni cumulo è dotato di una superficie insufflante dedicata e di un ventilatore indipendente.

Materiale in ingresso alla maturazione	t/a	20.396
Scarico compost maturo a valle della maturazione	t/a	16.317
Carico medio all'interno dell'aia	t/a	18.357
peso specifico	t/m ³	0,58
Volume annuo in maturazione	m ³	31.555
giorni/anno		365
tempo di residenza massimo in maturazione		46
Ammendante compostato misto alla raffinazione	t/a	16.317
Dimensionamento insufflaggio aria in maturazione		
Quantità di materiale in aia	t	18.357
	m ³	31.555
n° di cicli possibili per anno	anno	7,9
Fabbisogno di volume per ciclo	m ³	3977
volume complessivo dei cumuli da progetto	m ³	4126
sovradimensionamento platea		4%
altezza media dei cumuli	m	3,3
superficie occupata da un cumulo	m ²	290
volume singolo cumulo	m ³	825
superficie complessivamente occupata dai cumuli	m ²	1.452
quantità di materiale stoccato	t	2400
quantità unitaria d'aria da insufflare	m ³ / h/t	13
quantità complessiva di aria	m ³ / h	31.206
per singolo ventilatore	m ³ / h	6241,23
Calcolo della potenza singolo ventilatore		
portata complessiva ventilatori	m ³ /h	31.206
prevalenza	mmH ₂ O	380
	Pa	3.800
Nm ³ /h di aria per tonn. di materiale		13
temperatura ingresso	°C	25,0
pressione ingresso	bar	0,96
densità a 0 °C	kg/m ³	1,29
rendimento	%	0,70
portata complessiva ventilatori	m ³ /s	8,668
portata singolo ventilatore	m ³ /s	1,734
risultati		
portata normalizzata	m ³ /s	9,1
potenza teorica	kW	49,3
fattore di sicurezza		5%
potenza complessivamente richiesta	kW	51,78
potenza teorica singolo motore	kW	10,36
numero di ventilatori previsto		5
Potenza minima richiesta per il ventilatore		11
Potenza effettivamente installata singolo ventilatore	kW	11

In questa fase di processo si prevede quindi di utilizzare **5** ventilatori con le seguenti caratteristiche:

- Portata: 7.000 m³/h
- Prevalenza : 380 mmca
- Potenza installata: 11 kW

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

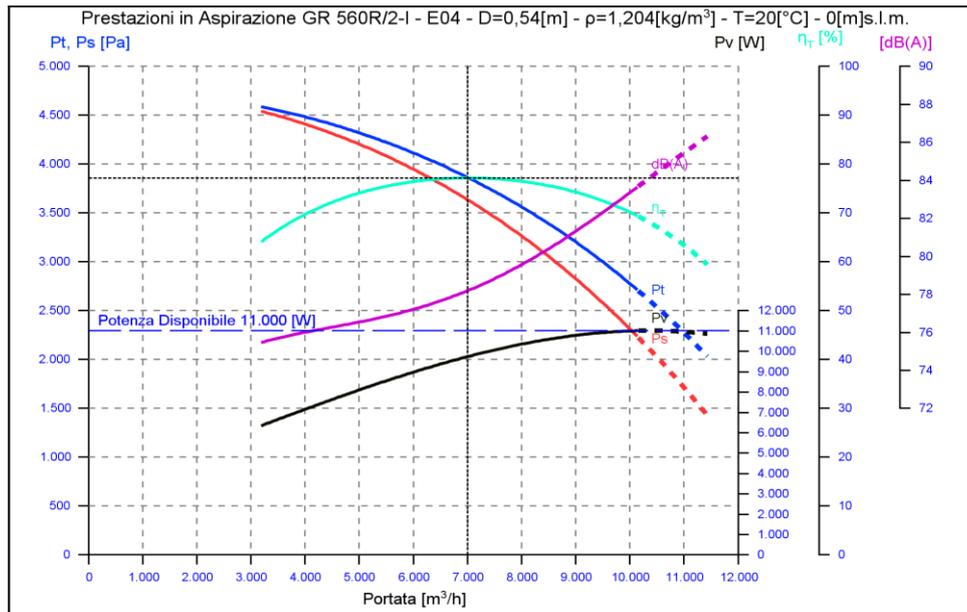


Figura 29 Caratteristiche ventilatore di immissione aria in maturazione

5.4.1 Lavorazione e raffinazione del compost finito

Dopo questa ultima maturazione, il compost finito subisce una vagliatura eseguita con tamburo forato di idoneo diametro; tale operazione di separazione ha come obiettivi:

- Eliminare la gran parte delle plastiche e dei metalli dal materiale.
- Raggiungere le caratteristiche granulometriche del Compost di qualità secondo quanto richiesto dalle normative .
- Recuperare parte del sovrallo dove sono ancora attivi i micro-organismi necessari al degradamento della sostanza organica presente nel rifiuto.

Una parte del sovrallo viene così pulito da corpi estranei e può tornare al settore di strutturazione del rifiuto per essere rimesso nel processo. Anche questa movimentazione viene eseguita tramite pala meccanica. Il materiale è perfettamente stabilizzato e può essere movimentato anche all'esterno dei locali per evitare un eccessivo traffico veicolare all'interno dei corridoi di passaggio e per evitare diffusione di eventuali polveri e cattivi odori.

Una volta terminata l'operazione di vagliatura il compost finito è pronto per essere inviato alle filiere di commercializzazione.

Figura 30 Vista della zona di raffinazione



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

5.5 CARATTERISTICHE DEI TUNNEL

La tecnologia prevista in progetto per il trattamento biologico della frazione organica dei rifiuti è quindi come evidenziato il compostaggio realizzato in un sistema chiuso di tipo statico (biotunnel), che presenta degli evidenti vantaggi dal punto di vista del controllo delle emissioni odorose e della gestione dei reflui liquidi di percolato e condensa.

I tunnel vengono caricati attraverso la porta anteriore mediante pala meccanica, l'operatore della pala cura anche la distribuzione del materiale all'interno del tunnel. Durante le fasi di carico e scarico il tunnel viene ventilato mediante la condotta di sfogo.

Una volta completato il caricamento, il portone viene chiuso e inizia il processo di stabilizzazione.

Aria viene insufflata nel materiale dal basso attraverso il pavimento, e contemporaneamente viene estratta da un ulteriore ventilatore che opera in serie con quello di insufflazione, che è dotato di un sistema di distribuzione integrato nel getto di calcestruzzo armato che forma il pavimento stesso.

Le sonde di temperatura poste all'interno dei cumuli del materiale in trattamento trasmettono i dati all'inverter che regola il regime di rotazione (portata) dei ventilatori (sia di insufflazione che di aspirazione)

L'andamento delle temperature del materiale viene monitorato e registrato in continuo, il software gestisce anche in automatico le posizioni di apertura delle serrande di regolazione poste sulle condotte dell'aria stessa.

Aerazione

L'aria è il vettore di ossigeno, garantisce l'aerobiosi del processo, assicura lo smaltimento del calore e veicola gli effluenti potenzialmente odorogeni. Durante il processo di compostaggio si consumano notevoli quantità di ossigeno. All'inizio del processo, nella fase ossidativa, le matrici organiche più degradabili della biomassa substrato vengono rapidamente metabolizzate. Di conseguenza il bisogno di ossigeno e la produzione di calore sono notevoli e decrescono con l'evolversi del processo. Per la gestione ottimale del processo le concentrazioni di ossigeno devono essere del 10% circa.

Durante la fase di maturazione, invece, i processi biologici diventano più lenti, la richiesta di ossigeno è minore e si ha una riduzione della temperatura. Durante questa fase si sviluppa il processo di umificazione della sostanza organica.

La presenza di ossigeno nella decomposizione aerobica è importante perché consente una più rapida mineralizzazione ed una più efficiente igienizzazione. Di contro, l'assenza di ossigeno comporta la formazione di molecole quali ammoniaca, metano, acido solfidrico, acidi volatili, responsabili dei cattivi odori. L'uso di un compost non definitivamente stabilizzato può dar luogo -quindi- ad effetti tossici a carico delle piante, della microflora e della microfauna terricole.

Temperatura

La temperatura è un parametro molto importante per la regolazione del processo di maturazione; sia per igienizzare la miscela che per la qualità finale del prodotto. A 55 °C avviene la disattivazione dei patogeni umani e l'eliminazione di buona parte dei fitopatogeni, larve e uova di parassiti eventualmente presenti sui substrati organici di partenza. Per distruggere i semi delle infestanti occorrono, invece, temperature di 60 °C. (la vecchia Delibera del Comitato Interministeriale del 27/07/84 prevede che il compost prodotto in impianti, per potersi considerare igienizzato, debba restare almeno tre giorni consecutivi alla temperatura di 55°C.) Le temperature, a causa delle reazioni ossidative, possono raggiungere i 70°C.

I ventilatori saranno dotati di inverter che, gestiti dal software del programma, varieranno il numero di giri (e di conseguenza la portata) in base alla temperatura per adeguarsi alle necessità del materiale in trattamento, il processo consente in questo modo un notevole risparmio energetico per quanto riguarda gli assorbimenti dei ventilatori nelle fasi di lavoro. L'aria insufflata sarà prelevata dai locali di lavorazione collaborando in questo modo ai ricambi aria totali. Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche del ventilatore prescelto.

5.6 SISTEMA ELETTRICO DI COMANDO E SUPERVISIONE DEL SISTEMA BIOTUNNEL (ANALOGO A QUELLO DEI BIOTUNNEL DELLA FOS)

In questa sezione viene descritto il sistema elettrico di comando, controllo e supervisione. Il sistema è descritto genericamente, senza riferimento al numero di tunnel, al numero di ventilatori, precedentemente quantificati, presenti nell'impianto.

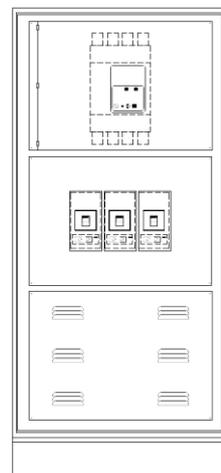
I quadri sotto illustrati sono stati progettati per l'installazione su un pavimento flottante (passaggio cavi al di sotto del rivestimento)

Il sistema elettrico si divide in due parti,

1. uno dedicato al processo ed
2. uno dedicato al presidio ambientale ed i suoi sottogruppi,

entrambi i sistemi sono alimentati da una unità POWER CENTER, di adeguata potenza (si riporta a fianco uno schema indicativo di questo quadro) composto da:

- arrivo linea ed interruttore generale con comando rinviato sull'esterno;
- circuiti per l'arresto di emergenza;
- circuiti di potenza per l'alimentazione e protezione dei motori realizzati con teleavviatori protetti contro il cortocircuito ed i sovraccarichi;
- circuiti ausiliari di controllo e comando comprendenti alimentatori, relays, temporizzatori, e quant'altro necessario per il corretto funzionamento;
- comandi installati sull'esterno del quadro.
- morsettiere di interfaccia per il collegamento dei cavi di potenza ed ausiliari provenienti dal campo.



di

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- scaldiglia con termostato per evitare condense in caso di abbassamento della temperatura (opzionale, non prevista per la localizzazione geografica dell'installazione);
- illuminazione interna.

Per quanto riguarda il presidio ambientale, il sistema elettrico prevede un unità quadri per i ventilatori assegnati al presidio ambientale, ed una dedicata alle pompe degli scrubber. Le unità saranno composte di:

- arrivo linea ed interruttore generale con comando rinvio sull'esterno;
- circuiti per l'arresto di emergenza;
- circuiti di potenza per l'alimentazione e protezione dei motori realizzati con teleavviatori protetti contro il cortocircuito ed i sovraccarichi;
- comandi installati sull'esterno del quadro.
- Controlli dei motori installati e relativi inverter
- morsettiere di interfaccia per il collegamento dei cavi di potenza ed ausiliari provenienti dal campo.
- scaldiglia con termostato per evitare condense in caso di abbassamento della temperatura (opzionale, non prevista per la localizzazione geografica dell'installazione);
- illuminazione interna.

(si evidenzia di seguito uno schema indicativo della unità quadri aspiratori aria ambiente)

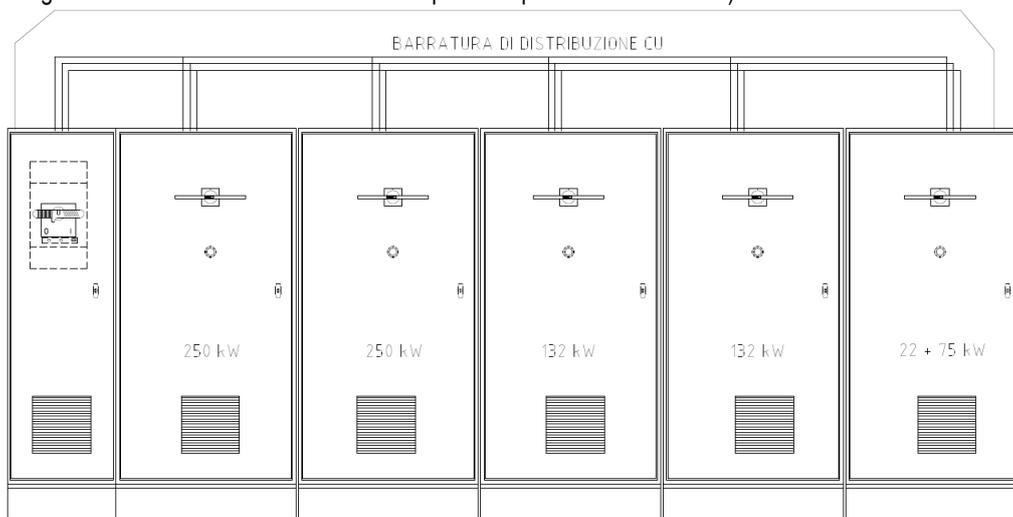


Figura 31 Schema indicativo della unità quadri aspiratori aria ambiente

Infine il processo sarà controllato da un unità quadri dedicata composta da:

- arrivo linea ed interruttore generale con comando rinvio sull'esterno;
- circuiti per l'arresto di emergenza;
- circuiti di potenza per l'alimentazione e protezione dei motori realizzati con teleavviatori protetti contro il cortocircuito ed i sovraccarichi;
- Touch screen per la gestione, controllo e regolazione dell'impianto e della logica di trattamento,
- Controlli dei motori installati e relativi inverter;
- Controlli dei attuatori;
- Attestazione linee delle sonde;
- morsettiere di interfaccia per il collegamento dei cavi di potenza ed ausiliari provenienti dal campo.
- scaldiglia con termostato per evitare condense in caso di abbassamento della temperatura (opzionale, non prevista per la localizzazione geografica dell'installazione);
- UPS (Unit Power Source): tale dispositivo avrà l'obiettivo di mantenere attivi per circa 120 minuti i circuiti ausiliari e di controllo in caso di mancanza rete di alimentazione; tale accorgimento garantisce la continuità dei programmi inseriti. (il dispositivo è opzionale in quanto i dati storici sono normalmente memorizzati su supporto magnetico presente nel PLC)
- illuminazione interna.

(mostriamo di seguito uno schema indicativo della unità quadri di logica)

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

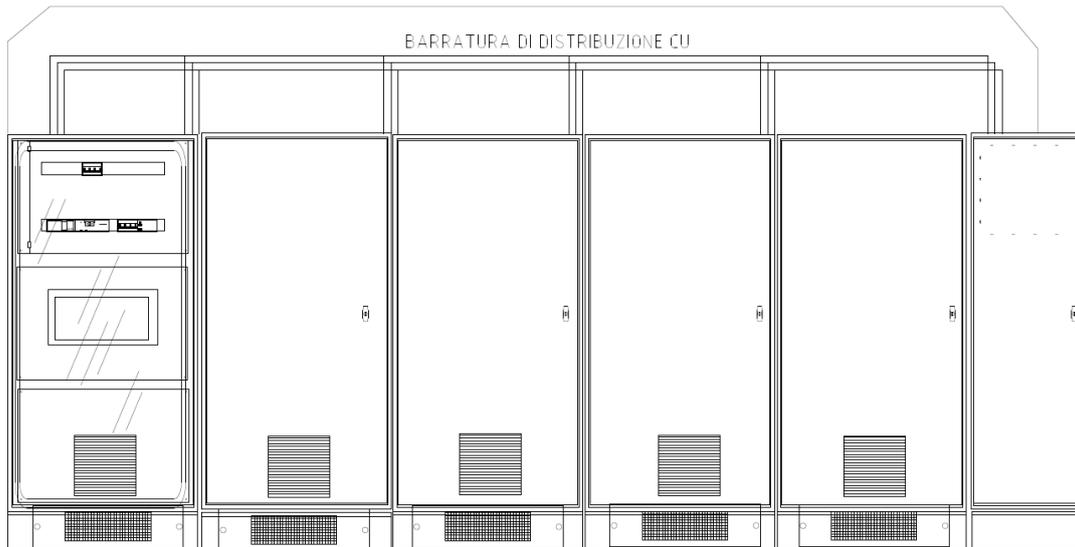


Figura 32 Schema indicativo della unità quadri di logica

Il sistema elettrico oltre a quanto descritto ai punti precedenti comprende anche:

- cavi di potenza (tipo FG7), cavi di segnale schermati, tubi, guaine, cassette di raccordo e giunzione;
- quadro, cassette, interruttori locali, sensori, variatori di frequenza;
- Sezionatore di linea (fungo di sicurezza) per manutenzione su ogni motore
- allacciamenti di potenza e automazione tra quadro principale, cassette locali, utenze, sensori, attuatori;
- strumentazione prevista;
- linee relative alla rete di acquisizione dati in cavo tipo PROFIBUS;
- impianto di terra equipotenziale (per unità quadri).

Sarà opportuno prevedere un gruppo di condizionamento all'interno dei locali quadri elettrici. Da una prima stima abbiamo circa 40kW termici attesi in emissione dalle ventole di raffreddamento dei gruppi quadro che, nell'ambito geografico dell'installazione, potrebbero causare problemi di corretto funzionamento.

5.7 SISTEMA DI AUTOMAZIONE

Il sistema di automazione consente il funzionamento automatico degli impianti serviti sulla base dei parametri di processo impostati e controllati. In caso di scostamenti anomali, ove necessario, il sistema visualizza segnali di allarme in modo da permettere agli operatori un eventuale intervento correttivo. E' prevista la possibilità di comandare manualmente tutte le utenze asservite.

Il sistema controlla e/o comanda le seguenti parti dell'impianto:

- Frequenza di funzionamento, corrente assorbita, numero giri motore, e temperatura inverter degli elettroventilatori di insufflazione / aspirazione dedicati alle biocelle
- Attuatori su condotte;
- Segnali delle sonde;
- Frequenza di funzionamento, corrente assorbita, numero giri motore, e temperatura inverter degli elettroventilatori dedicati al presidio ambientale.
- Funzionamento degli scrubber, compreso controllo livello acqua, frequenza di funzionamento e corrente assorbita dalla pompe di lavaggio.
- pompe di rilancio ed elettrovalvole di umidificazione biocelle e biofiltri.

5.7.1 Parametri rilevati nel sistema Biocelle

5.7.1.1 Misure della temperatura

Le temperature vengono misurate con sonde Pt100 a 3 fili. Sono previsti i seguenti punti di misura:

- per ogni tunnel: 2 misure sul materiale in stabilizzazione, la media delle due temperature riscontrate parteciperà alla gestione del sistema;

5.7.1.2 Misure di pressione e depressione

Le pressioni e depressioni vengono misurate con trasduttori con segnale in corrente. Sono previsti i seguenti punti di misura:

- sistema generale ogni ventilatore estrazione aria sarà dotato di una misura (7 in totale)

5.7.1.3 Misure di ossigeno

Per ogni tunnel viene misurato in continuo il tenore di ossigeno presente nell'aria in estrazione

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GERI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

5.7.1.4 Variatori di velocità

I variatori di velocità dei ventilatori, sono del tipo a frequenza variabile (Inverter).

Sono previsti i seguenti controlli di velocità:

- per ciascun ventilatore delle biocelle tunnel (aspirazione ed estrazione);
- Per ciascun ventilatore dell'aia di seconda maturazione (ambito 5)
- Per ciascun ventilatore dei gruppi aspirazione aria ambiente

La variazione di velocità dei ventilatori tramite inverter, consente di ottenere dei considerevoli risparmi sui costi di gestione. Il risparmio è di gran lunga superiore a quello ottenibile con la regolazione della portata mediante serrande che aumentano le perdite di carico del circuito aeraulico, cosa che invece non avviene agendo direttamente sul motore elettrico.

Poiché la corrente assorbita da un ventilatore centrifugo varia con il quadrato cubo della frequenza (velocità di rotazione), questo tipo di regolazione risulta molto efficace.

5.7.1.5 Visualizzazione

Dalla sala quadri, gli operatori possono accedere alle funzioni del sistema tramite un pannello touch screen di immediata comprensibilità e di facile accesso. Da qui sarà possibile gestire completamente il sistema. Nelle pagine seguenti sono riportati alcune schermate tipiche del sistema di controllo.

Le immagini seguenti potranno subire lievi variazioni in corso di definizione:

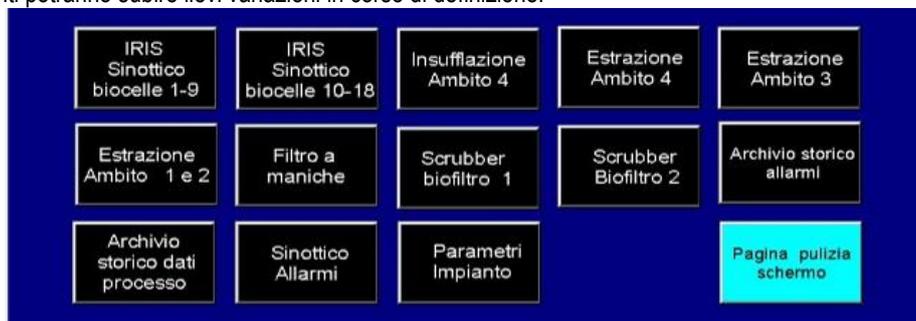
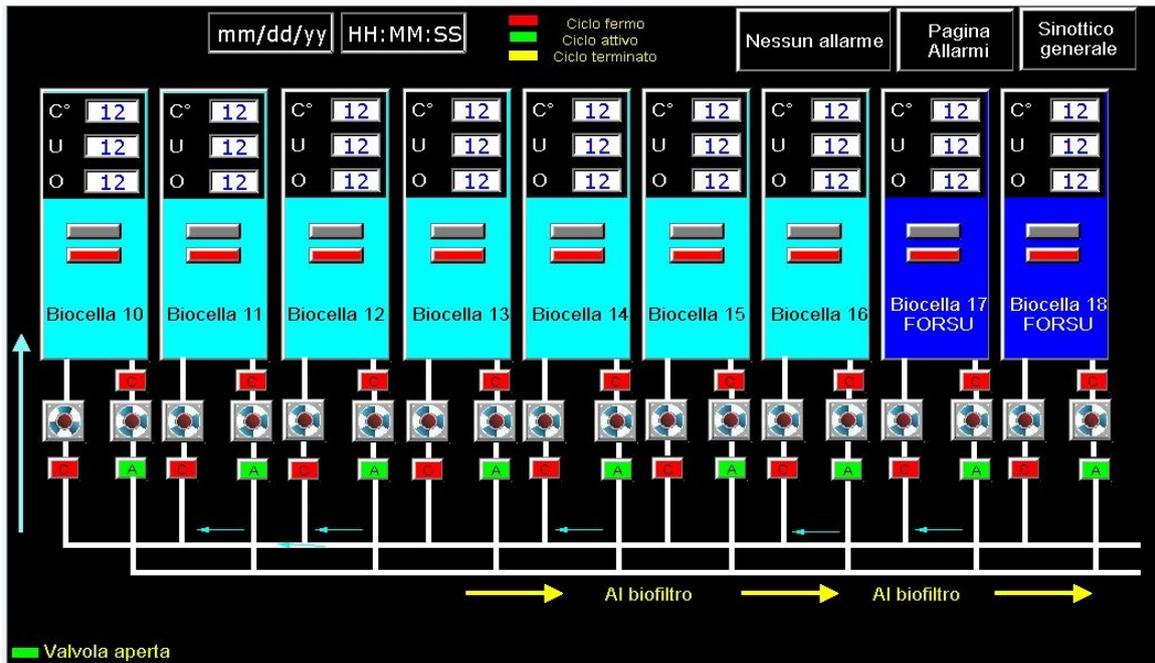


Figura 33 Tipico sinottico della pagina principale

La pagina principale permetterà di esaminare e/o programmare le macchine, gli attuatori e le sonde dei diversi ambiti dell'impianto; da qui è possibile interagire con ogni sezione impiantistica. In questa fase di sviluppo del software abbiamo identificato le seguenti sottopagine di controllo:

- Gruppo biocelle 1-9 (FOS e FORSU) – Ambito 3: da questa pagina si accede alla videata di stato/comando del gruppo di biocelle da 1 a 9. Questa pagina sarà descritta più avanti in modo maggiormente dettagliato.
- Gruppo biocelle 10-18 (FOS e FORSU) – Ambito 3 da questa pagina si accede alla videata di stato/comando del gruppo di biocelle da 10 a 18.
- Ventilatori insufflazione in aia di *Curing phase* (FORSU) – Ambito 4.
- Ventilatore estrazione aria ambito 4 – (Ambito 6 Presidio ambientale).
- Ventilatori estrazione aria processo e corridoi transito (FOS e FORSU) Ambito 3 – (Ambito 6 presidio ambientale).
- Ventilatori estrazione aria ambiente locali di ricezione (FOS e FORSU) Ambito 1 e Ambito 2 – Ambito 6.
- Filtro a maniche - Ambito 1.
- Scrubber 1 – (Ambito 6 Presidio ambientale).
- Scrubber 2 – (Ambito 6 Presidio ambientale).
- Sinottico allarmi: in questa sotto pagina verranno elencati gli eventuali allarmi e/o anomalie che si possano verificare durante il ciclo di lavoro.
- Parametri impianto: Videata per intervenire sui parametri di funzionamento del ciclo; tale pagina sarà protetta da password riservata ai conduttori dell'impianto.
- Archivio storico allarmi: qui vengono memorizzati gli allarmi che possono presentarsi durante la gestione dell'impianto.
- Archivio storico dati di processo: qui vengono registrati tutti i cicli di trattamento eseguiti. Il software prevede la possibilità di estrarre dal PLC i dati tramite un semplice supporto magnetico rimovibile (USB Key), per essere visualizzati e stampati da una qualunque piattaforma software.
- Pagina pulizia schermo: Pagina priva di comandi dedicata alla pulizia del *touch screen*, in modo da impedire i.

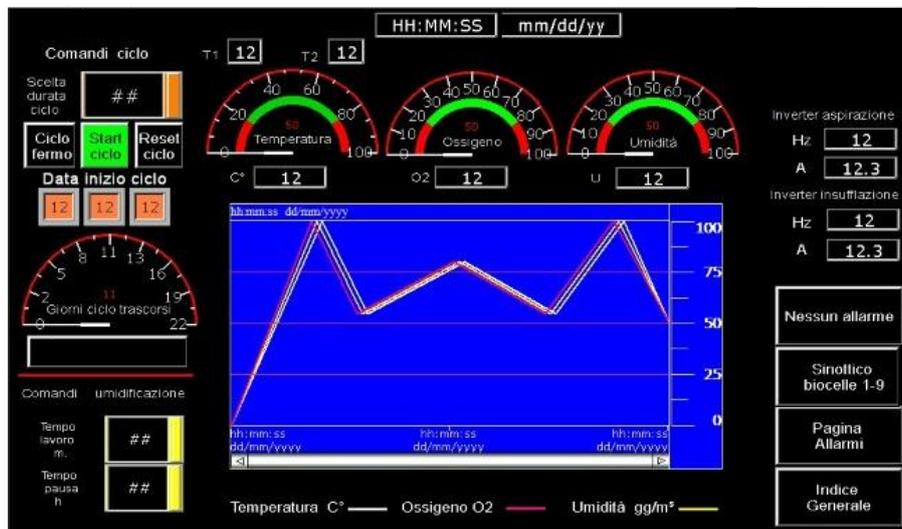
Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Ad ogni blocco di biocelle è stata dedicata una singola pagina video, questo per dare una maggiore semplicità e chiarezza all'operatore sui comandi; nella pagina è possibile:

- identificare immediatamente lo stato delle singole biocelle del blocco selezionato (ciclo avviato, ciclo terminato, biocella in fase di carico/scarico);
- la posizione (aperto/chiuso) di ogni valvola inerente il ciclo di insufflazione/aspirazione aria;
- il funzionamento dei ventilatori.
- la temperatura media del materiale, la percentuale di O₂ e la % di Umidità assoluta dell'aria estratta.

da questa videata, è inoltre possibile accedere ad un'altra schermata per una ulteriore analisi di ogni singola biocella:

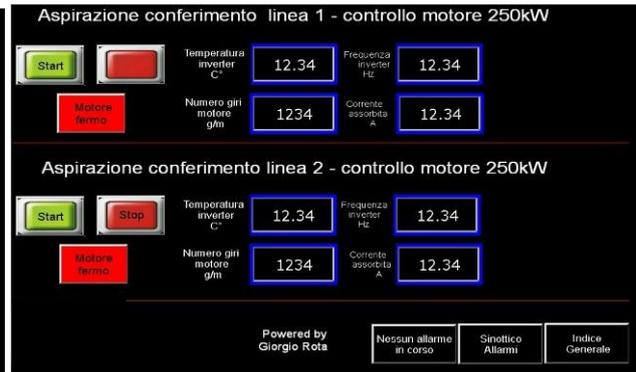
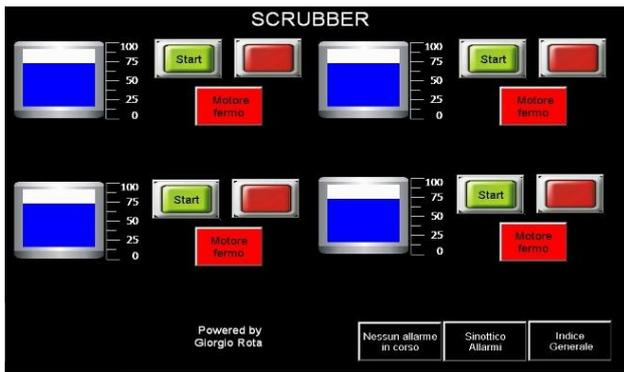


Da questa pagina video, dedicata ad ogni singola biocella (sia per il trattamento della FOS che della FORSU) è possibile esaminare in modo più dettagliato l'andamento del ciclo impostato; i dato appiono sia in forma alfanumerica che analogica digitale:

- Data inizio ciclo
- Giorni effettivi di ciclo trascorsi e giorni di ciclo restanti;
- Umidificazione (tempi effettivi e pause impostate);
- Temperatura media e temperature rilevate dalle singole sonde di temperatura
- % Umidità assoluta e % O₂ contenuto nell'aria aspirata;
- Frequenza di lavoro ed assorbimento dei due motori dedicati alla biocella (aspirazione ed insufflazione);
- sarà inoltre disponibile un grafico con le misure rilevate dalle sonde durante l'intero ciclo.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Alleghiamo di seguito, a scopo puramente dimostrativo, la grafica in fase di sviluppo delle pagine video dedicate agli scrubber ed ai ventilatori aspirazione arie di processo.



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<u>SO GE RI S.r.l.</u> <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

6. DIMENSIONAMENTI FILIERA RSU
6.1 SCENARIO ORDINARIO

I dati operativi della piattaforma in progetto sono desumibili dalla seguente tabella che si riferisce allo scenario "ordinario".

DATI DI TARGA LINEE TMB SCENARIO ORDINARIO	
RSU COMPLESSIVAMENTE CONFERITI IN IMPIANTO	262.500 t/a
RSU INGOMBRANTI NON PROCESSABILI	5.250 t/a
CAPACITA' DI TRATTAMENTO SU BASE ANNUA	257.250 t/a
GIORNI ANNO DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	350 gg
N° DI LINEE DELL'IMPIANTO	2
N° DI TURNI PER GIORNO	2
N° ORE PER TURNO	6,00 h/g
FATTORE DI EFFICIENZA	1,0
TONNELLATE AL GIORNO TRATTATE	750,0
POTENZIALITA' ORARIA DELLA LINEA	31,25 t/h
POTENZIALITA' ORARIA DELLA LINEA AL NETTO DEI NON PROCESSABILI	30,63 t/h
POTENZIALITA' ORARIA COMPLESSIVA	62,50 t/h
POTENZIALITA' ORARIA COMPLESSIVA AL NETTO DEI NON PROCESSABILI	61,25 t/h

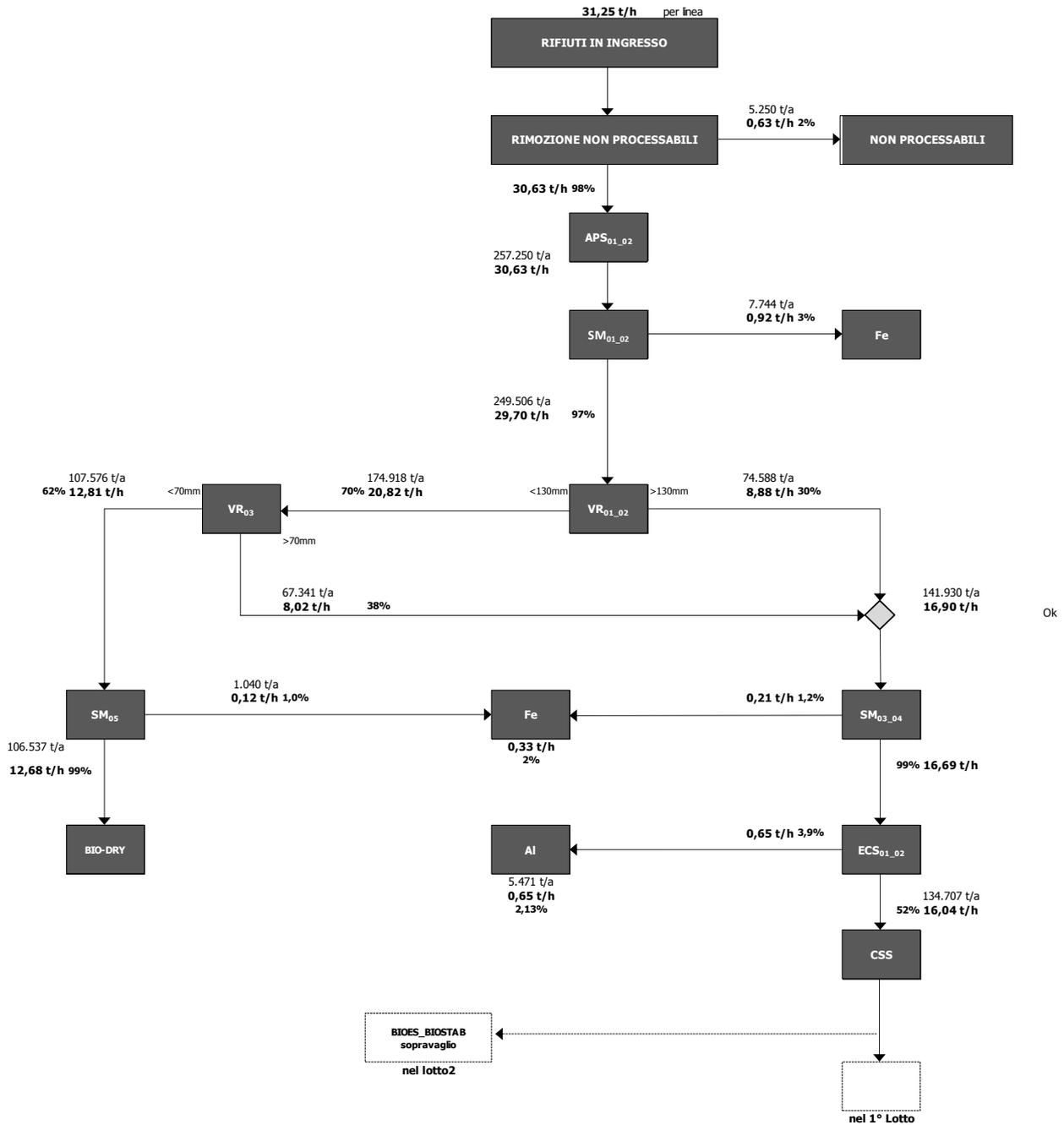
La tabella seguente riporta il macrobilancio "atteso" a valle dei previsti trattamenti, nelle due diverse situazioni e cioè a monte del trattamento in biotunnel e a valle dello stesso trattamento.

NON PROCESSABILI	2,00%	5.250,00 t/a
RICICLABILI	6,10%	16.006,55 t/a
CSS	51,32%	134.706,94 t/a
PERDITE	0,00%	0,00 t/a
SCARTI ALLA BIOSTABILIZZAZIONE	40,59%	106.536,51 t/a
TOTALE	100%	262.500,00 t/a
riepilogo bilancio monte biocelle		

NON PROCESSABILI	2,00%	5.250,00 t/a
RICICLABILI	6,10%	16.006,55 t/a
BIOSTABILIZZATO	28,86%	75.753,22 t/a
PERDITE	11,73%	30.783,29 t/a
CSS	51,32%	134.706,94 t/a
TOTALE	100%	262.500,00 t/a
riepilogo bilancio valle biocelle		

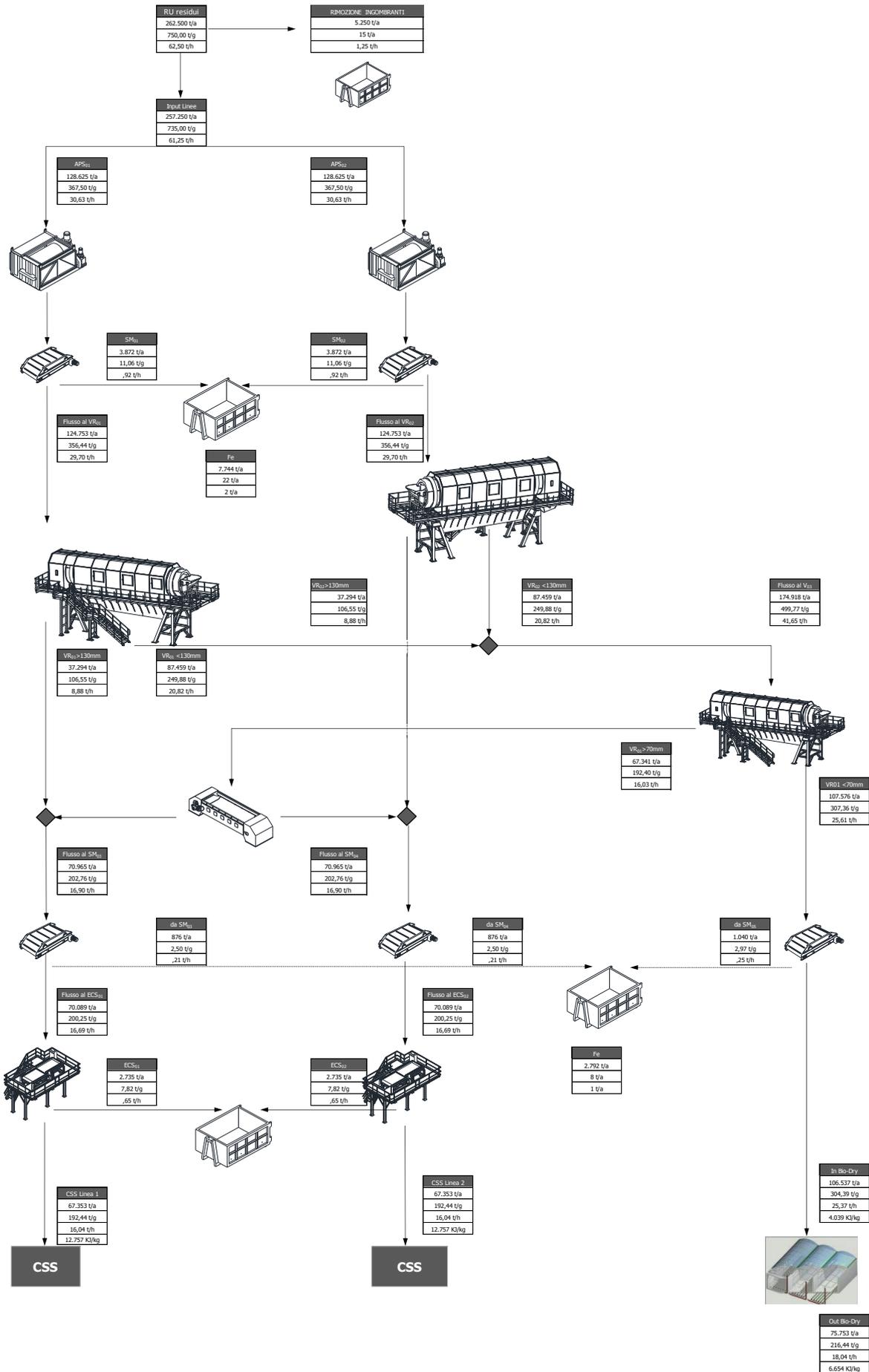
Di seguito si espone lo schema a blocchi quantificato della linea nel caso dello "scenario ordinario".

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Viene altresì per comodità riportato anche un *flow sheet* quantificato che si riferisce al medesimo “scenario ordinario”

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Capogruppo Mandataria:	VITTADELLO	Mandante:	SO GERI S.r.l. <i>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</i>
Mandante:	LOTO IMPIANTI SRL	Mandante:	torricelli

Nella tabella seguente viene riportato l'input alla linea, con una macro aggregazione per classi merceologiche raggruppate in funzione della merceologia di partenza. La tabella riporta per ogni singolo flusso informazioni importanti tra le quali il PCI di ogni singolo flusso.

INPUT RU residui	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	5,50%	1,7	1,6	2,45%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,00%	0,9	0,8	16,50%	0,50%	5,00%	27.568	33.500
Plastiche pesanti	11,60%	3,6	3,2	10,59%	0,56%	3,66%	26.195	29.586
Carta e cartone	19,30%	5,9	4,0	32,49%	0,30%	15,04%	8.640	13.977
Altro	60,60%	18,6	9,6	48,03%	1,06%	47,09%	4.876	11.556
Totale	100,00%	30,63	19,2	37,24%	0,70%	35,67%	8.488	14.926

Le due tabelle seguenti si riferiscono alla fase di deferrizzazione iniziale sul flusso effluente dal sistema apirisacco. Di ognuno dei due flussi, cioè l'intercettato ed il passante, vengono riportate le specifiche caratteristiche:

OUTPUT 1: METALLI FERROSI	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	80,14%	43,86%	0,7	0,7	2,01%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	1,00%	1,00%	0,0	0,0	16,50%	0,50%	5,00%	27.568	33.500
Plastiche pesanti	0,07%	0,02%	0,0	0,0	16,00%	1,50%	4,00%	28.588	34.500
Carta e cartone	4,68%	0,73%	0,0	0,0	32,23%	0,31%	15,00%	8.568	13.810
Altro	14,11%	0,70%	0,1	0,1	48,06%	0,47%	45,84%	4.790	11.424
Total	100,00%	3,01%	0,9	0,8	10,07%	0,05%	87,28%	1.371	1.750

OUTPUT 2: PASSANTE	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	3,18%	56,14%	0,9	0,9	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,06%	99,00%	0,9	0,8	16,50%	0,50%	5,00%	27.568	33.500
Plastiche pesanti	11,96%	99,98%	3,6	3,2	10,59%	0,56%	3,66%	26.194	29.585
Carta e cartone	19,75%	99,27%	5,9	4,0	32,49%	0,30%	15,04%	8.641	13.978
Altro	62,04%	99,30%	18,4	9,6	48,03%	1,06%	47,10%	4.876	11.557
Total	100,00%	96,99%	29,7	18,4	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: METALLI FERROSI	3,01%	0,9	0,8	10,07%	0,05%	87,28%	1.371	1.750
OUTPUT 2: RESTO	96,99%	29,7	18,4	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520
TOTAL OUTPUT	100,00%	30,6	19,2	37,24%	0,70%	35,67%	8.488	14.926
INPUT	100,00%	30,6	19,2	37,24%	0,70%	35,67%	8.488	14.926

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Nella tabella successiva viene riportata la fase di vagliatura 1° stadio ϕ 130 mm.

FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA VAGLIANTE - VAGLIO 130mm

RETURN

INPUT: PASSANTE SM_01	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	3,18%	-	0,9	0,9	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,06%	-	0,9	0,8	16,50%	0,50%	5,00%	27.568	33.500
Plastiche pesanti	11,96%	-	3,6	3,2	10,59%	0,56%	3,66%	26.194	29.585
Carta e cartone	19,75%	-	5,9	4,0	32,49%	0,30%	15,04%	8.641	13.978
Altro	62,04%	-	18,4	9,6	48,03%	1,06%	47,10%	4.876	11.557
Totale	100,00%	-	29,70	18,4	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520

OUTPUT 1: FRAZIONE 0-130mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	3,41%	75,00%	0,7	0,7	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	1,29%	29,50%	0,3	0,2	16,38%	0,50%	5,00%	27.612	33.500
Plastiche pesanti	9,24%	54,14%	1,9	1,7	10,86%	0,58%	3,72%	26.415	29.931
Carta e cartone	10,08%	35,77%	2,1	1,4	34,64%	0,30%	15,06%	7.928	13.429
Altro	75,99%	85,87%	15,8	8,1	48,77%	0,78%	50,14%	4.055	10.146
Totale	100,00%	70,11%	20,8	12,1	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175

OUTPUT 2: FRAZIONE >130mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	2,66%	25,00%	0,2	0,2	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	7,22%	70,50%	0,6	0,5	16,55%	0,50%	5,00%	27.550	33.500
Plastiche pesanti	18,34%	45,86%	1,6	1,5	10,26%	0,54%	3,60%	25.934	29.179
Carta e cartone	42,44%	64,23%	3,8	2,6	31,29%	0,30%	15,03%	9.038	14.270
Altro	29,33%	14,13%	2,6	1,5	43,55%	2,62%	30,31%	9.865	19.336
Totale	100,00%	29,89%	8,9	6,3	29,21%	0,91%	18,02%	13.476	20.037

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: FRAZIONE 0-130mm	70,11%	20,8	12,1	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175
OUTPUT 2: FRAZIONE >130mm	29,89%	8,9	6,3	29,21%	0,91%	18,02%	13.476	20.037
TOTAL OUTPUT	100,00%	29,7	18,4	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520
INPUT	100,00%	29,7	18,4	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Nella tabella successiva viene riportata la fase di vagliatura 2° stadio ϕ 80 mm.

FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA VAGLIANTE - VAGLIO 80mm

RETURN

INPUT: VR_01 <130mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	3,41%	-	0,7	0,7	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	1,29%	-	0,3	0,2	16,38%	0,50%	5,00%	27.612	33.500
Plastiche pesanti	9,24%	-	1,9	1,7	10,86%	0,58%	3,72%	26.415	29.931
Carta e cartone	10,08%	-	2,1	1,4	34,64%	0,30%	15,06%	7.928	13.429
Altro	75,99%	-	15,8	8,1	48,77%	0,78%	50,14%	4.055	10.146
Totale	100,00%	-	20,82	12,1	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175

OUTPUT 1: FRAZIONE 0-80mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	0,94%	16,94%	0,1	0,1	2,71%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,08%	3,96%	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	2,40%	15,95%	0,3	0,3	12,81%	0,80%	4,01%	27.535	31.941
Carta e cartone	1,73%	10,57%	0,2	0,1	38,48%	0,30%	15,03%	6.527	12.143
Altro	94,85%	76,77%	12,1	6,1	49,49%	0,51%	52,76%	3.407	9.037
Totale	100,00%	61,50%	12,8	6,7	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894

OUTPUT 2: FRAZIONE >80mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	7,35%	83,06%	0,6	0,6	2,82%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,21%	96,04%	0,3	0,2	16,39%	0,50%	5,00%	27.609	33.500
Plastiche pesanti	20,16%	84,05%	1,6	1,4	10,49%	0,54%	3,67%	26.202	29.560
Carta e cartone	23,41%	89,43%	1,9	1,2	34,19%	0,30%	15,06%	8.093	13.571
Altro	45,86%	23,23%	3,7	2,0	46,37%	1,61%	41,98%	6.197	13.597
Totale	100,00%	38,50%	8,0	5,4	32,12%	0,81%	29,80%	10.908	17.193

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: FRAZIONE 0-130mm	61,50%	12,8	6,7	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894
OUTPUT 2: FRAZIONE >130mm	38,50%	8,0	5,4	32,12%	0,81%	29,80%	10.908	17.193
TOTAL OUTPUT	100,00%	20,8	12,1	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175
INPUT	100,00%	20,8	12,1	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La tabella seguente analizza l'azione di intercettazione ferrosi da parte del deferrizzatore posto sul flusso di sopravvaglio > φ 130 effluente dal 2° vaglio rotante.

ANALISI DEI FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA DI DEFERRIZZAZIONE SUL FLUSSO >130mm del VR_01

RETURN

INPUT: VR_01 >130mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	4,89%	-	0,8	0,8	2,82%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	5,32%	-	0,9	0,8	16,50%	0,50%	5,00%	27.567	33.500
Plastiche pesanti	19,21%	-	3,2	2,9	10,37%	0,54%	3,63%	26.068	29.369
Carta e cartone	33,41%	-	5,6	3,8	32,25%	0,30%	15,04%	8.724	14.044
Altro	37,18%	-	6,3	3,4	45,20%	2,04%	36,99%	7.718	16.049
Totale	100,00%	-	16,9	11,7	30,59%	0,86%	23,48%	12.258	18.717

OUTPUT 1: FERROUS METALS	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	58,89%	14,88%	0,1	0,1	2,03%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	4,31%	1,00%	0,0	0,0	16,50%	0,50%	5,00%	27.567	33.500
Plastiche pesanti	0,20%	0,01%	0,0	0,0	16,00%	1,50%	4,00%	28.588	34.500
Carta e cartone	19,71%	0,73%	0,0	0,0	32,01%	0,31%	15,00%	8.644	13.868
Altro	16,89%	0,56%	0,0	0,0	42,83%	0,54%	32,55%	8.364	16.418
Total	100,00%	1,23%	0,2	0,2	15,48%	0,13%	71,17%	4.361	5.569

OUTPUT 2: REST	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	4,21%	85,12%	0,7	0,7	2,96%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	5,33%	99,00%	0,9	0,7	16,50%	0,50%	5,00%	27.567	33.500
Plastiche pesanti	19,44%	99,99%	3,2	2,9	10,37%	0,54%	3,63%	26.067	29.368
Carta e cartone	33,58%	99,27%	5,6	3,8	32,25%	0,30%	15,04%	8.725	14.045
Altro	37,43%	99,44%	6,2	3,4	45,22%	2,05%	37,02%	7.715	16.046
Total	100,00%	98,77%	16,7	11,6	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: METALLI FERROSI	1,23%	0,2	0,2	15,48%	0,13%	71,17%	4.361	5.569
OUTPUT 2: RESTO	98,77%	16,7	11,6	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918
TOTAL OUTPUT	100,00%	16,9	11,7	30,59%	0,86%	23,48%	12.258	18.717
INPUT	100,00%	16,9	11,7	30,59%	0,86%	23,48%	12.258	18.717

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

La tabella seguente analizza l'azione di intercettazione non ferrosi da parte del separatore ECS posto sul flusso di sopravvaglio > φ 130 effluente dal 2° vaglio rotante e precedentemente deferrizzato.

FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA DI SEPARAZIONE A CORRENTI PARASSITE SUL FLUSSO >130mm

RETURN

INPUT: SM_02 Passante	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	4,21%	-	0,7	0,7	2,96%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	5,33%	-	0,9	0,7	16,50%	0,50%	5,00%	27.567	33.500
Plastiche pesanti	19,44%	-	3,2	2,9	10,37%	0,54%	3,63%	26.067	29.368
Carta e cartone	33,58%	-	5,6	3,8	32,25%	0,30%	15,04%	8.725	14.045
Altro	37,43%	-	6,2	3,4	45,22%	2,05%	37,02%	7.715	16.046
Totale	100,00%	-	16,7	11,6	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918

OUTPUT 1: NON FERROUS METALS	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	82,64%	76,61%	0,5	0,5	3,00%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,41%	2,49%	0,0	0,0	17,00%	0,50%	5,00%	27.389	33.500
Plastiche pesanti	2,15%	0,43%	0,0	0,0	13,96%	0,91%	4,23%	29.324	34.477
Carta e cartone	9,07%	1,05%	0,1	0,0	37,77%	0,23%	16,10%	8.121	14.536
Altro	2,73%	0,28%	0,0	0,0	49,74%	1,39%	19,16%	6.967	16.273
Totale	100,00%	3,90%	0,6513	0,6	8,14%	0,07%	84,42%	2.492	2.864

OUTPUT 2: PASSANTE A CSS	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	1,02%	23,39%	0,2	0,2	2,82%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	5,41%	97,51%	0,9	0,7	16,49%	0,50%	5,00%	27.572	33.500
Plastiche pesanti	20,15%	99,57%	3,2	2,9	10,36%	0,54%	3,63%	26.053	29.347
Carta e cartone	34,58%	98,95%	5,5	3,8	32,20%	0,30%	15,03%	8.731	14.040
Altro	38,84%	99,72%	6,2	3,4	45,20%	2,05%	37,07%	7.717	16.046
Totale	100,00%	96,10%	16,0	11,0	31,70%	0,92%	19,39%	12.757	19.795

CHECK	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: NON FERROUS METALS		3,90%	0,7	0,6	8,14%	0,07%	84,42%	2.492	2.864
OUTPUT 2: REST		96,10%	16,0	11,0	31,70%	0,92%	19,39%	12.757	19.795
TOTAL OUTPUT		100,00%	16,7	11,6	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918
INPUT		100,00%	16,7	11,6	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918

Il flusso demetallizzato in questa fase viene momentaneamente stoccato negli appositi box in c.a. prefabbricato per essere quindi avviato a recupero energetico o altre forme ammesse di smaltimento in relazione all'effettivo contenuto energetico di detto flusso.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Nella tabelle che seguono si analizza il flusso iniziale di sottovaglio effluente dal 2° stadio di vagliatura $\phi < 80$ mm. Su detto flusso viene effettuata una deferrizzazione il cui bilancio è riportato nella tabella successiva.

ANALISI DEI FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA DI DEFERRIZZAZIONE SUL FLUSSO <80mm									RETURN
INPUT: VR_02 <80mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	0,94%	-	0,1	0,1	2,71%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,08%	-	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	2,40%	-	0,3	0,3	12,81%	0,80%	4,01%	27.535	31.941
Carta e cartone	1,73%	-	0,2	0,1	38,48%	0,30%	15,03%	6.527	12.143
Altro	94,85%	-	12,1	6,1	49,49%	0,51%	52,76%	3.407	9.037
Totale	100,00%	-	12,8	6,7	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894

OUTPUT 1: FERROUS METALS	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	22,61%	23,30%	0,0	0,0	2,02%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,09%	1,00%	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	0,16%	0,07%	0,0	0,0	16,00%	1,50%	4,00%	28.588	34.500
Carta e cartone	1,39%	0,78%	0,0	0,0	37,56%	0,31%	15,00%	6.754	12.290
Altro	75,75%	0,77%	0,1	0,0	50,03%	0,43%	51,54%	3.447	9.277
Total	100,00%	0,97%	0,12	0,1	38,91%	0,28%	66,62%	2.775	6.041

OUTPUT 2: PASSANTE ALLA BIOSTABILIZZAZIONE	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	0,73%	76,70%	0,1	0,1	2,93%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,08%	99,00%	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	2,42%	99,93%	0,3	0,3	12,81%	0,80%	4,01%	27.534	31.939
Carta e cartone	1,74%	99,22%	0,2	0,1	38,49%	0,30%	15,03%	6.525	12.142
Altro	95,04%	99,23%	12,1	6,1	49,49%	0,51%	52,77%	3.406	9.035
Total	100,00%	99,03%	12,68	6,6	48,05%	0,51%	50,53%	4.039	9.938

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: METALLI FERROSI	0,97%	0,1	0,1	38,91%	0,28%	66,62%	2.775	6.041
OUTPUT 2: RESTO	99,03%	12,7	6,6	48,05%	0,51%	50,53%	4.039	9.938
TOTAL OUTPUT	100,00%	12,8	6,7	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894
INPUT	100,00%	12,8	6,7	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894

Dall'esame della precedente tabella si evince che il quantitativo di sottovaglio a valenza biodegradabile che viene alimentato nelle biocelle è pari a 12,68 t/h.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La tabella seguente evidenzia la trasformazione che la frazione a prevalente composizione organica subisce nella fase di biostabilizzazione/bioessiccazione in biocella. E' evidente che le perdite di processo, principalmente dovute alla riduzione del tenore di umidità della biomassa, costituisce l'elemento di maggior rilievo della presente fase.

ANALISI DEL FLUSSO ALIMENTATO ALLA FASE DI BIOESSICCAZIONE			PERDITE DI UMIDITA' STIMATA DAL MODELLO =				28,89%	30.783,29 t/a	RETURN
INPUT : SCARTI VARI DI PROCESSO ALLA BIOESSICCAZIONE	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	0,73%	-	0,1	0,1	2,93%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,08%	-	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	2,42%	-	0,3	0,3	12,81%	0,80%	4,01%	27.534	31.939
Carta e cartone	1,74%	-	0,2	0,1	38,49%	0,30%	15,03%	6.525	12.142
Altro	95,04%	-	12,1	6,1	49,49%	0,51%	52,77%	3.406	9.035
Totale	100,00%	-	12,68	6,6	48,05%	0,51%	50,53%	4.039	9.938
TOTALE ANNUO			IN 106.536,5	55.349,0					

OUTPUT 1: BIOESSICCATO/BIOSTABILIZZATO		Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Perdite di processo (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	1,01%			0,1	0,1	1,46%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,11%			0,0	0,0	8,08%	0,50%	5,00%	30.594	33.500
Plastiche pesanti	3,16%			0,3	0,3	6,36%	0,80%	4,01%	29.750	31.939
Carta e cartone	1,77%			0,2	0,1	15,15%	0,30%	15,03%	9.932	12.142
Altro	93,95%			8,5	6,1	28,14%	0,51%	52,77%	5.858	9.035
Totale	100,00%		28,9%	9,02	6,6	26,94%	0,51%	50,53%	6.654	9.938

Nei fogli successivi si analizzano nel dettaglio i dimensionamenti e le predette perdite di processo e si effettua altresì una verifica dimensionale delle biocelle.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

rifiuto da bioessicare/biostabilizzare **106.537 t/a**
riferiti alle due linee **304 t/g**

Capacità biotunnel

gg



gg di permanenza
gg di carico/scarico
gg totali di ciclo

6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	7	8	9	10	11	12	13	14
1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
7,59	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59

Altezza di riempimento
Larghezza biotunnel
Lunghezza biotunnel

mt	3							
mt	8,7							
mt	31							

Volume stoccabile

m ³	809,1	809,1	809,1	809,10	809,1	809,1	809,1	809,1
----------------	-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------

Densità sottovaglio abbancato

ton/m ³	0,60	0,6	0,6	0,60	0,6	0,6	0,6	0,6
--------------------	-------------	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----

sottovaglio abbancabile/ciclo in biocella

tons	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Cicli/anno

	48,06	42,47	38,04	34,45	31,48	28,98	26,85	25,01	23,41
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

sottovaglio trattabile/1 biotunnel

ton/anno	23.330,63	20.616,14	18.467,48	16.724,42	15.282,02	14.068,67	13.033,81	12.140,77	11.362,26
----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Nr. Biotunnel

	8							
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Quantitativo in biocella

	186.645	164.929	147.740	133.795	122.256	112.549	104.271	97.126	90.898
--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------

Portata specifica

Nmc/tonST*h	40	40	40	40	40	40	40	40
-------------	-----------	----	----	----	----	----	----	----

Perdite di acqua

% sul flusso	19,66	21,71	23,65	25,50	27,25	28,89	30,44	31,89	33,24
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

SULLA CAPACITA' EFFETTIVA DELLA BIOCELLA

t/a	20.946,25	23.125,78	25.199,24	27.166,65	29.028,00	30.783,29	32.432,52	33.975,69	35.412,80
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

CHE SONO LE PERDITE DI PROCESSO ASSUNTE NEL BILANCIO

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GE RI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

MATRICE DELLE CAPACITA' DEI BIOTUNNEL 8,7x31 mt in PROGETTO

	6	7	8	9	10	11	12	13	14
n°	T 6 gg	T 7 gg	T 8 gg	T 9 gg	T 10 gg	T 11 gg	T 12 gg	T 13 gg	T 14 gg
1	23.331	20.616	18.467	16.724	15.282	14.069	13.034	12.141	11.362
2	46.661	41.232	36.935	33.449	30.564	28.137	26.068	24.282	22.725
3	69.992	61.848	55.402	50.173	45.846	42.206	39.101	36.422	34.087
4	93.323	82.465	73.870	66.898	61.128	56.275	52.135	48.563	45.449
5	116.653	103.081	92.337	83.622	76.410	70.343	65.169	60.704	56.811
6	139.984	123.697	110.805	100.347	91.692	84.412	78.203	72.845	68.174
7	163.314	144.313	129.272	117.071	106.974	98.481	91.237	84.985	79.536
8	186.645	164.929	147.740	133.795	122.256	112.549	104.271	97.126	90.898
9	209.976	185.545	166.207	150.520	137.538	126.618	117.304	109.267	102.260
10	233.306	206.161	184.675	167.244	152.820	140.687	130.338	121.408	113.623
11	256.637	226.778	203.142	183.969	168.102	154.755	143.372	133.549	124.985
12	279.968	247.394	221.610	200.693	183.384	168.824	156.406	145.689	136.347
13	303.298	268.010	240.077	217.417	198.666	182.893	169.440	157.830	147.709
14	326.629	288.626	258.545	234.142	213.948	196.961	182.473	169.971	159.072

Sottovaglio alimentato in biocella, nello scenario ordinario		106.537 t/a
		304 t/g
<i>Dati geometrici biocelle</i>		
lunghezza di una biocella		31
larghezza di una biocella		8,70
area di una biocella	m ²	270
altezza di strato nelle biocelle		3
volume utile di una biocella	m ³	809
peso specifico sottovaglio abbancato	t/m ³	0,6
sottovaglio in una biocella	t	485
tempo di permanenza teorico per ciclo	gg	11
tempo morto di carico e scarico	gg	1,6
tempo totale di un ciclo	gg	13
n° cicli per anno	n.	29
Rifiuti trattabili in 1 biotunnel per anno	t/a	14.069
fabbisogno di volume di biocelle per ciclo	m ³	6.127
n° di biocelle occorrenti		8
n. effettivo di biocelle da utilizzare nella fase di gestione ordinaria	n	8
tonnellate trattabili per anno	t/a	112.549
fabbisogno effettivo di trattamento	t/a	106.537
sovradimensionamento teorico		6%
perdite di processo	t/a	30.783
BIOSTABILIZZATO		75.753 t/a

Dati caratteristici biocelle		
Quantità di materiale da biostabilizzare	ton/a	106.537
	totale nel biotunnel	106.537
	Giorni solari	365
Quantità di materiale da stabilizzare per giorno solare	tonn/giorno	292
Quantità di materiale da compostare per giorno lavorativo	tonn/giorno	304
Numero di celle	n°	8
Quantità di materiale per cella	m ³	809
	t	485
Peso specifico iniziale del materiale da stabilizzare	ton/m ³	0,60
Tempo occorrente per il riempimento di un biotunnel	gg.	1,6
<i>Geometria della singola cella</i>		
Lunghezza	m	31,00
Larghezza	m	8,70
altezza cumulo	m	3,00
VOLUME SINGOLO TUNNEL	m ³	809

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

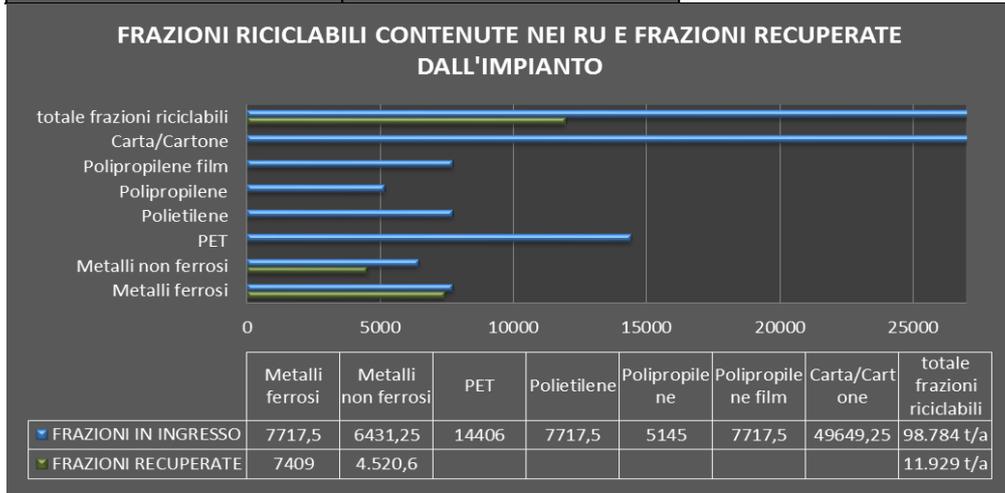
Dimensionamento insufflaggio aria in biocella		
Quantità di materiale nella biocella, per ciclo	t	485
	m ³	809
Umidità del materiale		65%
SS		35%
SV	57%	della SS
quantità unitaria d'aria da insufflare	m ³ /h/t di SV	82,6
	t di SV	97
quantità complessiva di aria per biocella	m ³ /h	8000
numero di ventilatori previsti per biocella		1
Calcolo della potenza singolo ventilatore		
D A T I		
portata singolo ventilatore	Nm ³ /h	8.000
prevalenza	mmH ₂ O	450
temperatura ingresso	°C	25,0
pressione ingresso	bar	0,94
densità a 0 °C	kg/m ³	1,25
rendimento	%	0,88
portata	Nm ³ /s	2,222
prevalenza	Pa	4.500
risultati		
portata normalizzata	m ³ /s	2,3
potenza teorica	kW	11,7
fattore di sicurezza		0%
potenza richiesta	kW	11,66
potenza minima singolo motore	kW	11,66
POTENZA EFFETTIVAMENTE INSTALLATA	kW	18,00
numero di ventilatori per biocella		1
portata singolo ventilatore	m ³ /h	8.000,0
	m ³ /s	2,222
temperatura aria	°C	23
pressione ingresso	bar	0,940
portata normalizzata	m ³ /s	2,265
velocità nel collettore	m/s	12
sezione collettore	m ²	0,189
diametro collettore	m	0,490

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GERI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

A conclusione dell'analisi effettuata si evidenziano alcune ulteriori tabelle che indicano:

- raffronto tra il flussi riciclabili in ingresso all'impianto e quelli effettivamente recuperati.

INGRESSO IMPIANTO	MPS RECUPERATE	% MPS RECUPERATE
7717,5	7409	96%
6431,25	4.520,6	70%
14406		
7717,5		
5145		
7717,5		
49649,25		
98.784 t/a	11.929 t/a	
	12%	



6.2 SCENARIO DI PUNTA

I dati operativi della piattaforma in progetto sono desumibili dalla seguente tabella che si riferisce allo scenario "di punta".

DATI DI TARGA LINEE TMB SCENARIO ORDINARIO	
RSU COMPLESSIVAMENTE CONFERITI IN IMPIANTO	350.000 t/a
RSU INGOMBRANTI NON PROCESSABILI	7.000 t/a
CAPACITA' DI TRATTAMENTO SU BASE ANNUA	343.000 t/a
GIORNI ANNO DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	350 gg
N° DI LINEE DELL'IMPIANTO	2
N° DI TURNI PER GIORNO	3
N° ORE PER TURNO	6,00 h/g
FATTORE DI EFFICIENZA	1,0
TONNELLATE AL GIORNO TRATTATE	1.000,0
POTENZIALITA' ORARIA DELLA LINEA	27,78 t/h
POTENZIALITA' ORARIA DELLA LINEA AL NETTO DEI NON PROCESSABILI	27,22 t/h
POTENZIALITA' ORARIA COMPLESSIVA	55,56 t/h
POTENZIALITA' ORARIA COMPLESSIVA AL NETTO DEI NON PROCESSABILI	54,44 t/h

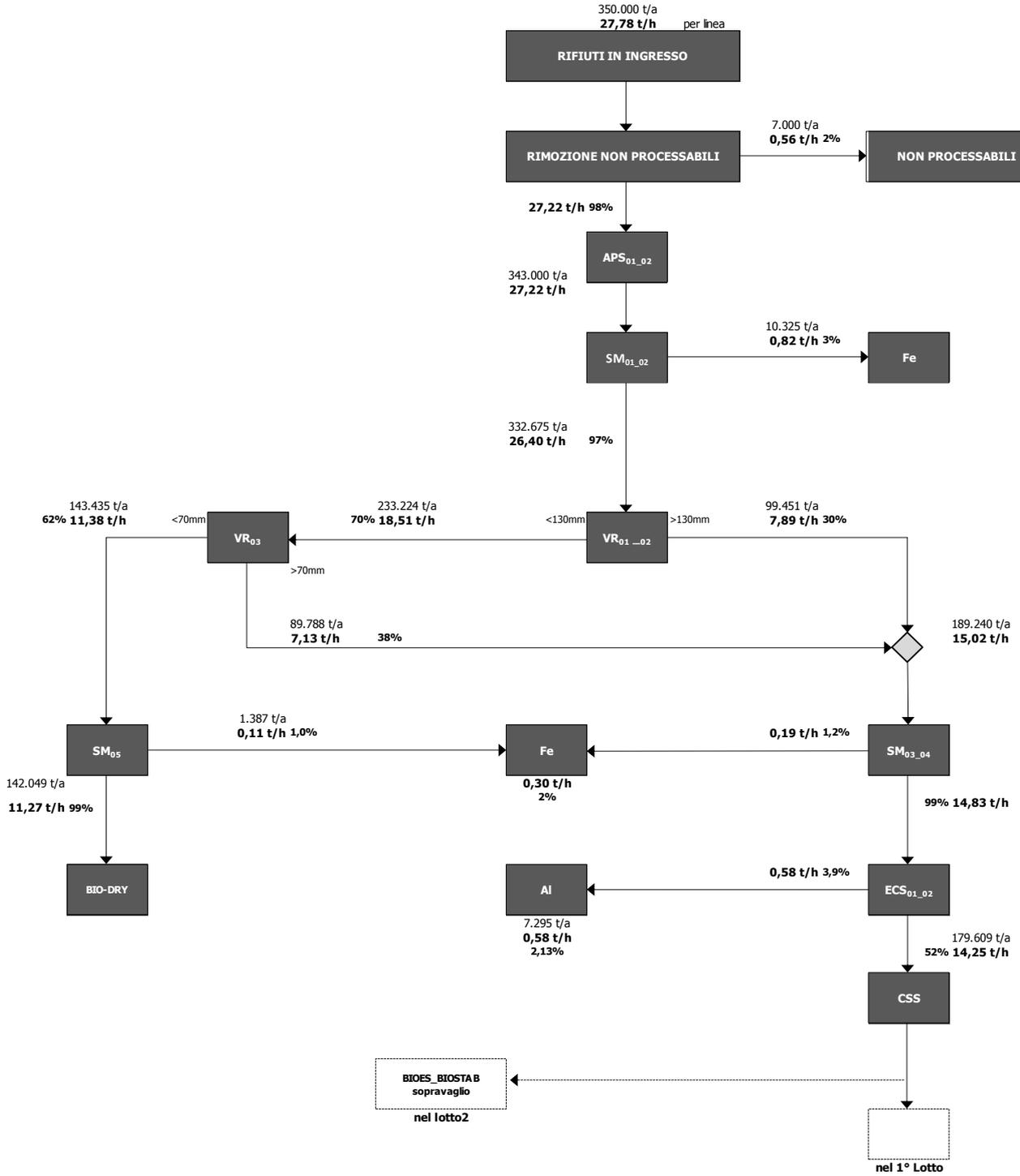
La tabella seguente riporta il macrobilancio "atteso" a valle dei previsti trattamenti, nelle due diverse situazioni e cioè a monte del trattamento in biotunnel e a valle dello stesso trattamento.

NON PROCESSABILI	2,00%	7.000,00 t/a
RICICLABILI	6,10%	21.342,07 t/a
CSS	51,32%	179.609,26 t/a
PERDITE	0,00%	0,00 t/a
SCARTI ALLA BIOSTABILIZZAZIONE	40,59%	142.048,68 t/a
TOTALE	100%	350.000,00 t/a
riepilogo bilancio monte biocelle		

NON PROCESSABILI	2,00%	7.000,00 t/a
RICICLABILI	6,10%	21.342,07 t/a
SCARTI BIOESSICCATI	28,86%	101.004,29 t/a
PERDITE	11,73%	41.044,38 t/a
CSS	51,32%	179.609,26 t/a
TOTALE	100%	350.000,00 t/a
riepilogo bilancio valle biocelle		

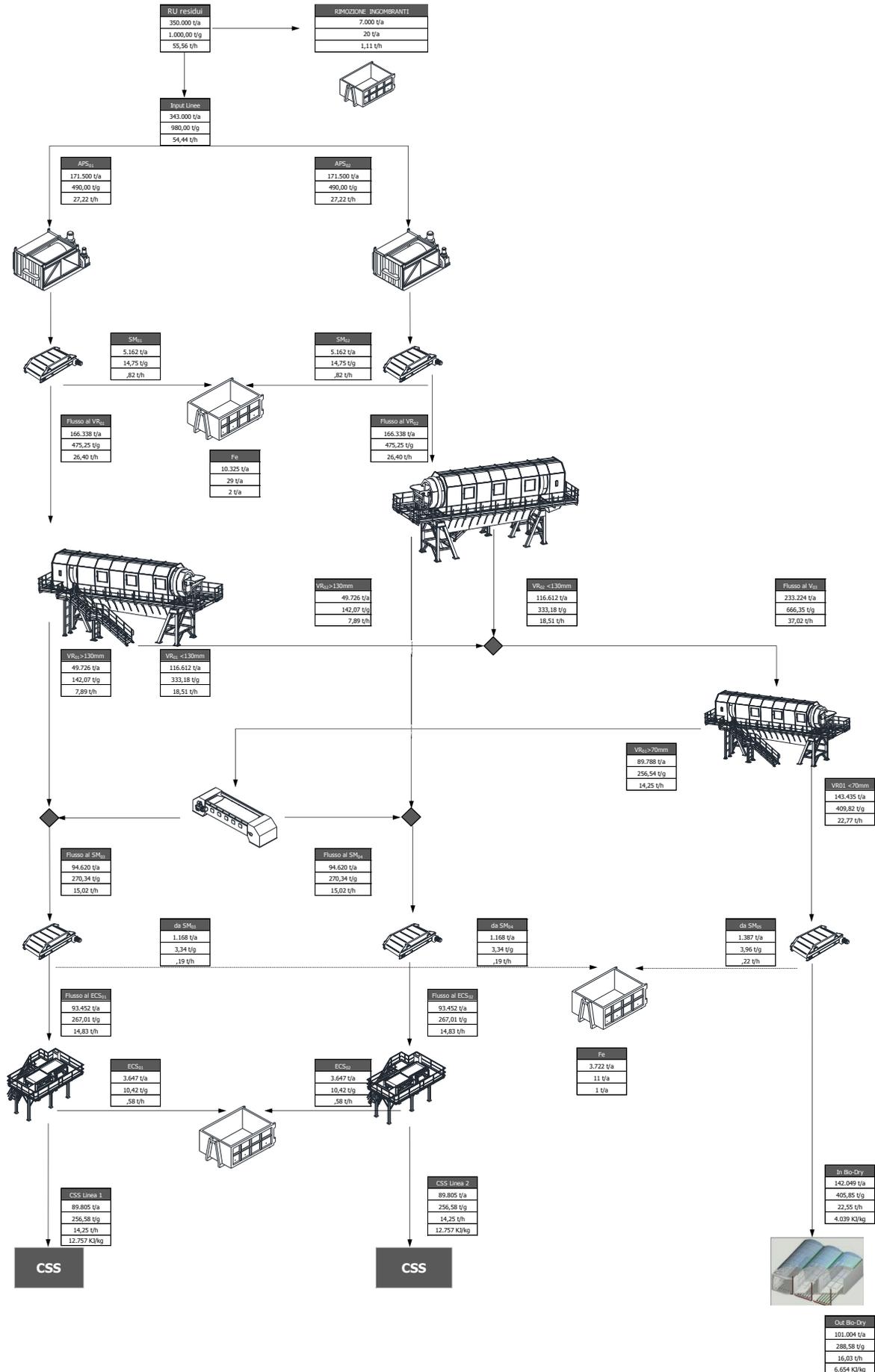
Di seguito si espone lo schema a blocchi quantificato della linea nel caso dello "scenario ordinario".

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Viene altresì per comodità riportato anche un *flow sheet* quantificato che si riferisce al medesimo “scenario di punta”

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Capogruppo Mandataria:	VITTADELLO	Mandante:	SO GERI S.r.l. <i>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</i>
Mandante:	LOTO IMPIANTI SRL	Mandante:	torricelli

Nella tabella seguente viene riportato l'input alla linea, con una macro aggregazione per classi merceologiche raggruppate in funzione della merceologia di partenza. La tabella riporta per ogni singolo flusso informazioni importanti tra le quali il PCI di ogni singolo flusso.

INPUT: MERCEOLOGICA	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	5,50%	-	1,5	1,5	2,45%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,00%	-	0,8	0,7	16,50%	0,50%	5,00%	27.588	33.500
Plastiche pesanti	11,60%	-	3,2	2,8	10,59%	0,56%	3,66%	26.195	29.585
Carta e cartone	19,30%	-	5,3	3,5	32,49%	0,30%	15,04%	8.640	13.977
Altro	60,60%	-	16,5	8,6	48,03%	1,06%	47,09%	4.876	11.556
Totale	100,00%	-	27,22	17,1	37,24%	0,70%	35,67%	8.488	14.926

Le due tabelle seguenti si riferiscono alla fase di deferrizzazione iniziale sul flusso effluente dal sistema aprisacco. Di ognuno dei due flussi, cioè l'intercettato ed il passante, vengono riportate le specifiche caratteristiche:

OUTPUT 1: METALLI FERROSI	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	80,14%	43,86%	0,7	0,6	2,01%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	1,00%	1,00%	0,0	0,0	16,50%	0,50%	5,00%	27.588	33.500
Plastiche pesanti	0,07%	0,02%	0,0	0,0	16,00%	1,50%	4,00%	28.588	34.500
Carta e cartone	4,68%	0,73%	0,0	0,0	32,23%	0,31%	15,00%	8.568	13.810
Altro	14,11%	0,70%	0,1	0,1	48,06%	0,47%	45,84%	4.790	11.424
Total	100,00%	3,01%	0,82	0,7	10,07%	0,05%	87,28%	1.371	1.750

OUTPUT 2: PASSANTE	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	3,18%	56,14%	0,8	0,8	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,06%	99,00%	0,8	0,7	16,50%	0,50%	5,00%	27.588	33.500
Plastiche pesanti	11,96%	99,98%	3,2	2,8	10,59%	0,56%	3,66%	26.194	29.585
Carta e cartone	19,75%	99,27%	5,2	3,5	32,49%	0,30%	15,04%	8.641	13.978
Altro	62,04%	99,30%	16,4	8,5	48,03%	1,06%	47,10%	4.876	11.557
Total	100,00%	96,99%	26,40	16,3	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520

CHECK		Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: METALLI FERROSI		3,01%	0,8	0,7	10,07%	0,05%	87,28%	1.371	1.750
OUTPUT 2: RESTO		96,99%	26,4	16,3	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520
TOTAL OUTPUT		100,00%	27,2	17,1	37,24%	0,70%	35,67%	8.488	14.926
INPUT		100,00%	27,2	17,1	37,24%	0,70%	35,67%	8.488	14.926

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Nella tabella successiva viene riportata la fase di vagliatura 1° stadio ϕ 130 mm.

FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA VAGLIANTE - VAGLIO 130mm

RETURN

INPUT: PASSANTE SM_01	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	3,18%	-	0,8	0,8	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,06%	-	0,8	0,7	16,50%	0,50%	5,00%	27.568	33.500
Plastiche pesanti	11,96%	-	3,2	2,8	10,59%	0,56%	3,66%	26.194	29.585
Carta e cartone	19,75%	-	5,2	3,5	32,49%	0,30%	15,04%	8.641	13.978
Altro	62,04%	-	16,4	8,5	48,03%	1,06%	47,10%	4.876	11.557
Totale	100,00%	-	26,40	16,3	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520

OUTPUT 1: FRAZIONE 0-130mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	3,41%	75,00%	0,6	0,6	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	1,29%	29,50%	0,2	0,2	16,38%	0,50%	5,00%	27.612	33.500
Plastiche pesanti	9,24%	54,14%	1,7	1,5	10,86%	0,58%	3,72%	26.415	29.931
Carta e cartone	10,08%	35,77%	1,9	1,2	34,64%	0,30%	15,06%	7.928	13.429
Altro	75,99%	85,87%	14,1	7,2	48,77%	0,78%	50,14%	4.055	10.146
Totale	100,00%	70,11%	18,51	10,8	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175

OUTPUT 2: FRAZIONE >130mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	2,66%	25,00%	0,2	0,2	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	7,22%	70,50%	0,6	0,5	16,55%	0,50%	5,00%	27.550	33.500
Plastiche pesanti	18,34%	45,86%	1,4	1,3	10,26%	0,54%	3,60%	25.934	29.179
Carta e cartone	42,44%	64,23%	3,3	2,3	31,29%	0,30%	15,03%	9.038	14.270
Altro	29,33%	14,13%	2,3	1,3	43,55%	2,62%	30,31%	9.865	19.336
Totale	100,00%	29,89%	7,89	5,6	29,21%	0,91%	18,02%	13.476	20.037

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di Cl sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: FRAZIONE 0-130mm	70,11%	18,5	10,8	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175
OUTPUT 2: FRAZIONE >130mm	29,89%	7,9	5,6	29,21%	0,91%	18,02%	13.476	20.037
TOTAL OUTPUT	100,00%	26,4	16,3	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520
INPUT	100,00%	26,4	16,3	38,08%	0,73%	33,35%	8.709	15.520

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GE RI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Nella tabella successiva viene riportata la fase di vagliatura 2° stadio ϕ 80 mm.

FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA VAGLIANTE - VAGLIO ϕ 80mm

RETURN

INPUT: VR_01 <130mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	3,41%	-	0,6	0,6	2,81%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	1,29%	-	0,2	0,2	16,38%	0,50%	5,00%	27.612	33.500
Plastiche pesanti	9,24%	-	1,7	1,5	10,86%	0,58%	3,72%	26.415	29.931
Carta e cartone	10,08%	-	1,9	1,2	34,64%	0,30%	15,06%	7.928	13.429
Altro	75,99%	-	14,1	7,2	48,77%	0,78%	50,14%	4.055	10.146
Totale	100,00%	-	18,51	10,8	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175

OUTPUT 1: FRAZIONE 0-70mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	0,94%	16,94%	0,1	0,1	2,71%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,08%	3,96%	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	2,40%	15,95%	0,3	0,2	12,81%	0,80%	4,01%	27.535	31.941
Carta e cartone	1,73%	10,57%	0,2	0,1	38,48%	0,30%	15,03%	6.527	12.143
Altro	94,85%	76,77%	10,8	5,5	49,49%	0,51%	52,76%	3.407	9.037
Totale	100,00%	61,50%	11,38	5,9	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894

OUTPUT 2: FRAZIONE >70mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	7,35%	83,06%	0,5	0,5	2,82%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,21%	96,04%	0,2	0,2	16,39%	0,50%	5,00%	27.609	33.500
Plastiche pesanti	20,16%	84,05%	1,4	1,3	10,49%	0,54%	3,67%	26.202	29.560
Carta e cartone	23,41%	89,43%	1,7	1,1	34,19%	0,30%	15,06%	8.093	13.571
Altro	45,86%	23,23%	3,3	1,8	46,37%	1,61%	41,98%	6.197	13.597
Totale	100,00%	38,50%	7,13	4,8	32,12%	0,81%	29,80%	10.908	17.193

CHECK		Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: FRAZIONE 0-130mm		61,50%	11,4	5,9	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894
OUTPUT 2: FRAZIONE >130mm		38,50%	7,1	4,8	32,12%	0,81%	29,80%	10.908	17.193
TOTAL OUTPUT		100,00%	18,5	10,8	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175
INPUT		100,00%	18,5	10,8	41,86%	0,64%	41,31%	6.676	13.175

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La tabella seguente analizza l'azione di intercettazione ferrosi da parte del deferrizzatore posto sul flusso di sopravaglio > φ 130 effluente dal 2° vaglio rotante.

ANALISI DEI FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA DI DEFERRIZZAZIONE SUL FLUSSO >130mm del VR_01

RETURN

INPUT: VR_01 >130mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	4,89%	-	0,7	0,7	2,82%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	5,32%	-	0,8	0,7	16,50%	0,50%	5,00%	27.567	33.500
Plastiche pesanti	19,21%	-	2,9	2,6	10,37%	0,54%	3,63%	26.068	29.369
Carta e cartone	33,41%	-	5,0	3,4	32,25%	0,30%	15,04%	8.724	14.044
Altro	37,18%	-	5,6	3,1	45,20%	2,04%	36,99%	7.718	16.049
Totale	100,00%	-	15,0	10,4	30,59%	0,86%	23,48%	12.258	18.717

OUTPUT 1: FERROUS METALS	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	58,89%	14,88%	0,1	0,1	2,03%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	4,31%	1,00%	0,0	0,0	16,50%	0,50%	5,00%	27.567	33.500
Plastiche pesanti	0,20%	0,01%	0,0	0,0	16,00%	1,50%	4,00%	28.588	34.500
Carta e cartone	19,71%	0,73%	0,0	0,0	32,01%	0,31%	15,00%	8.644	13.868
Altro	16,89%	0,56%	0,0	0,0	42,83%	0,54%	32,55%	8.364	16.418
Total	100,00%	1,23%	0,2	0,2	15,48%	0,13%	71,17%	4.361	5.569

OUTPUT 2: REST	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	4,21%	85,12%	0,6	0,6	2,96%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	5,33%	99,00%	0,8	0,7	16,50%	0,50%	5,00%	27.567	33.500
Plastiche pesanti	19,44%	99,99%	2,9	2,6	10,37%	0,54%	3,63%	26.067	29.368
Carta e cartone	33,58%	99,27%	5,0	3,4	32,25%	0,30%	15,04%	8.725	14.045
Altro	37,43%	99,44%	5,6	3,0	45,22%	2,05%	37,02%	7.715	16.046
Total	100,00%	98,77%	14,8	10,3	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata un ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: METALLI FERROSI	1,23%	0,2	0,2	15,48%	0,13%	71,17%	4.361	5.569
OUTPUT 2: RESTO	98,77%	14,8	10,3	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918
TOTAL OUTPUT	100,00%	15,0	10,4	30,59%	0,86%	23,48%	12.258	18.717
INPUT	100,00%	15,0	10,4	30,59%	0,86%	23,48%	12.258	18.717

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La tabella seguente analizza l'azione di intercettazione non ferrosi da parte del separatore ECS posto sul flusso di sopravaglio > φ 130 effluente dal 2° vaglio rotante e precedentemente deferrizzato.

FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA DI SEPARAZIONE A CORRENTI PARASSITE SUL FLUSSO >130mm

RETURN

INPUT: SM_02 Passante	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	4,21%	-	0,6	0,6	2,96%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	5,33%	-	0,8	0,7	16,50%	0,50%	5,00%	27.567	33.500
Plastiche pesanti	19,44%	-	2,9	2,6	10,37%	0,54%	3,63%	26.067	29.368
Carta e cartone	33,58%	-	5,0	3,4	32,25%	0,30%	15,04%	8.725	14.045
Altro	37,43%	-	5,6	3,0	45,22%	2,05%	37,02%	7.715	16.046
Totale	100,00%	-	14,8	10,3	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918

OUTPUT 1: NON FERROUS METALS	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	82,64%	76,61%	0,5	0,5	3,00%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	3,41%	2,49%	0,0	0,0	17,00%	0,50%	5,00%	27.389	33.500
Plastiche pesanti	2,15%	0,43%	0,0	0,0	13,96%	0,91%	4,23%	29.324	34.477
Carta e cartone	9,07%	1,05%	0,1	0,0	37,77%	0,23%	16,10%	8.121	14.536
Altro	2,73%	0,28%	0,0	0,0	49,74%	1,39%	19,16%	6.967	16.273
Totale	100,00%	3,90%	0,6	0,5	8,14%	0,07%	84,42%	2.492	2.864

OUTPUT 2: PASSANTE A CSS	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	1,02%	23,39%	0,1	0,1	2,82%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	5,41%	97,51%	0,8	0,6	16,49%	0,50%	5,00%	27.572	33.500
Plastiche pesanti	20,15%	99,57%	2,6	2,6	10,36%	0,54%	3,63%	26.053	29.347
Carta e cartone	34,58%	98,95%	4,9	3,3	32,20%	0,30%	15,03%	8.731	14.040
Altro	38,84%	99,72%	5,5	3,0	45,20%	2,05%	37,07%	7.717	16.046
Totale	100,00%	96,10%	14,3	9,7	31,70%	0,92%	19,39%	12.757	19.795

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: NON FERROUS METALS	3,90%	0,6	0,5	8,14%	0,07%	84,42%	2.492	2.864
OUTPUT 2: REST	96,10%	14,3	9,7	31,70%	0,92%	19,39%	12.757	19.795
TOTAL OUTPUT	100,00%	14,8	10,3	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918
INPUT	100,00%	14,8	10,3	30,78%	0,87%	22,75%	12.356	18.918

Il flusso demetallizzato in questa fase viene momentaneamente stoccato negli appositi box in c.a. prefabbricato per essere quindi avviato a recupero energetico o altre forme ammesse di smaltimento in relazione all'effettivo contenuto energetico di detto flusso.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Nella tabelle che seguono si analizza il flusso iniziale di sottovaglio effluente dal 2° stadio di vagliatura $\phi < 80$ mm. Su detto flusso viene effettuata una deferrizzazione il cui bilancio è riportato nella tabella successiva.

ANALISI DEI FLUSSI RELATIVI AL SISTEMA DI DEFERRIZZAZIONE SUL FLUSSO <80mm									RETURN
INPUT: VR_02 <70mm	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	0,94%	-	0,1	0,1	2,71%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,08%	-	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	2,40%	-	0,3	0,2	12,81%	0,80%	4,01%	27.535	31.941
Carta e cartone	1,73%	-	0,2	0,1	38,48%	0,30%	15,03%	6.527	12.143
Altro	94,85%	-	10,8	5,5	49,49%	0,51%	52,76%	3.407	9.037
Totale	100,00%	-	11,4	5,9	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894

OUTPUT 1: FERROUS METALS	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	22,61%	23,30%	0,0	0,0	2,02%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,09%	1,00%	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	0,16%	0,07%	0,0	0,0	16,00%	1,50%	4,00%	28.588	34.500
Carta e cartone	1,39%	0,78%	0,0	0,0	37,56%	0,31%	15,00%	6.754	12.290
Altro	75,75%	0,77%	0,1	0,0	50,03%	0,43%	51,54%	3.447	9.277
Total	100,00%	0,97%	0,1	0,1	38,91%	0,28%	66,62%	2.775	6.041

OUTPUT 2: PASSANTE ALLA BIOSTABILIZZAZIONE	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	0,73%	76,70%	0,1	0,1	2,93%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,08%	99,00%	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	2,42%	99,93%	0,3	0,2	12,81%	0,80%	4,01%	27.534	31.939
Carta e cartone	1,74%	99,22%	0,2	0,1	38,49%	0,30%	15,03%	6.525	12.142
Altro	95,04%	99,23%	10,7	5,4	49,49%	0,51%	52,77%	3.406	9.035
Total	100,00%	99,03%	11,3	5,9	48,05%	0,51%	50,53%	4.039	9.938

CHECK	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
OUTPUT 1: METALLI FERROSI	0,97%	0,1	0,1	38,91%	0,28%	66,62%	2.775	6.041
OUTPUT 2: RESTO	99,03%	11,3	5,9	48,05%	0,51%	50,53%	4.039	9.938
TOTAL OUTPUT	100,00%	11,4	5,9	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894
INPUT	100,00%	11,4	5,9	47,96%	0,51%	50,71%	4.027	9.894

Dall'esame della precedente tabella si evince che il quantitativo di sottovaglio a valenza biodegradabile che viene alimentato nelle biocelle è pari a **11,3 t/h**. ovviamente distribuito su tre turni die come richiesta dalla Stazione Appaltante.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La tabella seguente evidenzia la trasformazione che la frazione a prevalente composizione organica subisce nella fase di biostabilizzazione/bioessiccazione in biocella. E' evidente che le perdite di processo, principalmente dovute alla riduzione del tenore di umidità della biomassa, costituisce l'elemento di maggior rilievo della presente fase.

ANALISI DEL FLUSSO ALIMENTATO ALLA FASE DI BIOESSICCAZIONE				PERDITE DI UMIDITA' STIMATA DAL MODELLO =		28,89%	41.044,38 t/a	RETURN	
INPUT : SCARTI VARI DI PROCESSO ALLA BIOESSICCAZIONE	Composizione percentuale nel flusso in ingresso (%)	Efficienza di separazione (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	0,73%	-	0,1	0,1	2,93%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,08%	-	0,0	0,0	16,22%	0,50%	5,00%	27.671	33.500
Plastiche pesanti	2,42%	-	0,3	0,2	12,81%	0,80%	4,01%	27.534	31.939
Carta e cartone	1,74%	-	0,2	0,1	38,49%	0,30%	15,03%	6.525	12.142
Altro	95,04%	-	10,7	5,4	49,49%	0,51%	52,77%	3.406	9.035
Totale	100,00%	-	11,27	5,9	48,05%	0,51%	50,53%	4.039	9.938
TOTALE ANNUO			IN 142.048,7	73.798,7					

OUTPUT 1: BIOESSICCATO/BIOSTABILIZZATO		Perdite di processo (%)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (wet ton)	Portata in ingresso (t/h) sul flusso totale (dry ton)	Tenore di umidità (%)	Contenuto di CI sul secco (%)	Contenuto di ceneri sul secco (%)	Potere calorifero della frazione umida (KJ/kg)	Potere calorifero della frazione secca (KJ/kg)
Metalli totali	1,01%		0,1	0,1	1,46%	0,00%	95,00%	0	0
Plastica films	0,11%		0,0	0,0	8,08%	0,50%	5,00%	30.594	33.500
Plastiche pesanti	3,16%		0,3	0,2	6,36%	0,80%	4,01%	29.750	31.939
Carta e cartone	1,77%		0,1	0,1	15,15%	0,30%	15,03%	9.932	12.142
Altro	93,95%		7,5	5,4	28,14%	0,51%	52,77%	5.858	9.035
Totale	100,00%	28,89%	8,02	5,9	26,94%	0,51%	50,53%	6.654	9.938

Nei fogli successivi si analizzano nel dettaglio i dimensionamenti e le predette perdite di processo e si effettua altresì una verifica dimensionale delle biocelle.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

rifiuto da bioessicare/biostabilizzare **142.049 t/a**
riferiti alle due linee **406 t/g**

Capacità biotunnel

		gg								
		6	7	8	9	10	11	12	13	14
gg di permanenza		6	7	8	9	10	11	12	13	14
gg di carico/scarico		1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
gg totali di ciclo		7,20	8,20	9,20	10,20	11,20	12,20	13,20	14,20	15,20
Altezza di riempimento	mt	3								
Larghezza biotunnel	mt	8,7								
Lunghezza biotunnel	mt	31								
Volume stoccabile	m ³	809,1	809,1	809,1	809,10	809,1	809,1	809,1	809,1	809,1
Densità sottovaglio abbancato	ton/m ³	0,60	0,6	0,6	0,60	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
sottovaglio abbancabile/ciclo in biocella	tons	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46	485,46
Cicli/anno		50,72	44,53	39,69	35,80	32,60	29,93	27,66	25,71	24,02
sottovaglio trattabile/1 biotunnel	ton/anno	24.623,30	21.619,05	19.268,17	17.378,42	15.826,24	14.528,60	13.427,62	12.481,76	11.660,38
Nr. Biotunnel		10								
Quantitativo in biocella		246.233	216.191	192.682	173.784	158.262	145.286	134.276	124.818	116.604
Portata specifica	Nmc/tonST*h	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Perdite di acqua	% sul flusso	19,66	21,71	23,65	25,50	27,25	28,89	30,44	31,89	33,24
SULLA CAPACITA' EFFETTIVA DELLA BIOCELLA	t/a	27.928,33	30.834,37	33.598,99	36.222,20	38.704,00	41.044,38	43.243,36	45.300,92	47.217,07



CHE SONO LE PERDITE DI PROCESSO ASSUNTE NEL BILANCIO

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

MATRICE DELLE CAPACITA' DEI BIOTUNNEL 8,7x31 mt in PROGETTO

	6	7	8	9	10	11	12	13	14
n°	T 6 gg	T 7 gg	T 8 gg	T 9 gg	T 10 gg	T 11 gg	T 12 gg	T 13 gg	T 14 gg
1	24.623	21.619	19.268	17.378	15.826	14.529	13.428	12.482	11.660
2	49.247	43.238	38.536	34.757	31.652	29.057	26.855	24.964	23.321
3	73.870	64.857	57.805	52.135	47.479	43.586	40.283	37.445	34.981
4	98.493	86.476	77.073	69.514	63.305	58.114	53.710	49.927	46.642
5	123.117	108.095	96.341	86.892	79.131	72.643	67.138	62.409	58.302
6	147.740	129.714	115.609	104.271	94.957	87.172	80.566	74.891	69.962
7	172.363	151.333	134.877	121.649	110.784	101.700	93.993	87.372	81.623
8	196.986	172.952	154.145	139.027	126.610	116.229	107.421	99.854	93.283
9	221.610	194.571	173.414	156.406	142.436	130.757	120.849	112.336	104.943
10	246.233	216.191	192.682	173.784	158.262	145.286	134.276	124.818	116.604
11	270.856	237.810	211.950	191.163	174.089	159.815	147.704	137.299	128.264
12	295.480	259.429	231.218	208.541	189.915	174.343	161.131	149.781	139.925
13	320.103	281.048	250.486	225.919	205.741	188.872	174.559	162.263	151.585
14	344.726	302.667	269.754	243.298	221.567	203.400	187.987	174.745	163.245

Sottovaglio alimentato in biocella, nello scenario di picco		142.049 t/a
		406 t/g
<i>Dati geometrici biocelle</i>		
lunghezza di una biocella		31
larghezza di una biocella		8,70
area di una biocella	m ²	270
altezza di strato nelle biocelle		3
volume utile di una biocella	m ³	809
peso specifico sottovaglio abbancato	t/m ³	0,6
sottovaglio in una biocella	t	485
tempo di permanenza teorico per ciclo	gg	11
tempo morto di carico e scarico	gg	1,2
tempo totale di un ciclo	gg	12
n° cicli per anno	n.	30
Rifiuti trattabili in 1 biotunnel per anno	t/a	14.529
fabbisogno di volume di biocelle per ciclo	m ³	7.911
n° di biocelle occorrenti		10
n. effettivo di biocelle da utilizzare nello scenario di picco	n	10
tonnellate trattabili per anno	t/a	145.286
fabbisogno effettivo di trattamento	t/a	142.049
sovradimensionamento teorico		2%
perdite di processo	t/a	41.044
BIOSTABILIZZATO		101.004 t/a

Dati caratteristici biocelle		
Quantità di materiale da biostabilizzare	ton/a	142.049
	totale nel biotunnel	142.049
	Giorni solari	365
Quantità di materiale da stabilizzare per giorno solare	tonn/giorno	389
Quantità di materiale da compostare per giorno lavorativo	tonn/giorno	406
Numero di celle	n°	10
	m ³	809
Quantità di materiale per cella	t	485
Peso specifico iniziale del materiale da stabilizzare	ton/m ³	0,60
Tempo occorrente per il riempimento di un biotunnel	gg.	1,2
<i>Geometria della singola cella</i>		
Lunghezza	m	31,00
Larghezza	m	8,70
altezza cumulo	m	3,00
VOLUME SINGOLO TUNNEL	m ³	809

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

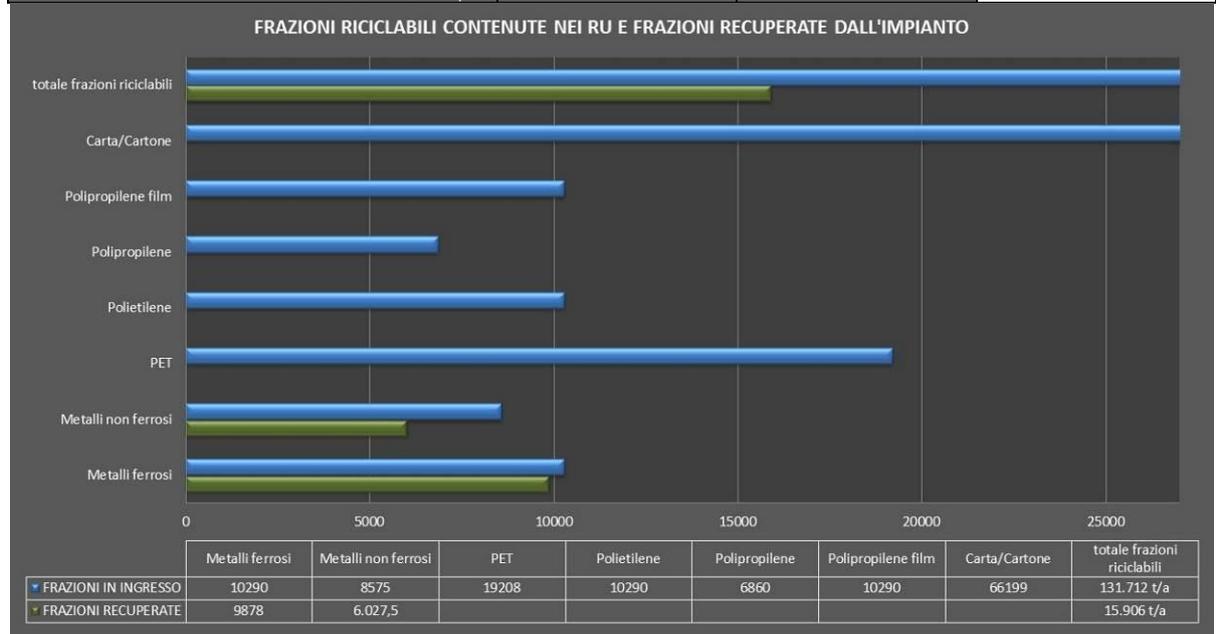
Dimensionamento insufflaggio aria in biocella		
Quantità di materiale nella biocella, per ciclo	t	485
	m ³	809
Umidità del materiale		65,00%
SS		35,00%
SV	57% della SS	
quantità unitaria d'aria da insufflare	m ³ /h/t di SV	133
	t di SV	97
quantità complessiva di aria per biocella	m ³ /h	12881
numero di ventilatori previsti per biocella		1
Calcolo della potenza singolo ventilatore		
D A T I		
portata singolo ventilatore	Nm ³ /h	12.881
prevalenza	mmH ₂ O	450
temperatura ingresso	°C	25,0
pressione ingresso	bar	0,94
densità a 0 °C	kg/m ³	1,25
rendimento	%	0,90
portata	Nm ³ /s	3,578
prevalenza	Pa	4.500
risultati		
portata normalizzata	m ³ /s	3,7
potenza teorica	kW	18,4
fattore di sicurezza		0%
potenza richiesta	kW	18,36
potenza singolo motore	kW	18,36
numero di ventilatori per biocella		1
portata singolo ventilatore	m ³ /h	12.881,0
	m ³ /s	3,578
temperatura aria	°C	23
pressione ingresso	bar	0,940
portata normalizzata	m ³ /s	3,647
velocità nel collettore	m/s	12
sezione collettore	m ²	0,304
diametro collettore	m	0,622

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GERI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

A conclusione dell'analisi effettuata si evidenziano alcune ulteriori tabelle che indicano:

- raffronto tra il flussi riciclabili in ingresso all'impianto e quelli effettivamente recuperati.

COMPONENTE MERCEOLOGICA	INGRESSO IMPIANTO	MPS RECUPERATE	% MPS RECUPERATE
Metalli ferrosi	10290	9878	96%
Metalli non ferrosi	8575	6.027,5	70%
PET	19208		
Polietilene	10290		
Polipropilene	6860		
Polipropilene film	10290		
Carta/Cartone	66199		
totale frazioni riciclabili	131.712 t/a	15.906 t/a	
efficienza del recupero		12%	



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

7. DATI DI DIMENSIONAMENTO DELLA LINEA DI VALORIZZAZIONE DELLA FORSU

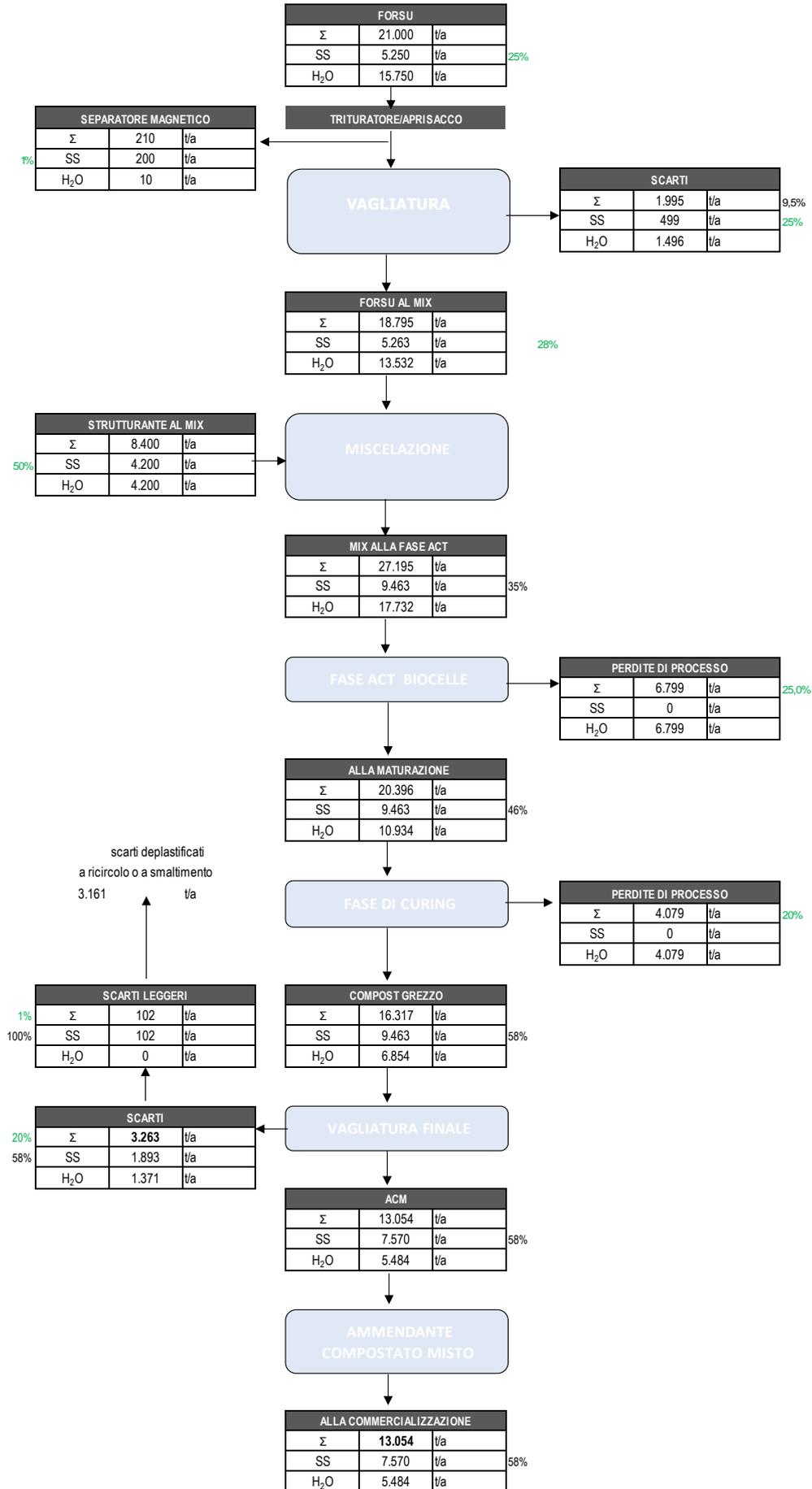
I dati funzionali della linea di valorizzazione della Forsu, finalizzata alla produzione di un ammendante composta di qualità, sono quelli riportati nella seguente tabella.

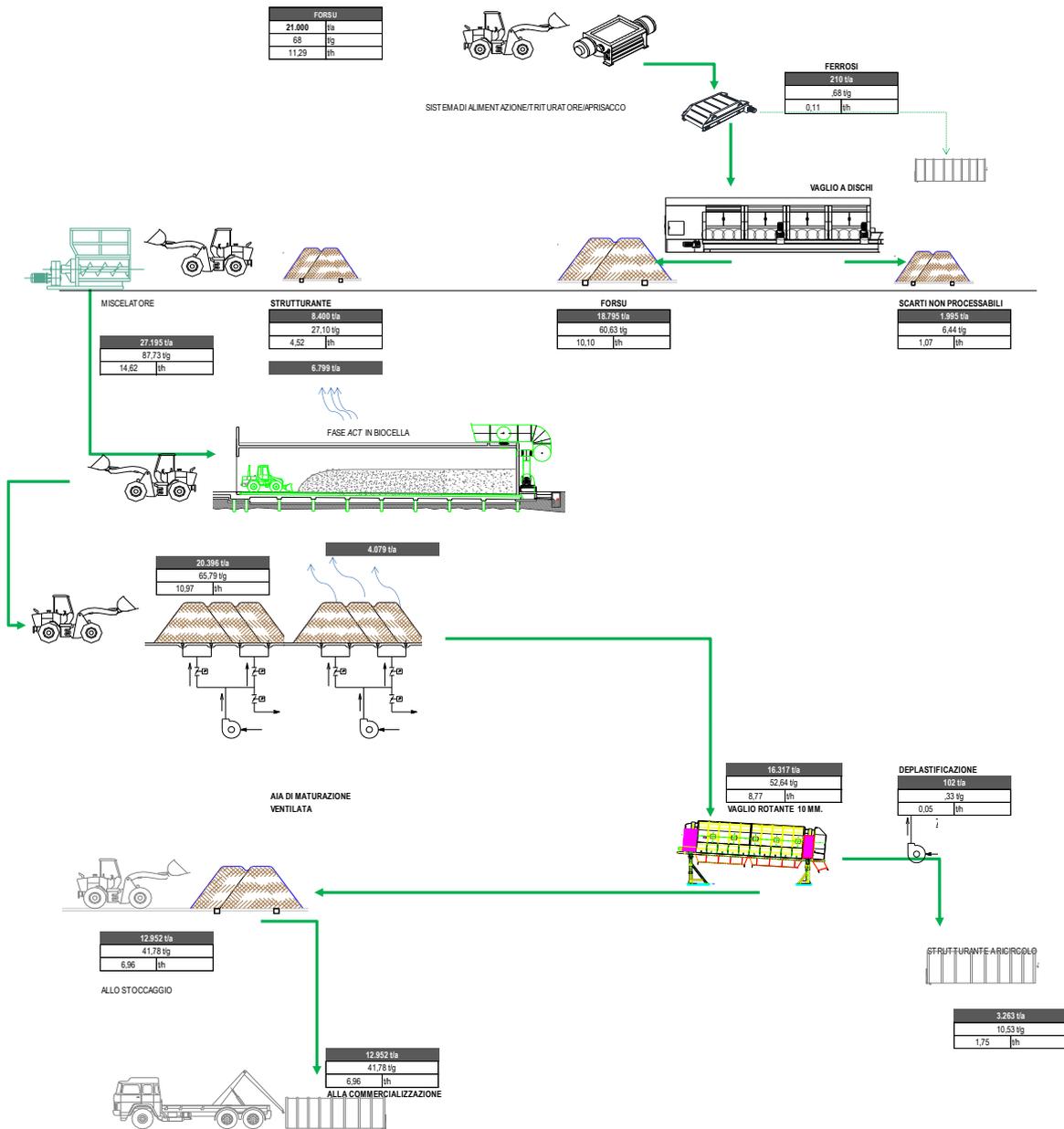
Potenzialità complessiva dell'impianto	29.400 t/a
di cui	
FORSU da conferimenti	21.000 t/a
Scarti da pretrattamento	1.995 t/a
Intecettazione ferrosi	210 t/a
FORSU al compostaggio	18.795 t/a
VERDE e STRUTTURANTE	8.400 t/a
MIX alla fase ACT	27.195 t/a
MEDIA GIORNALIERADEI CONFERIMENTI FORSU	95 t/d

Dati di progetto					
Forsu	21.000	t/a			
Impurità previste	1.995	t/a	9,5%		
n° giorni/anno conferimenti	310	gg			
N° di linee di trattamento	1				
n° di turni giornalieri	1				
n° ore/turno	6				
potenzialità oraria della linea	10,10	t/h			
FORSU al trattamento	18.795	t/a			
cui sommare ramaglie & cippato	8.400	t/a	40%	30,89%	NEL MIX
sommano al trattamento	27.195	t/a			
quantitativo giornaliero in biocella	87,73	t/g			
	135,03	m ³ /g			
Fase aerobica	25	Giorni			
Fase maturazione in aia ventilata	46	Giorni			
Fase stoccaggio sotto tettoia	0	Giorni			
Totale Fasi	71	Giorni			CECK OK

DENSITA' FORSU (t/m ³)	0,75
DENSITA' VERDE (t/m ³)	0,40
DENSITA'SFALCI (t/m ³)	0,45
DENSITA' RAMAGLIE/CIPPATO (t/m ³)	0,50
DENSITA' MIX ALLA FASE AEROBICA INTENSIVA (t/m ³)	0,65
DENSITA' MIX OUT FASE AEROBICA INTENSIVA(t/m ³)	0,58
DENSITA' COMPOST (t/m ³)	0,50

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	





Capogruppo Mandataria:		Mandante:	SO GERI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:	LOTO IMPIANTI SRL	Mandante:	



Calcoli di verifica

Verifica dimensioni dei biotunnel in fase ACT		
Miscela ai biotunnels in un anno	ton/anno	27.195
Miscela ai biotunnels in un anno	m ³ /a	46.748
peso specifico mix	ton/m ³	0,58
Miscela ai biotunnels in un giorno	ton/g	88
mc di materiale al giorno	m ³	151
dimensioni geometriche tunnel		
Lunghezza biotunnels	m	30,7
Larghezza biotunnels	m	8,8
Altezza deposito	m	3,3
Superficie biocella	mq	269
Volume potenziale della biocella	mc	886
Durata di un ciclo	giorni	25
N° di cicli/anno	n°	14
Volume totale necessario per ciclo	mc	3.339
Volume tot. disponibile	mc	3.339
Numero di biotunnels previsto		3,77
Sovradimensionamento		0%
kW complessivamente installati	52 KW	
Potenza elettrica teorica tunnel	13 KW	
Potenza installata	13 KW	

Verifica aia di Maturazione (insufflata)		
Carico medio annuo	ton/anno	18.357
peso specifico	ton/m ³	0,60
m ³ di materiale in un anno	m ³	30.594
m ³ di materiale in un giorno	m ³	99
Dimensioni Aia di maturazione		
Larghezza aia di maturazione	m	
Base aia di maturazione	m	
Superficie utile in aia	m ²	1.452
H del materiale in aia	m	3,25
Coefficiente di utilizzo		1,08
Volume massimo disponibile in aia	m ³	4.126
fabbisogno di m ³ /ciclo		3.977
durata ciclo	giorni	46
Potenza elettrica complessiva	51,8 KW	
n° cicli/anno		7,9
check		OK

DURATA COMPLESSIVA DEL PROCESSO		
Fase di compostaggio aerobico	25	gg
Fase di maturazione areata	46	gg
Fase di stoccaggio finale tettoia	-	gg
Durata tot. del ciclo di tratt.	71	gg

Determinazione Aria necessaria		
Volume utile biocella		
Lunghezza	30,70	m
Larghezza	8,75	m
Riempimento	3,30	m
Densità matrice	0,65	%
	886,4625	mc
Dati di calcolo		
Portata aria per ton di SV (bibliografia)	12,6	Nmc/h
contenuto Sv sulla SS	57	%
Frazione effettivamente degradabile SV	15	%
Dati Matrice		
Sostanza secca	35	%
Frazione umida	65	%
Valutazioni		
Quantità matrici organiche	575,9	t
Sostanze Volatili in biocella	17,2	t
Portata aria unitaria necessaria	217,15	Nmc/h

il valore indicato si riferisce esclusivamente alla portata d'aria minima necessaria per mantenere condizioni di aerobiosi all'interno delle matrici organiche in fermentazione.

Calcolo Portata aria per allontamento calore		
Dati		
mineralizzazione sostanza organica	2	kgO ₂ /kgsv
Calore prodotto dal processo di biostabilizzazione	13661	kJ/kgO ₂
Calore necessario al riscaldamento aria		
Temperatura ingresso aria	10	°C
Temperatura di lavoro	55	°C
Calore specifico dell'aria	1	kJ/kg
Calore di vaporizzazione dell'acqua rimossa		
aria rimossa dalla matrice organica	0,1065	kg H ₂ O/kg
Riscaldamento del vapore		
temperatura di partenza	10	°C
Temperatura di arrivo	55	°C
calore specifico del vapore	1,76	kJ/kg
aria rimossa dalla matrice organica	0,1065	kg H ₂ O/kg
Portata aria ricercata	82,672	kg aria/kg SV
densità aria condizioni in esame	1,29	kg/Nmc
Volumetria aria corrispondente	64,09	mc aria/kgSV
	pari a	1.104.461,87 mc aria/TSV
aria necessaria in biocella per allontamento calore	9.203,85	mc/h
ARIA TOTALE NECESSARIA IN BIOCELLA	9.421,00	mc/h

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

DIMENSIONAMENTO BIOCELLE FASE AEROBICA INTENSIVA (ACT)		
FORSU	18.795	t/anno
Verde	8.400	t/anno
Mix alla fase aerobica	27.195	t/anno
	41.860	m³/a
Densità media della miscela	0,65	t/m ³
n° giorni anno di trattamento	310	g
tempo max di residenza	25	g
Fabbisogno giornaliero di trattamento	88	t/g
	135	m ³ /g
n° di cicli /anno	15	
Volume richiesto per ciclo	2.867	m ³ /ciclo
Quantitativo richiesto per ciclo	1.863	t/ciclo

Caratteristiche tunnel		
Larghezza tunnel	8,75	m
Lunghezza geometrica tunnel	30,70	m
Altezza geometrica tunnel	5,5	m
Lunghezza utile tunnel	29,165	m
Altezza materiale nel tunnel	3,30	m
Capacità effettiva singolo tunnel	842	m ³
numero di tunnel teorico	3	g
V_{disp}/V_{teor} deve essere > di 100		OK
n° giorni necessari carico singolo tunnel	6,2	
n° giorni svuotamento singolo tunnel	0,2	g/tunnel
n° Tunnel previsti	4	
Carico specifico sul pavimento	101,24	t/m ²

Calcolo della potenza singolo ventilatore		
D A T I		
portata singolo ventilatore	m ³ /h	9.421
prevalenza	mmH ₂ O	450
	Pa	4.500
Nm ³ /h di aria per tonn. di materiale		17
temperatura ingresso	°C	20,0
pressione ingresso	bar	0,96
densità a 0 °C	kg/m ³	1,29
rendimento	%	0,81
portata	m ³ /s	2,617
risultati		
portata normalizzata	m ³ /s	2,7
potenza teorica	kW	15,0
fattore di sicurezza		0%
potenza richiesta	kW	14,98
potenza teorica singolo motore	kW	15,00
potenza prevista singolo motore	kW	18,50

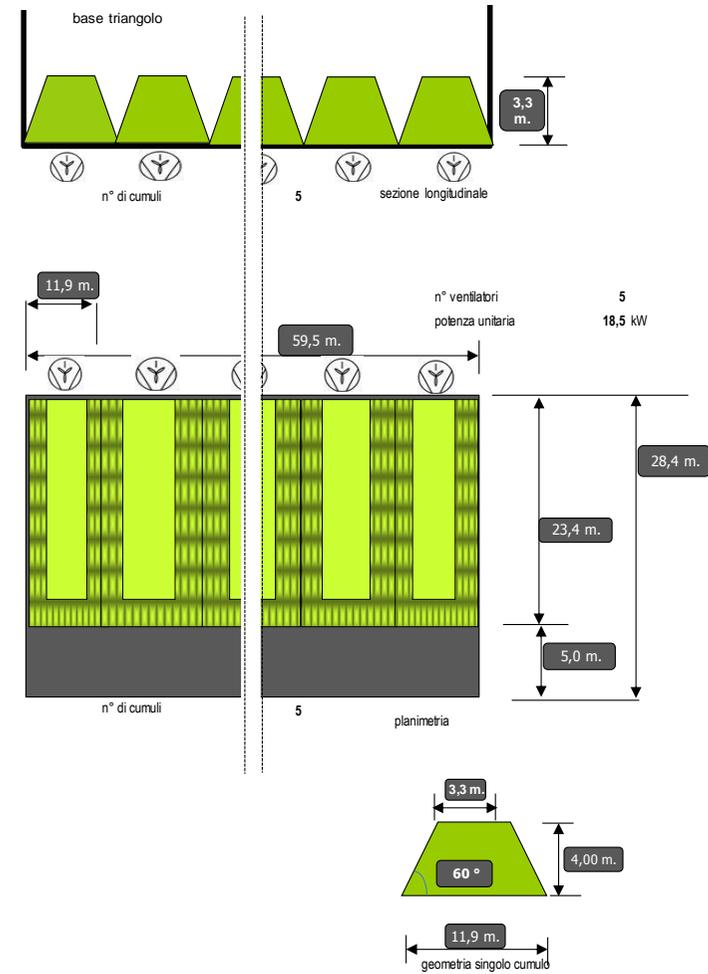
Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Materiale in ingresso alla maturazione	t/a	20.396
Scarico compost maturo a valle della maturazione	t/a	16.317
Carico medio all'interno dell'aia	t/a	18.357
peso specifico	t/m ³	0,58
Volume annuo in maturazione	m ³	31.555
giorni/anno		365
tempo di residenza massimo in maturazione		46
Ammendante compostato misto alla raffinazione	t/a	16.317
Dimensionamento insufflaggio aria in maturazione		
Quantità di materiale in aia	t	18.357
	m ³	31.555
n° di cicli possibili per anno	anno	7,9
Fabbisogno di volume per ciclo	m ³	3977
volume complessivo dei cumuli da progetto	m ³	3957
sovradimensionamento platea		0%
altezza media dei cumuli	m	3,3
superficie occupata da un cumulo	m ²	278
volume singolo cumulo	m ³	791
superficie complessivamente occupata dai cumuli	m ²	1.392
quantità di materiale stoccato	t	2302
quantità unitaria d'aria da insufflare	m ³ /h/t	15
quantità complessiva di aria	m ³ /h	34.531
per singolo ventilatore	m ³ /h	6906,28
Calcolo della potenza singolo ventilatore		
portata complessiva ventilatori	m ³ /h	34.531
prevalenza	mmH ₂ O	400
	Pa	4.000
Nm ³ /h di aria per tonn. di materiale		15
temperatura ingresso	°C	25,0
pressione ingresso	bar	0,96
densità a 0 °C	kg/m ³	1,29
rendimento	%	0,70
portata complessiva ventilatori	m ³ /s	9,592
portata singolo ventilatore	m ³ /s	1,918
risultati		
portata normalizzata	m ³ /s	10,1
potenza teorica	kW	57,4
fattore di sicurezza		5%
potenza complessivamente richiesta	kW	60,31
potenza teorica singolo motore	kW	12,06
numero di ventilatori previsto		5
Potenza minima richiesta per il ventilatore		13
Potenza effettivamente installata singolo ventilatore	kW	18,5

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Dati tecnici di riferimento	unità	valori	unità	valori
Materiale a maturazione	t/a	18.357	m ³	31.555
Perdite di processo in fase di maturazione	t/a	2.040		
Materiale biostabilizzato in uscita	t/a	16.317	m ³	28.049
giorni di attività lavorativa		310		
materiale da biostabilizzare in arrivo giornalmente	t/g	59		
peso specifico del materiale	t/m ³	0,58		
flusso volumetrico trasferito giornalmente	m ³	101,79		
permanenza in cumulo	gg	46,0		
quantità di materiale per anno da trattare			m ³	31.555
quantità di materiale per ciclo da trattare			m ³	3.977
Geometrie aia di biostabilizzazione/bioessiccazione				
		lunghezza edificio		59,5 m.
		larghezza edificio		28,4 m.
Dimensioni area di biostabilizzazione/bioessiccazione				
		lunghezza cumuli		23,4 m.
		larghezza base cumuli		11,9 m.
		larghezza corridoio di manovra		5,0 m.

Calcolo volume cumuli	unità	valori
numero cumuli	n	5
altezza dei cumuli	m	3,3 m.
larghezza teorica base cumulo	m	11,9 m.
angolo di scarpa	°	60 °
	rad	1,05
		1,65
base superiore trapezio	m	8,60
Area della sezione verticale cumulo	m ²	33,82
Volume cumulo	~ m ³	791
Volume complessivo dei cumuli	m ³	3.957



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

8. LA GESTIONE DEI FLUSSI IDRICI

I reflui prodotti nell'ambito dell'impianto, inteso sia come sezione di trattamento dei RU che di compostaggio aerobico della Forsu, sono così individuabili:

- Acque meteoriche provenienti dai tetti
- Acque di prima pioggia provenienti dai piazzali e viabilità
- Acque di processo
 - percolati dai biotunnel
 - percolati dalle platee di maturazione
 - drenaggi vari, acque di lavaggio, condense e reflui da scrubber, ventilatori e biofiltro
- Scarichi acque nere civili

Di seguito vengono indicate le diverse modalità di gestione dei predetti flussi.

8.1 ACQUE METEORICHE PROVENIENTI DAI TETTI

Tutte le predette acque sono raccolte in una specifica rete ad esse dedicata e gestite in maniera tale da assicurarne in via prioritaria il pieno e totale riuso. Infatti le acque dei tetti, a seguito di evento meteorico, vengono fatte transitare attraverso la vasca delle acque industriali e successivamente transitano attraverso la vasca di stoccaggio delle acque destinate alla rete antincendio. La parte eccedente viene fatta defluire nelle rete idrografica superficiale.

La condotta principale è realizzata con tubazioni in PVC del diametro nominale minimo di 200mm, livelletta di scorrimento minima del 0,5% e ricoprimento minimo su sede stradale asfaltata di 0,8m, in conformità delle UNI EN 13476.

I discendenti saranno connessi ad un pozzetto prefabbricato in cemento armato vibrocompresso delle dimensioni interne di 300x300mm dotato di sistema di sifonaggio a cameretta e da un chiusino in ghisa sferoidale con classe di resistenza C250. Dal pozzetto parte la tubazione di scarico in PEAD SN 4 DN 125 che si connette mediante braca o sella alla condotta principale.

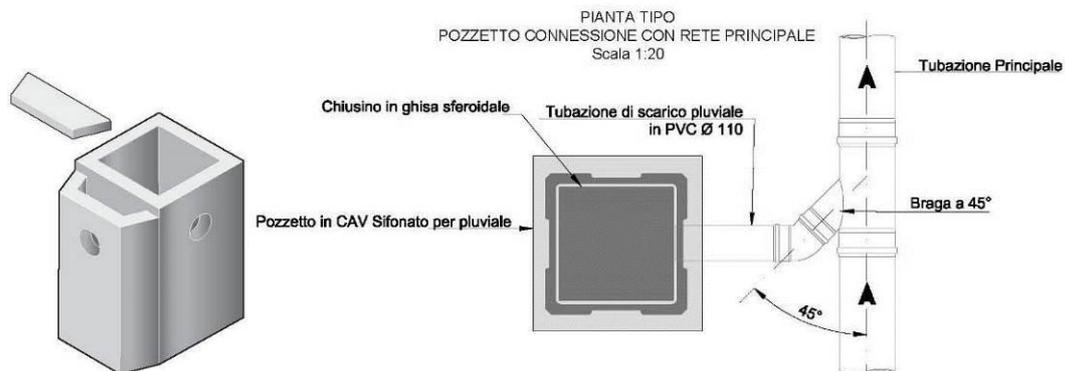


Figura 34 Dettaglio pozzetti acque meteoriche dei tetti e connessione alla condotta principale

Per il dimensionamento della rete di raccolta principale si è tenuto conto dei valori di intensità pluviometrica desunti dall'analisi storica del pluviometrico più prossimo all'impianto in progetto, che risulta essere quello di **Palermo**.

Per la determinazione delle altezze critiche di pioggia con il metodo di *Gumbel*, relativamente all'area in oggetto si è provveduto alla individuazione, dall'esame degli Annali del Servizio Idrografico Italiano, delle altezze massime di pioggia registrate per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Nel seguito viene affrontato il calcolo mediante l'analisi probabilistica delle precipitazioni con particolare riferimento alle cosiddette *curve di possibilità pluviometrica*, indicate spesso con l'acronimo *cpp*, adottando le formule appresso riportate.

$$H_{\max}(t, T) = m - \frac{\left(\ln \left(- \ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right) \right)}{k} \quad (1)$$

$$H_{\text{crit}}(t, T) = a \times t^n \quad (2)$$

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GERI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \overline{H_i})^2}{n-1}}$$

$$k = \frac{1}{0,78 \times s}$$

$$m = \overline{H_i} - \frac{0,577}{k}$$

Per la (2) il coefficiente "a" e l'esponente "n" sono stati determinati con il metodo dei minimi quadrati, secondo le seguenti relazioni matematiche:

$$n = \frac{\sum (\log t - \overline{\log t}) \times \log H_{\max}(t, T)}{\sum (\log t - \overline{\log t})^2}$$

$$a = 10^{(\log H_{\max}(t, T) - n \cdot \log t)}$$

I tempi di corrivazione sono stati calcolati dal modello matematico in 3D sviluppato con il software Civil 3D, fissando un massimo di 5 minuti.

Il metodo sopra descritto non tiene conto delle piogge intense di breve durata, che risultano essere peggiorative per il calcolo della rete e quindi al fine di garantire un dimensionamento che tenga conto di questi parametri peggiorativi, si è proceduto all'elaborazione delle precipitazioni intense di breve durata adottando la seguente legge, intensità-durata-frequenza a tre parametri:

$$i_t(T) = \frac{a(T)}{(b+t)^m}$$

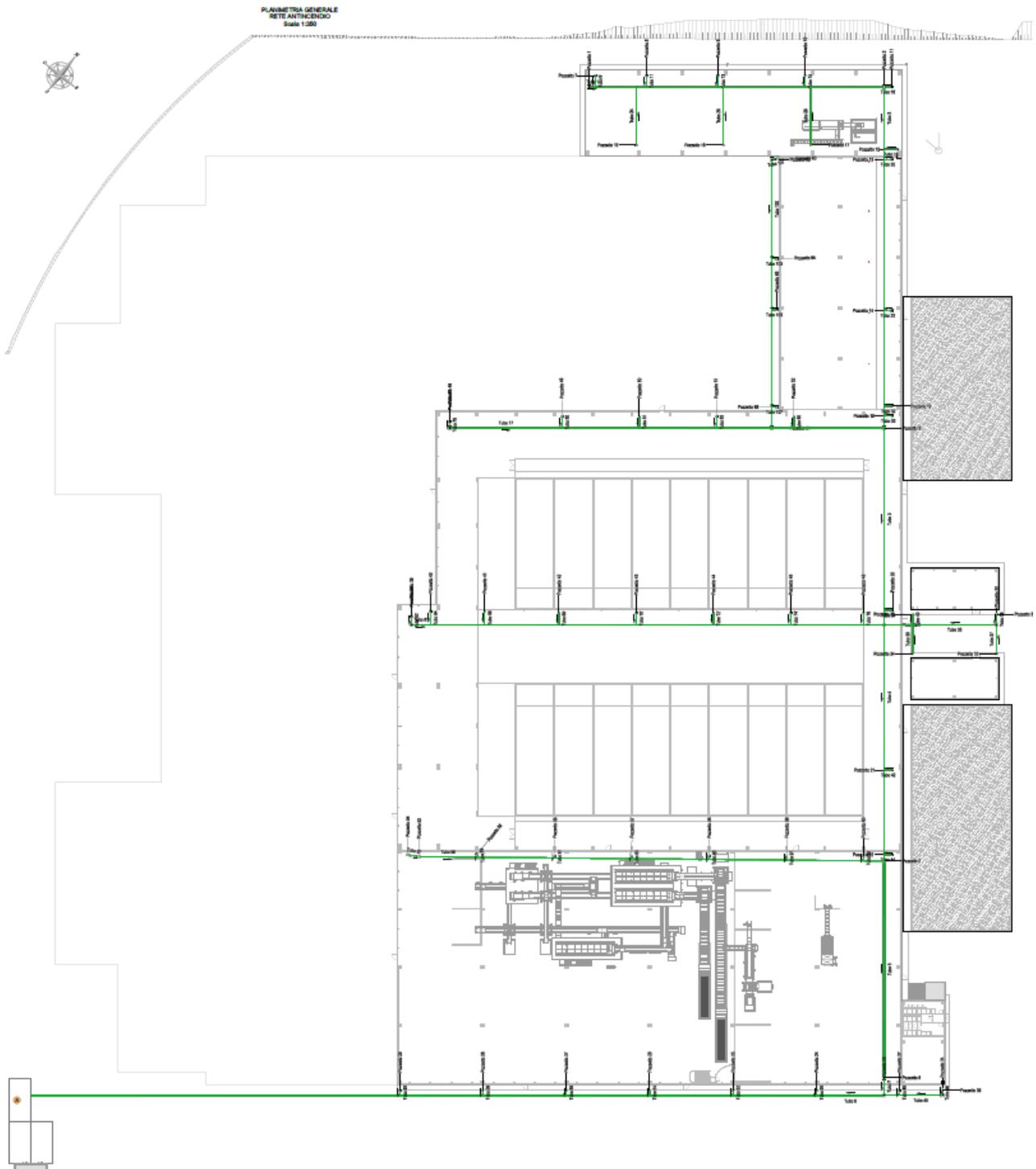
dove:

- T è il tempo di ritorno,
- t è la durata della pioggia critica,
- b è un parametro di deformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata
- t, sia dal tempo di ritorno T,
- m è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno,
- a(T) è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.

Per l'elaborazione finale e connessi dimensionamenti si è tenuto conto di un tempo di ritorno di **10** anni.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GERI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Figura 35 Planimetria generale rete meteorica dei tetti



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GERI S.r.l.</i> Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

8.2 ACQUE DI PRIMA PIOGGIA PROVENIENTI DAI PIAZZALI E VIABILITÀ

Come è stato ampiamente dimostrato in numerosi studi sperimentali, pubblicati a partire dagli anni '70, le acque pluviali di dilavamento di aree urbanizzate sono spesso contaminate e possono determinare un impatto negativo sulla qualità dei corpi idrici ricettori.

A causa delle interazioni tra precipitazione, atmosfera e superfici dilavate, particolare rilevanza ambientale assumono dunque le cosiddette *acque di prima pioggia*: Esse sono costituite dal volume d'acqua meteorica di scorrimento defluito durante la prima parte della precipitazione. Tale frazione di pioggia può essere caratterizzata da presenza di sostanze inquinanti e richiedono quindi particolari procedure di controllo e smaltimento.

8.2.1 Il nuovo quadro di riferimento normativo

L'art. 113 del *Decreto Legislativo 03 Aprile 2006 n° 152* parte III (Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento) afferma che le acque vanno disciplinate. Le direttive comunitarie n° 91/271/CEE (Trattamento delle acque reflue urbane), e n° 91/676/CEE (Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia), entrambe recepite dallo stato italiano, affermano:

".....ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, disciplinano e attuano:

- a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;
- b), ecc."

Art. 113

Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia

[1] Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, disciplinano e attuano:

- a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;
- b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione.

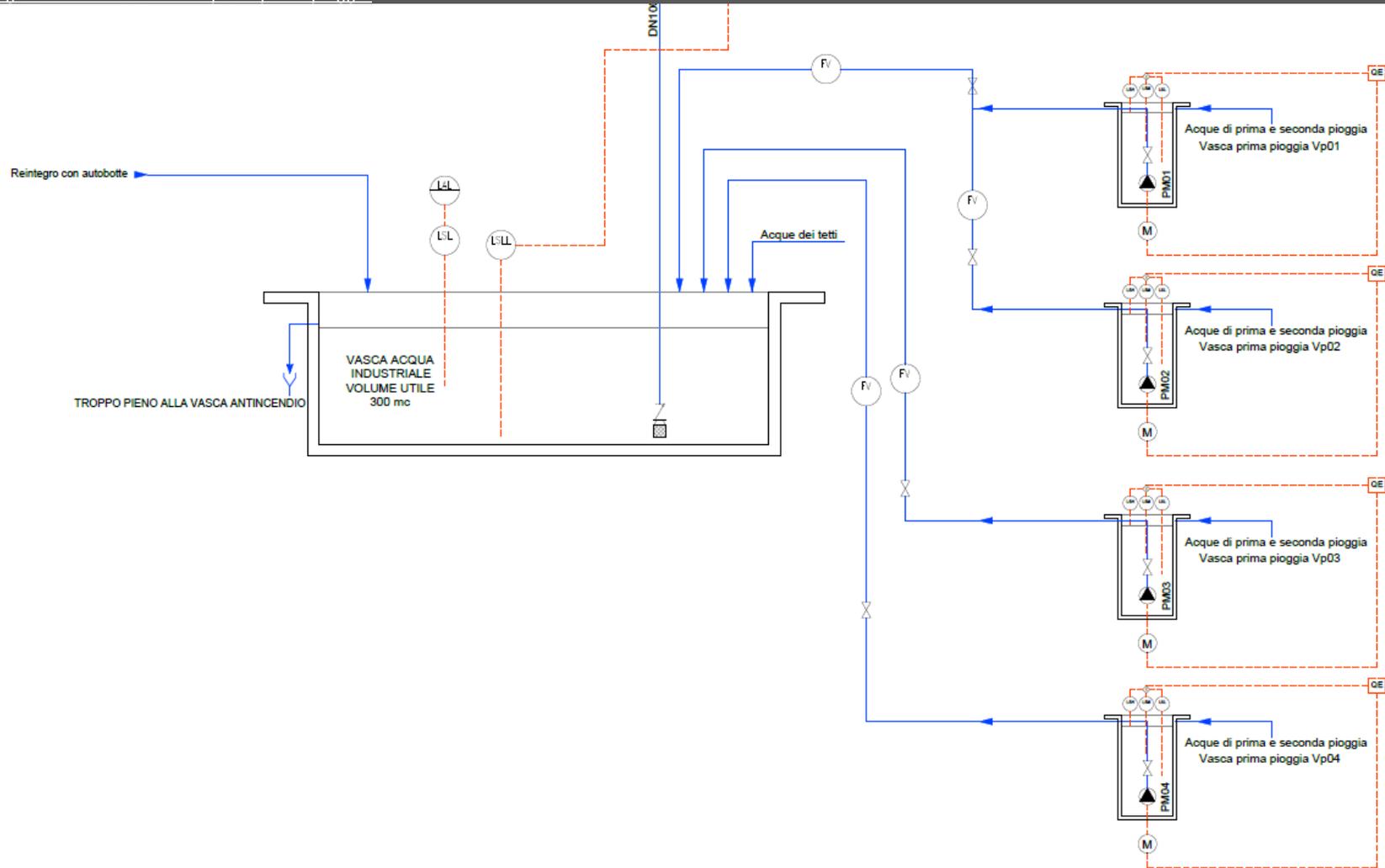
[2] Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.

[3] Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

[4] E' comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

8.2.2 Modalità gestionali del sistema acque di prima pioggia



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GE RI S.r.l.</i> Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Le acque di prima pioggia provenienti dai piazzali pavimentati saranno raccolte dalle caditoie disposte nei punti di compluvio. Sono state previste caditoie quadre piane con griglia carrabile in ghisa e griglie lineari in corrispondenza delle piste di ingresso, pese, rampe automezzi, tutte le caditoie sono provviste di griglie in ghisa per traffico pesante.

La rete di scolo delle acque dei piazzali è raccolta da collettori in PVC che confluiscono nelle vasche di prima pioggia.

L'impianto, nella sua configurazione finale, avrà una superficie scolante (strade interne e piazzali) servita dalla rete di drenaggio di 26.000 m² circa.

Essendo questa una superficie molto vasta si è optato per suddividerla in quattro settori asserviti ciascuno da relativa vasca di prima pioggia.

I settori sono così sinteticamente riportati:

Item	Superficie asservita
Vp01	6.150 m ²
Vp02	4.000 m ²
Vp03	6.000 m ²
Vp04	9.800 m ²

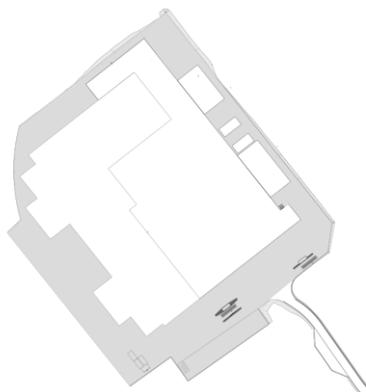
Figura 36 - Superfici oggetto di trattamento acque di prima pioggia

All'inizio dell'evento meteorologico, l'acqua confluisce nella vasca di accumulo/decantazione, opportunamente dimensionata, dove le particelle di inerte trascinate in sospensione nelle acque di deflusso, decantano. In relazione alla previsione di una valvola di non ritorno posta sulla condotta di arrivo, tutta l'acqua confluisce nella vasca di accumulo.

La vasca di accumulo è dimensionata per ricevere un quantitativo d'acqua pari a:

- superficie utile di strade e piazzali espressa in m² x 5 mm. di acqua piovana

Si utilizza PVC tipo SN4 per i diametri fino a 400 mm e tubazioni in cemento autoportante idonee a sopportate carichi stradali di 1° categoria per i diametri superiori. Le acque di prima pioggia, una volta eseguito il ciclo di depurazione, saranno fatte confluire in un pozzetto di rilancio che convoglierà le acque alla vasca di stoccaggio acque industriali. Da qui, un troppo pieno, permetterà di alimentare la vasca antincendio ed infine, il troppo pieno di quest'ultima, sarà collegato con lo scarico definitivo. Si prevede di utilizzare lo stesso recapito finale che attualmente viene utilizzato per la limitrofa discarica.



L'impianto di trattamento fisico delle acque di prima pioggia verrà realizzato con vasche di accumulo monolitiche prefabbricate in cav, ad alta resistenza ed impermeabili, da 35 m³, la cui soletta di copertura è verificata per carichi stradali di I^a categoria e carichi sismici.

Le solette di copertura saranno di tipo prefabbricato in cav carrabili e sono verificate per carichi stradali di I^a categoria e carichi sismici. Esse sono complete di ispezioni a passo d'uomo e chiusini classe D₄₀₀.

Le vasche previste in progetto sono equipaggiate all'interno con:

- sensore di pioggia,
- valvola antiriflusso,
- elettropompa sommersibile di sollevamento acque stoccate, completa di piede di accoppiamento automatico alla tubazione di mandata,
- quadro elettrico di comando e protezione, integrato a logica elettronica programmabile (PLC).

L'impianto è completato da un sistema disoleatore realizzato con cisterna prefabbricate in cav ad alta resistenza in CAV verificata anch'essa per carichi stradali di I^a categoria antisismica, ed equipaggiata con apertura di ispezione a passo d'uomo e chiusini in ghisa classe D400, filtro a coalescenza ed otturatore a galleggiante.

L'impianto disoleatore è dimensionato secondo la norma UNI EN 858 parte 1 e 2.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

SUPERFICI [mq]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm]	VOLUMI DI PIOGGIA [mc]	PORTATA DI PIOGGIA [l/sec]	SUPERFICI [mq]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm]	VOLUMI DI PIOGGIA [mc]	PORTATA DI PIOGGIA [l/sec]
2000	5	10	11,11	27000	5	135	150,00
3000	5	15	16,67	28000	5	140	155,56
4000	5	20	22,22	29000	5	145	161,11
5000	5	25	27,78	30000	5	150	166,67
6000	5	30	33,33	31000	5	155	172,22
7000	5	35	38,89	32000	5	160	177,78
8000	5	40	44,44	33000	5	165	183,33
9000	5	45	50,00	34000	5	170	188,89
10000	5	50	55,56	35000	5	175	194,44
11000	5	55	61,11	36000	5	180	200,00
12000	5	60	66,67	37000	5	185	205,56
13000	5	65	72,22	38000	5	190	211,11
14000	5	70	77,78	39000	5	195	216,67
15000	5	75	83,33	40000	5	200	222,22
16000	5	80	88,89	41000	5	205	227,78
17000	5	85	94,44	42000	5	210	233,33
18000	5	90	100,00	43000	5	215	238,89
19000	5	95	105,56	44000	5	220	244,44
20000	5	100	111,11	45000	5	225	250,00
21000	5	105	116,67	46000	5	230	255,55
22000	5	110	122,22	47000	5	235	261,11
23000	5	115	127,78	48000	5	240	266,66
24000	5	120	133,33	49000	5	245	272,22
25000	5	125	138,89	50000	5	250	277,77
26000	5	130	144,44	51000	5	255	283,33

Tabella 6 Tabella per la preliminare determinazione del volume della vasca acque di prima pioggia in rapporto alle superfici scolanti "metodo altezza prima pioggia".

8.2.3 Modalità di gestione delle acque di prima pioggia

Le acque meteoriche raccolte sui piazzali possono ritenersi potenzialmente inquinate da tracce di oli lubrificanti, di carburanti, di metalli pesanti e corpi solidi in genere.

Secondo la Legge sono soggette a trattamento quelle raccolte durante i primi 5 mm di pioggia e, nel caso di piogge particolarmente intense, le acque eccedenti, vengono avviate direttamente allo scarico tramite una canalizzazione di *by-pass*.

Il fenomeno meteorico si ipotizza avvenire in 15 minuti, pertanto, per evitare sovradimensionamenti inutili del sistema di trattamento, si prevede di norma un sistema di sfioro che allontani le acque dal trattamento, dopo i primi 5 mm. di piovosità.

Dal punto di vista tecnico, l'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia inquinate da eventuali idrocarburi, prevede innanzi tutto un comparto di accumulo/decantazione, nel quale si depositano per gravità le sostanze pesanti presenti nel primo flusso di acqua meteorica.

Successivamente al comparto di accumulo/decantazione è stato previsto un comparto di disoleazione atto a rimuovere le eventuali sostanze oleose presenti nel flusso da trattare.

Il previsto disoleatore si basa sul principio di funzionamento della separazione gravitaria di sostanze a diverso peso specifico. Il disoleatore è quindi costituito da un sistema statico che funziona per gravità, ossia la separazione di oli, nafte, benzine etc., si ottiene sfruttando le differenze di densità degli idrocarburi rispetto a quella dell'acqua.

All'interno del disoleatore è presente una zona di raccolta degli oli, la quale rende possibile la separazione del prodotto di risulta senza la presenza di residui acquosi.

Il disoleatore :

- sfrutta la differenza di densità esistente tra i due liquidi da separare
- favorisce l'effetto coalescenza fra le piccole particelle di olii e grassi
- sfrutta i cambi di direzione e le differenti velocità del flusso per migliorare la decantazione.
- consente il recupero gravitazionale in continuo dei liquidi separati, indipendentemente dalle quantità e dalle percentuali delle sostanze da separare nell'ambito delle portate che l'impianto può trattare.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Tutte le acque eccedenti il volume massimo trattabile vengono inviate alla condotta di by-pass (seconda pioggia), e da qui alle successive fasi di potenziale recupero e riuso e cioè, a seguito di evento meteorico, vengono fatte transitare attraverso la vasca delle acque industriali e successivamente transitano attraverso la vasca di stoccaggio delle acque destinate alla rete antincendio. La parte eccedente viene fatta defluire nelle rete idrografica superficiale.

CHEMA TRIDIMENSIONALE DEL SISTEMA DI RATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

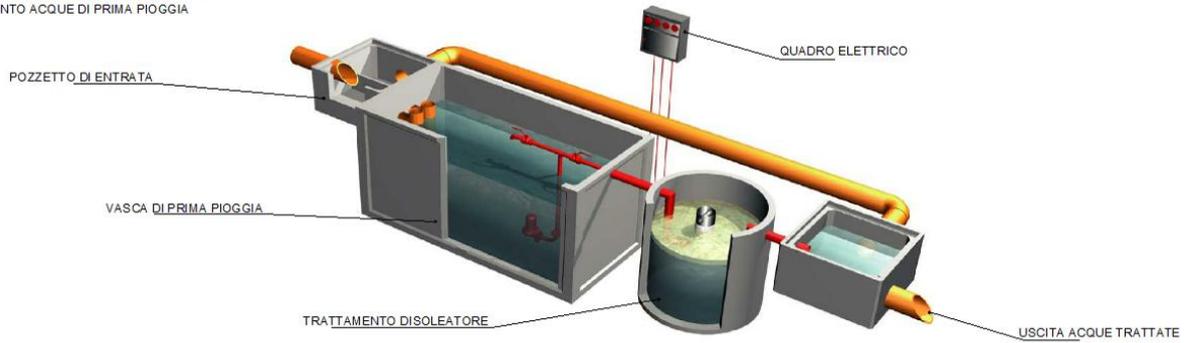


Figura 37 Schema funzionale del sistema "vasca di prima pioggia"

In relazione alla orografia dell'area dell'impianto e alla sua morfologia è stato previsto l'impiego di n° 4 vasche di prima pioggia identiche.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

P&ID VASCA DI PRIMA PIOGGIA

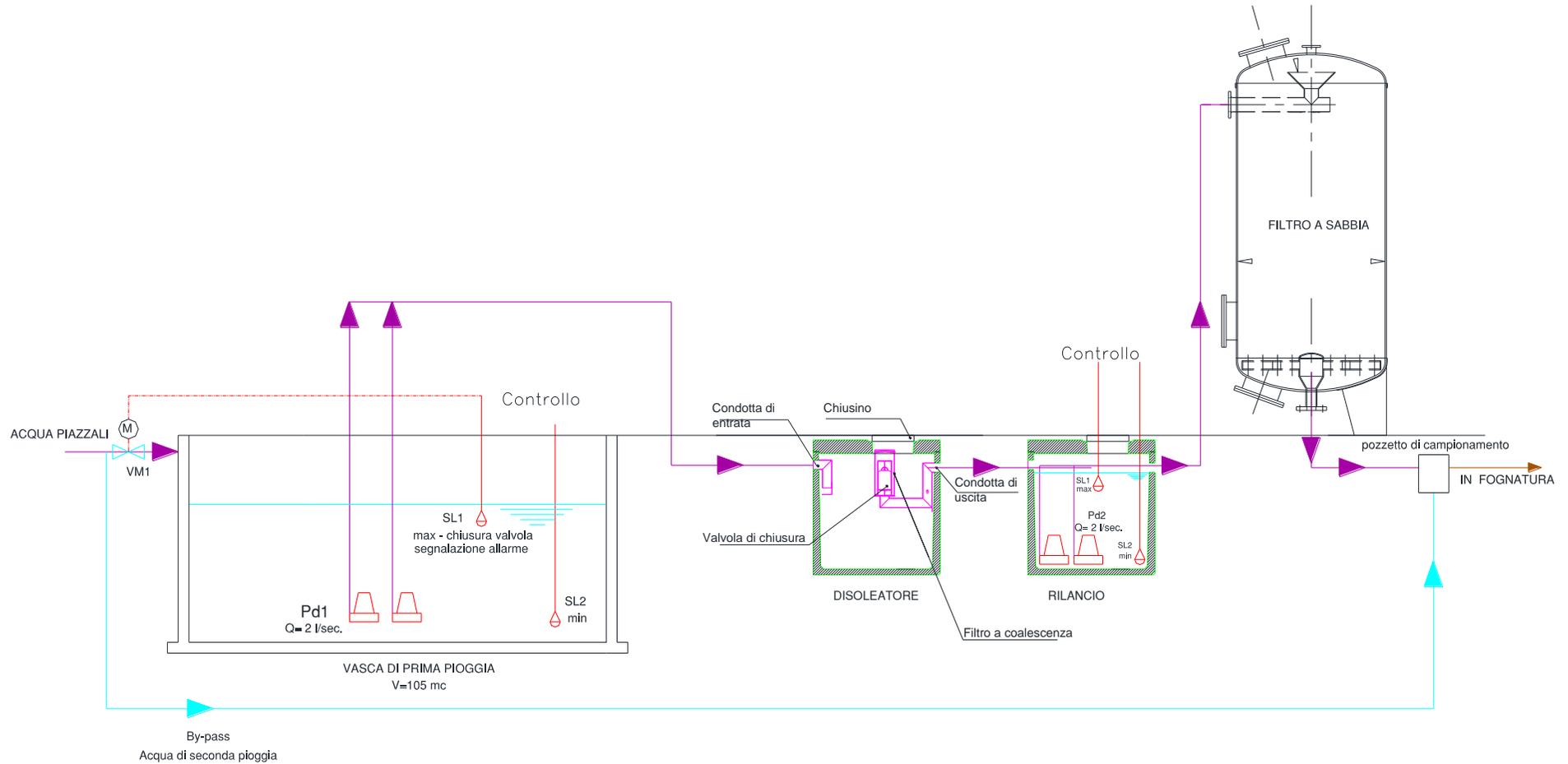


Figura 38 P&ID del sistema vasca di prima pioggia

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Con riferimento al precedente P&ID, si descrive il funzionamento del sistema.

A seguito di un evento meteorico, una volta saturata la capacità della vasca, la valvola di non ritorno Vm₁ si chiude automaticamente, comandata da un apposito sensore di livello (SL_{1max}), non permettendo così l'accesso ad ulteriore refluo che attraverso il pozzetto di by-pass (P_{bp}) della vasca di accumulo/decantazione, perviene al pozzetto di campionamento (P_{c1}) e da questo allo scarico finale.

A questo punto inizia il ciclo dell'acqua meteorica stoccata che necessita di trattamento depurativo di tipo fisico. Al completo riempimento della vasca di accumulo, l'elettrolivello S_{L1} dà il consenso alla pompa di svuotamento P_{d1}, ma un ritardatore programmabile eventualmente secondo le richieste degli Enti di controllo, attiva la stessa solo dopo 48 ore. In tale momento il quadro elettrico Q_{E1} darà l'impulso alla pompa di svuotamento P_{d1} di alimentare le acque accumulate nel disoleatore.

Se l'evento meteorico si dovesse ripetere prima che siano trascorse le 48 ore dopo la cessazione delle ultime piogge tutta l'acqua passa direttamente attraverso il sistema di by pass.

Il previsto disoleatore quindi ha caratteristiche funzionali off-line rispetto al sistema in modo da poter raccogliere e trattare solo la portata considerata di prima pioggia.

Fondamentalmente esistono due tipi di disoleatore:

1. il separatore a gravità o convenzionale e
2. il separatore a coalescenza.

Il secondo migliora l'efficienza di separazione degli oli grazie alla presenza di un pacco lamellare che aumentando la superficie effettiva di flottazione favorisce l'aggregazione delle particelle più leggere e ne facilita la risalita. In questo modo si riescono a ridurre le dimensioni rispetto ai più grandi disoleatori a gravità. Il presente progetto prevede l'impiego di entrambe le predette tipologie.

Le specifiche previste per il sistema di disoleatura sono:

Classe I (tenore residuo max 5 mg/l secondo DIN 1999)

Disoleatore

Classe I

(tenore max residuo 5 mg/l secondo DIN 1999) con filtro a coalescenza

8.2.3.1 Stadio di disoleazione

La disoleazione viene normalmente ottenuta riducendo la velocità dell'effluente e predisponendo una zona di calma nella quale le sostanze presenti, caratterizzate da un peso specifico minore di quello dell'acqua, risalgono per galleggiamento.

Il funzionamento dei disoleatori può essere ricondotto ai principi della sedimentazione sotto l'azione della gravità: questi si comportano infatti come vasche di sedimentazione nelle quali le particelle oleose anziché sedimentare sul fondo, flottano in superficie.

Per il dimensionamento dei separatori si deve quindi partire dai tempi di residenza delle particelle. Il tempo di residenza t_i (o ritenzione) deve essere maggiore del tempo di risalita t_c :

$$t_i = d_i / V_t$$

dove:

- d_i è la profondità effettiva della vasca di disoleazione
- V_t è la velocità di risalita della particella

Per trovare la velocità di risalita V_t cm/sec si applica la legge di Stokes

$$V_t = g(\sigma_w - \sigma_o)D^2 / 18\eta_w$$

dove:

- g = costante gravitazionale (981 cm/sec²)
- D = diametro delle goccioline d'olio in cm, consigliato l'uso di un diametro $D=60$ microns cioè 0.006 cm
- $\sigma_w = 0.999$ g/cc densità dell'acqua a 15°C

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- σ_o = densità dell'olio, si seleziona la densità più conservativa, per es. tra il carburante diesel 0,85 g/cc e l'olio motore 0,90 g/cc in una stessa soluzione si sceglie quest'ultimo
- $\dot{\eta}_w = 0.017921$ poise, g/cm-sec. viscosità dell'acqua a 15°C

8.2.3.2 Il dimensionamento secondo EN 858

Nel caso in progetto è prevista l'installazione di un separatore di classe I che consente, in caso di necessità, una rimozione spinta degli idrocarburi. Anche la EN 858 per la prima pioggia suggerisce di utilizzare un separatore di tipo *by-pass* di classe I.

Secondo la EN 858 il dimensionamento di un disoleatore si basa sulla natura e la portata dei liquidi da trattare tenendo presente:

- la massima portata di pioggia
- la massima portata di effluente
- la densità del liquido oleoso
- la presenza di sostanze che possono impedire la separazione come i detersivi.

le dimensioni nominali (*Nominal Size o NS*) del separatore devono essere determinate con la seguente formula:

$$N_s = (Q_r + f_x \cdot Q_s) f_d$$

dove

- N_s è la taglia nominale del separatore;
- Q_r è la massima portata di alimentazione al disoleatore, in l/s;
- Q_s è la massima portata di refluo, in l/s, che nel nostro caso vale 0 (caso di solo acqua di pioggia, noi alimentiamo solo con pompa);
- f_d è il fattore di densità per il tipo di olio;
- f_x è il fattore di impedimento.

La taglia nominale NS è un numero, espresso in unità, approssimativamente equivalente alla portata massima effluente in litri/sec del separatore.

Una volta calcolato l'NS attraverso la formula si richiederà al fornitore un impianto avente la taglia nominale più vicina. Per es. un separatore di classe II con NS 20 nelle condizioni del test rilascia un effluente con concentrazioni inferiori ai 100 mg/l su una portata di 20 l/sec.

Qualora si debba trattare solo acqua di pioggia dall'equazione si toglierà il parametro $f_x \cdot Q_s$. Anche la EN 858 per le acque di pioggia ricorre all'uso della Rational Formula: $Q = C \cdot I \cdot A$ (in mq).

Per quanto riguarda l'intensità I suggerisce di effettuare un'analisi del modello pluviometrico locale e di ottemperare alle disposizioni delle autorità di controllo del luogo.

L'EPA scozzese nella PPG₃ fornisce un'intensità di pioggia I pari a 18 mm/h se si tratta di dimensionare un separatore *full retention* e di 1,8 mm/h se si tratta di dimensionare un *by-pass separator*.

La taglia nominale viene espressa preferibilmente secondo questa serie:

1, 5, 3, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 300, 400 and 500.

Il fattore di densità varia da 1 a 2 a seconda della densità degli idrocarburi e della combinazione dei componenti il separatore, come da tabella seguente:

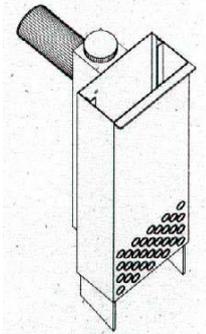
Densità g/cm ³	Fino a 0,85	da 0,85 fino a 0,90	da 0,90 fino a 0,95
Combinazione	Fattore di densità f_d		
S II P	1	2	3
S I P	1 ^a	1,5 ^a	2 ^a
S II I P	1 ^b	1 ^b	1 ^b
S per sludge trap; I o II per la classe del separatore; P per pozzetto di ispezione e prelievo.			
^a Per i separatori di classe I che operano solo con la gravità si utilizza il f_d della classe II.			
^b Sia per la classe I che per la classe II.			

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

8.2.3.3 *Impiego del filtro a coalescenza*

Il previsto filtro a coalescenza ha lo scopo di migliorare l'efficacia del disoleatore.

Esso è essenzialmente composto da due corpi principali: il primo corpo, rettangolare, contiene i filtri propriamente detti, costituiti da una schiuma i cui pori assicurano una coagulazione ottimale delle goccioline d'olio. Il secondo corpo, cilindrico, porta l'acqua, senza idrocarburi, verso l'uscita.



Il termine "coalescenza" lessicalmente significa "unione di due o più goccioline in una sola goccia". Per migliorare le prestazioni del successivo stadio di disoleazione, il filtro a coalescenza è previsto che venga installato prima dell'uscita dello stadio di disoleazione.

Questo filtro ha lo scopo di permettere alle goccioline di aggregarsi le une alle altre, fino a quando la grandezza delle gocce formate sia sufficiente per una rapida risalita. Il materiale filtrante deve essere periodicamente pulito, sciacquato e/o sostituito.

Una volta disoleata l'acqua potrà essere inviata nelle cisterne di stoccaggio per il suo riuso o essere inviata nel limitrofo corpo ricettore.

8.2.3.4 *Caratteristiche della pompa di sollevamento*

Nella vasca di prima pioggia sarà installato un impianto di sollevamento per il rilancio dell'acqua di prima pioggia al disoleatore. Le pompe saranno elettrosommersibili tipo *Flygt CP 3085 MT/440* o similare con portata unitaria di 1,64 litri/secondo cadauna.

Le tubazioni di mandata: DN80 in acciaio AISI 316; collettore in uscita DN 150 AISI 316, spessore mm 3. Quadro generale di azionamento e controllo delle pompe, quadretto di derivazione dell'Enel e box con la predisposizione dell'allacciamento alla linea di telecontrollo.

Le pompe sono in parallelo in modo che una pompa è posta come riserva, così che in caso di guasto non si abbia l'interruzione della funzionalità dell'impianto

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<u>SO GE RI S.r.l.</u> <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

PIANTA SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA (scala 1:50)

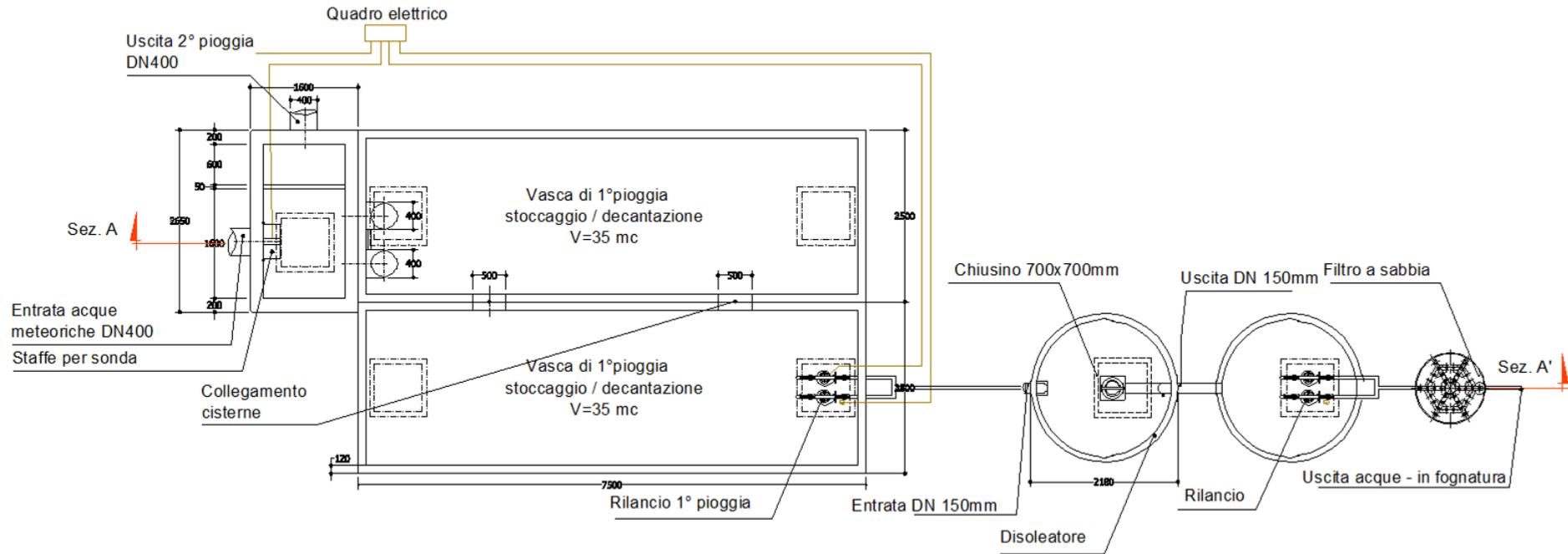
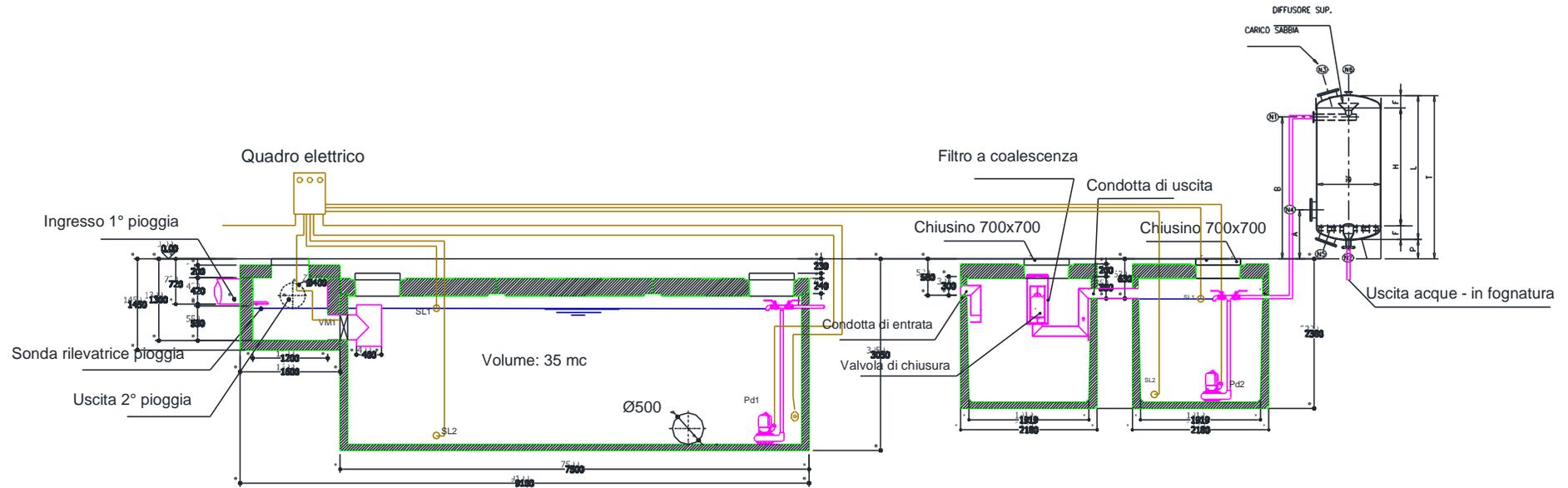


Figura 39 Pianta della vasca di prima pioggia

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

SEZIONE A - A' (scala 1:50)



Legenda:

Pd1 : Pompe di alimentazione al sistema di disoleatore Q= 2 l/sec

SL1 : Sensore di livello MAX

SL2 : Sensore di livello MIN

VM1 : Valvola motorizzata di ingresso

Pd2 : Pompe di alimentazione al filtro a sabbia Q= 2 l/sec

Dimensioni filtro a sabbia

Ø1	DN N1	DN N2	DN N3	DN N4	DN N5	DN N6	A	B	F	H	L	P	T	n° nozzles
1000	50	50	250	400	250	80	850	2020	250	1500	2000	300	2300	30-45

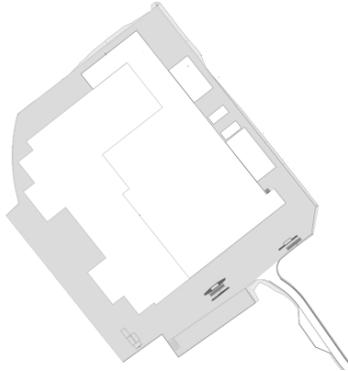
Figura 40 Sezione della vasca di prima pioggia

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GE RI S.r.l.</i> Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

8.2.4 Sviluppo del sistema

L'impianto, nella sua configurazione finale, avrà una superficie scolante (strade interne e piazzali) servita dalla rete di drenaggio di 26.000 m² circa. Essendo questa una superficie molto vasta si è optato per suddividerla in quattro settori asserviti ciascuno da relativa vasca di prima pioggia.

I settori sono così sinteticamente riportati:



Item	Superficie asservita
Vp01	6.150 m ²
Vp02	4.000 m ²
Vp03	6.000 m ²
Vp04	9.800 m ²

All'inizio dell'evento meteorologico, l'acqua confluisce nella vasca di accumulo/decantazione, opportunamente dimensionata, dove le particelle di inerte trascinate in sospensione nelle acque di deflusso, decantano. In relazione alla previsione di una valvola di non ritorno posta sulla condotta di arrivo, tutta l'acqua confluisce nella vasca di accumulo.

La vasca di accumulo è dimensionata per ricevere un quantitativo d'acqua pari a:

- superficie utile di strade e piazzali espressa in m² x 5 mm. di acqua piovana

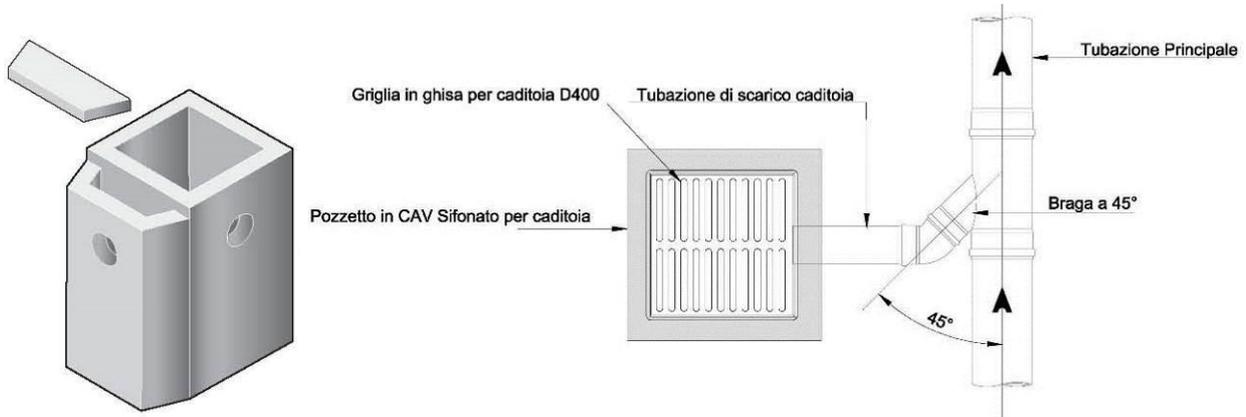
Si riepiloga di seguito la suddivisione delle aree di prima pioggia con relative dimensioni delle vasche:

Bacino di riferimento	Item	Superficie asservita	Volume vasca di stoccaggio
	Vp01	6.150 m ²	35 m ³
	Vp02	4.000 m ²	35 m ³
	Vp03	6.000 m ²	35 m ³
	Vp04	9.800 m ²	70 m ³

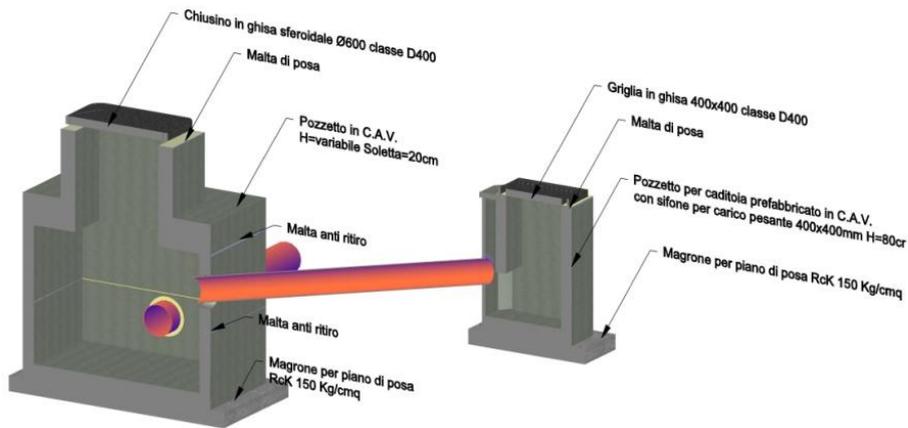
Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<u>SO GE RI S.r.l.</u> Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

La rete di deflusso delle acque di pioggia è costituita da una condotta principale in PVC strutturato a doppia parete per traffico pesante, alla quale sono connesse le caditoie di raccolta dell'acqua superficiale meteorica dei piazzali e viabilità

Le caditoie sono realizzate con pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso con sistema a cameretta di sifonaggio e griglia in ghisa sferoidale piana con classe di resistenza D400.



Lungo la rete principale sono stati previsti pozzetti di raccordo e confluenza, delle dimensioni utili per garantire l'ispezionabilità degli stessi, sono di forma quadrata, delle dimensioni minime interne di 800x800cm, prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso ad elementi modulari, completi di chiusino in ghisa sferoidale con classe di resistenza D400.



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<u>SO GE RI S.r.l.</u> Società Generale Rifuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

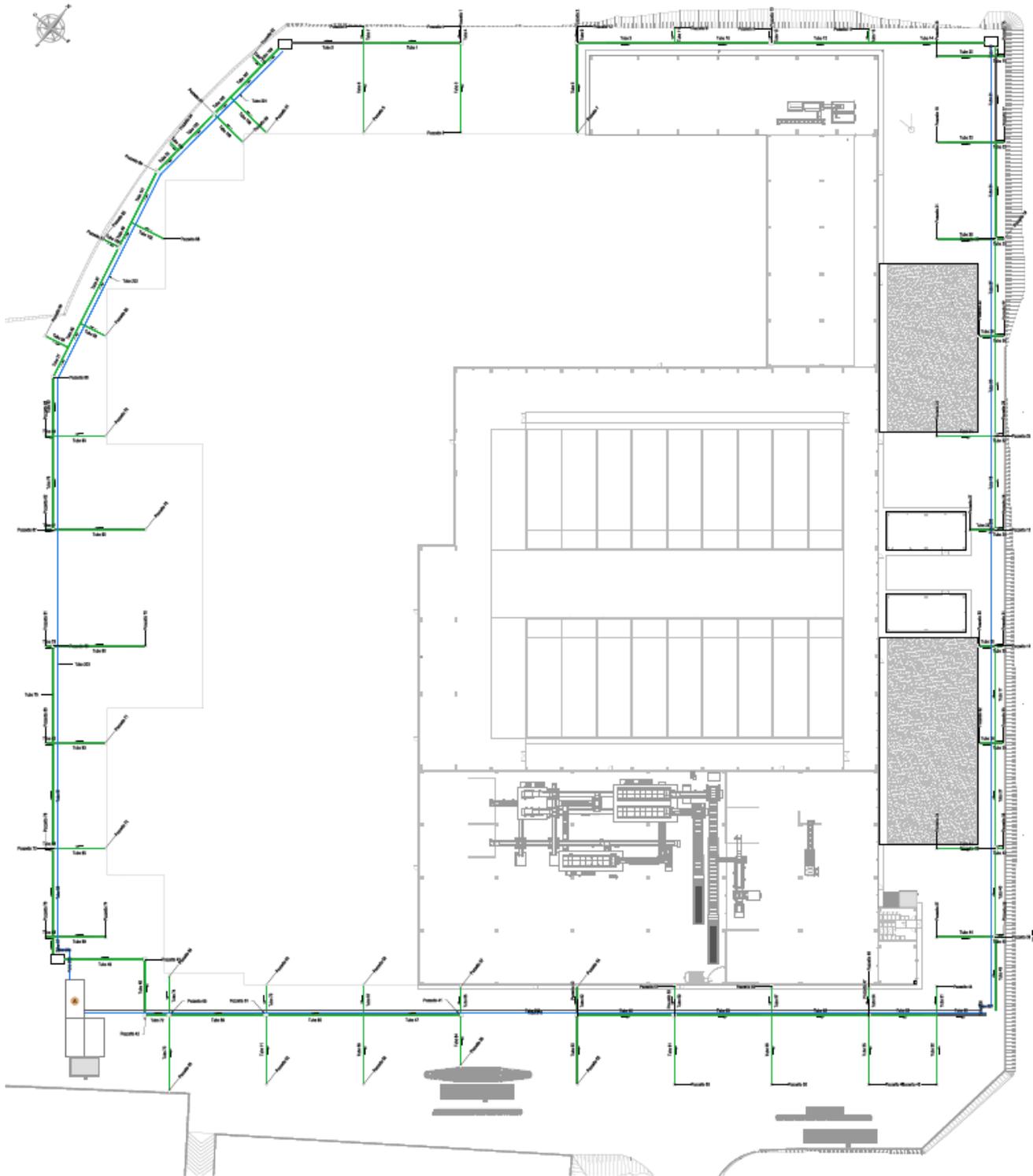


Figura 41 Sviluppo della rete acque meteoriche dei piazzali

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GERI S.r.l.</i> <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

8.3 ACQUE DI PROCESSO_MODALITA' DI PRODUZIONE E DI REGOLAZIONE DEL DEFLUSSO

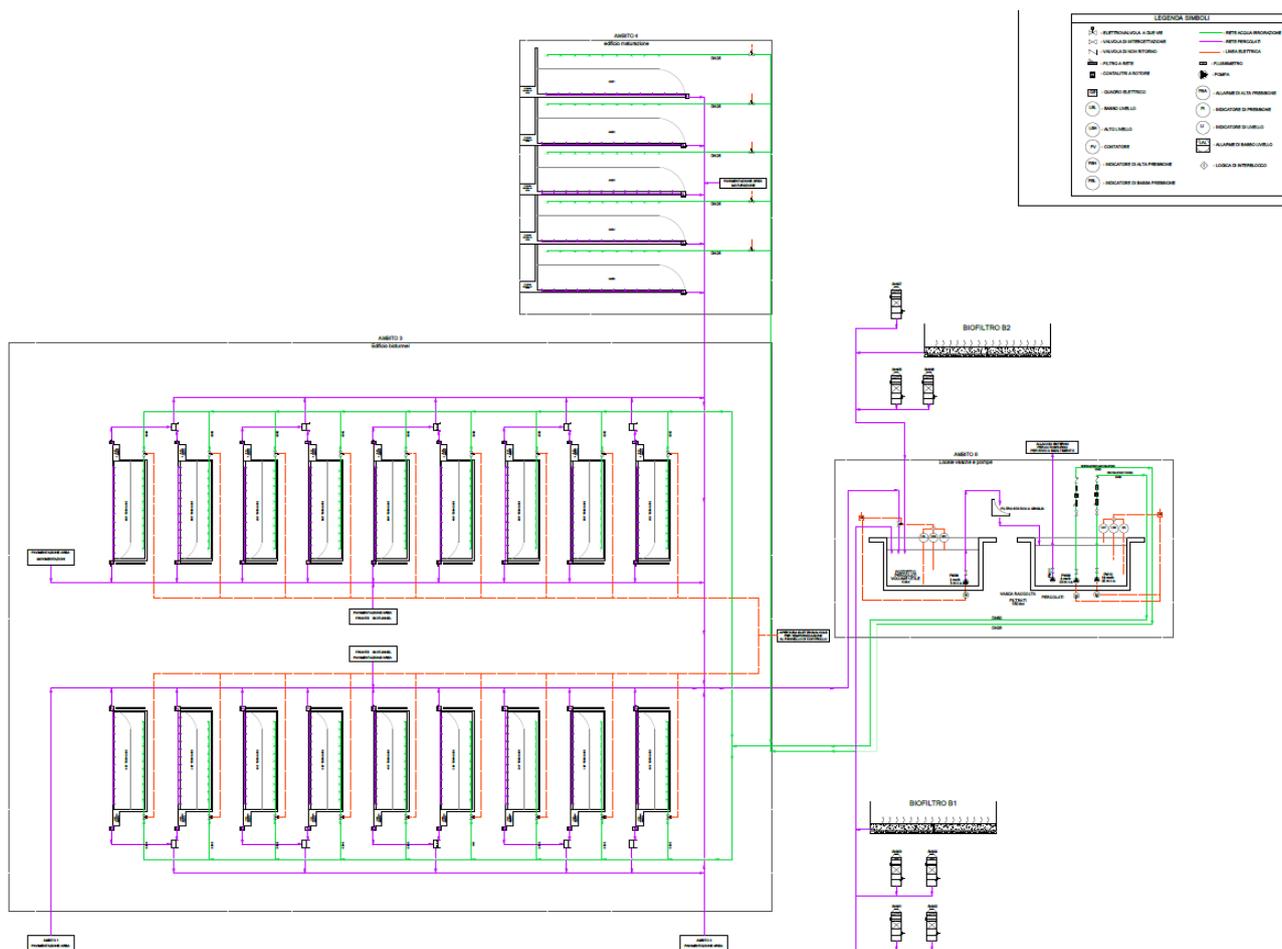


Figura 42 P&ID del sistema di gestione delle acque di processo

I percolati prodotti dall'impianto possono essere racchiusi in macro categorie che andremo nel seguito ad analizzare singolarmente. Dette categorie sono le seguenti:

- Percolati da zone pavimentate di stoccaggio e movimentazione interne;
- Percolati provenienti dalla fase di stabilizzazione in biocelle;
- Percolati provenienti dalla platea di maturazione;
- Percolati di drenaggio e condense dal sistema di gestione delle arie di processo.

Si precisa che tutte le reti descritte nel presente ambito sono a gravità.

8.3.1 Percolati da zone pavimentate di stoccaggio e movimentazione interne

Questi sono i percolati derivanti dagli stoccaggi dei rifiuti in impianto nonché dalle acque provenienti dalle fasi di lavaggio delle pavimentazioni interne.

I reflui ottenuti sotto forma di percolato dallo stoccaggio della FORSU e dei RU presentano caratteristiche di estrema variabilità.

Il percolato risulta costituito infatti da prodotti quali oli, colaticci di vario genere, detersivi 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 aia estremamente gravose è possibile il rilascio di percolato in un pozzetto di raccolta.

Nel locale di ricevimento del RU indifferenziato, il percolato che si produce dallo stoccaggio dei rifiuti viene indirizzato per mezzo di un adeguata pendenza della pavimentazione, in un apposito canale di scolo che è a sua volta collegato alla linea di smaltimento principale: questo consente anche di raccogliere il liquido prodotto nelle fasi di lavaggio periodico della zona di carico/scarico dell'aia.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Il sistema prevede dei pozzetti di confluenza e di raccordo realizzati in calcestruzzo vibrocompresso prefabbricato, con griglia di chiusura in ghisa sferoidale classe di resistenza D₄₀₀.

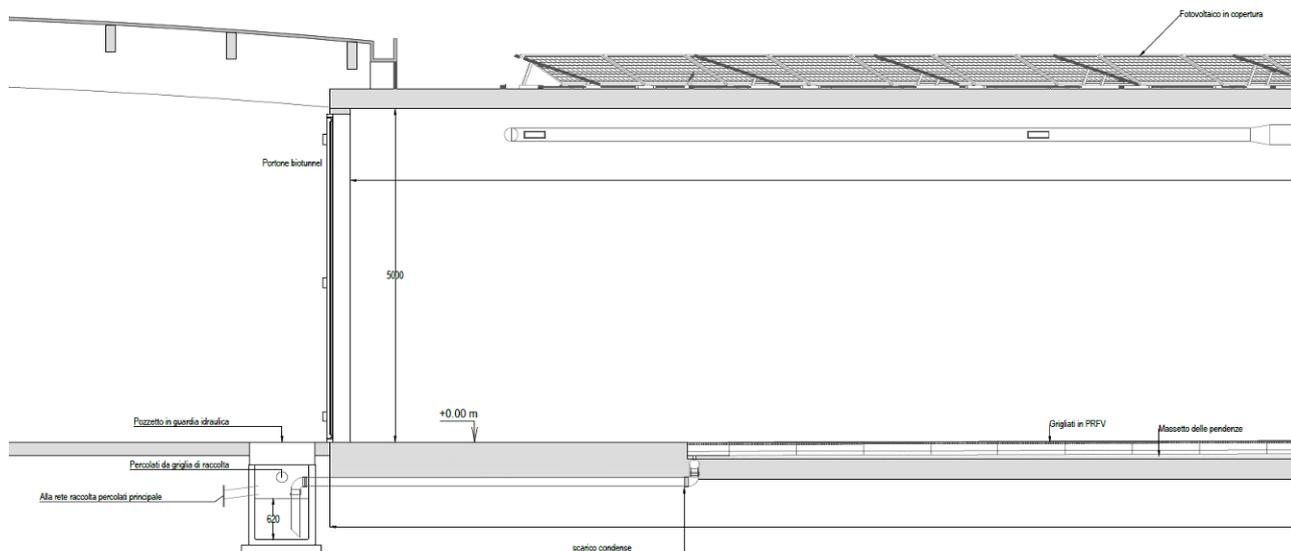
Le condotte sono realizzate con tubi in PVC con pendenza minima di livelletta di 0.5%.

Le linee di raccolta dei percolati delle zone pavimentate interne avranno la funzione di condotta principale per la raccolta anche degli effluenti dalle zone di stabilizzazioni in biotunnel e in maturazione. Tutte le condotte saranno ricollegate in un'unica linea che confluirà all'interno di un pozzetto esterno da 5mc al cui interno sarà alloggiata una pompa per l'alimentazione del sistema di grigliatura prima del definitivo stoccaggio dei percolati all'interno dell'apposita vasca da 150 mc collocata sotto il locale pompe.

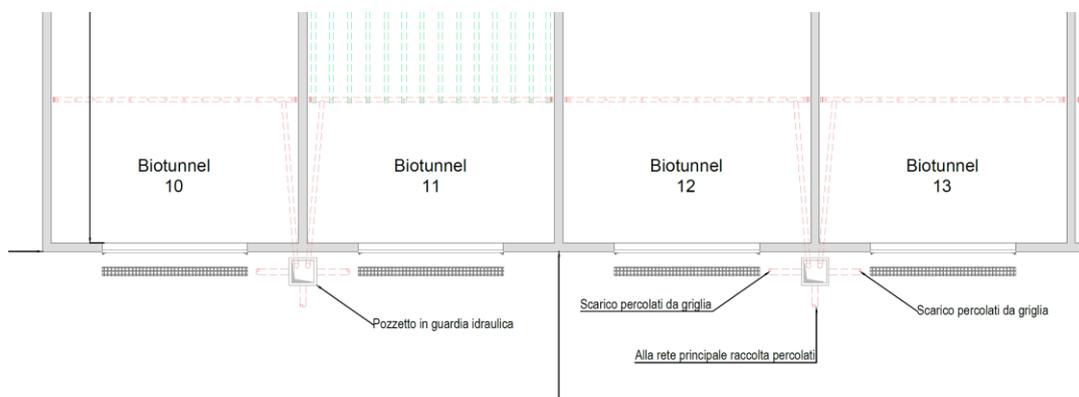
Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<u>SO GE RI S.r.l.</u> <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

8.3.2 Percolato dalla zona biocelle Forsu e RU

Per quanto concerne invece la raccolta del percolato prodotto dalle biocelle, questo viene destinato alla rete di deflusso primaria mediante il sistema di tubazioni a pavimento funzionale all'aerazione del materiale.



I percolati rilasciati dal materiale in biocella viene raccolto all'interno delle canale di insufflazione che, mediante un massetto delle pendenze, convogliano il percolato stesso in testa al sistema dove un tubo in PVC intercetta l'intera filiera di canalette. Detto tubo è poi collegato con un pozzetto in guardia idraulica posto esternamente alla biocella. All'interno di detto pozzetto vengono fatti confluire anche i percolati intercettati dalle griglie poste frontalmente ai portoni delle biocelle.



Il sistema di griglie consente anche di raccogliere il liquido prodotto nelle fasi di lavaggio periodico del corridoio di carico/scarico delle biocelle stesse.

Dai vari punti di raccolta (pozzetti in guardia idraulica), il percolato viene indirizzato dalla rete primaria, ad un serbatoio di raccolta percolati e condense, interrato in c.a della capienza di circa **150 m³**, previo passaggio in vasca di decantazione di 20 m³ dal quale, per mezzo di un sistema di tubazioni e di pompe, il fluido viene depurato dalle particelle solide passando attraverso un filtro meccanico a griglia e quindi, una volta stoccato nella vasca da 150 mc, può essere utilizzato per irrorare il materiale in maturazione nelle biocelle e nella sezione di maturazione.

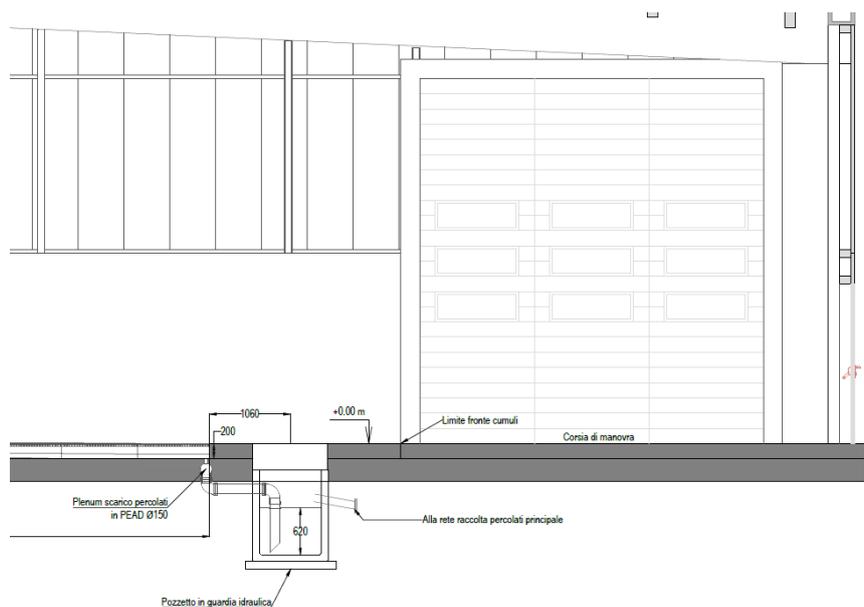
Tale vasca, in caso di surplus rispetto al fabbisogno di processo, sarà di volta in volta vuotata, ed il contenuto destinato agli idonei impianti di trattamento depurativo.

8.3.3 Percolato dalla platea di maturazione

Analogamente a quanto descritto precedentemente, nell'aia di maturazione, avremo due flussi di percolati: uno derivante dalla sezione di areazione ed un secondo flusso proveniente dalle attività di movimentazione presenti nella zona.

I pozzetti in guardia idraulica collocati in fronte ai cumuli di maturazione, invece di avere chiusino in ghisa, saranno disposti di griglia in ghisa per permettere la raccolta dei percolati derivanti dal lavaggio delle aree di lavorazione. La pavimentazione sarà quindi realizzata con pendenze tali da rendere il pozzetto punto di compluvio.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	



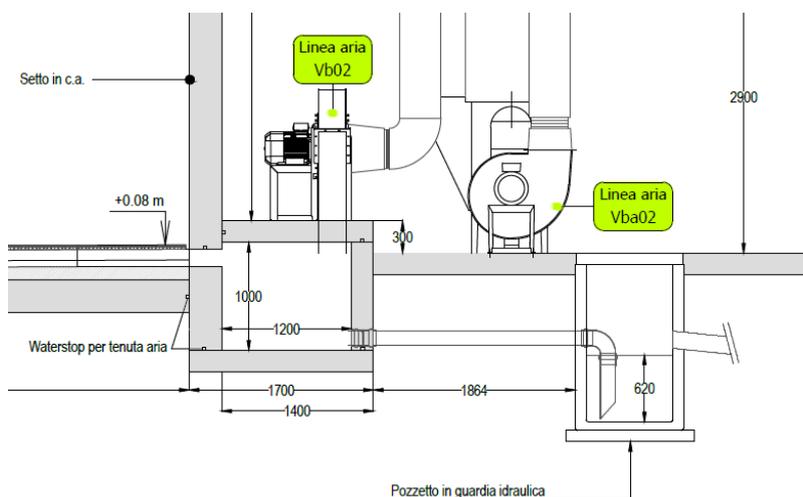
8.3.4 Percolati da drenaggi vari, condense e reflui da scrubber, ventilatori e biofiltro

Di questa categoria fanno parte i seguenti flussi:

- Condense provenienti dalle sezioni di ventilazione (ventilatori biofiltro, ventilatori biotunnel, ventilatori maturazione);
- Scarichi idrici degli scrubber;
- Percolati in uscita dai biofiltri.

8.3.4.1 Condense provenienti dalle sezioni di ventilazione

Le condense provenienti dai ventilatori in opera nelle varie sezioni d'impianto saranno raccolte nei plenum di insufflazione e da qui, attraverso pozzetti in guardia idraulica, saranno fatte confluire alla rete percolati principale.



8.3.4.2 Scarichi idrici degli scrubber

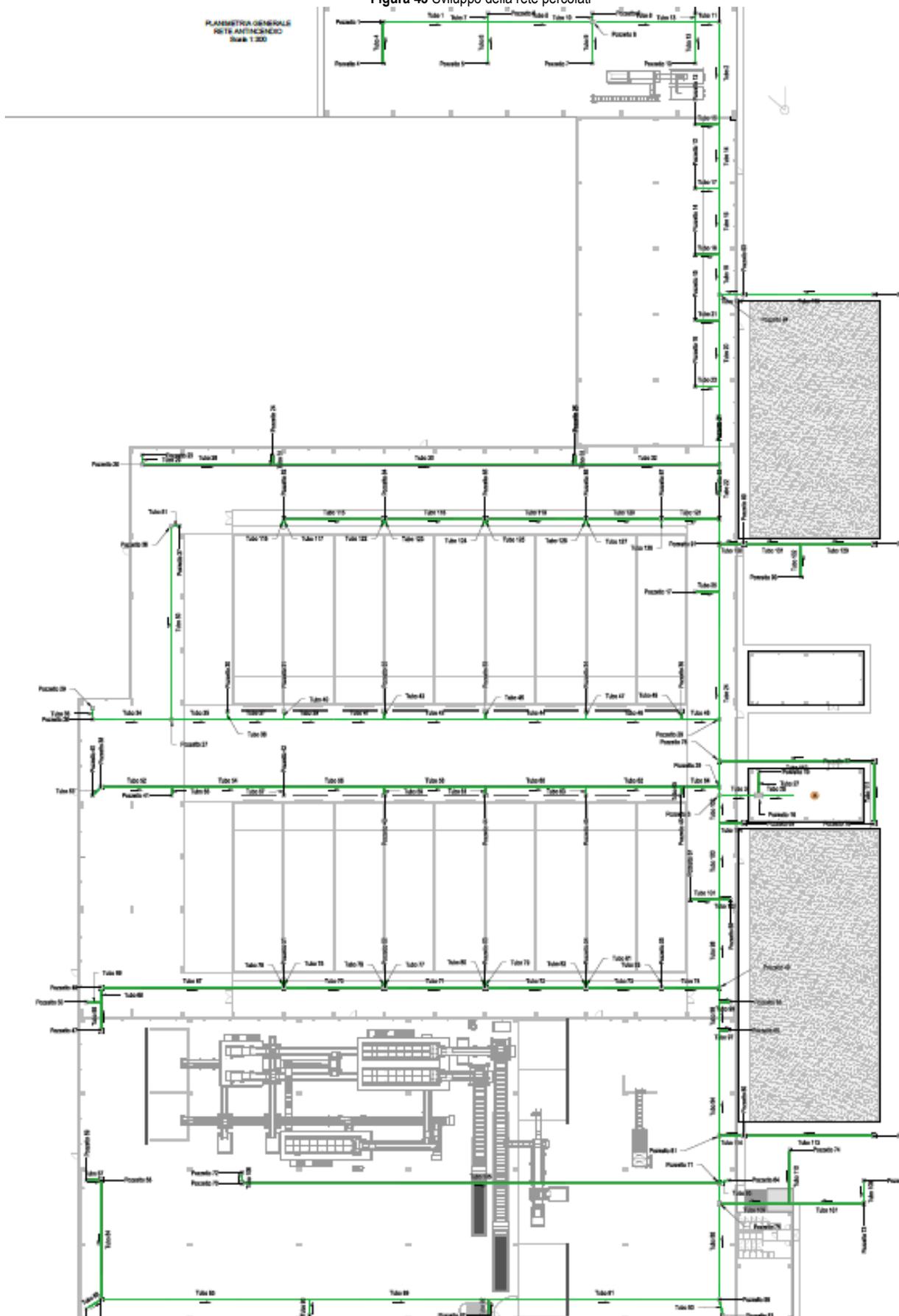
I drenaggi e gli scarichi degli scrubber previsti in progetto saranno anch'essi convogliati alla rete principale di raccolta percolati.

8.3.4.3 Percolati in uscita dai biofiltri

Il percolato prodotto dalla sezione di biofiltrazione è essenzialmente derivante dal sistema di irrorazione del materiale cippato nonché dai periodi di pioggia. Il percolato prodotto sarà anch'esso convogliato alla rete principale di raccolta percolati.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

Figura 43 Sviluppo della rete percolati



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GE RI S.r.l.</i> Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

8.4 ACQUE DI PROCESSO PRODUZIONE "ATTESA"

Le sezioni che producono la maggiore quantità di percolato sono quelle relative alla sezione di ricevimento dei rifiuti e la zona di trattamento in biocelle. Nei paragrafi seguenti sono indicati i valori di percolato m³/ton che comunemente si producono in alcune fasi del processo e le relative modalità di impiego, riuso prima di un eventuale smaltimento degli stessi.

8.4.1 Produzione "attesa" dei percolati in fase di ricezione dei RU e della Forsu

Le acque derivanti dai processi spontanei di rilascio da parte delle biomasse in fase di stoccaggio iniziale o durante il processo (acqua di rilascio), è previsto che vengano prioritariamente riutilizzate per i processi di reumidimento delle biomasse stesse. Qualora non vengano riutilizzate, tali acque saranno trattate nel rispetto della normativa vigente in materia di scarichi (*decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152*) prima del loro recapito finale.

Il quantitativo di drenaggi (percolati) che si stima venga prodotto nella fase di stoccaggio dei RU è quello di seguito riportato:

Stima produzione acque di processo RU	
RU stoccaggio iniziale	750 ton/d
produzione unitaria	0,005 m ³ /t
Produzione giornaliera	3,8 m ³ /d

La produzione media giornaliera si attesta attorno ai 3,8 m³.

Per quanto concerne la fase di iniziale stoccaggio della Forsu si stima che vengano prodotti ulteriori 1,42 m³ al giorno.:

Stima produzione acque di processo FORSU	
FORSU stoccaggio iniziale	95 ton/d
produzione unitaria	0,015 m ³ /t
Produzione giornaliera	1,42 m ³ /d

Tale flusso, attraverso la rete di captazione e deflusso precedentemente descritta perviene alla vasca di accumulo per il successivo prioritario riuso nel processo o in alternativa per l'invio al trattamento depurativo.

8.4.2 Produzione "attesa" dei percolati dai biotunnel e demister

Nella fase ACT in biocella si produrranno dei percolati dalla biomassa in biostabilizzazione oltre che dai demister installati sulle condotte di ricircolo delle arie. La produzione media giornaliera di percolati si attesta attorno ai 1,22 m³ dalle biocelle del sottavaglio dei RU e 0,44 m³ dalle biocelle della Forsu.

Trattamento in biocella	
Mix alimentato in biocella	304 ton/d
sommano	304 ton/a
R = coefficiente di rilascio	
R=	0,004 m ³ /t
Percolato prodotto	
dalle biocelle RU	1,22 m ³ /d

Trattamento in biocella	
Mix alimentato in biocella	88 ton/d
sommano	88 ton/a
R = coefficiente di rilascio	
R=	0,005 m ³ /t
Percolato prodotto	
dalle biocelle Forsu	0,44 m ³ /d

8.4.3 Produzione "attesa" di percolato dalle platee di maturazione

Il materiale che viene stoccato in aia di maturazione si stima che possa produrre circa 0,12 m³ di percolato al giorno.

Aia di maturazione	
Compost in maturazione	59 ton/d
sommano	59 ton/a
R = coefficiente di rilascio	
R=	0,002 m ³ /t
Percolato prodotto	
dalle biocelle Forsu	0,12 m ³ /d

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

8.5 GESTIONE E RIUSO DEI PERCOLATI E DELLE ACQUE DI PROCESSO. IL SISTEMA DEI RICIRCOLI

Alla luce dei quantitativi di acque di processo stimati per ogni singola area funzionale (biotunnel, maturazione, scrubbers, biofiltri), di seguito si espone un bilancio riepilogativo dal cui esame si evince che se si recuperano come previsto tutti i reflui di processo e se gli stessi vengono integrati attraverso il recupero delle acque meteoriche, sarà possibile perseguire l'autosufficienza dei fabbisogni idrici per le finalità dell'impianto. Ovviamente tale assunto è basato anche sui dati pregressi di piovosità media interessante l'ambito in questione e fortemente dipendente dalla sua regolare frequenza di accadimento.

L'analisi dei fabbisogni di acque ai fini di processo porta a stimare, come di seguito esposto in dettaglio, una necessità giornaliera di acque di processo necessarie per assicurare un corretto funzionamento dell'intero sistema. Nel dettaglio dei fabbisogni si evidenzia quanto segue.

8.5.1 Umidificazione della biomassa nella fase ACT in biocella

In conformità con quanto avviene nell'esercizio di impianti simili, l'esperienza maturata in gestioni analoghe a quella in oggetto, suggerisce che mediamente nell'irrorazione del materiale all'interno delle biocelle, per tutta la fase di trattamento, si rendano necessari circa 2 litri per m² di superficie. Quindi per l'insieme delle biocelle oggetto del presente progetto sono già stati stimati circa 2,4 m³/g di ricircoli di percolato.

analisi dei fabbisogni di riuso acque di processo			
Superficie tipica biocella		268,6	m ²
fabbisogno di irrorazione biocelle RU (m ³ /d a biocella)	2 lt/m ²	0,54	m ³ /d
n° di biocelle		14	
fabbisogno totale biocelle RU (m³/d a biocella)		7,5	m³/d
Superficie tipica biocella		268,6	m ²
fabbisogno di irrorazione biocelle Forsu (m ³ /d a biocella)	2 lt/m ²	0,6	m ³ /d
n° di biocelle		4	
fabbisogno totale biocelle Forsu (m³/d a biocella)		2,4	m³/d

8.5.2 Irrorazione scrubber

Lo scrubber è un sistema di abbattimento che prevede l'uso di un liquido (in questo acqua di processo) per la separazione di polveri, gas e vapori dall'aria. L'abbattimento avviene essenzialmente per un processo di impatto tra il liquido di abbattimento nebulizzato le polveri e gli inquinanti presenti nel flusso d'aria. A questo particolare scopo l'aria viene fatta convogliare a bassa velocità attraverso una condotta verticale (torre di lavaggio), attraversando un sistema di corpi fissi o mobili irrorati da getti di acqua che vengono alimentati da una pompa collegata ad una vasca di raccolta.

Sulla testa della torre viene posto un separatore di gocce per eliminare le goccioline di acqua trascinate dal flusso d'aria, immettendo così nel plenum del biofiltro l'aria trattata.

Lo scrubber utilizza sempre lo stesso liquido di abbattimento che dopo il lavaggio ricade nella vasca. In questa fase si accumulano e decantano (nel caso delle polveri) gli inquinanti aerei abbattuti, che vengono smaltiti in forma di fanghi o di sospensione.

L'unità di trattamento aria asservita all'unità di biofiltrazione necessita di una periodica integrazione di acqua fresca e di un conseguente rilascio. Sulla base delle portate totali di aria da trattare, si prevede un fabbisogno orario di circa **0,2 m³/h**, che sarà prelevato dalla rete delle acque di processo.

Gli spurghi da *scrubber* in linea di massima contengono:

◆ solidi sospesi	150 mg/lt
◆ COD	30 mg/lt
◆ NH ₃	80 mg/lt
◆ solfati	600 ÷ 800 mg/lt.

8.5.3 Irrorazione biofiltro

L'irrorazione del biofiltro viene effettuata con acqua industriale mediante impianto automatico di irrigazione a pioggia.

A seguire si riportano i quantitativi stimati per l'irrorazione del materiale biofiltrante.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

fabbisogno di irrorazione biofiltri	6 l/m ² /d
superficie complessiva biofiltri	2310 m ²
fabbisogno totale irrorazione biofiltro	13,86 m³/d

Come si nota saranno necessari, per garantire un corretto funzionamento dei biofiltri, almeno 13,86 m³/d di acqua.

8.6 BILANCIO IDRICO GENERALE

Quindi riassumendo per una corretta gestione dell'intero complesso impiantistico si rende necessario poter disporre di almeno 23,8 m³/d come da prospetto riepilogativo seguente:

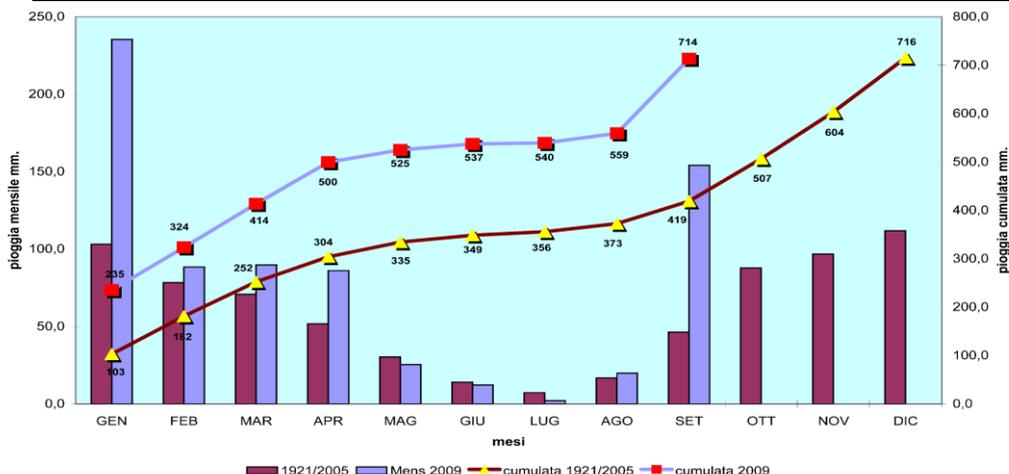
analisi dei fabbisogni di riuso acque di processo			
Superficie tipica biocella		268,6	m ²
fabbisogno di irrorazione biocelle RU (m ³ /d a biocella)	2 l/m ²	0,54	m ³ /d
n° di biocelle		14	
fabbisogno totale biocelle RU (m³/d a biocella)		7,5	m³/d
Superficie tipica biocella		268,6	m ²
fabbisogno di irrorazione biocelle Forsu (m ³ /d a biocella)	2 l/m ²	0,6	m ³ /d
n° di biocelle		4	
fabbisogno totale biocelle Forsu (m³/d a biocella)		2,4	m³/d
fabbisogno di irrorazione biofiltri		6	l/m ² /d
superficie complessiva biofiltri		2310	m ²
fabbisogno totale irrorazione biofiltro		13,86	m³/d
FABBISOGNO COMPLESSIVO MEDIO DI ACQUA AI FINI DI PROCESSO		23,8	m³/d

Come si è avuto modo di evidenziare l'impianto di fatto "produce" acqua che se opportunamente gestita può determinare le condizioni di un equilibrio tra fabbisogno e disponibilità. Tale equilibrio tuttavia è condizionato dalla stagionalità, dalla tipologia di rifiuto alimentato, dalle modalità operative e gestionali.

Riassumendo in un unico schema la genesi e la produzione delle acque di processo, nonché di quelle meteoriche opportunamente intercettate, si ottiene il grafico riepilogativo di pagina seguente. In tale grafico sono stati riepilogati i diversi flussi prodotti dal funzionamento dell'impianto nonché i flussi intercettabili a seguito di eventi meteorici, dai tetti e dai piazzali (acque di seconda pioggia), preliminarmente determinati come segue:

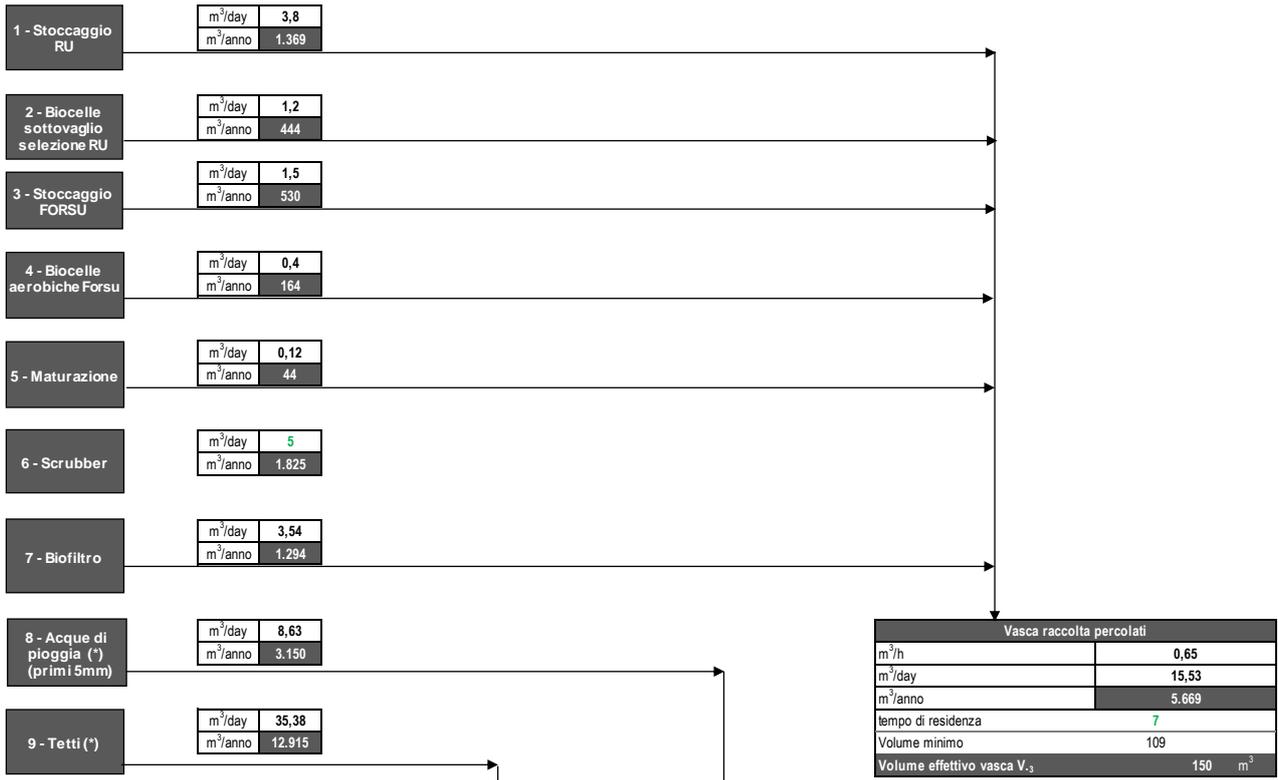
8.6.1 Altri flussi idrici

tetti	m ²	20500	x	0,7	x	0,9 =	12915 mc/a
piazzali e viabilità		5000	x	0,7	x	0,9 =	3150 mc/a
biofiltro		2310	x	0,7	x	0,8 =	1293,6 mc/a



Come si potrà notare trattasi di un discreto quantitativo che se opportunamente accumulato potrà contribuire a determinare l'autosufficienza idrica dell'impianto.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



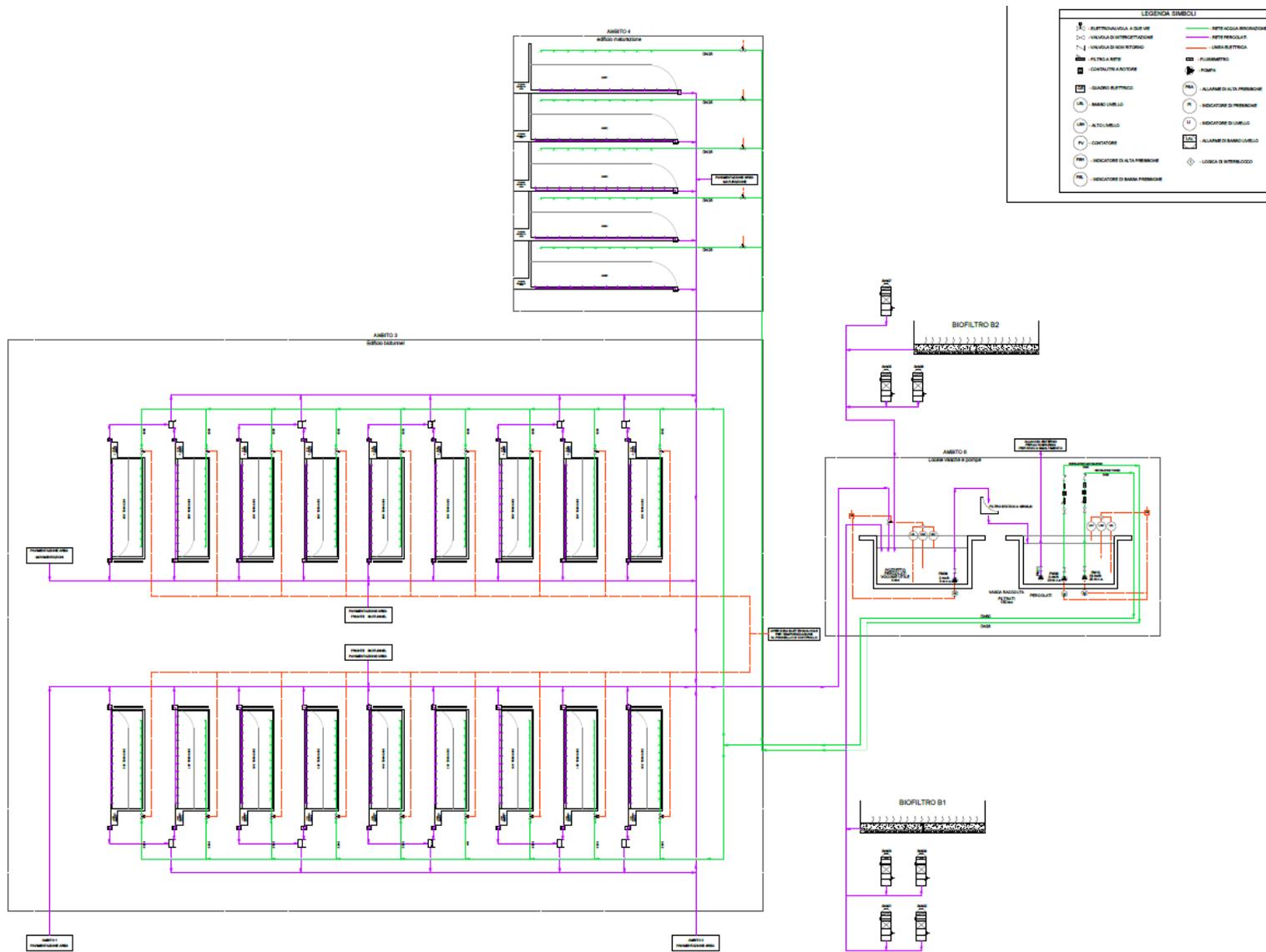
(*): valore medio giornaliero

Rete acque meteo		Vasca di prima pioggia	
m ³ /h	1,47	m ³ /h	0,36
m ³ /day	35,38	m ³ /day	8,63
m ³ /anno	12.915	m ³ /anno	3.150
DIMENSIONAMENTO STOCCAGGIO AI FINI DEL RIUSO			
Quantità annua di H ₂ O	m ³ /anno	16.065	
medie	m ³ /mese	1339	
	m ³ /sett	335	
	m ³ /gg	48	
ANALISI DEI FABBISOGNI MEDI GIORNALIERI			
SCRUBBER	m ³ /gg	5	
BIOFILTRO	m ³ /gg	3,54	
	sommato	8,54	
VOLUME EFFETTIVO VASCA V. ₁		300	m ³

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	SO GE RI S.r.l. <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

Tabella 7 Riepilogo dei vari flussi idrici e delle relative modalità gestionali

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <i>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</i>
Mandante:		Mandante:	



(Progetto: esecutivo)

Capogruppo Mandataria:	VITTADELLO	Mandante:	SO GE RI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:	LOTO IMPIANTI SRL	Mandante:	torricelli

Infatti se si analizzano le produzioni e le intercettazioni di acque, mediamente si potrebbe disporre di circa :

RIEPILOGHI

Dalle vasche di raccolta percolati	10,49	m ³ /d
Dalle vasche di raccolta acque meteoriche tetti e seconda pioggia	48	m ³ /d
	58,30	m ³ /d

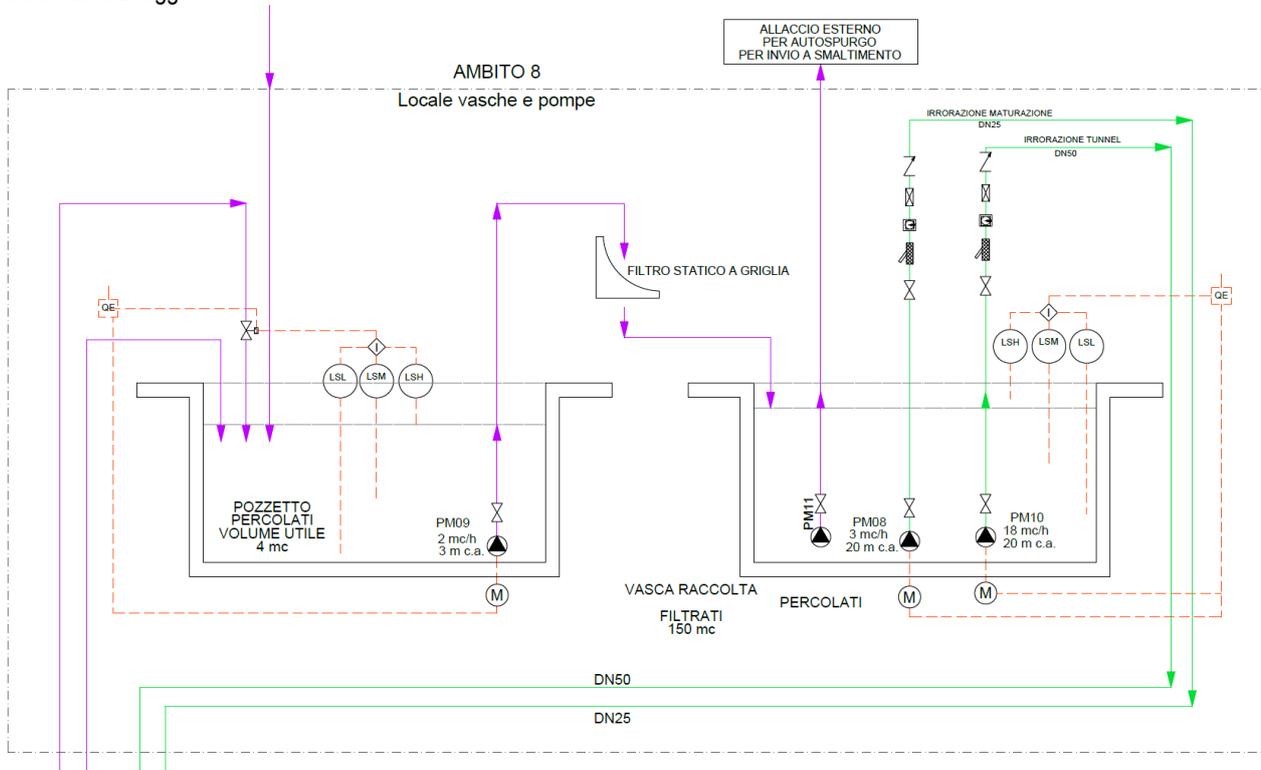
A fronte di un fabbisogno come precedentemente stimato pari a 23,8 m³/d. E' del tutto evidente che gran parte dell'equilibrio tra la domanda e l'offerta di acqua dipenda da diversi fattori tra i quali si evidenziano la regolarità degli eventi meteorici e la capacità degli accumuli. Da non sottovalutare l'opportunità di realizzare in una futura fase attuativa e di completamento dell'impianto, un piccolo bacino di accumulo.

8.7 VASCHE DI PROCESSO

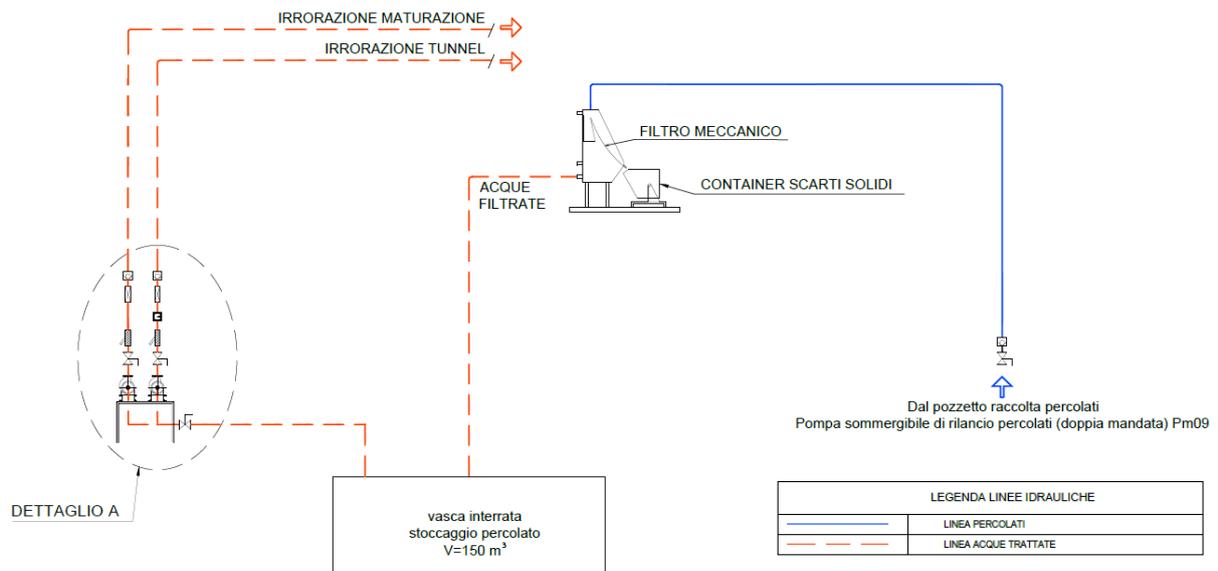
Al fine di gestire i flussi descritti nei paragrafi precedenti sono state dimensionate le seguenti vasche di processo.

8.7.1 Vasca stoccaggio percolato

La vasca di stoccaggio percolato sarà collocata al di sotto del locale pompe (ambito 8) ed avrà una capacità di ca 150 m³. Sarà realizzata in opera e rivestita internamente con resine epossidiche. I due schemi successivi indicano i flussi in/out e relativi controlli della vasca in oggetto.



Pm10	<p>POMPA CON GIRANTE APERTA Ø160</p> <ul style="list-style-type: none"> - PORTATA = 18 mc/h - PREVALENZA = 20 mt. - POTENZA = 7,5 Kw - 380v - GIRI = 2900 1/m
Pm08	<p>POMPA CON GIRANTE APERTA Ø160</p> <ul style="list-style-type: none"> - PORTATA = 3 mc/h - PREVALENZA = 20 mt. - POTENZA = 1,1 Kw - 380v - GIRI = 2900 1/m



8.7.2 Vasca acque industriali e antincendio

Il sistema di stoccaggio delle acque provenienti dai tetti e dalle vasche di prima pioggia con possibilità di reintegro da autobotte sarà composto da tre vasche da 150 m³ ciascuna collegate idraulicamente tra loro. Le prime due vasche saranno a servizio del gruppo autoclave relativamente alle acque industriali di alimentazione delle utenze in campo per la pulizia nonché per l'alimentazione delle utenze specifiche quali irrorazione biofiltro e reintegro acque per scrubber. La terza vasca, ultima nel collegamento idraulico, sarà a servizio del gruppo antincendio dell'interno impianto. Il troppo pieno di quest'ultima sarà collegato con lo scarico idrico su corpo idrico recettore già autorizzato presso la discarica.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

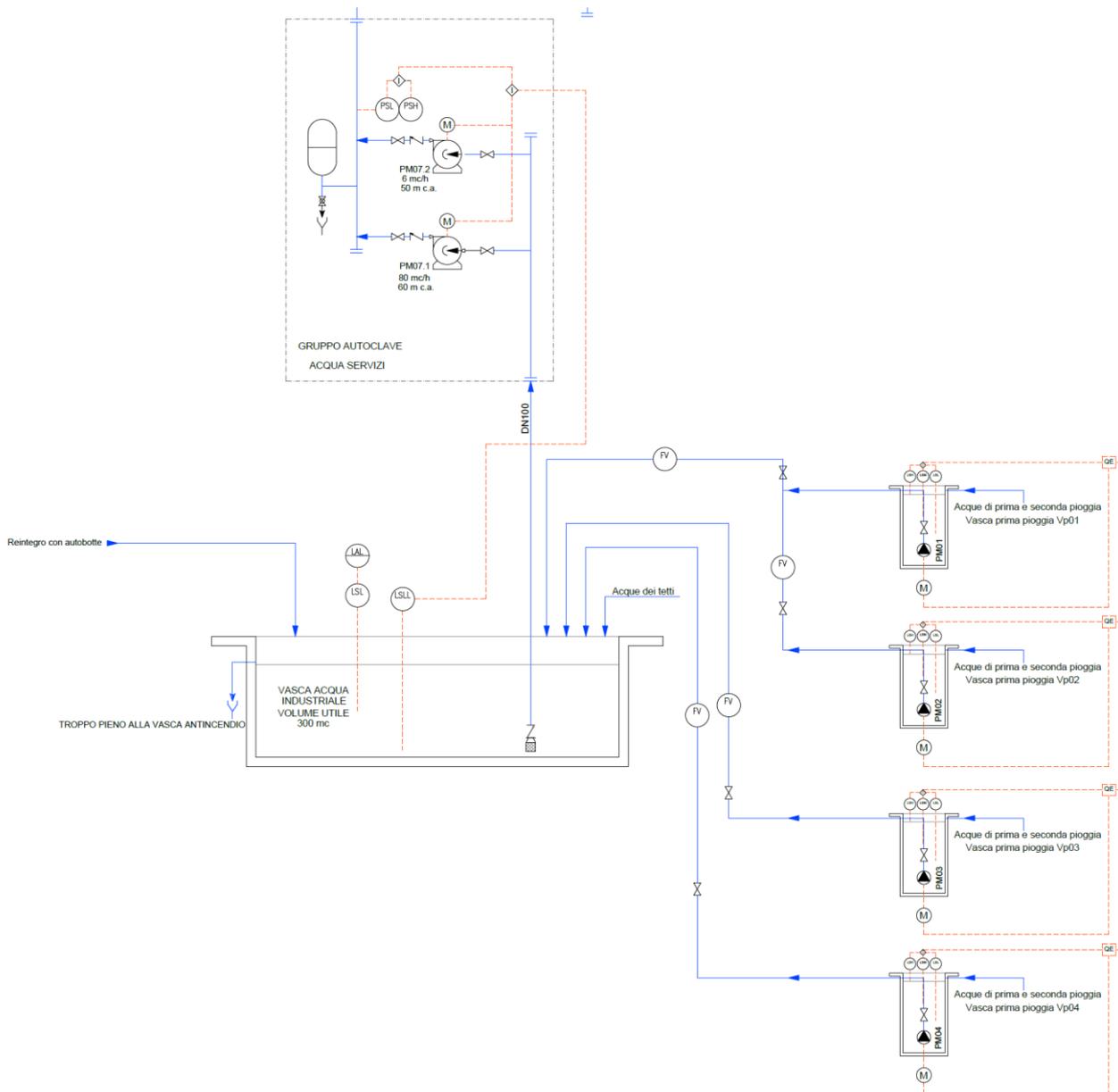


Figura 44 P&ID Sistema in/out acque industriali

8.8 IMPIANTO LAVAGGIO RUOTE

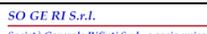
Il flusso dei veicoli che conferiscono rifiuti all'interno dell'impianto, determinano un potenziale trasporto di materiale inquinante che va depositandosi sulle piste a seguito delle fasi di conferimento in vasca dai mezzi di movimentazione.

In particolare, il maggior rischio di contaminazione deriva dal materiale che il veicolo, costretto ad avvicinarsi il più possibile alla zona di conferimento dei rifiuti, può depositare sulla direttrice di flusso in fase di uscita dalla zona di ricezione.

Si prevede l'installazione di un idoneo sistema di lavaggio ruote, totalmente fuori terra ed in assenza di opere edili, escluso lo spianamento dell'area di installazione.

L'impianto idrico sarà a circuito chiuso, non necessitando quindi di allacciamento alla rete fognaria per lo scarico delle acque di lavaggio, poiché queste devono essere recuperate e riutilizzate nel processo di lavaggio stesso (recupero e riutilizzo 90 – 95% delle acque di lavaggio).

Sarà prevista l'installazione di una sonda a galleggiante per il reintegro automatico dell'acqua dal serbatoio da collocare in adiacenza all'impianto il quale, a sua volta, verrà reintegrato dalla rete acque industriali.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

L'impianto lavar ruote sarà con ugelli fissi sopra terra e consisterà principalmente in una struttura compatta completa di collettori e ugelli fissi di lavaggio.

L'attivazione di questo sistema avverrà automaticamente mediante due fotocellule installate in ingresso ed in uscita alla sezione di lavaggio.

Il mezzo d'opera, entrando nell'impianto, attiverà la prima fotocellula, le pompe si accendono e pressurizzano i collettori facendo defluire l'acqua in pressione attraverso gli ugelli.

Il mezzo lavato, uscendo dall'impianto, attiverà la coppia di fotocellule poste in uscita e le pompe di lavaggio si spengono, rimanendo pronte per i lavaggi successivi.

La velocità di passaggio del mezzo all'interno del lavar ruote è naturalmente determinata dall'autista che dovrà, se necessario, eseguire delle brevi soste intermedie per permettere ai getti d'acqua di lavorare maggiormente sui depositi di terra inseriti all'interno della figura nelle gomme; in qualsiasi caso la velocità massima consentita sarà di 3 km/h.

Il flusso di veicoli è molto basso, dell'ordine dei 10 veicoli ora al massimo, quindi la potenzialità richiesta all'impianto non comporta particolari difficoltà.

Tutte le tubazioni di collegamento tra l'impianto e il bacino di deposito saranno attrezzate con giunti di collegamento rapidi.

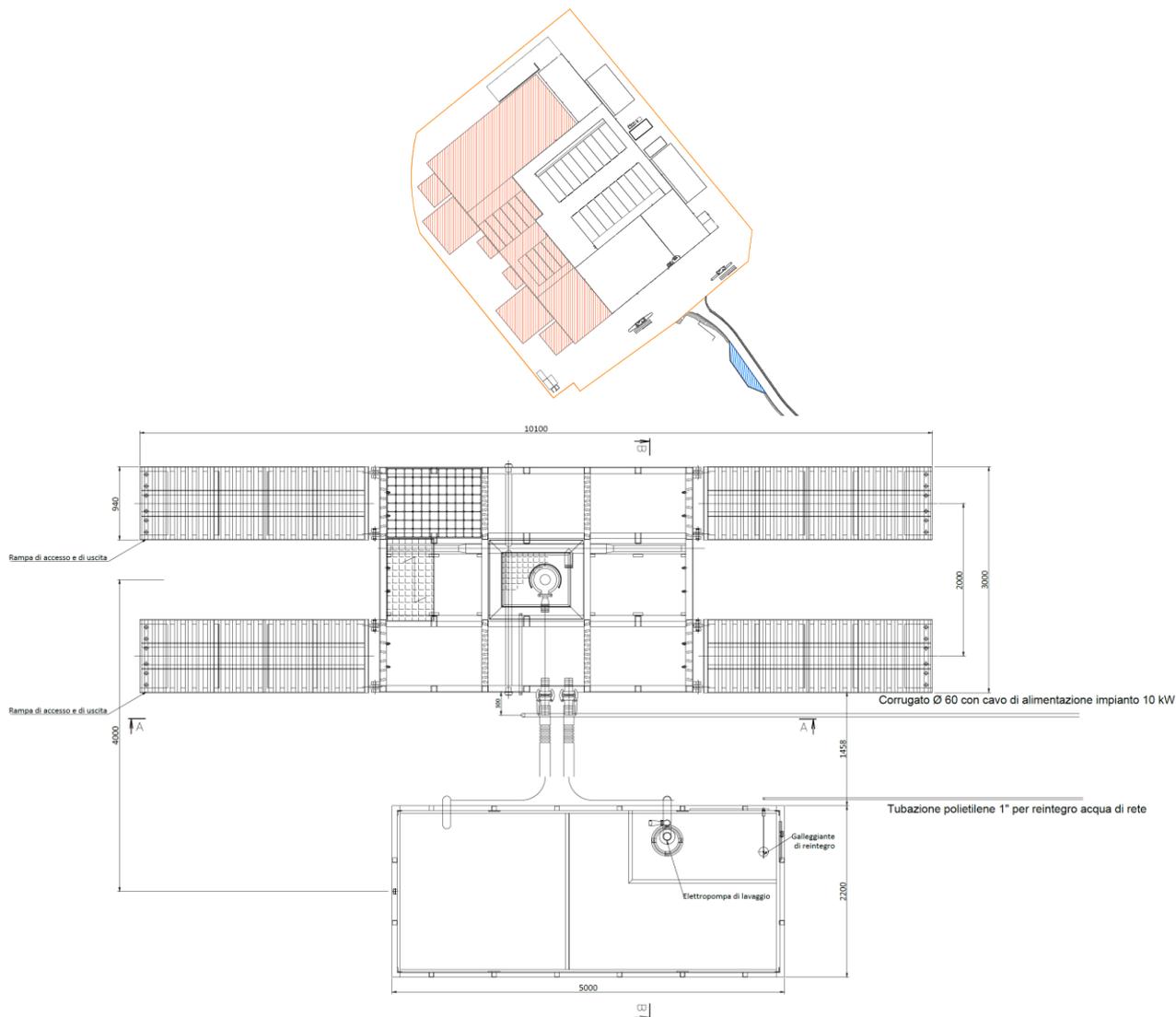


Figura 45 - Inquadramento e vista impianto dell'impianto di lavaggio ruote

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<u>SO GE RI S.r.l.</u> <i>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</i>
Mandante:		Mandante:	



9. IMPIANTO ARIA COMPRESSA

Si prevede la realizzazione di un impianto di aria compressa necessaria al lavaggio delle attrezzature interne e per prestazioni di servizio nonché per alimentare eventuali attrezzi a forza motrice pneumatica.

All'uopo è prevista l'installazione Compressore rotativo monostadio a vite ad iniezione d'olio

Pressione assoluta all'aspirazione	bar(a)	1
Temperatura dell'aria all'aspirazione	°C	20
Umidità relativa dell'aria all'aspirazione	%	0
Pressione relativa nominale alla mandata	bar(e)	8

Tabella 8 Condizioni di riferimento Standard del compressore rotativo monostadio a vite

Temperatura ambientale minima	°C	0
Temperatura massima dell'aria all'aspirazione	°C	46
Pressione relativa minima alla mandata	bar(e)	4
Pressione relativa massima alla mandata	bar(e)	8,25

Tabella 9 Limiti di funzionamento del compressore rotativo monostadio a vite

Portata d'aria compressa in condizioni di riferimento (FAD)	l/s	39,4
	m ³ /min	2,364
Temperatura dell'aria alla mandata (relativa all'aspirazione)	°C	+0
Punto di rugiada in pressione (PDP)	°C	5
Residuo d'olio alla mandata	mg/m ³	<2
Rumorosità	dB(A)	72

Tabella 10 Prestazioni del compressore rotativo monostadio a vite

Potenza di targa del motore elettrico	kW	15
Volume iniziale d'olio	l	6,75
Gas refrigerante dell'essiccatore		R404a
Portata d'aria di raffreddamento (incluso essiccatore)	m ³ /s	1,33
Connessione filettata alla mandata	G	¾
Volume Serbatoio	l	500
Lunghezza unità (imballo)	mm	1.853 (1.990)
Larghezza unità (imballo)	mm	680 (820)
Altezza unità (imballo)	mm	1.538 (1.800)
Massa unità (imballo)	kg	565 (600)

Tabella 11 Caratteristiche tecniche del compressore rotativo monostadio a vite

L'impianto è costituito dai seguenti elementi:

- Filtro aria
- Valvola di aspirazione
- Elemento di compressione
- valvola di non ritorno
- Serbatoio separatore aria/olio
- Valvola di minima pressione
- Refrigeratore

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



- Separatore d'acqua
- Rete di distribuzione

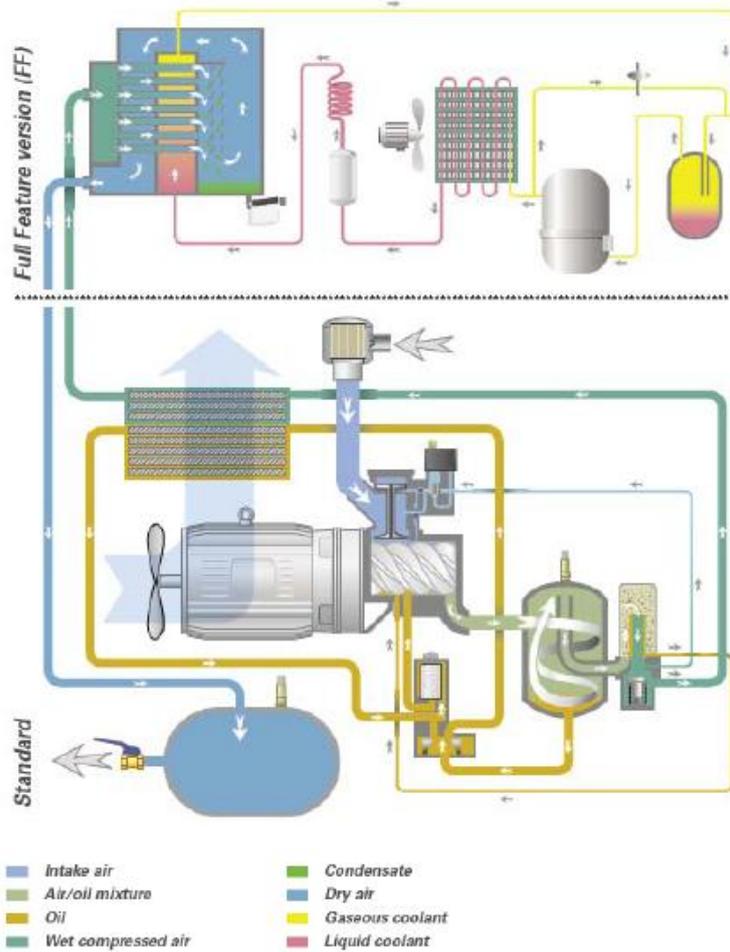


Figura 46 Diagramma di flusso del sistema aria compressa previsto in progetto



La macchina prevista in progetto quindi è un compressore d'aria volumetrico rotativo con elemento vite monostadio lubrificato ad olio e raffreddamento ad aria. Al suo interno racchiude uno stadio di compressione di ultima generazione, accoppiato direttamente con un motore elettrico ad alta efficienza Eff1 con protezione IP55, oltre ai sistemi di lubrificazione, raffreddamento e regolazione.

Il diagramma di flusso soprariportato riproduce il funzionamento del sistema dell'aria compressa, dell'olio e del refrigerante nel compressore.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



9.1.1 Circuito dell'Aria

Il circuito dell'aria è costituito dalle seguenti principali componenti:

- Filtro aria in aspirazione di tipo a secco per condizioni gravose. Elevata efficacia nella filtrazione: 99.9% per particelle sopra i 3 micron.
- Valvola di aspirazione in alluminio, che chiude l'aspirazione all'arresto del compressore.
- Serbatoio separatore aria/olio ottimizzato per massimizzare la separazione dell'olio dall'aria. All'interno del serbatoio è presente un filtro separatore ultra fine per limitare il consumo di olio e quindi garantire aria di ottima qualità e ridurre i fermi macchina.
- Valvola di minima pressione di controllo in ghisa che apre ad una pressione minima di 4 bar. Il suo funzionamento evita i ritorni nel serbatoio separatore e mantiene in pressione il circuito dell'olio.
- Refrigeratore finale dell'aria compressa in blocco d'alluminio.
- Scambiatore di calore aria/aria in alluminio che raffredda l'aria compressa fin quasi al congelamento usando il refrigerante dell'essiccatore.
- Separatore d'acqua (integrato nel refrigeratore finale) posto a valle del refrigeratore finale, che garantisce, attraverso lo scaricatore di serie, l'asportazione del 100% della condensa.
- Serbatoio in acciaio da 500 litri, conforme a tutte le direttive mondiali sui serbatoi a pressione, utilizzato come struttura di base per il compressore che stabilizza gli intervalli di funzionamento dei cicli di carico del compressore.

9.1.2 Circuito dell'Olio Lubrificante

Il circuito dell'olio lubrificante è costituito dalle seguenti principali componenti:

- Blocco refrigerante di tipo aria-olio in alluminio. I refrigeratori rimuovono il calore generato durante la compressione per ottimizzare la temperatura dell'elemento per un funzionamento efficiente.
- Valvola termostatica di bypass in ghisa integrata nell'alloggiamento del filtro dell'olio per garantire che il compressore raggiunga la temperatura ottimale immediatamente dopo l'avviamento.
- Filtro olio inserito all'interno dell'alloggiamento della valvola termostatica di bypass. Il filtro olio garantisce una filtrazione estremamente accurata (30 micron) per proteggere la qualità della lubrificazione e la salute dei componenti in rotazione.

9.1.3 Sistema di essiccazione dell'aria

Il sistema di essiccazione dell'aria è costituito dalle seguenti principali componenti:

- Compressore del refrigerante di tipo ermetico a pistoni: esso aumenta la pressione del refrigerante fino al limite della temperatura di condensazione, in modo che inizi a condensare e a scambiare calore con l'aria ambiente (all'interno del condensatore).
- Condensatore composto da tubi di rame con alette in alluminio e alimentato dalla sua stessa ventola di raffreddamento. Il condensatore asporta calore dal refrigerante e lo scarica nell'atmosfera. Allo stesso tempo condensa il refrigerante.
- Filtro essiccatore liquido refrigerante che asporta umidità e particelle dal refrigerante per garantire un'essiccazione efficace.
- Valvola di espansione termostatica che espande il liquido refrigerante fino alla pressione di evaporazione prima che entri nello scambiatore di calore aria/aria per raffreddare l'aria.
- Evaporatore che costituisce la parte finale dello scambiatore di calore aria/aria in cui l'aria compressa è raffreddata fin quasi alla temperatura di congelamento dal refrigerante freddo. Il refrigerante evapora durante questo processo.
- Valvola di bypass del gas caldo per evitare che l'essiccatore congeli in condizioni di carico parziale o leggero, la valvola di bypass del gas caldo mantiene la pressione dell'evaporatore costante bypassando l'evaporatore quando necessario.
- Accumulatore in acciaio che protegge il compressore del refrigerante mantenendo separati gas e liquido prima che il refrigerante entri nel compressore del refrigerante.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



9.1.4 Sistema di regolazione

Il compressore prescelto è equipaggiato con un sistema evoluto di ultima generazione per la regolazione automatica degli stati di funzionamento di messa a carico e messa a vuoto, che si distingue per efficienza e capacità di controllo.

La regolazione permette di impiegare algoritmi intelligenti quali il *Delayed Second Stop* (chiamato DSS) che ottimizza il funzionamento del motore elettrico in modo da ridurre sensibilmente i consumi energetici. Questi algoritmi originali permettono di mantenere il compressore sempre nelle condizioni ottimali di funzionamento, mentre il grafico delle ore di funzionamento gestisce gli intervalli del piano di manutenzione.

I consumi energetici sono ulteriormente abbattuti grazie i *Saver Cycles* che gestiscono ottimamente il motore della ventola di raffreddamento e l' essiccatore integrato.

9.1.5 Pannello di controllo



L'unità prevista è equipaggiata con un innovativo pannello di controllo che svolge le funzioni di regolazione, controllo e monitoraggio di tutte le operazioni dell'unità. Nel display è possibile monitorare in tempo reale le seguenti grandezze:

Indicazione degli stati di funzionamento. Attraverso gli indicatori LED: alimentazione attiva, carico del compressore, richiesta di manutenzione, allarmi/s. Attraverso il display grafico: attività del motore elettrico, messa a carico o vuoto del compressore, pressione alla mandata, temperatura dell'aria all'uscita dello stadio di compressione.

Temperatura, lettura numerica. Temperatura dell'aria all'uscita dello stadio di compressione.

Pressione, lettura numerica. Pressione alla mandata.

Controllo del compressore. Avvio/Stop, Reset/Test.

Contatore di funzionamento. Ore di funzionamento totali, ore di messa a carico, intervalli di manutenzione.

Timers di programmazione. Timers di programmazione per la gestione automatica giornaliera degli stati avvio/arresto e della banda di pressione (solo con MKV Grafico).

Piano di manutenzione. Indicazione intelligente degli intervalli di manutenzione, del tipo e delle ore rimanenti all'intervento.

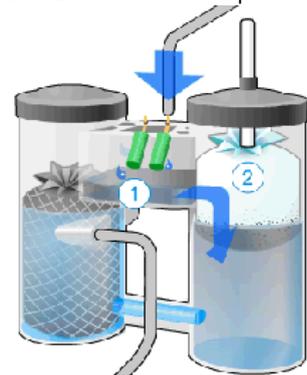
Indicazioni di sicurezza e allarme. Alta temperatura, sensori di malfunzione.

Indicazioni di arresto. Alta temperatura, sovraccarico motore elettrico e motore della ventola di raffreddamento, arresto di emergenza.

Uscite digitali per monitoraggio remoto (contatti liberi da relè). Comando manuale o automatico, avvisi generali, arresti generali.

9.1.6 Separatore acqua/olio "osd"

Il funzionamento del separatore "OSD" integrato nella cappotta silenziatrice è basato su due principi base che sono la "de-emulsificazione" e la "gravità".



Con de-emulsificazione viene definito l'effetto aggregante delle particelle di olio in gocce, determinato dal filtro a coalescenza attraverso il quale passa l'emulsione acqua/olio proveniente dagli scaricatori di condensa delle apparecchiature di separazione (compressore, filtro e essiccatore).

A separazione avvenuta, per effetto dei diversi pesi specifici dei due elementi (acqua e olio), si avrà quindi un affioramento in superficie dell'olio ed un facile convogliamento dello stesso nell'apposito contenitore, mentre l'acqua depurata sottostante con un massimo residuo di olio inferiore a 10 mg/litro, potrà essere altrettanto facilmente smaltita attraverso pozzetti di scarico.

L'olio così recuperato, che mantiene inalterate tutte le sue proprietà potrà essere reimpiegato per eventuali rabbocchi se necessari.

Attraverso le indicazioni fornite dal manometro che rileva la pressione in ingresso della condensa, viene individuato il momento in cui deve essere sostituita la cartuccia filtrante la cui durata è di circa 6000 ore o un anno.

La condensa entra attraverso le spugne diffusori e depressurizza in una apposita camera di espansione.

La miscela di acqua e olio emulsionata entra poi nella torre B e tracima attraverso il filtro "assorbente" bianco. Il filtro ha la caratteristica di assorbire l'olio ma non l'acqua.

Il filtro "assorbente" galleggia sull'acqua e assorbe ogni particella di olio dalla superficie. Il peso supplementare dell'olio causa un graduale affondamento del filtro mano a mano che esso si satura, questo assicura che ad essere in contatto con la superficie dell' acqua sia sempre la parte pulita del filtro assorbitore. L'asta indicatrice posta nell'alto della torre B indica lo stato

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



del filtro, più il filtro è saturo più l'asta si abbassa. Il filtro deve essere cambiato soltanto quando è stato completamente sommerso. La condensa pulita si riversa dalla torre B alla torre A
La torre A contiene un sacco di carbone attivo in perle che ha il compito di assorbire qualsiasi olio residuo dalla condensa. La condensa così purificata esce dalla torre A pressoché senza alcun contenuto di olio residuo, potendo così essere scaricata nella rete facilmente e in maniera sicura.

9.1.7 La linea di distribuzione dell'aria compressa

Tutti i raccordi della rete sono del tipo ad innesto rapido auto-estinguenti in polimero HR e alluminio trattato.



Al fine di ridurre le perdite di carico e le eventuali condense all'interno delle condotte di alimentazione, sono state previste derivazioni a posa rapida e senza tagliare la condotta principale che permettono di realizzare delle discese rigide o morbide, verticali o orizzontali, il collo di cigno integrato permette la ritenzione d'acqua nel circuito a monte.



Tutta la rete sarà posata su canaline e mensole al fine di ridurre l'interferenza con macchinari e strutture presenti.

La rete è stata calcolata in modo da garantire che, anche nel punto più lontano il flusso d'aria mantenga le caratteristiche di portata e pressione previste in progetto e quindi garantire una perdita di carico inferiore 0,3 bar.

E' adeguata alla dimensione e struttura dell'ambiente, numero di punti di erogazione, la loro disposizione planoaltimetrica di progetto.

Impianto di generazione

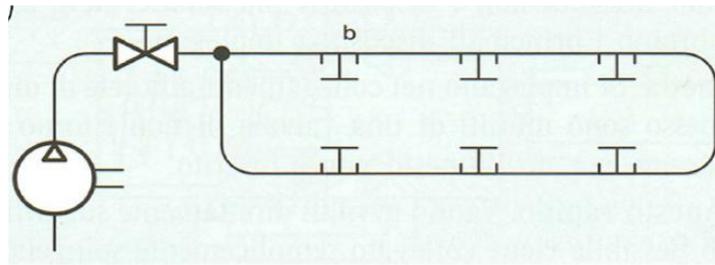


Condotto ad anello

Si prevede di realizzare una tubazione principale ad anello chiuso con attacchi previsti per connettere con tubazioni parallele alla condotta principale, fino ad ottenere una maglia sovrastante la superficie da servire. Con altre piccole derivazioni l'aria può essere disponibile in ogni punto. Questo sistema viene indicato per offrire all'aria diverse vie parallele ove fluire con una notevole riduzione delle perdite di carico.

Le tubazioni saranno installate in modo da non ostacolare le altre componenti e/o funzioni dell'impianto e dovranno essere verniciate con colore azzurro che, secondo le norme in vigore, identifica le condutture di aria compressa.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	



Per mantenere un flusso di aria in una tubazione è stato necessario garantire una differenza di pressione per vincere la resistenza di attrito dovuta alla rugosità delle pareti del tubo ed ai raccordi. L'entità della caduta di pressione dipende dal diametro, dalla lunghezza del tubo, dalla sua forma, dalla rugosità delle sue pareti e dalla velocità del fluido che vi transita. Una caduta di pressione ha una perdita di energia e comporta quindi un costo operativo, che è stato all'uopo minimizzato.

Infatti, la installazione si ritiene accettabile quando la perdita di carico che ha luogo nelle tubazioni, dal serbatoio del compressore sino agli utilizzi risulti nell'ordine di 10000 – 30000 Pa (0,1 – 0,3 bar) ed in generale non sono accettabili valori superiori al 5% della pressione di esercizio. La velocità dell'aria nelle tubazioni non supera i 10 m/s.

La sezione della condotta principale è stata determinata in funzione di:

- Pressione nominale
- Differenza di pressione tra compressore ed ultimo utilizzo
- Massima portata istantanea, conteggiata con il numero massimo di utilizzi in funzione
- Lunghezza totale della condotta principale
- Raccordi, valvole di intercettazione, curve etc. che determinano cadute di pressione

Hours	<input type="text" value="12"/>	12	WORKING PRESSURE
Days	<input type="text" value="6"/>	6	
Weeks	<input type="text" value="41"/>	41	
Annual running Hours	3026		
			<input type="text" value="8,0"/>
			8,0 Bar
DISTRIBUTION	MAIN RING		DISTRIBUTION PIPE 1
Type	RING <input checked="" type="radio"/> PIPE <input type="radio"/>		RING <input type="radio"/> PIPE <input checked="" type="radio"/>
Volume Flow Rate	<input type="text" value="140"/>		<input type="text" value="140"/>
	140 m3/h		140 m3/h
	82 Cfm		82 Cfm
	39 l/s		39 l/s
Pipe Length (furthest point)	<input type="text" value="120"/>		<input type="text" value="10"/>
	120 m		10 m
Pipe Inner Diameter	<input type="text" value="1 1/2"/> reset		<input type="text" value="1"/> reset
	40 - 49 mm		26 - 34 mm
Valves, bends, ... (click on the icons to add components to the system)	0 0 6 11		0 1 0 0
	0 0 0 0		0 0 0 0
	reset all pipework components		
Pressure drop	0,02 Bar	0,05 Bar	

Key to Icons

- 0,044 Bar*
- 0,012 Bar
- 0,003 Bar
- 0,015 Bar
- 0,003 Bar
- 0,015 Bar
- 0,019 Bar
- 0,005 Bar

Figura 47 Foglio di calcolo della linea aria compressa

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	SO GE RI S.r.l. <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	



L'aria compressa deve essere portata alle utenze con una pressione da **4** fino a **8,25** bar.

Qualità dell'aria compressa: l'aria compressa portata alle utenze corrisponde alla classe di qualità 3.4.4 in conformità a ISO Standard 8573 - 1.

Dimensione delle particelle e densità: determinazione delle dimensioni e della concentrazione delle particelle solide.

Classe 3: dimensioni particella < 5µm, densità particella < 5 mg/m³

Punto di rugiada della pressione e definizione della temperatura alla quale raffreddare l'aria addensata
 contenuto acqueo: sussiste, senza che il vapore acqueo in esso contenuto condensi

Classe 4: contenuto acqueo < 6000 mg/m³, punto di rugiada della pressione +3°C (sotto pressione da 8 a 10 bar) senza acqua dal punto di vista fisico a tutte le temperature sopra + 3 °C

Contenuto di olio: definizione delle quantità residue da aerosol e idrocarburi

Classe 4: contenuto di olio residuo < 5mg/m³

Nella presente applicazione la rete dell'aria compressa rappresenta quindi un servizio generale e, come l'impianto elettrico ed idrico, è stato opportunamente dimensionato.

L' impianto quindi soddisfa le seguenti principali esigenze :

- minimizzare la caduta di pressione tra compressore ed utenze
- ridurre al minimo i trafileamenti di aria nelle giunzioni
- garantire la separazione della condensa e l'evacuazione della stessa.

L'aria compressa viene distribuita ai punti di utilizzo attraverso una serie di tubazioni principali che rappresentano le arterie del sistema.

Il dimensionamento di dette tubazioni è tale che, anche nel punto più lontano della rete, le caratteristiche di portata e pressione vengano mantenute in maniera accettabile accettabili e la caduta di pressione, dovuta alle perdite di carico, sia contenuta entro valori intorno ai 0,3 bar. La rete di distribuzione è del tipo ad anello chiuso realizzata con tubazioni in alluminio estruso Lega UNS A96063 T5, pressione di esercizio massima PN13 per temperature comprese tra -20 °C (-4 °F) e +70 °C (158 °F).

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

10. I PRESIDI AMBIENTALI

I principali presidi ambientali sono mirati a mitigare i potenziali impatti determinati dall'esercizio dell'impianto. Uno dei più importanti presidi è costituito dal sistema di trattamento delle arie esauste. A tal fine tutto l'impianto viene mantenuto in leggera depressione e l'aria estratta, assicurando un adeguato numero di ricambi/h nei vari ambienti, viene avviata al sistema di trattamento prima di essere immessa in atmosfera.

Il problema delle emissioni odorose è strutturale negli impianti di trattamento RU e compostaggio, come in tutti quelli che gestiscono e trasformano grandi masse di sostanza organica. I processi di decomposizione, o di semplice dispersione dei composti più volatili, sono per se potenzialmente vettori di stimoli olfattivi.

Le emissioni odorose sono dovute essenzialmente alla presenza nelle arie esauste di cataboliti ridotti (composti non completamente ossidati dello zolfo, dell'azoto, del carbonio).

E' importante sottolineare che negli impianti di compostaggio e trattamento biologico le molestie olfattive più sgradevoli sono generalmente causate da sostanze presenti in minime quantità, e che la molestia olfattiva in genere non corrisponde ad un impatto tossicologico. E' vero tuttavia che negli impianti di trattamento biologico dei rifiuti indifferenziati tali sostanze osmogene possono essere accompagnate da altri composti volatili di origine antropica (solventi, idrocarburi aromatici, ecc.), che possono essere rilevanti sotto il profilo tossicologico o dell'inquinamento atmosferico. Queste sostanze, originariamente presenti nel rifiuto indifferenziato, richiedono una specifica attenzione, anche in riferimento alla loro intercettazione nei flussi di raccolta. Meno critica sotto tale profilo è la situazione nell'ambito di gestione della Forsu.

Nella Tab. seguente vengono elencate alcune delle sostanze odorigene maggiori responsabili degli odori avvertibili negli impianti di bioconversione; abbiamo riportato il confronto tra le soglie di percettibilità da parte del 100% di un gruppo di testatori - 100 % ORC (*odour recognition concentration*; le soglie di percettibilità da parte del 50% dei testatori sono invece conosciute nella letteratura internazionale come OT, *odour threshold*) - e i livelli ammissibili di esposizione negli ambienti di lavoro (TLV, *threshold limit value*).

Sostanza	100 % ORC	TLV
Idrogeno solforato	1.4	14000
Metilmercaptano	70	1000
Dimetildisolfuro	16	
Trimetilammina	9.8	24000
Acido butirrico	73	
Acido esanoico	29	
Acetaldeide	549	180000

Tabella 12 Principali composti odorigeni riscontrabili in impianti di compostaggio e trattamento biologico. Soglie di percettibilità olfattiva (100 % ORC) e livelli ammissibili di esposizione negli ambienti di lavoro (TLV), in mg/m³

Area operativa	U.O. / m ³
Ricezione	470 (media)
Pretrattamento	142 (media)
Superficie dei cumuli (prima fase di compostaggio)	2.000 - 70.000
Superficie dei cumuli (maturazione)	100 - 10.000
Vagliatura	118 (media)
Aria in uscita da biofiltro (correttamente funzionante)	< 200 ÷ 300

Tabella 13 - Emissioni odorose espresse in unità olfattometriche in diverse zone di impianti di compostaggio (elaborazione da W. Bidlingmaier, 1995)

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

10.1 LE POTENZIALI FONTI DI EMISSIONE

Le cause di disturbo olfattivo negli impianti *TMB* e di compostaggio in linea di massima possono essere determinate da:

- la mancata canalizzazione e trattamento delle arie esauste odorose
- la bassa efficienza dei sistemi di abbattimento
- la mancata tenuta in depressione degli edifici di trattamento
- la fuoruscita di arie odorose da portali
- la messa a parco in maturazione all'aperto di materiale ancora fortemente odorigeno
- lo stazionamento all'aperto di sovvalli ad elevata componente fermentescibile
- l'interruzione precoce dei processi aerobi a carico di biomasse non ancora mature
- la presenza di estese pozze di percolato

E' evidente che gli sforzi intesi ad evitare queste potenziali cause di disturbo olfattivo afferiscono a volte alla sfera progettuale, richiedendo in sostanza una buona definizione ed un buon dimensionamento dei sistemi di presidio; tuttavia esse richiedono anche una forte attenzione in sede gestionale, ossia il monitoraggio della situazione operativa e l'intervento di prevenzione.

E' buona norma dunque che gli impianti che trattano grosse di matrici fortemente fermentescibili siano dotati di ulteriori presidi contro la potenziale diffusione di odori all'esterno; la "condizione di sicurezza" primaria (anche se non esclusiva) in tali situazioni si ottiene mediante:

- la chiusura delle aree operative destinate alle prime fasi di processo (quelle in cui la miscela è ancora potenzialmente odorigena)
- la canalizzazione delle arie esauste provenienti da tali aree verso una linea di trattamento degli odori
- il dimensionamento adeguato dei biofiltri e/o degli scrubber e di qualunque altro sistema utilizzato per la deodorizzazione delle arie esauste
- la corretta gestione dei sistemi di deodorizzazione (es. conservazione dello stato strutturale e delle condizioni di umidità ideali per la massima efficacia dei biofiltri).

Tutti i predetti accorgimenti sono stati adottati nel progetto in questione. Nel presente progetto, per il controllo dei cattivi odori generati nelle diverse fasi della lavorazione sono previsti i presidi qui di seguito descritti.

Il sistema generale di aspirazione mantiene in depressione l'area di ricevimento e selezione ed il corridoio di carico delle biocelle e le aie di maturazione secondaria.

Il sistema è stato concepito nel rispetto dei seguenti parametri :

- Numero minimo di 4 ricambi d'aria per i locali dove avvengono le lavorazioni;
- l'aria dalle sezioni di conferimento, selezione e carico sovvalli, viene indirizzata alle biocelle in modo da poter esser utilizzata come aria di processo. Da qui l'aria viene aspirata dai condotti a servizio delle biocelle, quindi indirizzata al biofiltro;
- l'aria in ingresso alle biocelle viene ricircolata e quindi espulsa verso il biofiltro;
- sulle diramazioni delle condotte di aspirazione dai locali di ricezione e pretrattamento e dall'aia di maturazione sono disposte delle serrande automatizzate mediante le quali è possibile parzializzare ed indirizzare i flussi di aria aspirati;

Nella progettazione della condotta di estrazione, si è preferito eliminare i ventilatori centrifughi; la loro bassa prevalenza viene utilizzata prevalentemente per il transito di arie fra due ambienti aperti. Nell'impianto in progetto ci troviamo in presenza di lunghi tratti da percorrere in condotte chiuse ad alta velocità per garantire il trasporto degli inquinanti, con conseguente aumento delle prevalenze richieste; il secondo motivo per cui non è stato previsto l'utilizzo di tali ventilatori è puramente logistico: l'altezza utile prevista in progetto nelle sezioni di transito è di ~5m, un ventilatore assiale con la portata di progetto ha un diametro di circa 1,5÷2 metri con le conseguenti difficoltà nel gestire in sicurezza il traffico delle macchine di lavoro.

Nel calcolo delle arie sono stati considerati i volumi indicati nello schema di seguito allegato confermando i 4 ricambi d'ora già previsti nel progetto definitivo. Per limitare le dimensioni ed i conseguenti costi di gestione dei biofiltri in fase di progettazione è stata mantenuta come portata aria specifica 100 m³/h per m³ di materiale biofiltrante (valore limite accettato dalle linee guida più diffuse), ed un riempimento di circa 1.9 m; non si è ritenuto opportuno oltrepassare tale valore, dal momento che in fase di *start up* dell'impianto sarà necessario un carico supplementare del materiale biofiltrante di circa il 10% per compensare il calo di volume che interviene durante le fasi di assestamento del materiale.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

E' necessario fare una considerazione sul dimensionamento dei presidi ambientali: per quanto corretto sia stato eseguito il dimensionamento iniziale dei biofiltri e la loro suddivisione in quattro punti distinti di emissione, la superficie calcolata considerava l'area dell'impianto totale. Il primo *step* tuttavia prevede la realizzazione di circa 3/5 della realizzazione finale quindi è stato necessario rimodulare i biofiltri per garantire i corretti ricambi nell'ambiente di lavoro.

Le tubazioni proposte hanno un diametro calcolato per garantire una velocità media di ~20m/sec per garantire il trascinamento anche degli inquinanti più pesanti. Le tubazioni saranno in acciaio inox con flange in acciaio zincato, saranno dotate di griglie di ripresa in alluminio ad alette fisse.

La definizione delle tubazioni e del loro percorso è stato molto impegnativo per due motivi: il primo è dovuto al diametro delle tubazioni necessario per estrarre i volumi d'aria in gioco; il passaggio delle condotte per le altezze dei locali previste in progetto (5m) rischiava di interferire con il passaggio dei mezzi di lavoro: una pala gommata (media) ha una altezza di lavoro di sicurezza di 4.452mm. In fase di uscita dall'impianto, le portate previste necessitano di tubazioni di estrazione con diametri intorno al metro. Il secondo motivo è la presenza di pannelli solari sul tetto dell'impianto che limita notevolmente la possibilità di transito all'esterno di tubazioni.

Per tali considerazioni non è stato possibile prevedere una disposizione lineare delle varie condotte ma siamo stati costretti a una serie di percorsi meglio esplicitati nel *layout* di progetto.



Figura 48 Dettaglio Scrubber e biofiltro in progetto

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

10.2 SISTEMA DI BIOFILTRAZIONE

I due biofiltri previsti in progetto avranno la funzione di depurare le arie provenienti dai locali di pretrattamento, di compostaggio e di maturazione. Per una migliore gestione dell'impianto a livello manutentivo ed un ottimale bilanciamento dei flussi si utilizza un biofiltro diviso parti indipendenti, con un'altezza del materiale filtrante compresa fra 1 e due metri (1,9 mt come già accennato).

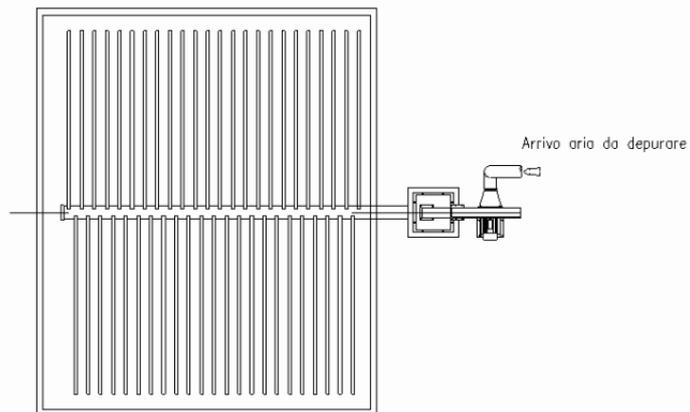
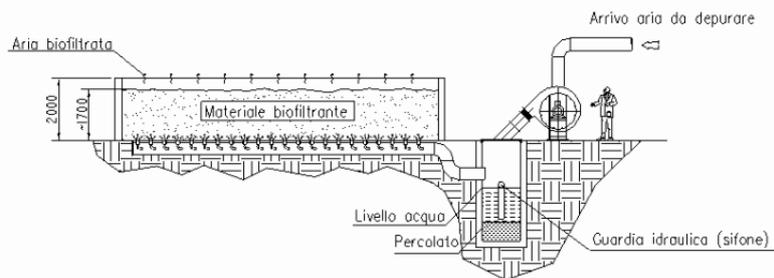
Il maggior impatto ambientale di un impianto di questo tipo, come è già stato anticipato, è sicuramente costituito dalle emanazioni fortemente odorose proprie del processo. Esso è però in sostanza nullo quando, come in questo caso, si sia adottato un efficiente impianto di estrazione delle arie esauste ed un adeguato sistema di biofiltrazione per l'abbattimento dei reflui gassosi "odorigeni".

Le sostanze prodotte da un impianto di biossificazione possono essere classificate sulla base della loro natura chimica nel seguente modo:

Prodotti azotati: Il composto più frequente è l'ammoniaca, gas incolore dal caratteristico odore pungente. Possono essere presenti anche delle ammine.

Prodotti solforati: Sono frequenti e presenti quando sussistono condizioni di anaerobiosi (quindi è necessario che non manchi mai la ventilazione). Il composto più diffuso è l'idrogeno solforato seguito dai mercaptani e dai solfuri organici. La produzione di mercaptani e di solfuri organici deriva principalmente dalla degradazione delle proteine.

Altri prodotti: Molti prodotti organici possono essere presenti in diverse concentrazioni, per effetto della fermentazione degli zuccheri o della decomposizione dei grassi, nei reflui in fermentazione sotto forma di acidi grassi, aldeidi, chetoni esteri ed alcoli.



10.2.1 Processo di filtrazione biologica. Principio di funzionamento

Nella filtrazione biologica dell'aria di scarico dei processi di compostaggio/trattamento RU, i componenti inquinanti, dall'odore molto intenso e fastidioso, vengono scomposti nel biofiltro per mezzo delle attività metaboliche di colonie di microrganismi.

In natura esistono molti tipi di microrganismi che insieme, posti in condizioni favorevoli sono in grado di offrire molteplici prestazioni di decomposizione. Cioè, moltissimi composti appartenenti a classi chimiche diverse possono essere utilizzati dai microrganismi nel loro metabolismo.

Il materiale biofiltrante costituisce la parte biologicamente attiva dell'impianto ed ha importanza fondamentale. Qui infatti hanno luogo sia l'assorbimento che la decomposizione microbica dei componenti dell'aria di scarico. Dopo che i componenti inquinanti sono stati assorbiti dalla pellicola umida del materiale filtrante ha inizio la loro decomposizione microbica.

Un assorbimento efficace di sostanze nocive nella pellicola acquosa che circonda il materiale filtrante è possibile solo se lo strato reticolare del filtro, di umidità costante, viene attraversato dal flusso d'aria con un ritmo regolare e se viene garantito un determinato tempo di permanenza della stessa nello strato del filtro.

Il materiale deve essere a fibra sottile per offrire un'ampia superficie al fine di consentire una colonizzazione di microrganismi la più fitta possibile. E' chiaro che il mantenimento di un livello di umidità costante nel reticolo del materiale (pari a circa il 50%) costituisce il presupposto fondamentale per il funzionamento del biofiltro.

Le ripetute sperimentazioni compiute dalla scrivente Società hanno portato alla definizione di un substrato attivo particolarmente adatto allo scopo.

Il materiale filtrante è formato da due strati di materiali diversi con diverse funzioni: Un primo strato (h = ~10 ÷ 15 cm.) costituito da cortecce di legno di latifolia, (olmo, castagno, pioppo, betulla ecc) con pezzatura grossolana. Esso ha il compito di migliorare ulteriormente la distribuzione dell'aria innescando la formazione di colonie di batteri. Un secondo strato (h = ~160 cm.) costituito da

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

miscela di cortecce sfibrate di legno di latifoglia, (olmo, castagno, pioppo, betulla ecc.) con pezzatura 10÷15 cm. e compost verde maturo.

Così strutturato il biofiltro descritto garantisce un'ottima efficienza e se viene fatto oggetto di corretta attenzione e manutenzione, il materiale di filtrazione di cui si compone garantisce nel tempo il mantenimento delle condizioni di vita ottimali per i microrganismi. La capacità di immagazzinamento dell'acqua consente di mantenere discretamente a lungo l'umidità necessaria, pur dimostrando buone capacità di drenaggio.

Questo tipo di materiale filtrante organico ha inoltre la capacità di fungere da tampone delle oscillazioni del pH ; è cioè in grado di adsorbire composti acidi o basici contenuti nell'aria in trattamento senza variare sensibilmente il valore del pH nella biopellicola umida.

La biofiltrazione costituisce quindi una strategia di depurazione dei composti odorigeni che unisce vantaggi di tipo economico e di tipo gestionale, data la semplicità di impianto.

Sostanze odorigene	Percentuale degradazione (%)
Composti organici volatili	~ 98
Composti azotati	~ 97,9
Aldeidi	~ 92-99,8
Acidi inorganici	~ 99,9
Mercaptani	~ 92-95
Idrogeno solforato	~ 98-100
Ammoniaca	~ 92-95

Tabella 14 Tabella di riferimento per la degradazione delle sostanze odorigene

La resa di abbattimento dei biofiltri è variabile e dipende dal tipo di composto, dalla sua concentrazione nell'aria e dalla qualità del biofiltro. Mediamente si hanno rese di abbattimento superiori al 95% per quasi tutti i composti odorigeni,

Relativamente all'impianto in oggetto, sia il dimensionamento dell'impianto che del sistema biofiltrante è stati eseguiti nel rispetto delle indicazioni dettate dalle "Linee Guida" delle Regioni Lombardia e Veneto, nonché delle " Linee Guida recanti i criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecnologie disponibili ex art. 3, comma 2 del Decreto Legislativo 372/99 - Categorie IPPC – par. 5 Gestione dei rifiuti (Impianti di trattamento meccanico biologico)"

Il dimensionamento dei biofiltri è stato effettuato a partire dal volume d'aria in aspirazione garantendo :

- Tempo di contatto (fluido / materiale biofiltrante) > di 36 secondi.
- Un'altezza di letto filtrante pari a circa 1,9 m (< 2 metri).
- Un valore di Portata Specifica pari a 100 Nm³/h per ogni m³ di materiale filtrante.

Il sistema di biofiltrazione utilizzato è "atteso" un grado di efficienza tale da garantire un livello di emissioni inferiore alle 300 Unità Odorimetriche/ m³.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

10.2.2 Dimensionamenti

Come accennato nella premessa, nel calcolo delle arie abbiamo considerato di effettuare 4 ricambi d'ora.

Di seguito i calcoli eseguiti per determinare i volumi d'aria da inviare al trattamento:

VOLUMI D'ARIA DA TRATTARE				
Ambito	Descrizione Ambito	Volume da trattare	Ricambi orari	Portata oraria complessiva
1	area conferimento e selezione RSU	38.300,00 m ³	4	153.200,00 m ³ /h
2	conferimento frazione umida da RD	18.900,00 m ³	4	75.600,00 m ³ /h
4	Aia di maturazione	8.950,00 m ³	4	35.800,00 m ³ /h

Nel calcolo dell'aria in estrazione dall'aia di maturazione, non è stata considerata l'aria insufflata dai 5 ventilatori destinati all'areazione dei cumuli in maturazione, dal momento che viene considerato un semplice ricircolo d'aria che subisce una prefiltrazione nel materiale in trattamento stesso. Ovviamente tale accorgimento non inficia il numero totale dei ricambi d'aria previsti.

Per l'ambito n°3 si è optato per una suddivisione delle arie da trattare come esplicitato nella tabella successiva:

ARIA DI PROCESSO (FORSU + FOS)		AMBITO 3	
Aria di processo aspirata da biocelle FORSU (fattore contemporaneità 100%)		38.000,0	mc/h
aria netta da depurare da biocelle FORSU		38.000,0	mc/h
Aria di processo aspirata da biocelle RSU (fattore contemporaneità 100%)		112.000,0	mc/h
aria netta da depurare da biocelle FORSU		112.000,0	mc/h
AREE DI MANOVRA			
	Volume totale	34.200,0	mc

Come si può vedere nella tabella precedente, abbiamo considerato nulli i ricambi da eseguire nelle aree di manovra, dal momento che il nostro progetto prevede di aspirare l'aria necessaria al trattamento di biostabilizzazione ed a quello di bioossidazione (ACT) proprio dalle arie di manovra.

Tale accorgimento porta un notevole vantaggio degli addetti ai reparti poiché l'aria necessaria aspirata per il trattamento è di 150.000 mc/h pari a 4.38 ricambi ora nelle aree di manovra contro i 4 ricambi ora previsti dalle linee guida (34.200 x 4 = 136.800 mc/h).

Un sistema di attuatori motorizzati e comandati dal software di gestione provvederà a garantire la costanza dell'aspirazione aria dai locali anche con le biocelle non funzionanti.

Le tubazioni proposte hanno un diametro calcolato per assicurare una velocità media di ~20m/sec, tale velocità garantisce il trascinarsi anche degli inquinanti più pesanti. A causa dell'aggressività dell'aria trascinata, le tubazioni saranno realizzate in acciaio inox 304 collegate fra di loro con flange in acciaio zincato e dotate di griglie di ripresa in alluminio ad alette fisse.

Le condotte saranno fissate tramite staffe e/o agganci, alle strutture fisse dell'impianto o direttamente alle pareti. Come si evince dallo schema, le condotte si svilupperanno il più possibile a ridosso delle pareti per agevolare il traffico delle pale meccaniche.

Come si può osservare nello schema progettuale, i macchinari di lavoro con alta produzione di polveri (vaghi) ed i punti di intersezione dei nastri, saranno dotati di gruppi di depurazione arie indipendenti; i vari punti di captazione saranno collettati e l'aria così raccolta aspirata portata sino ad un filtro a maniche che, dopo una filtrazione per l'abbattimento delle polveri la immetterà nelle condotte dirette al biofiltro per l'abbattimento finale delle SOV (Sostanze Organiche Volatili) residue.

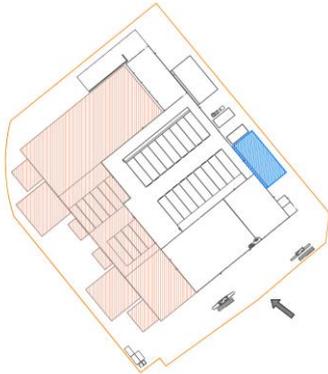
Questa prefiltrazione, oltre a garantire l'efficienza impiantistica con un intervento localizzato, aiuterà il biofiltro nella filtrazione delle arie. Queste arie non sono state considerate nel dimensionamento del presidio ambientale, dal momento che la portata immessa, bilancerà quella prevista dai ricambi aria.

Nel calcolo dell'aria in estrazione non è stata considerata l'aria insufflata dai 5 ventilatori destinati all'areazione dei cumuli in maturazione, dal momento che viene considerato un semplice ricircolo d'aria che subisce una prefiltrazione nel materiale in trattamento stesso. Ovviamente tale accorgimento non inficia il numero totale dei ricambi d'aria previsti.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Il presente progetto quindi prevede di suddividere nel seguente modo le arie da biofiltrare:

Biofiltro 1



Al biofiltro 1 vengono convogliate le arie esauste provenienti dagli ambiti 1 e 2.

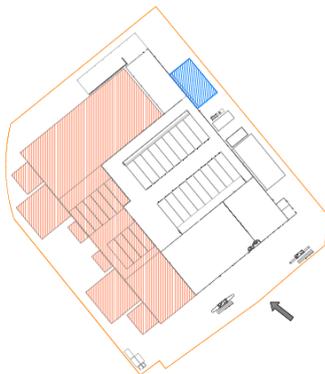
Nello specifico, la portata complessiva da trattare è:

- Processo da Ambito 1 e 2 ventilatore Vbf01 115.000,00 m³/h
- Processo da Ambito 1 e 2 ventilatore Vbf02 115.000,00 m³/h

Totale da Biofiltrare: **230.000,00 m³/h**

Verifica biofiltro - Bf01		
Portata complessiva al biofiltro	230 000	m ³ /h
Portata utilizzata per dimensionamento del biofiltro	230 000	m ³ /h
Superficie utile del biofiltro		
lunghezza	23.0	
larghezza	53	
sup. utile del biofiltro	1219	m ²
Altezza utile attiva	1900	mm

Biofiltro 2



Al biofiltro 2 vengono convogliate le arie esauste provenienti dagli ambiti 3 e 4.

Nello specifico, la portata complessiva da trattare è:

- Arie ambiente da Ambito 4 ventilatore Vbf05 36.000,00 m³/h
- Arie ambiente e processo da Ambito 3 ventilatori Vbf03 75.000,00 m³/h
- Arie ambiente e processo da Ambito 3 ventilatori Vbf04 75.000,00 m³/h

Totale da Biofiltrare: **186.000,00 m³/h**

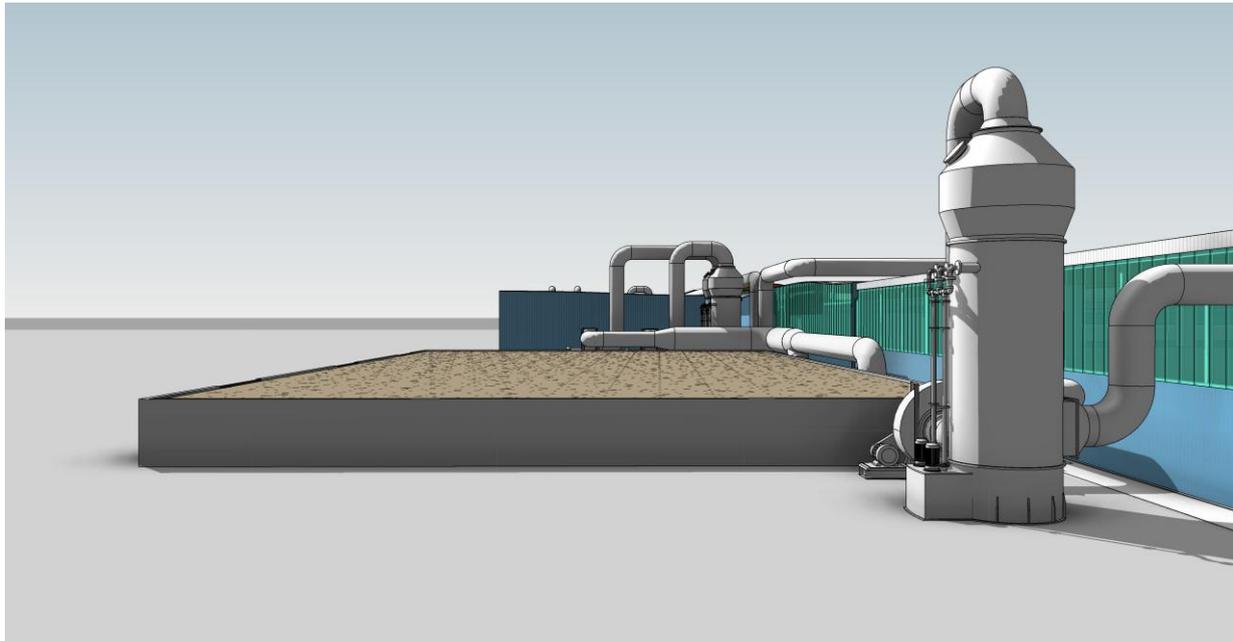
Verifica biofiltro - Bf02		
Portata complessiva al biofiltro	186 000	m ³ /h
Portata utilizzata per dimensionamento del biofiltro	186 000	m ³ /h
Superficie utile del biofiltro		
lunghezza	23.0	
larghezza	43	
sup. utile del biofiltro	989	m ²
Altezza utile attiva	1900	mm

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

I biofiltri sopra indicati saranno suddivisi in tre compartimenti indipendenti tra loro al fine di agevolarne la manutenzione per settori. La compartimentazione sarà presente sia nel plenum di distribuzione che nella platea di insufflazione. L'aria in ingresso al plenum, proveniente da tre distinte calate di una stessa condotta, sarà così suddivisa equamente nei tre comparti. In caso di manutenzione di un comparto, sarà sufficiente escludere la calata relativa mediante serranda manuale.



Figura 49 - compartimentazione plenum



10.2.3 Verifica efficienza biofiltro

Obiettivo di questo paragrafo è quello di sottolineare l'adeguatezza delle dotazioni impiantistiche previste, in modo da mettere il gestore di impianto in condizione di un controllo puntuale e costante dell'efficienza del biofiltro:

Per quanto riguarda le emissioni dai biofiltri, i parametri da sottoporre a controllo sono: Ammoniaca (NH_3 (mg/Nmc)), Acido solfidrico (H_2S (mg/Nm³)), U.O.

Dal momento che la velocità di corrente gassosa in uscita dal biofiltro è talmente bassa da non consentirne una misurazione precisa, è necessario utilizzare un camino acceleratore (cappa statica) per eseguire la mappatura delle velocità e i successivi prelievi. La nostra proposta prevede la fornitura di tale cappa e relativo anemometro ad elica in modo da garantire al gestore la possibilità di poter eseguire in qualsiasi momento delle prove. Tralasciamo in questa fase il dimensionamento ed i requisiti specifici della cappa prevista.

10.2.4 Tipologia pavimentazione biofiltro

L'aria, in uscita dai ventilatori viene convogliata all'interno di un plenum in ca avente fori comunicanti con la pavimentazione areata interna al perimetro del biofiltro. Tale pavimentazione viene realizzata adagiando su di un massetto delle pendenze le canalette in ca prefabbricate con passo 45 cm. Queste canalette formeranno quindi delle condotte di distribuzione dell'aria lungo tutta l'area del biofiltro stesso. A copertura di detti moduli prefabbricati saranno disposti dei grigliati in PRFV aventi forature distribuite.

Il pavimento attrezzato per la insufflazione del materiale è stato progettato per ottenere seguenti obiettivi:

- distribuire uniformemente l'aria sulla massa in trattamento;
- evitare l'occlusione di fori di insufflazione a causa delle operazioni ed il transito dei mezzi di movimentazione;
- raccogliere i percolati durante il trattamento;
- resistere all'aggressione chimica, alla temperatura del materiale e all'usura prodotta dai mezzi in movimentazione.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

I vantaggi di tale applicazione si possono così riassumere:

- Una facile e rapida applicazione a pavimento con facile pulizia e manutenzione.
- Lunga durata nel tempo;
- La foratura presente riduce al minimo le zone non irrorate dall'aria prevenendo fenomeni di anaerobiosi del materiale, distribuendo l'aria in modo uniforme su tutta la superficie del materiale (interasse di circa 500÷600 400 mm).
- Il sistema è in grado di garantire un rapporto Superficie di aspirazione / Superficie di Pavimento minimo pari a 0.2 m²/m²
- Riduce al minimo le possibilità di intasamenti delle tubazioni di insufflazione;

Di seguito viene evidenziata una sezione tipo delle canaline poste a pavimento.

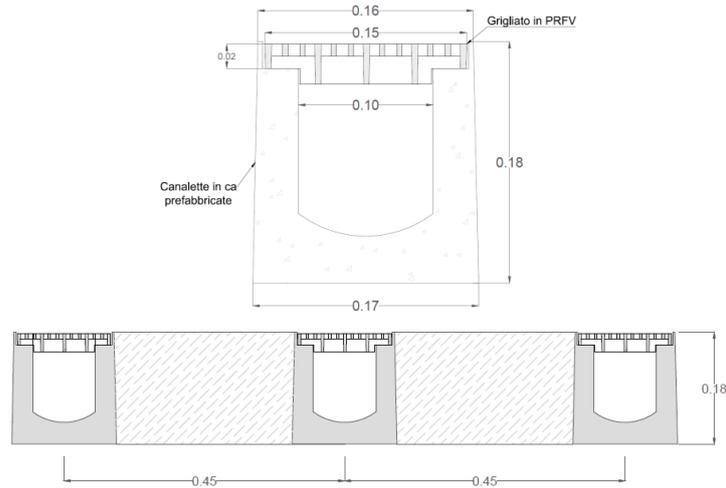


Figura 50 - Particolare sistema di insufflazione a pavimento

10.2.5 Ventilatori di estrazione arie

I ventilatori di aspirazione saranno realizzati con giranti INOX e chiocciola zincata a caldo per una migliore resistenza alle condizioni operative molto gravose previste in impianto.

Zincatura galvanica sulla chiocciola : la zincatura è un trattamento finalizzato alla protezione delle parti in acciaio dalla corrosione. Il rivestimento di zinco esplica nei confronti dell'acciaio una doppia funzione: in primo luogo forma una barriera che lo isola dall'attacco degli agenti atmosferici (effetto barriera), inoltre svolge una protezione per azione elettrochimica (protezione catodica). Per questo la zincatura è considerata una delle tecniche più efficaci per proteggere l'acciaio dalla corrosione. Questo metodo offre un duplice vantaggio, e cioè di essere meccanicamente molto resistente e di avere un significativo spessore che permette un' elevata resistenza all'ossidazione: in ambienti esterni essa può durare anche 20 anni!

Vantaggi del trattamento:

- possibilità di utilizzo in quasi tutti gli ambienti esterni
- possibilità di utilizzo a contatto con molti tipi di suoli, di legno, di metallo

Utilizzo dell'acciaio inox sulle giranti: le giranti dei ventilatori saranno realizzate in acciaio Inox AISI 304L (UNI X2 CrNi 18 11). Gli acciai inox (o acciai inossidabili) sono leghe a base di ferro e carbonio che uniscono alle proprietà meccaniche tipiche degli acciai al carbonio caratteristiche peculiari di resistenza alla corrosione.

Tali materiali devono la loro capacità di resistere alla corrosione alla presenza di elementi di lega, principalmente cromo, in grado di passivarsi, cioè di ricoprirsi di uno strato di ossidi invisibile, di spessore pari a pochi strati atomici (3-5 × 10⁻⁷ mm), che protegge il metallo sottostante dall'azione degli agenti chimici esterni. La famiglia degli acciai inox ha la caratteristica comune di avere un contenuto massimo di carbonio dell'1,2% e un valore minimo di cromo pari all'11-12%. Se la percentuale dei leganti è elevata, non si parla più di acciai inox bensì di leghe inox austenitiche.

Nello specifico questo acciaio si distingue per:

- ottima resistenza alla corrosione;
- alta resistenza termica -50°C con punte i -60°C con temperature massime di picco di 400°C;
- facilmente lavorabile e saldabile
- facilità di ripulitura ed ottimo coefficiente igienico.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Ulteriori accessori a corredo dei ventilatori proposti:

- Carter di protezione cinghie: I ventilatori a trasmissione saranno dotati di carter di protezione cinghie dimensionati in base alle necessità per proteggere gli operatori. Tali carter sono facilmente smontabili in caso di manutenzione programmata
- Tappi di scarico: sono posti nella parte inferiore della cassa e permettono l'eventuale svuotamento della stessa nel caso si possano verificare problemi di condense e/o trascinarsi di particelle liquide. Sono costituiti da un manicotto femmina, solidale alla cassa, e da un tappo maschio avvitato ad esso.
- Portelli di ispezione: sono portelli fissati con bulloni alla girante. Sono utilizzati per eseguire rapide ispezioni alla girante, o per la rimozione di corpi estranei più voluminosi trascinati all'interno della chiocciola, durante il funzionamento.

Per i sistemi di estrazione arie dai locali per la biofiltrazione sono stati dimensionati i seguenti ventilatori centrifughi:

ITEM	Portata	Prevalenza	kW
Vbf01	115.000 m ³ /h	600 mm/H ₂ O	250
Vbf02	115.000 m ³ /h	600 mm/H ₂ O	250
Vbf03	75.000 m ³ /h	500 mm/H ₂ O	132
Vbf04	75.000 m ³ /h	500 mm/H ₂ O	132
Vbf05	36.000 m ³ /h	400 mm/H ₂ O	75

ELETTROASPIRATORE centrifugo (Vbfx).

- Portata come da prospetto superiore.
- Motore come da prospetto superiore a 4 poli 380/660 V - 50 Hz IP55.
- Velocità 1310 rpm.
- Basamento in Fe verniciato con epossidica.
- Chiocciola zincata.
- Girante INOX.
- Rendimento > del 80%.
- Rumorosità < a 93 dBA.
- Organi di trasmissione monoblocco, pulegge, slitte, cinghie, carter di protezione con rete protettiva asportabile.
- Fasce antivibranti in mandata ed in aspirazione.
- Piedini antivibranti con piastre di fissaggio.

10.3 LINEE DI ASPIRAZIONE

Le tubazioni proposte hanno un diametro calcolato per garantire una velocità media di ~20m/sec per garantire il trascinarsi anche degli inquinanti più pesanti. Le tubazioni saranno in acciaio inox con flange in acciaio INOX zincato, saranno dotate di griglie di ripresa in alluminio ad alette fisse. Saranno sostituite al soffitto con strutture in acciaio zincato adeguatamente dimensionate sulla base del carico atteso. Le condotte di aspirazione sono dotate di griglie in alluminio di adeguate dimensioni per aumentare la captazione nelle zone di lavoro.

Sono compresi nella fornitura delle condotte relative a tutte le sezioni d'impianto:

- Serie di serrande di regolazione del flusso di aria aspirata dalle singole condotte, azionamento manuale. Serrande a lamelle. Realizzazione in alluminio. Installazione in linea su tubazione;
- Serie di serrande di sovrappressione a lamelle. Realizzazione in alluminio. Installazione in linea su tubazione;
- Serie di serrande motorizzate a lamelle di chiusura per interruzione della portata d'aria in ingresso e uscita dai ventilatori. Posizioni: chiusa, aperta. Installazione in linea per by-pass di invio a biotunnel.
- Trasmettitori di pressione per l'installazione in linea su tubazione di aspirazione:
- Segnale in uscita mA 4 – 20;
- Cassa in alluminio;
- Membrana in gomma al silicone.

Le linee installate saranno dotate di una serie di punti di campionamento di facile accesso per la verifica delle velocità dell'aria all'interno delle tubazioni tramite semplice anemometro a filo caldo portatile. Tali controlli, se eseguiti periodicamente, permetteranno di prevenire la formazione di depositi di inquinante che, a lungo andare, potrebbero diminuire le portate e l'efficienza delle condotte.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

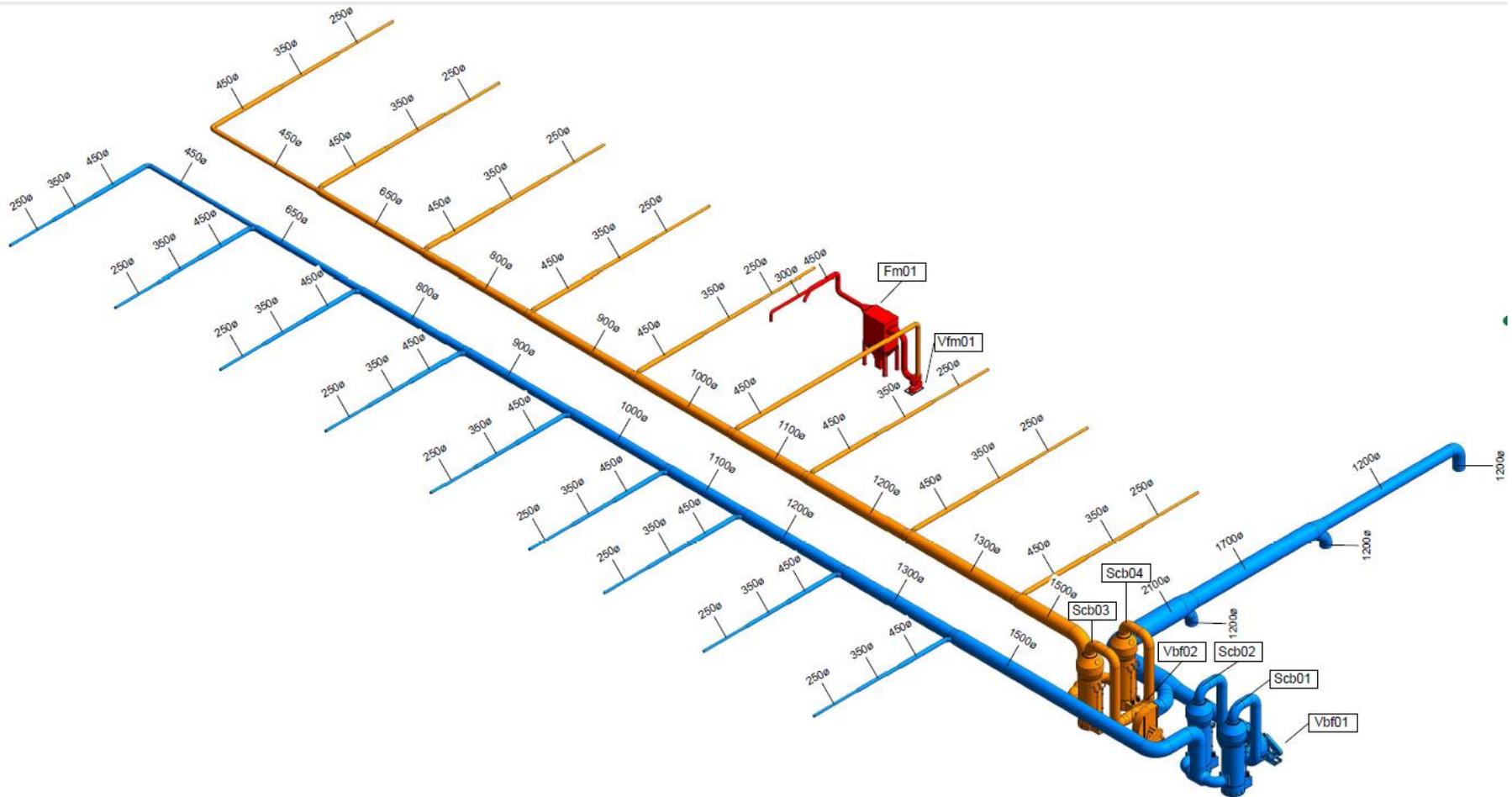


Figura 51 Vista 3D della linea di estrazione arie ambito RSU/FORSU

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GERI S.r.l.</i> Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

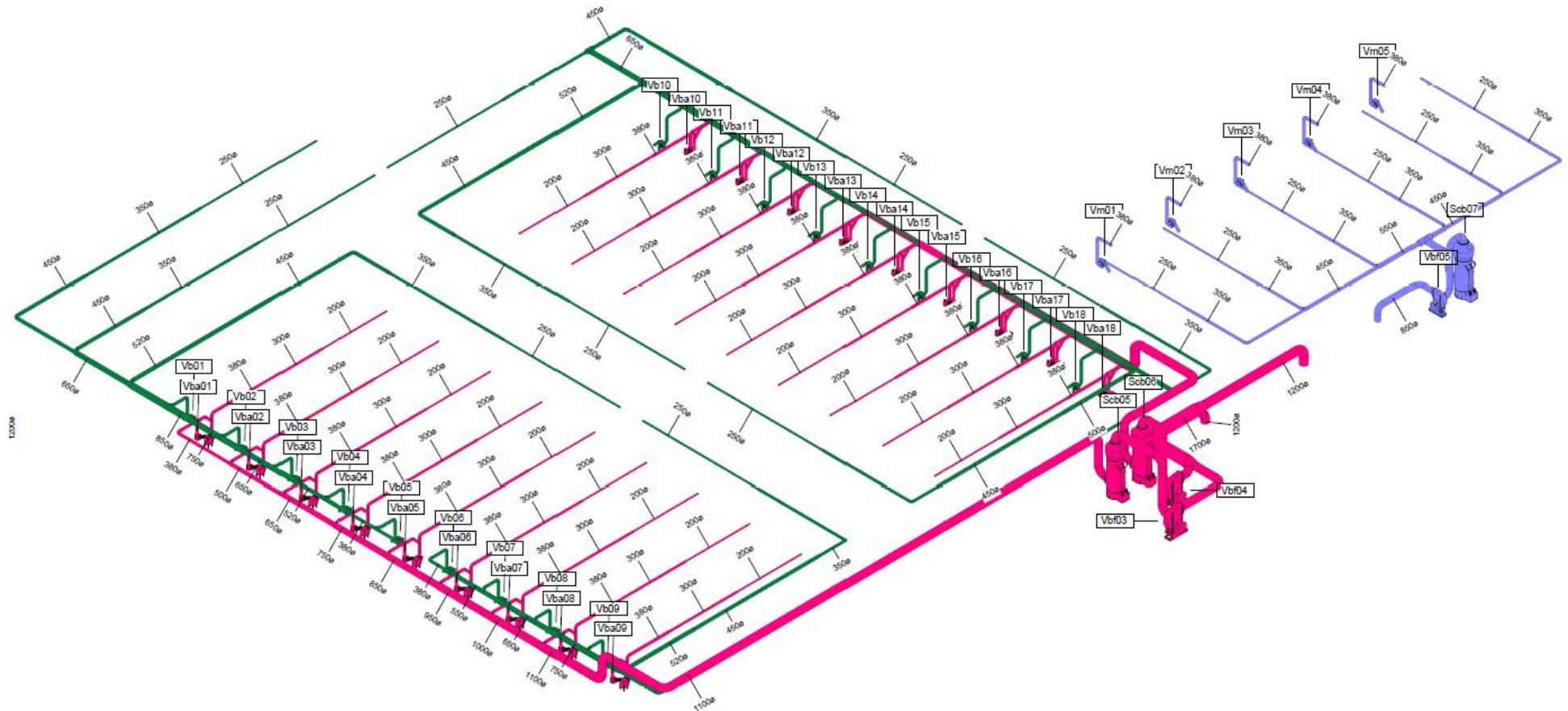


Figura 52 Vista 3D della linea di estrazione arie ambito biotunnel e maturazione

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GERI S.r.l.</i> Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

10.4 LINEA ASPIRAZIONE DEDICATA POLVERI

Si elencano di seguito dove sono stati identificati i punti a maggior rischio di emissioni polveri e le loro caratteristiche:

1.linea A:

- Vaglio VR01-A: n° 1 punti di aspirazione predisposti su carter di protezione Ø300mm

2.Linea B:

- Vaglio VR01-A: n° 1 punti di aspirazione predisposti su carter di protezione Ø300mm

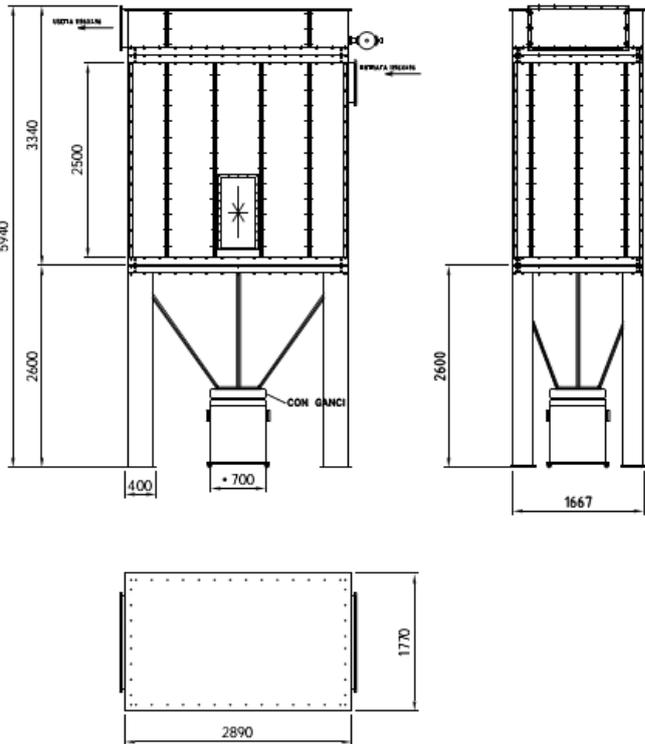
10.4.1.1 Dimensionamento tubazioni di aspirazione da vagli

Secondo quanto previsto in progetto i vagli rotanti sono dotati di una virola di uscita di Ø300mm. Ipotizzando velocità di aspirazione di circa 18m/s, una portata adeguata al trasporto polveri, possiamo desumere che per ogni singolo vaglio sia necessaria una portata di aspirazione di circa 4.500 m³/h (per ogni vaglio).

VELOCITA'	DIAMETRO	SUP	PORTATA
m/s	mm	m ²	m ³ /h
18	300	0,0707	4.580,45

Sulla base di quanto sopra esposto possiamo calcolare una portata cautelativa del gruppo filtrante in circa 10.000m³/h. Scegliendo fra le superfici filtranti disponibili, si è optato per un modello standard con una superficie filtrante di 94 m² con una altezza idonea per eseguirne il montaggio e la manutenzione in impianto. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- Portata aria 10.000 m³/h, rapporto di filtrazione 2.0 m/sec.
- Sottostazione rettangolare in pressione a lavaggio ad aria compressa in controcorrente
- Dimensioni 2.300 x 1.670 x H 5780 mm.
- Costituita da una struttura in pannelli modulari in lamiera zincata pressopiegata dello spessore di 20/10 mm.
- Camera filtrante, completa di n.96 maniche in feltro agulgiato poliestere antistatico 500 gr/mq diam. 125 x 2.500 mm con flangia in tessuto, pari a una superficie filtrante di 94 mq, cestelli in acciaio zincato autobloccanti con fascetta. Camera tubi sparo completa di n.01 serbatoio da 8" mod. Full-Immersion completo di 8 valvole da 1" ½ e tubi sparo verniciati per immettere l'aria compressa nelle maniche.
- 1 Economizzatore di comando e controllo automatico del lavaggio maniche con regolazione dei tempi e degli intervalli di soffiaggio in grado di ottimizzare il consumo di aria completo di pressostato differenziale con contatore e display a tre cifre.
- Tramoggia di raccolta materiale con oblò visivi in plexiglass per controllo livello materiale e ganci per tenuta Bidone di raccolta Ø 700 mm.
- 4 Gambe di sostegno sottostazione e controventi zincati.
- Sistema di spegnimento incendio con tubo da 2" completo di ugelli nebulizzatori d'acqua,
- 1 Sensore di calore termico posto nella testata del filtro, completo di microinterruttore di blocco impianto.
- Parapetto modulare e scala alla marinara a norma antinfortunistiche per l'accesso alla camera tubi sparo.
- 1 Pannello antiscoppio certificato Atex.

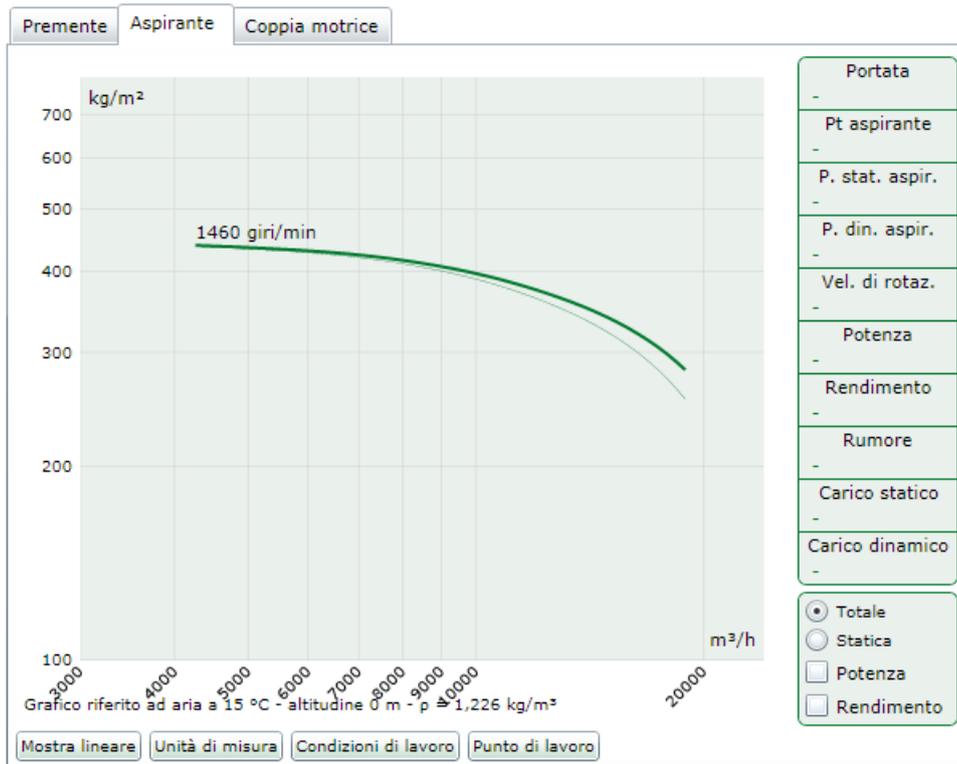


Dati tecnici del filtro:

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- Peso sottostazione : 2450 kg
- Portata d'aria : 10.000 m³/h
- Superficie filtrante : 94 m²
- Tipo tessuto filtrante : Feltra agugliato antistatico PES 500 NF 500 gr/m²
- Spessore : 1.9 mm
- Densità : 0.29 gr/cm
- Carico di rottura Kg/5 cm : long. 188 - trasv. 162 Kg
- Resistenza alla temperatura : max 130°C con punte 150°C
- Perdita di carico filtro : 1000 Pa max

Il ventilatore (per limitare le potenze in gioco è stato previsto del tipo "a trasmissione") avrà una portata di 10.000 m³/h con una prevalenza di circa 400 mmca. La prevalenza è stata calcolata tenendo conto di eseguire n° 2 punti di collegamento ai vagli e secondo il posizionamento indicato in lay-out.



Portata	71 - 315 m ³ /min
Pressione aspirante	310 - 440 kg/m ²
Pressione premente	315 - 460 kg/m ²
Motore installato	180 L - 4 poli
Potenza installata	22 kW
Velocità di rotazione	1460 giri/min
Tipo fluido	Pulita
Flangia aspirante	ø 568 mm
Flangia premente	500x355 mm
Peso senza motore	386 kg
PD ²	30 kgm ²
Note generali	Ventilatore non orienta

Normative

- » Collaudo in mandata secondo UNI EN ISO 5801:2009
- » Collaudo in aspirazione secondo UNI EN ISO 5801:2009
- » Aria a 15 °C - 760 mmHg - ρ=1,226 Kg/m³

Note

- Tolleranza sulla portata: ±5%
- Tolleranza sulla rumorosità: +3dB
- Collaudo premente: con tubazioni sia in aspirazione che in mandata
- Collaudo aspirante: con tubazione solo in aspirazione

Tabella 15 Caratteristiche del ventilatore asservito al filtro a maniche

E' stata utilizzata questa tipologia di gruppo filtrante dal momento che è essa predisposta per un funzionamento continuo (24 ore su 24), con pulizia automatica del tessuto filtrante in controcorrente, può trattare aria contenente polveri molto fini, conservando un

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

rendimento di captazione assai elevato, anche per particelle aventi dimensioni inferiori a 1 micron. Sono dotati di ampi portelli di ispezione che consentono di eseguire con estrema facilità le operazioni di manutenzione o, comunque il controllo delle parti interne. Gli elementi filtranti sono costituiti da cestelli opportunamente dimensionati e da una manica costituita in apposito materiale filtrante.

Ai fini della sicurezza sono state adottate le seguenti precauzioni sulla componente:

- il ventilatore installato sarà di tipo ATEX classe 22;
- Il filtro sarà dotato di pannelli antiscoppio rivolti verso il muro per garantire la sicurezza del personale;
- Lo scarico del materiale (tramoggia inferiore) sarà dotata di una valvola stellare motorizzata per lo scarico continuo delle polveri separate, per ridurre il rischio di accumulo polveri interno alla tramoggia.
- Le maniche avranno un grado filtrante <0.5 micron e saranno realizzate in poliestere agugliato (è stato scelto un **materiale antistatico** per prevenire pericoli di esplosioni ed **idrorepellente** per la presenza di umidità nel materiale trattato).

Le tubazioni dedicati ai punti di aspirazione polveri localizzati seguiranno il percorso indicato nel layout, convergendo nel filtro a maniche, da qui l'aria, depurata dalle polveri, viene immessa nelle condotte principali per subire una successiva depurazione al biofiltro.

10.5 CARATTERISTICHE SCRUBBERS

Lo scrubber (o depuratore ad umido, rappresenta il più antico e semplice sistema di depurazione di un flusso aeriforme inquinato. Il principio di funzionamento consiste nel convogliare l'aria inquinata dentro una camera all'interno della quale viene realizzato attraverso opportune e svariate tecnologie, un intimo contatto tra l'aria stessa ed una certa quantità di acqua, in modo tale da ottenere un trasferimento degli inquinanti dall'aria all'acqua; a valle del processo di depurazione con scrubber si ritrovano solitamente dei sottoprodotti come ad esempio fanghi che devono essere smaltiti nel rispetto delle normative.

Quando una particella di inquinante viene "catturata" da una goccia di acqua di acqua o goccia di liquido, ne condivide la sorte e ne segue il percorso obbligato dal progettista all'acqua in ricircolo sino a venire raccolta in una apposita vasca di decantazione e quindi scaricata per il trattamento finale.

Alla base di tutto ciò è necessario che siano realizzati i presupposti di quanto detto, vale a dire:

- una zona di contatto aria-liquido in cui si favorisca il più possibile l'incontro e l'unione tra la particella da catturare ed il liquido previsto allo scopo;
- una zona di decantazione in cui le particelle di liquido vengono separate dal flusso principale di aria;
- una zona di trattenimento e di recupero della particella solida (qualora ve ne fossero) con appositi sistemi meccanici.

Questi ultimi hanno inoltre il compito di mantenere il più possibile pulita l'acqua di ricircolo da componenti sedimentosi.

Nel caso di portate d'aria molto alte, abbiamo preferito utilizzare una coppia di scrubber in parallelo che trattare l'aria inquinata in un unico scrubber, ciò comporta un miglioramento dell'efficienza ed un migliore conduzione dell'impianto per quanto riguarda gli interventi manutentivi.

Nello specifico sono stati previsti i seguenti scrubber:

Scr1, Scr 2, Scr3 e Scr4 (linee aria Vbf01 / vbf02)

- 4 torri di lavaggio in PP, portata 57.200 mc/ora
- Dimensioni Ø 3300 mm altezza totale 9,2 m spessore 12 mm
- Velocità aria nella torre V= 1,9 m/s; Tempo di contatto 2 s
- 1 separatore di gocce montato all'estremità della torre d. 3300 x h 400 mm
- 1 gruppo corpi di riempimento con anelli PALL 140 m²/m³ totale 32,5 m³ altezza 3,8 m
- 2 pompe ad asse verticale in PP da 20.000 litri/ora 2,5 bar potenza 5,5 kW
- 2 rampe spruzzatura complete di ugelli nebulizzatori



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- 2 oblò d. 500 per riempimento corpi – 1 oblò di ispezione d 500 mm
- Elettrovalvola di gestione reflui per ottimizzare il flusso.
- Massa Kg a vuoto circa 4.700 kg caduna
- 2 vasche di ricircolo separate dimensioni 3300 x 1000 x 800h mm spessore 15 mm con connessioni per le 2 torri comprensive di troppopieno e scarico di fondo DN 40, gruppo reintegro acqua con elettrovalvola e by-pass DN 32. Massa kg a vuoto 280 kg. Portata 2300 l.

Scr5 e Scr6 (linee aria Vbf03 / vbf04)

- 2 Torri di lavaggio in PP, portata 75.000 mc/ora
- Dimensioni Ø 3.300 mm altezza totale 10,5 m spessore 12 mm
- Velocità aria nella torre V= 2,5 m/s; Tempo di contatto 2 s;
- 1 separatore di gocce montato all'estremità della torre d. 3300 x h 400 mm;
- 1 gruppo corpi di riempimento con anelli PALL 140 m²/m³ totale 42,7 m³ altezza 5 m;
- 2 pompe ad asse verticale in PP da 20.000 litri/ora 2,5 bar potenza 5,5 kW
- 2 rampe spruzzatura complete di ugelli nebulizzatori
- 2 oblò d. 500 per riempimento corpi – 1 oblò di ispezione d 500 mm
- Elettrovalvola di gestione reflui per ottimizzare il flusso.
- Massa Kg a vuoto circa 5500 kg caduna
- 1 vasca di ricircolo separata dimensioni 3300 x 1000 x 800h mm spessore 15 mm con connessioni per le 2 torri comprensive di troppopieno e scarico di fondo DN 40, gruppo reintegro acqua con elettrovalvola e by-pass DN 32. Massa kg a vuoto 280 kg. Portata 2300 l

Scr7 (linee aria Vbf05)

- 1 torre di lavaggio in PP, portata 37.000 mc/ora
- Dimensioni Ø 3000 mm altezza totale 7,3 m spessore 12 mm
- Velocità aria nella torre V= 1,5 m/s, Tempo di contatto 2 s
- 1 separatore di gocce montato all'estremità della torre d. 3000 x h 400 mm
- 1 gruppo corpi di riempimento con anelli PALL 140 m²/m³ totale 21 m³ altezza 3 m
- 2 pompe ad asse verticale in PP da 10.000 litri/ora 2,5 bar potenza 3 kW
- 2 rampe spruzzatura complete di ugelli nebulizzatori
- 2 oblò d. 500 per riempimento corpi – 1 oblò di ispezione d 500 mm
- Elettrovalvola di gestione reflui per ottimizzare il flusso.
- 1 vasca inserita a corpo unico con la torre dimensioni 2000 x 1000 x 800h mm spessore 15 mm
- Massa Kg a vuoto circa 4500 kg caduna

Gli spurghi da scrubber in linea di massima contengono:

- | | | | | |
|------------------|-----------|---|-----|--------|
| • solidi sospesi | 150 mg/lt | | | |
| • COD | 30 mg/lt | | | |
| • NH3 | 80 mg/lt | | | |
| • solfati | 600 | ÷ | 800 | mg/lt. |

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

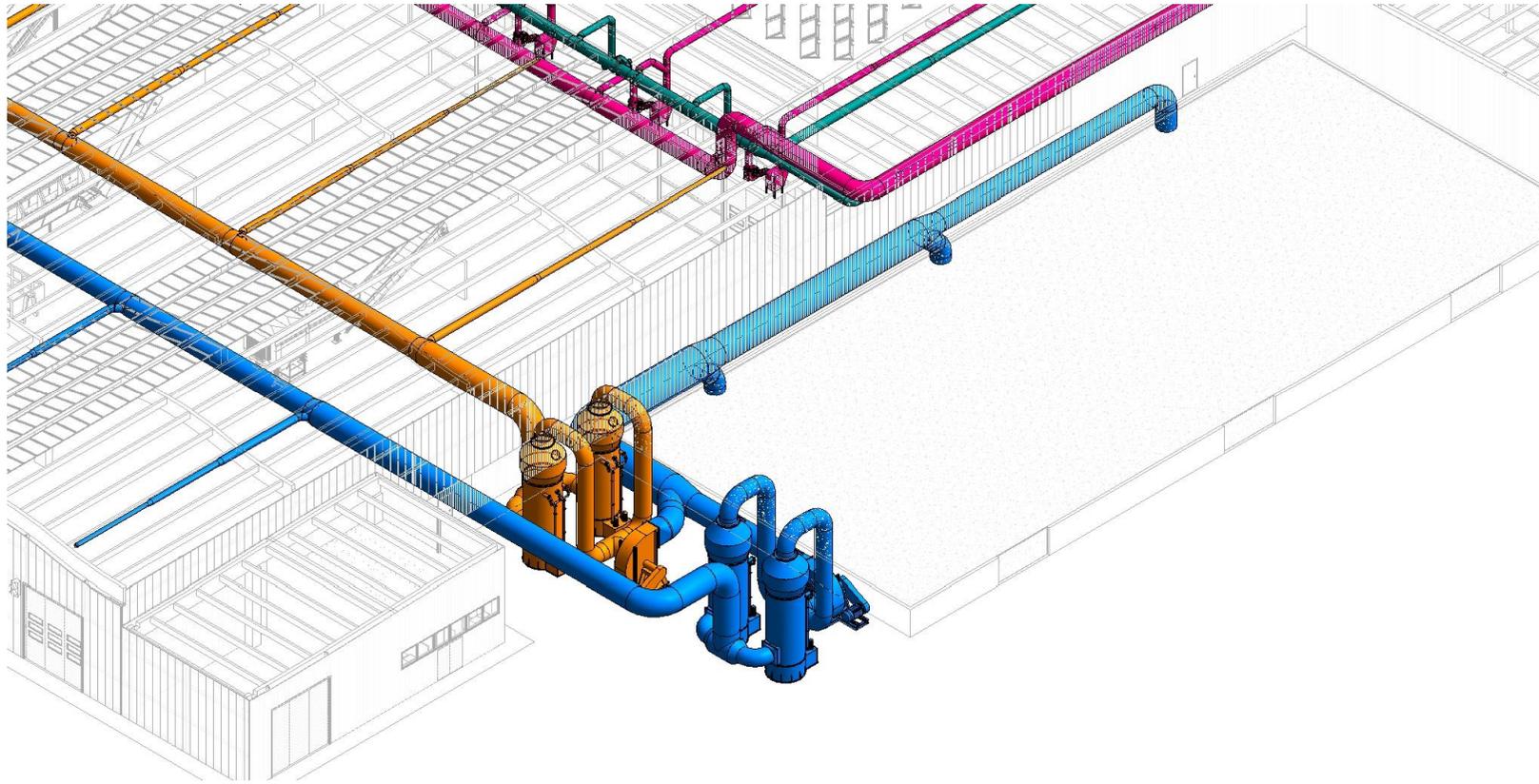


Figura 53 Vista 3D del sistema doppio scrubber e immissione aria nel biofiltro

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

10.6 VERIFICHE EFFICIENZA LINEE DI ASPIRAZIONE

Di seguito si evidenziano alcuni accorgimenti tecnici introdotti per una migliore efficienza dell'impianto.

Le linee installate saranno dotate di una serie di punti di campionamento di facile accesso per la verifica delle velocità dell'aria all'interno delle tubazioni tramite semplice anemometro a filo caldo portatile (non oggetto di fornitura nelle presente fase attuativa).

ali controlli, se eseguiti periodicamente, permetteranno di prevenire la formazione di depositi di inquinante che, a lungo andare, potrebbero diminuire le portate e l'efficienza delle condotte.

Prima dell'ingresso agli scrubber saranno installati dei punti di prelievo conformi a norme Uni per analizzare l'aria in ingresso al presidio ambientale e verificare l'efficienza assoluta del biofiltro.

Saranno installati dei pressostati su ogni ventilatore; i pressostati oltre ad eseguire un controllo costante delle pressioni di lavoro, saranno controllati dal *software* per interrompere l'aspirazione nel caso di improvvise variazioni di pressione.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

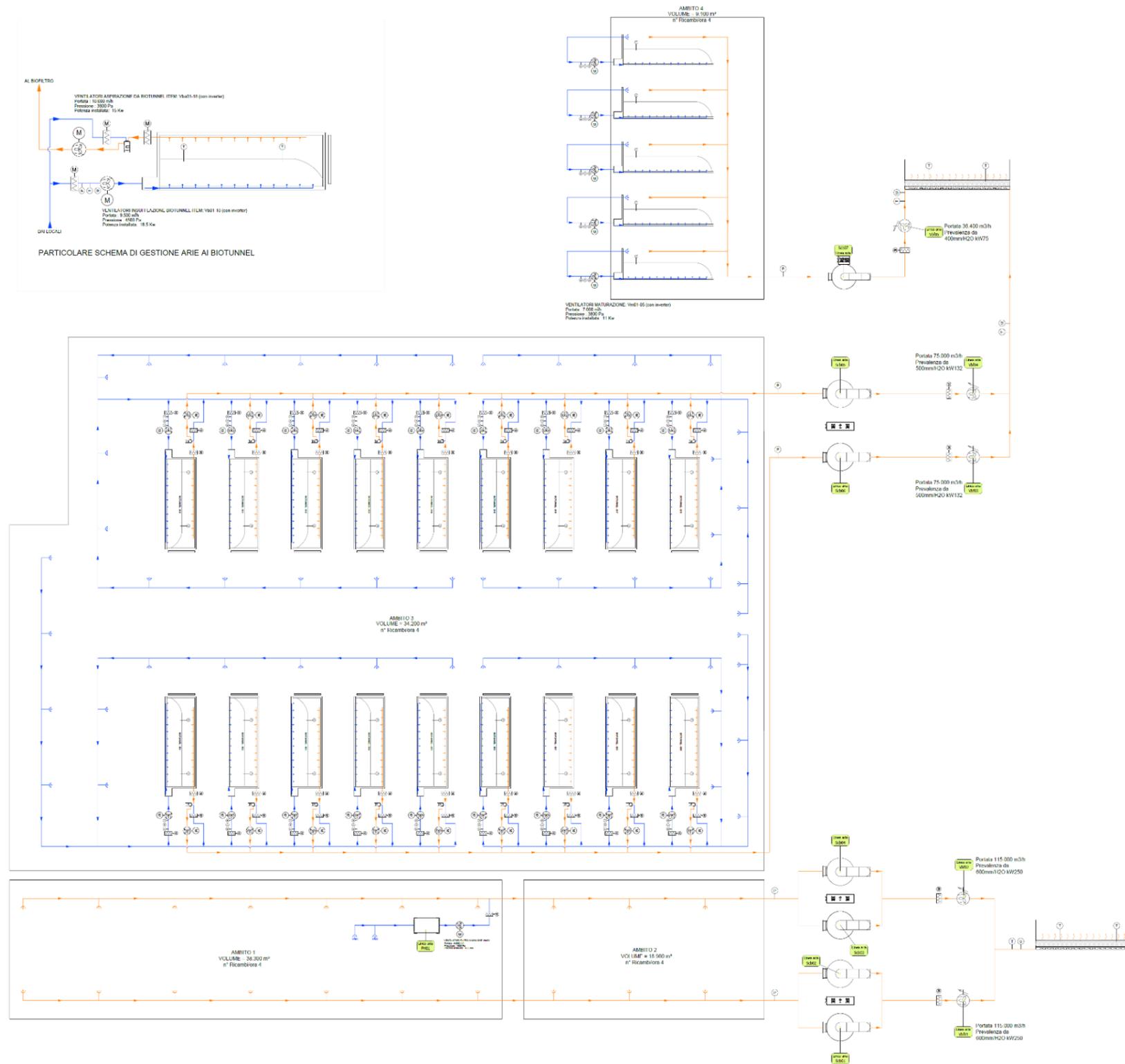


Figura 54 Schema funzionale e dimensionale del sistema di trattamento delle arie.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GERI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	

11. ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI COMANDO/CONTROLLO

Questa configurazione è stata progettata per razionalizzare prestazioni e cablaggi. Nella configurazione tradizionale infatti le partenze motore ed il PLC di sicurezza sono montati nel quadro centrale. Questo comporta che tutti i segnali di emergenza (funghi, funi ecc.) e di potenza (trifase da portare alle motorizzazioni) vengano asserviti tramite cavi multipolari e relative canalizzazioni dalle macchine al quadro centrale. Nella nuova configurazione partenze motore e moduli di sicurezza sono nelle cassette a bordo nastro. I cavi relativi ai segnali di emergenza andranno collegati alla cassetta locale invece che al quadro centrale.

La nuova configurazione prevista in progetto prevede :

- Un PLC Siemens CPU 315F-2 PN/DP. Questa CPU è un controllore failsafe per PROFINET. La CPU dispone di un'interfaccia PROFINET (Profibus su Ethernet) e di un'interfaccia PROFIBUS/MPI integrate, entrambe adatte al collegamento di periferie failsafe PROFIsafe. Viene così eliminato il concentratore di emergenze, in quanto questa funzione viene assolta dalla CPU failsafe.
- Dentro le cassette di controllo delle "macchine semplici" vengono montati degli accoppiatori Profibus seguiti da moduli di I/O normali (per il controllo dei nastri) e Profisafe (per la raccolta delle emergenze e per le uscite di sicurezza). Il vantaggio evidente è che dal quadro centrale alle cassette gireranno solo i cavi profibus e verranno eliminati tutti i cavi per il collegamento delle emergenze.
- Le partenze motore saranno sulle cassette a bordo nastro. L'insieme dei componenti protezione-contattore si può considerare come singolo componente.

Il sistema di automazione quindi aggiunge alle normali e tradizionali funzioni di gestione del processo, funzioni tipiche di *Building Automation*. Le necessità principali soddisfatte da un tipico impianto di *Building Automation* sono l'automazione e la centralizzazione delle numerose periferiche presenti in impianto: sistemi d'allarme, controllo accessi, video-sorveglianza, impianti di ventilazione, controlli di aperture varie, impianti d'illuminazione, sistemi di rilevamento incendi, etc. I diversi sistemi possono essere comandati in maniera semplificata grazie a dispositivi automatici e monitorati tramite dei PC presenti nell'impianto stesso oppure utilizzando postazioni operative remote. L'adozione di un sistema centralizzato che governi tutti questi sistemi periferici consente di migliorare sensibilmente le condizioni di sicurezza, comfort per il personale operativo d'impianto e risparmio energetico. Evidenti i numerosi vantaggi economici nei costi di gestione, grazie al miglioramento dei processi di gestione e manutenzione, con grandi benefici anche in termini di riduzione del personale addetto, di risparmio energetico e di ottimizzazione logistica.

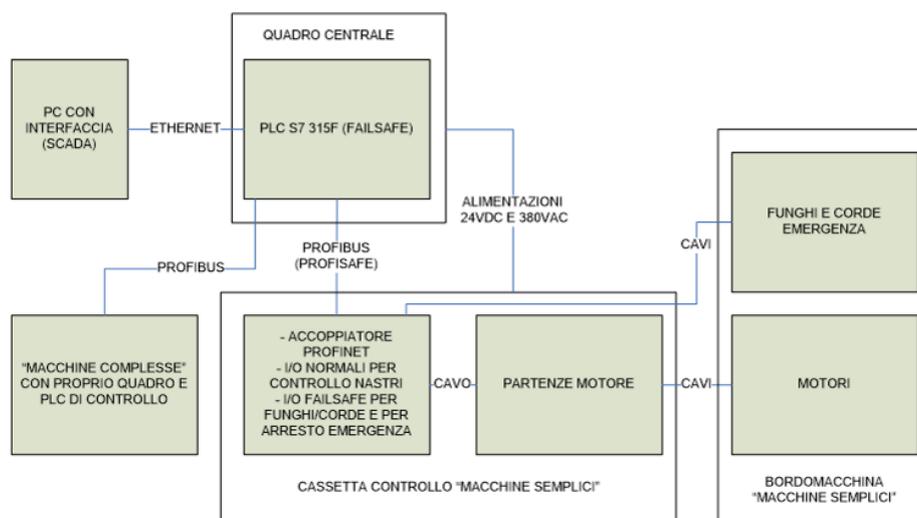
Nella presente fase attuativa sono state previste solo alcune migliorie, ma si sottolinea che il sistema previsto in progetto è totalmente modulare ed espandibile per eventuali esigenze future.

L'architettura del sistema di controllo remoto dell'impianto è strutturata su tre livelli:

1. Acquisizione dati dal campo
2. Sistema centrale di gestione dei dati
3. Supervisione

La connessione fra interfaccia operatore e Sistema centrale di gestione dei dati sarà in Ethernet, mentre verso il campo sarà in Profibus DP.

Configurazione Sistema



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

11.1 LIVELLO 1: ACQUISIZIONE DATI DAL CAMPO

Ogni macchina installata sull'impianto è dotata di un sistema di interfacciamento con il sistema centrale, che permette il controllo e il comando remoto della medesima macchina.

Il sistema di interfacciamento è realizzato specificatamente per tipologia di macchina e permette la gestione di tutti i dati relativi a quella determinata tipologia di macchina; questo permette di avere un determinato numero finito e standard di interfacce in relazione alle varie tipologie di macchine.

Tutto questo è realizzato in due modi distinti in relazione alle due classi di macchine presenti nell'impianto ovvero:

Macchine complesse con apparati specifici di comando e controllo

(es. trituratori primari e secondari, vagli, sistemi pellettizzatori ecc.); tali macchine vengono gestite come sottosistemi. L'interfacciamento è realizzato tramite comunicazione al Sistema centrale di gestione dati in Profibus DP.

11.1.1 Macchine semplici

La loro logica di comando è gestita direttamente CPU 315F-2 PN/DP situata all'interno del quadro principale di comando/controllo. La periferia (I/O fisici) è invece situata sulle cassette locali alla macchina.

Dentro le cassette di controllo delle "macchine semplici" vengono montati degli accoppiatori Profibus seguiti da moduli di I/O normali (per il controllo dei nastri) e Profisafe (per la raccolta delle emergenze e per le uscite di sicurezza).

Il vantaggio evidente è che dal quadro centrale alle cassette gireranno solo i cavi profibus e verranno eliminati tutti i cavi per il collegamento delle emergenze.



Questi moduli sono montati all'interno di cassette di comando di ogni macchina, di questa classe, presente sull'impianto, poste in prossimità della macchina stessa; queste cassette contengono:

- Dispositivi di comando locale (pulsanti di start/stop, selezione modale di funzionamento -man/aut- selettori di direzione, pulsante di emergenza)
- segnalazioni dello stato dei dispositivi funzionali e di sicurezza della macchina quali dispositivo di sezionamento, funi di emergenza, fine corsa di segnalazione posizione
- segnalazioni di stato quali: lampada emergenza:(indica che è attiva una emergenza relativa al nastro), Lampada manuale/automatico (indica che è stato scelto ed è abilitato il funzionamento manuale) Lampada stop nastro (Lampeggiante indica l'intervento di un allarme nel nastro, fissa indica che il nastro è fermo senza co mando manuale o automatico) Lampada marcia nastro (Indica che il nastro è in movimento in manuale o in automatico)
- Partenze motori



Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

E' previsto anche per questo tipo di macchine un dispositivo di sezionamento dell'alimentazione del motore (e relativa segnalazione al sistema centrale, (gestita dalla periferia decentrata montato sulla cassetta di comando locale sopradescritta) per permettere il distacco elettrico della macchina in caso di guasto o manutenzione.



La gestione dei comandi partenze motore si riferisce al comando delle macchine semplici sopradescritte, che normalmente è il numero di macchine maggiore per questa tipologia di impianti.

La gestione e l'attuazione di questi comandi avviene direttamente all'interno della cassetta locale della "macchina semplice".

Per la gestione/comando di questo tipo di utenze vengono utilizzate le partenze motore compatte precablate dal costruttore dei componenti e montate su un sistema a sbarre, di distribuzione dell'energia . Questo specifico tipo di partenze motore ha la particolarità di essere fornite in commercio già cablate sia nella parte di potenza che nella parte di controllo e segnalazione da parte del costruttore.

Le partenze motore vengono montate su di un sistema a sbarre, dal quale ricevono l'alimentazione da trasmettere all'utenza controllata e , oltre ad avere la parte di protezione (magnetotermico) e di attuazione (contattore) dispongono di una interfaccia I/O (input/output) già montata e cablata anch'essa come detto dal costruttore dei componenti , che permette la connessione alla periferia decentrata; a tutti gli effetti questo insieme protezione-contattore-cavo I/O si può considerare come un singolo componente.

L'utilizzo di questo tipo di soluzione permette una standardizzazione dei dispositivi di comando differenziata solamente per le 'taglie' dei dispositivi relativamente alle utenze controllate. I vantaggi derivanti da questa soluzione sono evidenti:

- uniformità nei componenti
- velocità nell'installazione, riduzione dei tempi di installazione, semplificazione dei cablaggi
- flessibilità nella configurazione, modifiche, ampliamenti dell'impianto
- riduzione degli errori di cablaggio
- velocità di start-up dell'impianto
- velocità nella individuazione dei guasti
- velocità nella sostituzione di parti malfunzionanti

Di seguito l'elenco delle macchine interessate (macchine semplici) :

NT01-A	Nastro trasportatore a catena
NT02-B	Nastro trasportatore a catena
NT03-A	Nastro trasportatore a tappeto
NT04-B	Nastro trasportatore a tappeto
NT05-A	Nastro trasportatore a tappeto
NT06-B	Nastro trasportatore a catena
NT07-C	Nastro trasportatore a tappeto
NT08-C	Nastro trasportatore a tappeto
NT09-C	Nastro trasportatore a tappeto
NT10-C	Nastro trasportatore a tappeto
NT11-C	Nastro trasportatore a tappeto
NT12-C	Nastro trasportatore a tappeto
NT13-C	Nastro trasportatore a catena
NT14-C	Nastro trasportatore reversibile
NT15-A	Nastro trasportatore a tappeto
NT16-B	Nastro trasportatore a tappeto
NT17-C	Nastro trasportatore a tappeto
NT18-C	Nastro trasportatore a tappeto
NT19-C	Nastro trasportatore a tappeto

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

SM01-A	Separatore magnetico
SM02-B	Separatore magnetico
SM03-A	Separatore magnetico
SM04-B	Separatore magnetico
SM05-C	Separatore magnetico
NT20-D	Nastro trasportatore a catena
NT21-D	Nastro trasportatore a tappeto
NT22-D	Nastro trasportatore a tappeto
SM06-D	Separatore magnetico
DEP01-E	Deplastificatore
NT23-E	Nastro trasportatore a tappeto
NT24-E	Nastro trasportatore a tappeto
NT25-E	Nastro trasportatore a tappeto
NT26-E	Nastro trasportatore a tappeto

11.2 LIVELLO 2: SISTEMA CENTRALE DI GESTIONE DEI DATI

Il sistema di gestione centrale posto, come detto, generalmente all'interno del Quadro Nastri è composto da un PLC Siemens CPU 315F-2 PN/DP. Questa CPU è un controllore failsafe per PROFINET. La CPU dispone di un'interfaccia PROFINET (Profibus su Ethernet) e di un'interfaccia PROFIBUS/MPI integrate, entrambe adatte al collegamento di periferie failsafe PROFI-safe. Viene così eliminato il concentratore di emergenze, in quanto questa funzione viene assolta dalla CPU failsafe.



Il programma di gestione delle funzioni dell'impianto è realizzato utilizzando l'ambiente di sviluppo Simatic Step 7 in accordo con le normative internazionali IEC-1131.3 e comunitarie EN-60 1131.3.

La richiesta di sistemi automatici modulari, flessibili e ampliabili ha portato allo sviluppo di una nuova tecnologia per lo scambio dei dati di comando/controllo fra il campo (sensori, attuatori) e il PLC che gestisce l'automazione dell'impianto, in alternativa ai sistemi di cablaggio tradizionali : i bus di campo.

Il PLC principale è connesso alla parte di gestione dei comandi motore, ai dispositivi in campo, ai dispositivi di interfaccia in campo e al sistema di controllo delle sicurezze da un bus Profibus DP.

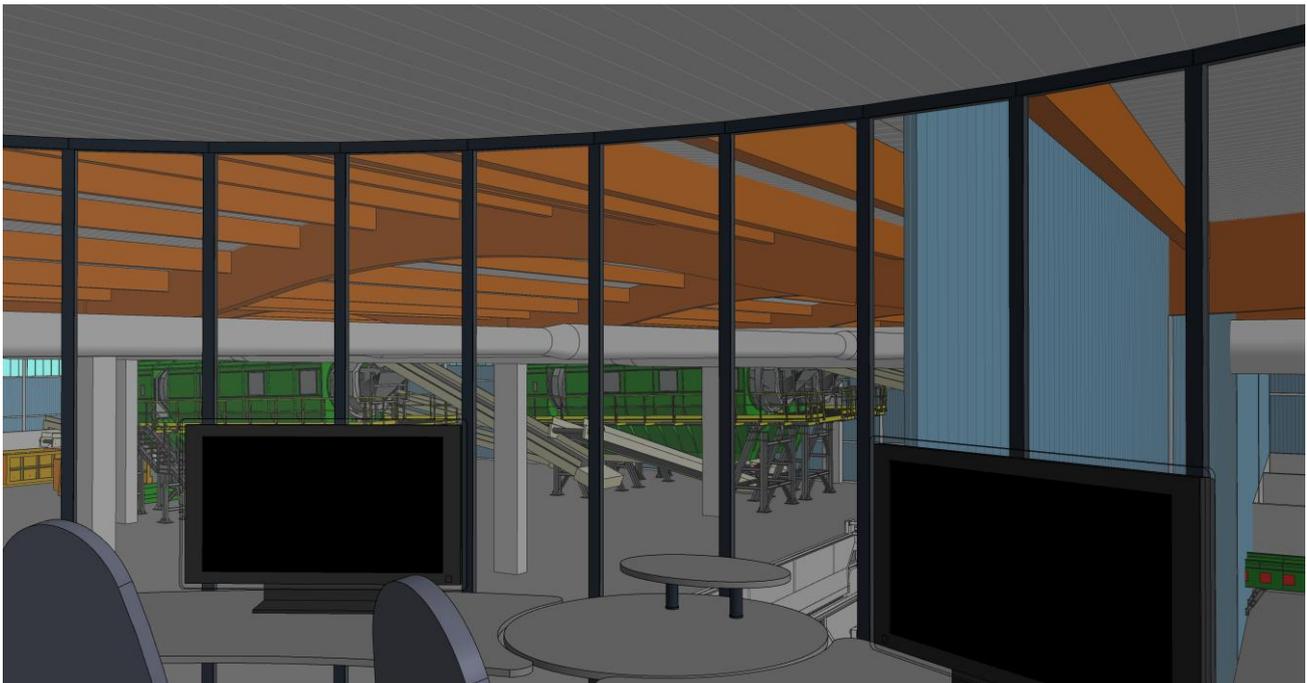
Il software PLC gestisce e controlla tutte le funzioni di movimentazione tenendo conto delle sequenze indicate dal costruttore e delle sicurezze installate.

La movimentazione può essere di tipo manuale tramite comandi a pulsanti posti sui vari quadri di zona e sulle cassette di comando dei nastri, o di tipo automatico con l'avvio/arresto in sequenza delle varie macchine che sono controllate nel loro corretto funzionamento dal PLC stesso che potrà quindi fermare l'intero impianto all'attivazione di un qualsiasi allarme.

Il ciclo automatico può variare in funzione del programma selezionato e tiene conto della disponibilità delle macchine richieste per l'esecuzione del ciclo selezionato per una determinata linea, abilitandolo o meno.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

11.3 LIVELLO 3: SUPERVISIONE



Il sistema di interfaccia con l'operatore normalmente prevede un PC utilizzato per il funzionamento di un programma applicativo SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) e dispone di uno o più monitor grafici a colori, per una visualizzazione e controllo ottimale del sistema di supervisione di tutto l'impianto e di una tastiera e un mouse per mezzo dei quali è possibile, tramite menù e tasti funzione interattivi la 'navigazione' all'interno del sistema di supervisione e l'immissione o la modifica dei dati/comandi, impostabili dall'operatore; il PC è collegato direttamente al PLC tramite porta di comunicazione e protocollo dedicati.

Il PC sarà coadiuvato da un Pannello Operatore, situato in sala quadri; il Pannello Operatore dispone di un visore a LCD a colori grafico a colori e integra la funzione *touch screen* che consente l'immissione o la modifica dei dati, impostabili dall'operatore, tramite la pressione di un dito direttamente sullo schermo del pannello; queste apparecchiature sono collegate anch'esse tramite il bus di campo al PLC master.

11.3.1 Elementi di qualità del sistema

La soluzione di automazione e controllo prevista in progetto è funzionale alle diverse esigenze tipicamente richieste per il corretto esercizio di un impianto. L'architettura proposta e prevista nel presente progetto risponde principalmente ai seguenti importanti requisiti e cioè è:

- Flessibile
- Modulare
- Sicura
- Affidabile
- Certificata
- Efficiente
- Di facile e veloce manutenzione

Le soluzioni tecniche e progettuali proposte quindi permettono di realizzare un impianto automatico efficiente, modulare e flessibile con apparecchiature sicure e certificate dai costruttori, con risparmi nei costi di esercizio.

L'utilizzo del PLC previsto in progetto rispetto ad un sistema tradizionale a logica cablata risulta più :

- **Completo** : poiché oltre a disporre di un set di funzioni logiche molto esteso (si passa dalle tradizionali funzioni booleane ai temporizzatori/contatori, fino ad arrivare alla gestione di dati numerici, stringhe di caratteri, variabili analogiche ecc.) il PLC può integrare funzioni di calcolo (per es. calcolo dell'energia consumata) e di regolazione (per es. regolazione della velocità/portata), evitando quindi l'utilizzo di ulteriori specifiche apparecchiature.
- **Compatto** : il PLC occupa spazi notevolmente più ridotti rispetto ad una analogica automazione realizzata tramite logica cablata, necessitando dei soli cablaggi degli inputs e delle interfacce di potenza (outputs) locali.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- *Flessibile* : la maggioranza delle automazioni viene affrontata con elevatissima affidabilità e sicurezza dal PLC previsto in progetto che appartiene alla generazione attuale; e ciò in relazione alla grande mole di variabili (input/output) (relativamente alle diverse grandezze) che esso può gestire, il set di istruzioni implementate e la sua struttura modulare; questo potrà altresì permettere in futuro di effettuare modifiche in itinere della realizzazione, anche sostanziali, senza stravolgere il progetto (ridimensionamento del quadro - per la parte di controllo -, morsettiere, PLC ecc.).
- *Veloce* : in quanto si prevede di utilizzare moduli software già sperimentati (librerie) e i tempi di cablaggio diminuiscono considerevolmente dovendo cablare i soli inputs/outputs locali; in fase di esercizio le eventuali implementazioni e/o modifiche alla logica di controllo non implica modifiche ai cablaggi ,parte hardware, *ma solo alla parte di programma; parte software, determinando tempi di avviamento inferiori rispetto ai sistemi cablati.*
- *Razionale* : il PLC previsto in progetto è una apparecchiatura modulare standard che permette con estrema facilità l'integrazione , con moduli diversi per funzioni specifiche (es. conteggi ad alte frequenze, posizionamenti, collegamenti in rete ecc.)e l'ampliamento del sistema stesso; inoltre l'utilizzo del bus Profibus DP o di ulteriori schede di comunicazione permettono il colloquio con altri sistemi "intelligenti" di altri Fornitori.
- *Innovativo* : in quanto i PLC integrano nuove possibilità non realizzabili, direttamente, con i sistemi a logica cablata, quali la supervisione e la teleassistenza, funzioni che permettono di gestire il funzionamento di un impianto automatico con maggiore efficienza quindi realizzando un maggior rendimento.
- *Riutilizzabile* : il PLC esegue un determinato programma che viene scritto in una memoria "riscrivibile" ed è composto da moduli standard, quindi è una apparecchiatura che può essere recuperata per un diverso utilizzo, semplicemente caricandovi un nuovo programma (ed eventualmente aggiungendo dei moduli standard di in/out ecc.).

11.3.2 La scelta dell'impiego dei bus di campo

L'utilizzo del bus di campo rispetto ad un cablaggio tradizionale di tutti i sensori/attuatori direttamente al PLC di controllo ha consentito di progettare un impianto più :

- *Flessibile* : in quanto tale utilizzo ha permesso una maggiore libertà nell'ubicazione delle apparecchiature e consentirà in futuro una eventuale modifica in maniera semplice (ampliamenti locali ai moduli esistenti di input/output senza aggiunta di nuovi cavi , un facile eventuale ampliamento dell'impianto essendo necessario provvedere solamente alla stesura e collegamento di un nuovo spezzone di "doppino", eccetera)
- *Modulare* : PLC e Moduli di espansione decentrata sono modulari
- *Efficiente* : Ha permesso la riduzione degli spazi occupati dalle canalizzazioni (non più necessarie) e dalle morsettiere (sul quadro principale)

Da non sottovalutare come , con la diminuzione dei cavi di tutta la parte impiantistica, viene a calare il valore di carico di incendio (kWh/m) e, in caso di incendio, si ha una emissione di gas o sostanze tossiche del tutto trascurabile rispetto ad equivalente impianto in cavo.

11.3.3 Building Automation

Il sistema progettato aggiunge alle normali funzioni di gestione del processo funzioni tipiche di *Building Automation*. Le necessità principali soddisfatte dall' impianto di *Building Automation* sono l'automazione e la centralizzazione delle numerose periferiche presenti nell' edificio: sistemi d'allarme, controllo accessi, video-sorveglianza, impianti di climatizzazione, controlli di portoni di accesso, impianti d'illuminazione, sistemi di rilevamento incendi, etc. I diversi sistemi saranno comandati in maniera semplificata grazie a dispositivi automatici e monitorati tramite il PC presente in sala controllo oltre che utilizzando postazioni operative remote.

L'adozione del predetto sistema centralizzato, che governa tutti questi sistemi periferici, consente di migliorare sensibilmente le condizioni di sicurezza, comfort e risparmio energetico.

Evidenti i numerosi vantaggi economici nei costi di gestione, grazie al miglioramento dei processi di gestione e manutenzione, con grandi benefici anche in termini di riduzione del personale addetto, di risparmio energetico e di ottimizzazione logistica.

In questo caso specifico sono state previste solo alcune funzioni, ma si sottolinea che il sistema progettato è totalmente modulare ed espandibile ad eventuali esigenze future.

Nello specifico le funzioni attualmente implementate prevedono:

- la possibilità di impostare gli orari durante i quali il personale è fuori dallo stabilimento. Durante questi orari l'impianto di ventilazione potrà lavorare a regime ridotto consentendo risparmi di energia rilevanti. Quando invece il personale è presente il sistema torna automaticamente a regime normale garantendo gli adeguati ambienti di lavoro.
- la gestione automatizzata con programmazione settimanale di N. 16 comandi accensione luci (10 previsti + 6 di scorta). Daremo a disposizione del quadro accensione luci n. 16 contatti puliti assorbimento max 2A (periferia decentrata in Profibus). Questo permette di razionalizzare l'energia elettrica comandando automaticamente lo spegnimento delle luci. Sarà comunque possibile dal campo riaccenderle se necessario. La funzione aumenta anche il comfort degli operatori di impianto che non saranno costretti a girare per lo stabilimento per assicurarsi che tutte le luci siano spente.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- la gestione automatizzata a comando diretto e/o con programmazione settimanale di N. 16 portoni esterni (12 previsti + 4 di scorta). Saranno implementati nel quadro accensione luci n. 32 contatti puliti (16 apertura e 16 chiusura) assorbimento max 2 A. collegati a n. 32 contatti puliti (16 finecorsa apertura e 16 finecorsa chiusura) per la diagnostica relativa allo stato dei portoni stessi. (periferia decentrata in Profibus). Questo permette di aumentare la sicurezza dell'impianto perché sarà possibile la chiusura automatica dei portoni al di fuori degli orari normali di lavoro del personale. Tale possibilità inoltre aumenta anche l'efficienza del controllo degli operatori che potranno a colpo d'occhio capire su sinottico se i portoni sono aperti o chiusi e di comandarli da un'unica postazione.
- la visualizzazione su Interfaccia di Supervisione di impianto della sezione relativa alle acque di processo. Questa sezione ha una gestione indipendente ma potrà dialogare con il sistema centrale tramite bus Profibus. Tramite apposito sinottico verranno visualizzati gli stati e gli allarmi della sezione e se richiesto inviati i comandi principali. Questa funzione permette di avere da un unico punto centrale e volendo anche da remoto la visualizzazione della sezione acque di processo senza bisogno di andare nel locale pompe.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

12.IMPIANTO ELETTRICO GENERALE

Per gli Impianti Elettrici di cui all'Art. 5 Comma 2 lettera c) del DM n. 37 del 22 gennaio 2008, in caso di utenze alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 m², oppure quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000V, e/o per gli Impianti Elettrici di cui all'Art. 5 Comma 2 lettera d) in caso di immobili soggetti anche parzialmente a normativa specifica (locali adibiti ad uso medico, ambiente a maggior rischio di incendio, ambiente a rischio di esplosione), il DM dispone l'obbligatorietà del progetto.

Essendo previsto la presenza di lavoratori subordinati o ad essi equiparati, per le caratteristiche dell'ambiente e l'attività che si eseguono in esso, con particolare riguardo all'impianto elettrico essendo in presenza di lavoratori subordinati o ad essi equiparati, si applica il DPR 27_04_1955, n.547 ("Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro"), con tutte le eccezioni dovuta all'evoluzione tecnica e riportate nelle Norme CEI e D.L. n. 81 del 9 aprile 2008: "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi Gli impianti nel complesso si possono suddividere nelle seguenti categorie principali:

- Cabina di ricezione MT/bt
- Cabina di trasformazione MT/bt
- Power Center e quadri di distribuzione di zona (A, B) per alimentazione delle macchine operatrici per il trattamento e lavorazione dei rifiuti
- Impianto di produzione dell'energia elettrica mediante tecnologia solare
- Impianto di Illuminazione ordinaria interna (tutti i locali)
- Impianto di Illuminazione di Sicurezza (tutti i locali)
- Impianto di Impianto FM ordinario (tutti i locali)
- Impianto illuminazione esterna
- Impianto di supervisione e controllo

La consistenza degli impianti e delle relative opere di progetto è riportata nelle tavole grafiche del progetto di cui la presente relazione tecnica è parte integrante.

12.1 NORME, LEGGI E DECRETI DI RIFERIMENTO

- a. DPR 547/55: "Norme per la Prevenzione degli infortuni sul lavoro"
- b. Legge 186/68: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici"
- c. Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008: "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13 lettera a) della legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici"
- d. D.L. n. 81 del 9 aprile 2008: "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (GU n. 101 del 30.04.2008 – Supplemento Ordinario n. 108"
- e. D.Lgs. 3 Agosto 2009, n° 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Gazzetta Ufficiale 5 agosto 2009 N.142/L)"
- f. D.L. n. 236 del 14 giugno 1989: "Prescrizione tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzione e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche"
- g. Norme CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- h. Norme CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in alternata e a 1500V in corrente continua"
- i. Norme CEI 64-12 Fasc. 2093G: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario"
- j. EN 60439-1 Parte1 (Terza Edizione, 1995): "Apparecchiature di Serie (AS) soggette a prove di tipo e apparecchiature non di serie (ANS) parzialmente soggette a prove di tipo"
- k. EN 60439-3 Part 3 (Prima Edizione, 1992): "Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)"
- l. Norma CEI 17-43: "Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione non di serie (ANS)".
- m. Norma CEI 23-51 Fasc. 2731: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similari".
- n. Norma CEI 23-48: "Involucri per apparecchi per installazione elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni Generali".

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- o. Norma CEI 23-49: "Involucri per apparecchi per installazione elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile".
- p. Norma UNI 12464-1 "Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale"
- q. Norma UNI 10380 "Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale"
- r. Norma UNI 10439 "Illuminotecnica. Requisiti Illuminotecnici delle strade motorizzate"
- s. Pubblicazione CIE n. 68/1986: "Guide to the lighting of exterior working areas"
- t. Pubblicazione CIE 1987: "Technical Report. Gear evaluation system for outdoor sport and area lighting."

Tutte le altre Norme non espressamente riportate relative ai materiali previsti, in relazione alle caratteristiche che essi devono possedere e della loro destinazione d'uso.

Per una più dettagliata descrizione dell'impianto elettrico si rinvia alla specifica relazione del progetto esecutivo. Di seguito si illustrano i principali elementi e le linee guida che hanno portato alla elaborazione progettuale dello stesso.

Gli impianti elettrici oggetto della presente relazione tecnica, saranno realizzati secondo le norme CEI, la legge sulla sicurezza degli impianti (DM 37/08), quest'ultima richiama la regola dell'arte (legge 186/68) e prescrive alle ditte installatrici l'abilitazione all'esecuzione dei lavori e la compilazione della dichiarazione di conformità, mentre ai professionisti, la redazione del relativo progetto qualora ci siano le condizioni. Il presente progetto sarà redatto secondo le indicazioni della guida "CEI 0-2".

Quanto sopra sarà eseguito nel rispetto della legislazione vigente in materia con particolare riferimento alle disposizioni contenute nel D.L. 81/08. La documentazione di progetto, costituita oltre che dalla relazione specifica, da una serie di elaborati grafici e di calcolo, contiene tutte le specifiche tecniche e le prescrizioni di sicurezza, previste dalle norme tecniche vigenti. La proprietà e/o la gestione dell'impianto dovrà provvedere a sottoporre ad adeguamento l'impianto ogni qualvolta le zone interessate dall'impianto stesso subiscano variazioni, cambiamenti di destinazione d'uso e quant'altro possa rendere gli impianti stessi inadeguati e/o non conformi alle specifiche Norme.

12.1.1 Qualità dei materiali

Nell'esecuzione dell'impianto elettrico saranno impiegati solo materiali con marchio CE, rispondenti alla regola d'arte in conformità alla legge 186/68 del 1.3.1968 « Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici ». Tali materiali saranno di ottima qualità, robusta costruzione, adatti con ampio margine alla tensione ed alla corrente di esercizio normale ed alle loro prevedibili escursioni massime e comunque idonei alle condizioni di posa e di impiego alle quali saranno destinati.

Le caratteristiche ed i dati tecnici saranno conformi alle specifiche norme CEI; nel caso in cui non esistono tali specifiche dovranno rispondere ai requisiti di sicurezza previsti dalla legge 791/77 del 18.10.1977 «Attuazione delle direttive CEE 72/23 relative alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico».

12.1.2 Classificazione degli ambienti

La classificazione degli ambienti nei quali andranno installati gli impianti è il primo passo per una corretta scelta ed installazione di tutte le apparecchiature.

L'ambiente, in genere può essere "ordinario" oppure "speciale".

Si considera "ordinario" l'ambiente con caratteristiche simili alle unità abitative o equivalentemente simile a ambienti nei quali le attività svolte e le merci presenti non rappresentano particolare pericolo. Si considera invece "speciale" un ambiente che non rientra nella categoria di cui sopra, un ambiente cioè che o per l'attività che vi si svolge o per la merce in esso presente o per la presenza di un particolare affollamento richiede particolare attenzione nei confronti degli impianti da installare.

Nel caso in esame, trattandosi di un'attività con particolari pericoli associati ai materiali presenti, alle lavorazioni, convogliamento e manipolazioni di materiali infiammabili e/o combustibili, ciò fa sì che essa ricada nelle attività soggette al controllo da parte del Comando dei Vigili del Fuoco.

Pertanto si farà nel seguito riferimento alla Norma 64-8/7 ed in particolare all'art. 751.03.4, riguardante gli accorgimenti supplementari contro il rischio di innesco e di propagazione dell'incendio per ambienti comunque classificati di tipo "C".

L'impianto elettrico, essendo causa di innesco e veicolo di alimentazione di un incendio, dovrà mettere in atto tutti i dispositivi atti a contenere tali eventuali fenomeni inoltre dovrà garantire tutti i servizi di sicurezza (illuminazione di emergenza) necessari per un eventuale abbandono "ordinato" dei locali cercando di abbattere i fenomeni di panico.

I provvedimenti per limitare i fenomeni descritti saranno quindi quelli di installare:

1) condutture elettriche adatte ai luoghi MARCI (Tipo A, B, C):

- o cavi in canale metallico con grado di protezione IP≥4X CEI 64-8/7 art. 751.04.2 (gruppo a2)
- o cavi in tubazione isolante sottotraccia in muratura non combustibile art. 751.04.2 (gruppo a1)
- o cavi multipolari con PE non propaganti l'incendio (tipo FG7(O)M1, FG7(O)M2, FG7(O)R) in aria protetti da interruttore magnetotermico differenziale con I_{dn}0.3 A CEI 64-8/7 art. 751.04.2 (gruppo c1)

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- cavi in tubazione isolante con grado di protezione IP≥4X CEI 64-8/7 art. 751.04.2 (gruppo c3)
- 2) è richiesto il grado di protezione almeno IP4X per:
 - tutti i componenti dell'impianto elettrico;
 - i motori elettrici, limitatamente alla morsetteria e all'eventuale collettore (per il resto del motore è sufficiente il grado di protezione IP2X);
 - gli apparecchi di illuminazione (il grado di protezione IP4X si applica nei confronti delle parti attive e non delle lampade, le quali possono quindi accessibili)
- 3) 3. i componenti elettrici limitati a quelli necessari per l'uso in ambiente stesso CEI 64-8/7 art. 751.04.1.1
- 4) 4. i dispositivi di manovra, controllo e protezione, ad eccezione di quelli destinati all'evacuazione, all'interno di involucri apribili con chiave o attrezzo, ovvero in luoghi non accessibili al pubblico CEI 64-8/7 art. 751.04.1.3
- 5) apparecchi di illuminazione con distanze prestabilite dagli oggetti combustibili illuminati minimo 0.5m per potenze fino a 100W e 0.8m per potenze da 100W a 300W (caso in esame) CEI 64-8/7 art. 751.04.1.5
- 6) i dispositivi di protezione da sovraccarico a monte del circuito, CEI 64-8/7 art. 751.04.2.7 e non devono essere a riarmo automatico, a meno che il motore non sia costantemente presidiato o munito di protezione di sovratemperatura. Ciò ad evitare che successive richiuse del dispositivo di protezione, che si raffredda prima del motore, determini un progressivo riscaldamento del motore
- 7) un comando di emergenza che mette in sicurezza l'impianto elettrico o una sua parte, CEI 64-8/4 art. 464.1; il comando di emergenza andrà ad agire sulla bobina di sgancio dell'interruttore generale del quadro elettrico limite di fornitura della proprietà; in particolare utilizzeremo un comando detto anche a sicurezza positiva, in quanto interviene per diseccitazione ed è quindi funzionante anche per interruzione del circuito di comando.
- 8) più circuiti per l'illuminazione.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

13. POTENZE INSTALLATE

 Di seguito si riporta la *motor list* completa delle varie componenti elettromeccaniche d'impianto.

ELENCO DELLE COMPONENTI ELETTROMECCANICHE			
Item	Descrizione	n.	Potenza installata singola
AMBITO 1			
APS01-A	Aprisacco	1	26,00 kW
APS02-B	Aprisacco	1	26,00 kW
ECS01-A	Separatore a correnti parassite	1	2,20 kW
ECS02-B	Separatore a correnti parassite	1	2,20 kW
NT01-A	Nastro trasportatore a catena	1	7,50 kW
NT02-B	Nastro trasportatore a catena	1	7,50 kW
NT03-A	Nastro trasportatore a tappeto	1	4,00 kW
NT04-B	Nastro trasportatore a tappeto	1	3,00 kW
NT05-A	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT06-B	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT07-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT08-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	3,00 kW
NT09-C	Nastro trasportatore a tappeto reversibile	1	3,00 kW
NT10-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT11-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT12-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	5,50 kW
NT13-C	Nastro trasportatore a catena	1	4,00 kW
NT14-C	Nastro trasportatore reversibile	1	2,20 kW
NT15-A	Nastro trasportatore a tappeto	1	4,00 kW
NT16-B	Nastro trasportatore a tappeto	1	4,00 kW
NT17-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	1,50 kW
NT18-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT19-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT20-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT21-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT22-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT23-C	Nastro trasportatore a tappeto	1	4,00 kW
SM01-A	Separatore magnetico	1	11,00 kW
SM02-B	Separatore magnetico	1	11,00 kW
SM03-A	Separatore a magnete permanente	1	3,00 kW
SM04-B	Separatore a magnete permanente	1	3,00 kW
SM05-C	Separatore a magnete permanente	1	3,00 kW
VR01-A	Vaglio rotante	1	49,50 kW
VR02-B	Vaglio rotante	1	49,50 kW
VR03-C	Vaglio rotante	1	49,50 kW

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

AMBITO 2			
TR01-D	Trituratore/Aprisacco	1	37,00 kW
MIX01-D	Miscelatore	1	90,00 kW
NT24-D	Nastro trasportatore a tappeto	1	3,00 kW
NT25-D	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT26-D	Nastro trasportatore a catena	1	4,00 kW
SM06-D	Separator a magneti permanente	1	3,00 kW
VD01-D	Vaglio a dischi	1	81,00 kW
AMBITO 5			
VR04-E	Vaglio rotante	1	22,00 kW
DEP01-E	Deplastificatore	1	23,50 kW
NT27-E	Nastro trasportatore a tappeto	1	2,20 kW
NT28-E	Nastro trasportatore a tappeto	1	3,00 kW
NT29-E	Nastro trasportatore a tappeto	1	3,00 kW
NT30-E	Nastro trasportatore a tappeto	1	3,00 kW
SISTEMI AUSILIARI			
Pe01-02	Pesa	2	1,00 kW
Ssem01-10	Sistema semaforico	10	0,10 kW
P01-16	Portoni ad impacchettamento rapido	16	1,00 kW
	Sistema di automazione dell'impianto	1	
	Impianto fotovoltaico in copertura	1	
Pm08	Pompa per umidificazione aia di maturazione	1	1,10 kW
Pm09	Pompa rilancio percoltai da pozzetto a sgrigliatore	1	1,10 kW
Pm10	Pompa per umidificazione biocelle	1	7,50 kW
	Compressore rotativo a vite	1	15,00 kW
	Gruppo antincendio:	1	
Pm05	Elettropompa	1	45,00 kW
Pm06	Pompa pilota	1	1,10 kW
Pm07.1	Pompa autoclave	1	30,00 kW
Pm07.2	Pompa pilota	1	2,00 kW
	Illuminazione interna ed esterna	1	
	Impianto elettrico di potenza	1	
Pm01-04	Pompe impianti prima pioggia	4	2,20 kW

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GERI S.r.l. <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

POTENZA ELETTRICA FISSA			
Item	Descrizione	n.	Potenza installata singola
AMBITO 3			
Vb1-18	Ventilatori di insufflazione biotunnel	18	18,5 kW
Vba1-18	Ventilatori di estrazione arie ACT	18	15,0 kW
Sistemi di estrazione e trattamento aria			
Vbf ₁₋₂	Ventilatore estrazione aria locali per invio al biofiltro	2	250,0 kW
Scb1-2-3-4	Torre di lavaggio completa di:	4	
	Pompe centrifughe di sollevamento	2	5,5 kW
Vbf ₃₋₄	Ventilatore estrazione aria locali per invio al biofiltro	2	132,0 kW
Scb5-6	Torre di lavaggio completa di:	2	
	Pompe centrifughe di sollevamento	2	5,5 kW
Vbf ₅	Ventilatore estrazione aria locali maturazione	1	75,0 kW
Scb7	Torre di lavaggio completa di:	1	
	Pompe centrifughe di sollevamento	1	3,0 kW
FM01	Filtro a maniche	1	1,0 kW
Vfm01	Ventilatore filtro a maniche	1	22,0 kW
AMBITO 4			
Vm01-02-03-04-05	Ventilatori di insufflazione	5	11,0 kW

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

14. IMPIANTO ANTINCENDIO

Essendo l'attività di cui trattasi NON regolata da specifiche disposizioni antincendio, il progetto antincendio è stato redatto in conformità all'allegato I al D.P.R. 1 agosto 2011 n. 151 e smi.

L'attività individuata è la seguente:

- Attività 70.2.C: Locali adibiti a depositi con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5000 kg, di superficie lorda superiore a 3000 mq.

Sono stati all'uopo identificati tutti quei fattori che presentano il potenziale di causare un danno in caso di incendio, in particolare sono stati considerati:

- A.2.1.1 destinazione d'uso
- A.2.1.2 sostanze pericolose e loro modalità di stoccaggio
- A.2.1.3 carico di incendio nei vari compartimenti
- A.2.1.4 impianti di processo
- A.2.1.5 lavorazioni
- A.2.1.6 macchine apparecchiature e attrezzi
- A.2.1.7 movimentazioni interne
- A.2.1.8 impianti tecnologici di servizio
- A.2.1.9 aree a rischio specifico

Nelle planimetrie allegate al progetto esecutivo è riportato il lay-out interno dei locali in cui ha luogo l'attività, sono riportati i macchinari, gli impianti in genere, i passaggi, i percorsi di esodo, il posizionamento dei presidi antincendio ecc.

Sono state esaminate le strutture portanti e portate dell'attività industriale, è stato effettuato il calcolo del carico di incendio, è stata effettuata la verifica delle strutture, seguendo le indicazioni della vigente normativa.

Le strutture portanti e di compartimentazione dell'edificio industriale sono del tipo descritto nell'allegato relativo al calcolo del carico di incendio e della verifica delle strutture.

Il complesso impiantistico è stato suddiviso nei seguenti ambiti:

- 1.Ambito 1 - Area di conferimento, stoccaggio e trattamento RSU
- 2.Ambito 2 - Area di conferimento, stoccaggio e trattamento frazione umida da RD
- 3.Ambito 3 - Area biotunnel
- 4.Ambito 4 - Area aia di maturazione
- 5.Ambito 5 - Tettoia di raffinazione
- 6.Ambito 6 - Sistema di biofiltrazione
- 7.Ambito 7 - Area edificio servizi e magazzino
- 8.Ambito 8 - Area vasche interrate
- 9.Ambito 9 - Area quadri elettrici e trasformazione

I singoli compartimenti, sopra elencati, laddove funzionalmente previsto saranno separati fra di loro da strutture aventi resistenza al fuoco superiore alla Classe del compartimento confinante avente classe maggiore.

Elenco compartimenti			
Compartimento n.	Descrizione	Superficie (m ²)	Piani del compartimento
1	Ambito 1 - Area di conferimento, stoccaggio e trattamento RSU	4413	Piano Terra
1	Ambito 2 - Area di conferimento, stoccaggio e trattamento frazione umida da RD	2176	Piano Terra
1	Ambito 3 - Area biotunnel	5100	Piano Terra
1	Ambito 4 - Area aia di maturazione e zone di movimentazione	7500	Piano Terra
1	Ambito 5 - Tettoia di raffinazione	1520	Piano Terra
2	Ambito 6 - Sistema di biofiltrazione	2200	Piano Terra
3	Ambito 7 - Area edificio servizi e magazzino	195	Piano Terra
4	Ambito 8 - Area vasche interrate	195	Piano Terra
5	Ambito 9 - Area quadri elettrici e trasformazione	195	Piano Terra

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

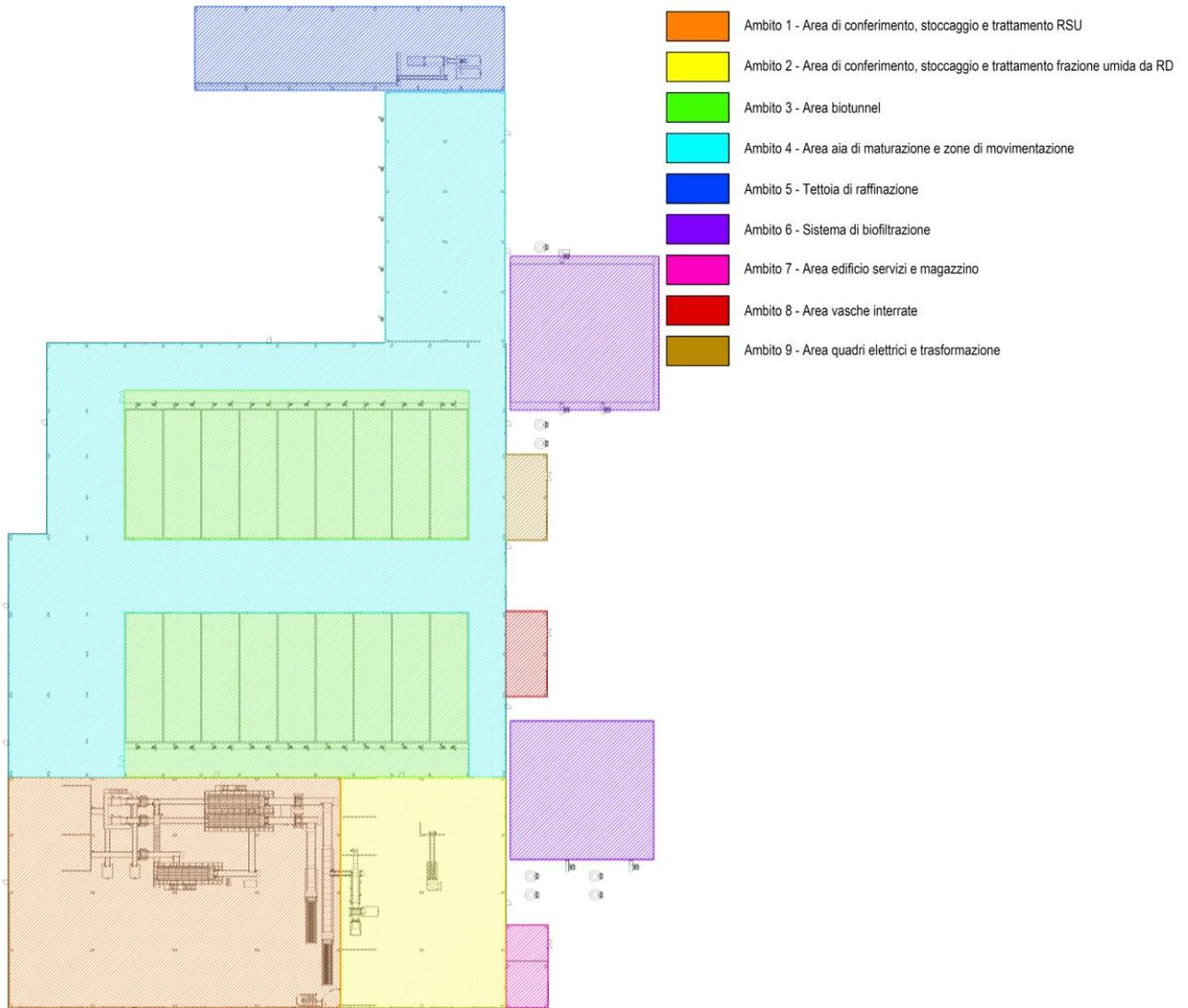


Figura 55 - Planimetria degli ambiti

Di seguito è riportato l'elenco dei compartimenti oggetto della relazione con relativa superficie (Area), livello di prestazione richiesto (L) e classe di resistenza determinata.

Compartimento	Descrizione	Area [m ²]	L	Classe
COMPARTIMENTO A	Intero edificio	20700	Liv. III	60
COMPARTIMENTO B	Officina/magazzino - spogliatoi	195	Liv. III	15
COMPARTIMENTO C	Locale pompe	195	Liv. III	0
COMPARTIMENTO D	Locale quadri	195	Liv. III	15

Per l'analisi di dettaglio sotto il profilo antincendio si rinvia alla relazione specialistica.

14.1 PRESIDI ANTINCENDIO

La presente sezione ha lo scopo di evidenziare i requisiti costruttivi e prestazionali dell'impianto antincendio, dimensionato secondo le esigenze e le rispondenze alle normative vigenti.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

Essendo l'appalto suddiviso in due lotti distinti e distinte risultano le fasi di realizzazione, l'impianto antincendio è stato dimensionato in configurazione definitiva finale. La prima fase realizzativa prevedrà un anello principale ridotto rispetto a quello previsto per l'intero impianto (Lotto I + Lotto II) mentre la stazione di pompaggio e la vasca antincendio saranno dimensionate già per la situazione finale.

I calcoli di seguito riportati fanno riferimento all'intero anello e terminali previsti in fase finale (Lotto I + Lotto II)

STATO DI DIMENSIONAMENTO

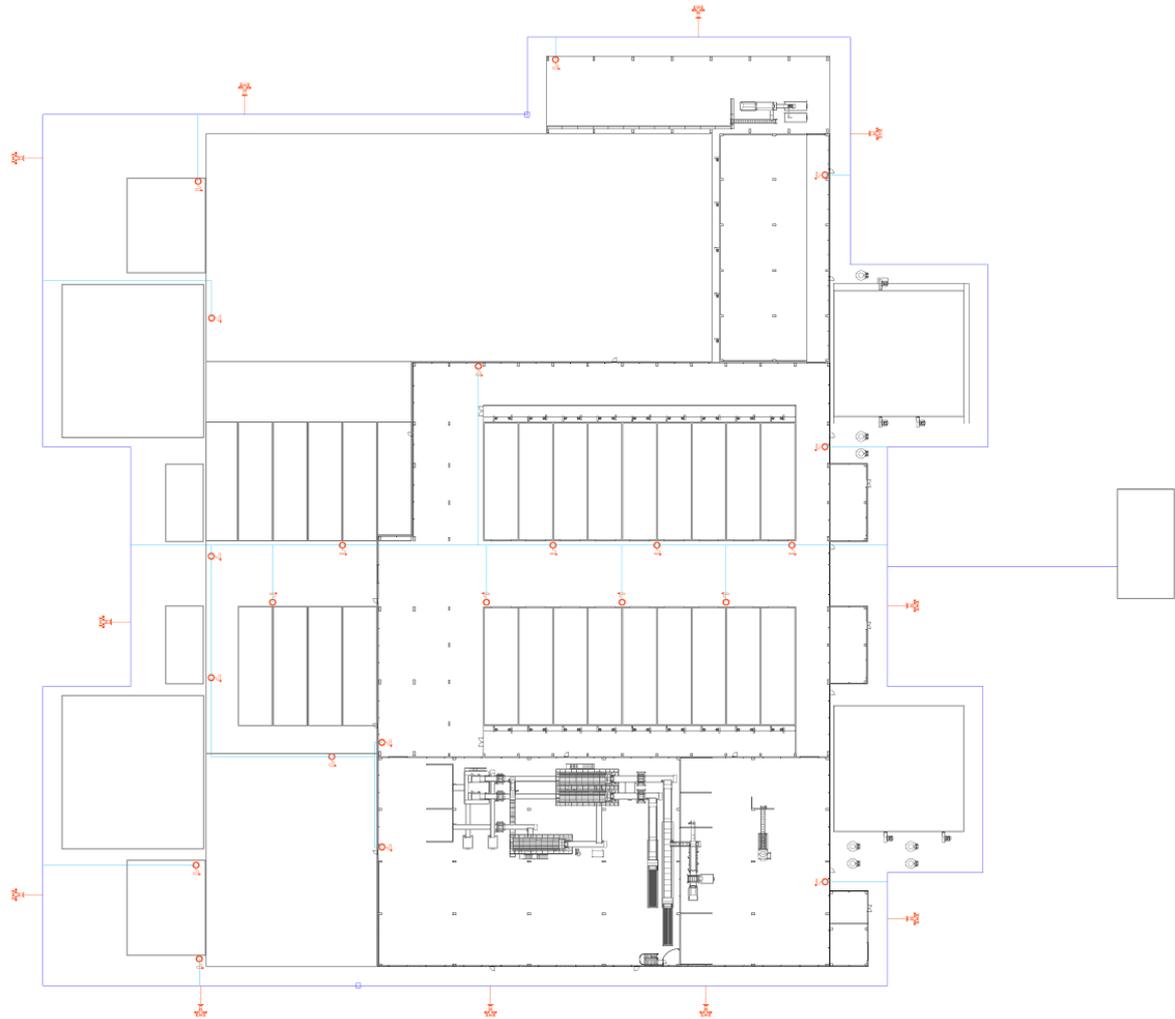


Figura 56 - Stato di progetto dell'impianto antincendio

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GERI S.r.l.</i> <i>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</i>
Mandante:		Mandante:	

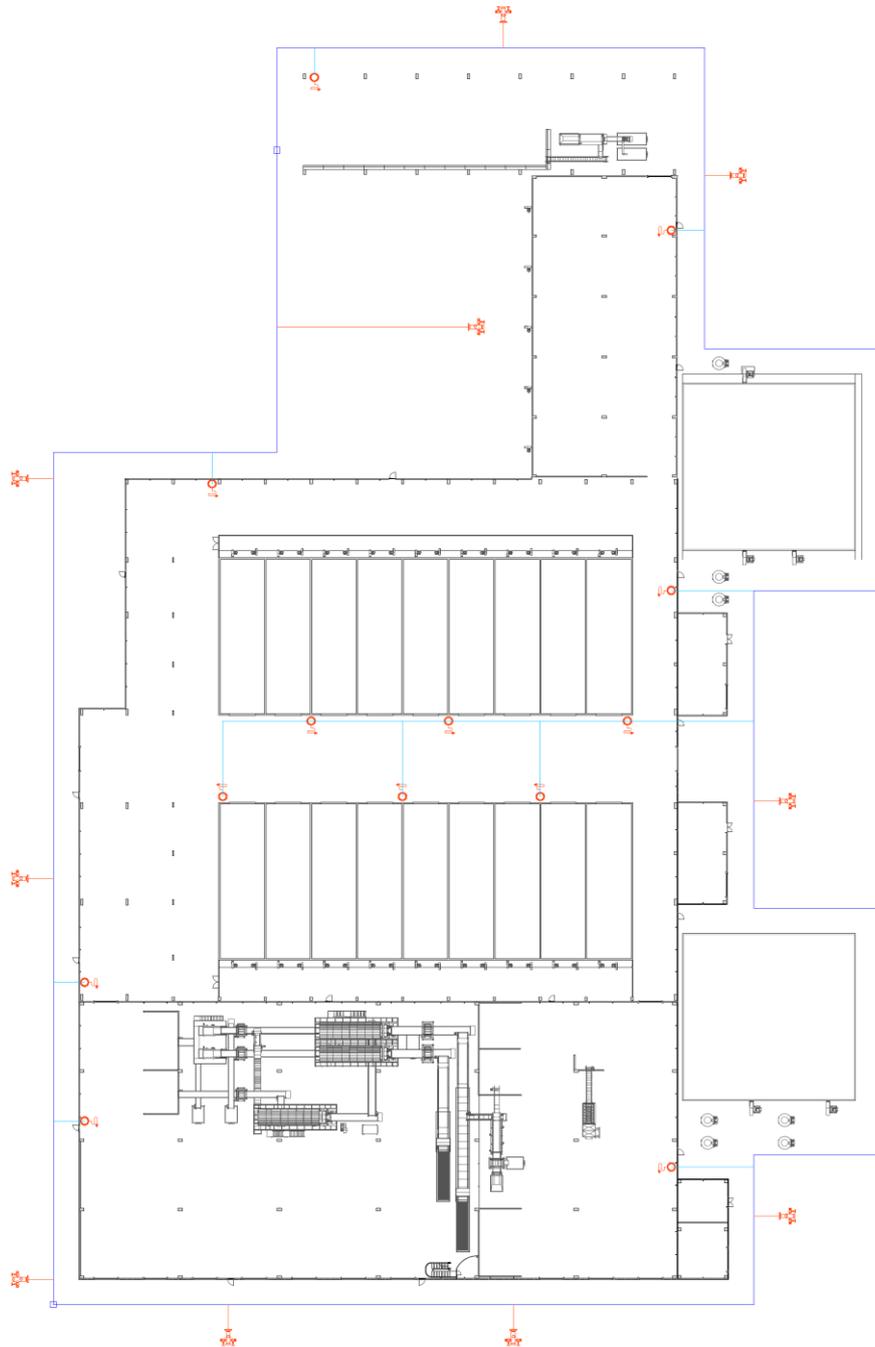


Figura 57 - Stralcio realizzativo Lotto I

Le scelte progettuali sono state indirizzate verso il raggiungimento delle garanzie di sicurezza in caso d'incendio e quindi volte a creare un'autonoma rete antincendio, attraverso l'installazione e l'esercizio degli impianti idrici di estinzione incendi permanentemente in pressione, destinati all'alimentazione di idranti.

I componenti dell'impianto, specificati nei paragrafi successivi, saranno costruiti, collaudati ed installati in conformità alla legislazione vigente.

La pressione normale supportata dai componenti del sistema non sarà minore della pressione massima che il sistema può raggiungere in ogni circostanza e comunque non minore di 1.2 MPa..

In prossimità dell'ultimo terminale di ogni diramazione aperta su cui saranno installati 2 o più terminali si installerà un manometro, completo di valvola porta manometro, atto ad indicare la presenza di pressione nella diramazione ed a misurare la pressione residua durante la prova del terminale.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GERI S.r.l.</i> <i>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</i>
Mandante:		Mandante:	

14.2 PRESIDI FISSI

La valutazione dei rischi di incendio consente di classificare l'area in cui ha sede l'impianto come "area di Livello 2" (UNI10779) per la quale sono previste reti di idranti conformi ai seguenti requisiti:

Area di rischio	Protezione interna	Protezione esterna	Durata
Area di livello 2	120 l/min da minimo 6 idranti DN45 a 2 bar residui	300 l/min da 4 bocchette DN70 a 4 bar residui	≥ 60

Secondo tale norma pertanto, deve essere prevista una rete di idranti predisposta sia per la protezione interna che per quella esterna, garantendo per ciascun idrante a muro DN45 non meno di 120 l/min a 2 bar, considerando simultaneamente operativi almeno 6 idranti nella posizione idraulicamente più sfavorevoli.

N.idranti	Nome	DN	ΔP (kPa)	K	Q (l/min)*	Lung. (m)	Ø Attacco (mm)	Tipo lancia
22	UNI EN 671-2 - 200 kPa - DN45 - 120 l/min	DN45	200.00	85.00	120.21	20.00	45	Getto pieno

La protezione esterna prevede 4 elementi operativi la cui portata minima è di 300.00 l/min, con una pressione residua di funzionamento di 400.00 kPa e funzionamento dei terminali garantito per una durata di almeno 60 minuti.

N.idranti	Nome	DN	ΔP (kPa)	K	Q (l/min)*
11	UNI EN 14384 - 400 kPa - DN80 - 300 l/min - SOPRASUOLO	DN80	400.00	150.00	300.00

Nell'attività saranno presenti aree con compartimentazione maggiore di 4000 m².

Per la valutazione della pressione residua alle bocche sono state impegnate le formule empiriche contenute nella UNI 10779. In particolare, per il calcolo delle perdite di carico distribuite si è impiegata la formula di Hazen-Williams:

$$p = \frac{6.05 \times Q^{1.85} \times 10^9}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Dove:

- p= perdita di carico unitaria in millimetri di colonna d'acqua al metro di tubazione.
- Q= portata attraverso la tubazioni, in litri al minuto.
- D= diametro medio interno della tubazione, in millimetri.
- C= costante dipendente dal tipo e dalla condizione della tubazione.

Le perdite di carico localizzate dovute a raccordi, curve, pezzi a T e raccordi a croce, attraverso i quali la direzione di flusso subisce una variazione di 45° o maggiore, e alle valvole di intercettazione e di non ritorno, sono trasformate in "lunghezza di tubazione equivalente", come mostrato nel prospetto che segue, ed aggiunte alla lunghezza reale della tubazione di uguale diametro e natura.

Tipo di accessorio	DN *											
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
	Lunghezza tubazione equivalente (m)											
Curva 45°	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	1.2	1.5	2.1	2.7	3.3	3.9
Curva 90°	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	3.0	3.6	4.2	5.4	6.6	8.1
Curva 90° a largo raggio	0.6	0.6	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	2.7	3.9	4.8	5.4
Giunto T o Croce	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	15.0	18.0
Saracinesca	-	-	-	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
Valvola di non ritorno	1.5	2.1	2.7	3.3	4.2	4.8	6.6	8.3	10.4	13.5	16.5	19.5

Nota: il prospetto è valido per coefficienti di Hazen Williams C=120 (accessori di acciaio), per accessori di ghisa (C=100) i valori ivi specificati devono essere moltiplicati per 0.713; per accessori di acciaio inossidabile, di rame e di ghisa rivestita (C=140) per 1.33; per accessori di plastica analoghi (C=150) per 1.51.

* Per valori intermedi dei diametri interni si fa riferimento al DN immediatamente successivo (maggiore)

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La progettata rete di idranti è composta di un anello di tubazione in PEAD PN16 UNI 7612/76 DN 125, con diramazioni in acciaio UNI 6363/84 serie B da 2" per gli idranti DN45 interni e le linee aeree, e PEAD PN16 UNI 7612/76 DN 110 e DN90 per le diramazioni che alimentano gli idranti DN70 a protezione esterna.

L'adduttrice principale di collegamento all'impianto di sollevamento sarà in PEAD PN16 DN 160.

Per le tubazioni in PEAD è prevista la installazione in conformità alle Raccomandazione n. 1 O IIP -maggio 1999.

Il dimensionamento dei blocchi di ancoraggio è stato condotto secondo le raccomandazioni dell'Istituto Italiano dei Plastici (Raccomandazione n. 10 IIP - maggio 1999).

Le tubazioni per la protezione interna in acciaio saranno realizzate in conformità alla UNI 10779, punto 7.2.1.

È prevista la installazione in pozzetti di valvole di intercettazione indicanti la posizione di apertura/chiusura, conformi alle norme UNI6884 e UNI7125. La distribuzione delle valvole della rete di idranti è stata compiuta in modo da consentire l'esclusione dei parti dell'impianto, per manutenzione o modifica, senza dovere ogni volta mettere fuori servizio l'intero impianto.

Le tubazioni di diramazione hanno sempre diametro nominale superiore a quello dell'idrante che alimentano, conformi al prospetto 2 del p.to 8.2.1 della norma UNI 10779.

In prossimità dell'ingresso è previsto un attacco di mandata per autopompa VVF collegato alla rete di idranti con doppia bocca di immissione DN70, una valvola di intercettazione, una valvola di non ritorno, una valvola di sicurezza.

L'attacco è localizzato in posizione accessibile alle autopompe, anche durante l'incendio, e sarà dotato di ancoraggio al suolo. Saranno installati tappi di protezione a chiusura rapida con catenella di ancoraggio, e saranno tutti contrassegnati in modo da permettere l'immediata individuazione dell'impianto di alimentazione mediante cartelli di segnalazione recanti la dicitura (UNI 9490/89):

IMPIANTO ATTACCO PER AUTOPOMPA Pressione massima MPa

È prevista la realizzazione di una riserva idrica da 120 mc.

Gli idranti sono stati localizzati in modo da coprire ogni punto dei fabbricati e dell'insediamento. Gli idranti per la protezione interna, a muro DN45, sono localizzati sui lati degli edifici. Gli idranti saranno corredati di manichetta da 25 di tubo in canapa da 1 "%, lancia e cassetta in lamiera stampata di dimensioni minime 55x35 cm.

La rete descritta sarà ad uso esclusivo degli idranti antincendio.

L'alimentazione dell'impianto avverrà tramite stazione di pompaggio ad avviamento automatico collegata alla riserva idrica; il gruppo di alimentazione, con elettropompa funzionante soprabattente rispetto al serbatoio di accumulo, sarà conforme al "Tipo Superiore" norma UNI 9490 p.to 4.11.3 e DMI 19/8/1996, e composto da:

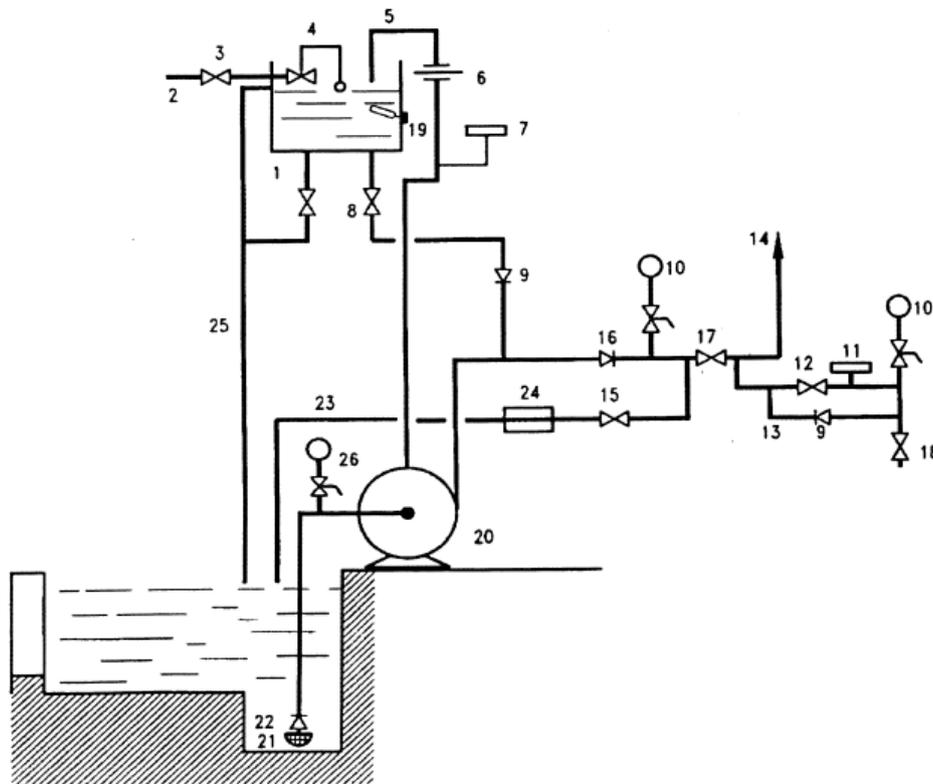
1. n. 1 elettropompa di servizio conformi alle norme UNI ISO 2548 classe C, ad avviamento automatico e fermo manuale;
2. n. 1 motopompa di servizio conforme alle norme UNI ISO 2548 classe C, ad avviamento automatico e fermo manuale;
3. pompa di compensazione (o rilancio)
4. quadri di comando e controllo per ciascuna pompa (eccetto per la pompa di compensazione);
5. pressostati di attivazione delle pompe;
6. accessori idraulici di collegamento ed intercettazione.

Nell'installazione delle pompe saranno rispettate le prescrizioni della norma UNI 9490, ed in particolare:

- a) la distanza verticale tra l'asse della pompa ed il minimo livello d'acqua non deve essere maggiore di 3,7 m
- b) ogni pompa deve essere dotata di una propria condotta di aspirazione indipendente
- c) nel punto più basso della condotta di aspirazione deve essere installata una valvola di fondo
- d) i dispositivi di spurgo dell'aria della pompa devono essere automatici
- e) l'acqua di adescamento deve provenire da uno specifico serbatoio a gravità a servizio di ciascuna pompa dotato di reintegro automatico e collegato direttamente alla mandata della pompa tramite una propria condotta; il serbatoio di adescamento, il corpo della pompa e la condotta di aspirazione devono essere mantenuti costantemente pieni d'acqua;
- f) la capacità del serbatoio di adescamento non deve essere inferiore a 500 l.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La configurazione della stazione di sollevamento soprabattente deve riprodurre lo schema riportato di seguito.



- | | |
|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Serbatoio di adescamento | 14 Collegamento all'impianto |
| 2 Alimentazione serbatoio di adescamento | 15 Valvola prova pompa |
| 3 Valvola di intercettazione | 16 Valvola di non ritorno in mandata |
| 4 Valvola a galleggiante | 17 Saracinesca mandata |
| 5 Ricircolo e sfogo d'aria | 18 Valvola di scarico |
| 6 Diaframma ricircolo acqua | 19 Regolatore di livello elettrico |
| 7 Pressostato pompa in moto | 20 Pompa |
| 8 Valvola intercettazione adescamento | 21 Filtri |
| 9 Valvola di non ritorno | 22 Valvola di fondo |
| 10 Manometro | 23 Tubazione prova portata pompa |
| 11 Pressostato d'avviamento | 24 Misuratore di portata |
| 12 Valvola intercettazione pressostato | 25 Scarico di troppo pieno |
| 13 Collegamento al pressostato d'avviamento | 26 Manovuotometro |

Le due pompe devono essere ciascuna in grado di soddisfare le condizioni di funzionamento della rete di idranti.

Il gruppo di pompaggio dovrà avere caratteristica portata-prevalenza tale da garantire una pressione alla bocca della mandata di 9,00 bar con portata 2.900 l/min, per garantire le condizioni di alimentazione già dette.

La stazione sarà dotata di un sistema di illuminazione di emergenza, oltre a quello normale. Ogni pompa sarà munita dei dispositivi previsti al p.to 4.9.2.1 della UNI 9490/89, con autonomo sistema di avviamento automatico, con pressostato tarato, e manuale.

Ogni pompa sarà munita di una apposito collettore di aspirazione. Il gruppo di sollevamento potrà essere corredato di un circuito di autoprova settimanale per ogni elettropompa di servizio (UNI 10779).

L'avviamento di una o più pompe deve azionare un segnale di allarme acustico e luminoso posto all'esterno della stazione.

Caratteristiche minime del gruppo di sollevamento:

- n. 1 Elettropompa di servizio (o di "alimentazione"): Motore grado di protezione IP 55, classe di isolamento F, trifase 380415/660 V, 50 HZJ 2900 min-1, potenza 45 kW
- n. 1 Elettropompa pilota (o di "compensazione"): Motore grado di protezione IP 55, classe di isolamento F, trifase 220- 240/380415 V, 50 HZJ 2900 min-1, potenza 1,1 kW

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- n. 1 Motopompa di servizio (o di "alimentazione"): Motore diesel da 53 kW, a 4 tempi con iniezione diretta, curva di potenza Na - DIN 6270 che consente sovraccarichi del 10%, serbatoio in acciaio di capacità tale da garantire una autonomia di 6 ore e corredato di relativi accessori (compreso galleggiante secondo 31 MI.SA 78/11 per l'attivazione della segnalazione di riserva carburante), schermo protettivo contro i contatti accidentali sul collettore di scarico e relativi adesivi di avvertenza.
- n. 6 Valvole principali di intercettazione del tipo "bloccabile". Situate sui lati di aspirazione e mandata di ciascuna pompa. A sfera per diametri sino a 2" inclusi, a farfalla per diametri superiori.
- n. 3 Manovuotometri.
- n. 2 Dispositivi di ricircolo per le pompe. Uno per ogni pompa di servizio presente nel gruppo. Comprende il pressostato per l'attivazione degli allarmi di pompa in marcia, la valvola di prova per verificare la tenuta della valvola di ritegno.
- n. 2 Manometri posto sul lato mandata di ciascuna pompa di servizio.
- n. 3 Valvole di ritegno del tipo "ispezionabile". Situata sul lato di mandata di ciascuna pompa.
- n.1 Collettore di mandata in acciaio verniciato con controflange zincate (PN16).
- n. 3 Pressostati per l'avviamento delle pompe. Ne sarà presente uno per ogni pompa presente nel gruppo. Per le elettropompe e motopompe di servizio l'avviamento avviene tramite il pressostato ma la fermata deve essere manuale; per l'eventuale elettropompa pilota sia l'avviamento che la fermata vengono determinati dal pressostato (versione UNI 94 90).
- n.1 Circuito di collegamento dei pressostati di avviamento al collettore di mandata. Comprende la tubazione di collegamento al collettore di mandata, il manometro e un circuito di ricircolo per ogni pressostato abbinato alle pompe di servizio.

14.3 | PRESIDI MOBILI

In tutti gli edifici ed in prossimità del CDM sono presenti anche estintori portatili per il primo intervento sui principi di incendio o su incendi di modeste dimensioni. I criteri per la definizione del numero, delle caratteristiche e della ubicazione degli estintori sono quelli prescritti dal D.M. 10.3.1998 e dall'art. 34 del D.P.R. 27 aprile 1955.n. 547 e s.m.i..

Gli estintori saranno del tipo 55A - 233B, idonei a coprire una area di estensione massima pari a 300 mq. Saranno ubicati preferibilmente in prossimità delle uscite, in punti visibili ed accessibili dalle vie di uscita; saranno inoltre adeguatamente segnalati.

L'attività sarà dotata di un adeguato numero di estintori portatili.

- Gli Estintori saranno di tipo omologato dal Ministero dell'Interno ai sensi del D.M. del 7/01/2005 (Gazzetta Ufficiale n. 28 del 4.02.2005) e successive modificazioni.
- Saranno distribuiti in modo uniforme nell'area da proteggere, e si troveranno:
- in prossimità degli accessi
- in vicinanza di aree di maggior pericolo

Saranno ubicati in posizione facilmente accessibile e visibile.

Appositi cartelli segnalatori ne faciliteranno l'individuazione, anche a distanza.

Elenco estintori

AMBITO	N.	Tipo	Classe 1	Classe 2
Ambito 1 - Area di conferimento, stoccaggio e trattamento RSU	3	Polvere chimica	55A	233B
Ambito 2 - Area di conferimento, stoccaggio e trattamento frazione umida da RD	2	Polvere chimica	55A	233B
Ambito 3 - Area biotunnel	3	Polvere chimica	55A	233B
Ambito 4 - Area aia di maturazione e zone di movimentazione	5	Polvere chimica	55A	233B
Ambito 5 - Tettoia di raffinazione	2	Polvere chimica	55A	233B
Ambito 6 - Sistema di biofiltrazione	2	Polvere chimica	55A	233B
Ambito 7 - Area edificio servizi e magazzino	1	Polvere chimica	55A	233B
Ambito 8 - Area vasche interrate	1	Polvere chimica	55A	233B
Ambito 9 - Area quadri elettrici e trasformazione	2	Polvere chimica	55A	233B

14.4 SEGNALETICA DI SICUREZZA

La segnaletica di sicurezza espressamente finalizzata alla sicurezza antincendio è definita dal D. L.vo 14 agosto 1996 n. 493, nonché dalle prescrizioni della direttiva 92/58/CEE del 24/6/1992.

Sulle porte delle uscite di emergenza si provvederà all'installazione di segnaletica luminosa, mantenuta sempre accesa durante l'esercizio delle attività ed inoltre alimentata in emergenza con proprio dispositivo di autoricarica.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

La cartellonistica recherà le seguenti disposizioni:

- divieto di fumare ed usare fiamme libere;
- adozione dei dispositivi di sicurezza;
- rispetto dell'ordine e della pulizia;
- indicazione delle uscite di sicurezza;
- luci di emergenza;
- impianti di estinzione degli incendi;
- mezzi di comunicazione con gli organi proposti all'emergenza;
- organigramma aziendale del servizio di prevenzione e protezione .

Si utilizzeranno segnali con supporto in alluminio o in PVC rigido, omologati per la lettura da almeno 10 m, con superficie minima di 0,05 mq .

14.5 SISTEMI DI RILEVAZIONE INCENDI ED ALLARME

In corrispondenza del biotunnel, inoltre, verranno installate sonde termometriche in grado di controllare le condizioni di temperatura degli ambienti. Il segnale rilevato sarà quindi trasmesso all'esterno, e, in corrispondenza di una predeterminata soglia, trasmesso anche alla centrale di allarme antincendio.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	<i>SO GERI S.r.l.</i> <small>Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico</small>
Mandante:		Mandante:	

15. L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

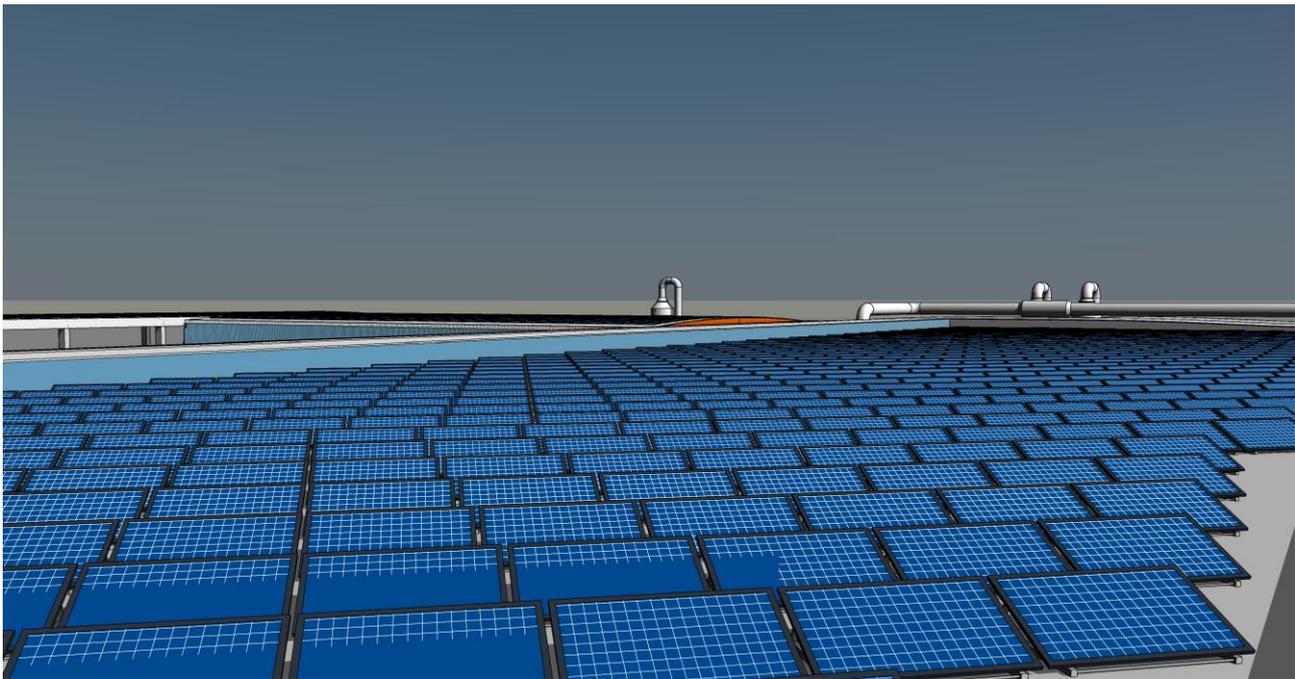


Figura 58 Vista del sistema fotovoltaico in copertura

Nel rinviare alla relazione tecnica specialistica per una puntuale esposizione del prefigurato intervento, per le finalità della presente relazione generale si evidenziano i principali parametri dimensionali ed operativi della previsione progettuale di realizzare un impianto fotovoltaico in copertura.

L'impianto è di tipo *grid-connected*, la tipologia di allaccio è: trifase in media tensione multisezione.

Esso ha una potenza totale pari a 984.960 kW e una produzione di energia annua pari a 1 295 596.32 kWh (equivalente a 1 315.38 kWh/kW), derivante da 3 648 moduli che occupano una superficie di 6 066.62 m², ed è composto da 7 generatori.

Con la realizzazione dell'impianto si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

L'impianto fotovoltaico è stato progettato così come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche dello stesso, nonché dei vari componenti, sono in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare sono conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

L'impianto fotovoltaico è stato progettato, coerentemente con quanto offerto in sede di gara, per sfruttare al massimo le superfici disponibili. Sono state individuate le falde meglio esposte ed il risultato è stato quello desumibile dalla seguente immagine:

L'impianto fotovoltaico presente in copertura è stato suddiviso in sette campi fotovoltaici, ciascuno dotato di inverter dedicato, che sono stati posizionati sul marciapiede perimetrale dell'edificio in apposito box. All'interno dello stesso box saranno alloggiati anche i quadri elettrici di campo e da qui collegati in bassa al trasformatore bt/mt esistente nella cabina elettrica, anch'essa di nuova previsione.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

L'impianto è organizzato in sezioni, caratterizzate da date di entrate in esercizio successive e/o da diverse tipologie e applicazioni (Delibera ARG-elt 161-08 del 17 novembre 2008).

Elenco delle sezioni

Nome	Num. moduli	Energia annua	Potenza	Numero generatori e/o sottoimpianti
Sezione1	1 436	533 192.60 kWh	387.720 kW	2
Sezione2	1 200	418 034.64 kWh	324.000 kW	3
Sezione3	1 012	344 369.08 kWh	273.240 kW	2

Elenco dei generatori e dei sottoimpianti

Nome	Num. moduli	Energia annua	Potenza	Sezione
Sopra biotunnel - 1	720	267 338.86 kWh	194.400 kW	Sezione1
Sopra biotunnel - 2	716	265 853.74 kWh	193.320 kW	Sezione1
Copertura Ricezione - 2	400	139 344.88 kWh	108.000 kW	Sezione2
Copertura Ricezione - 3	400	139 344.88 kWh	108.000 kW	Sezione2
Copertura Ricezione - 1	400	139 344.88 kWh	108.000 kW	Sezione2
Copertura maturazione	561	190 902.08 kWh	151.470 kW	Sezione3
Copertura raffinazione	451	153 467.00 kWh	121.770 kW	Sezione3

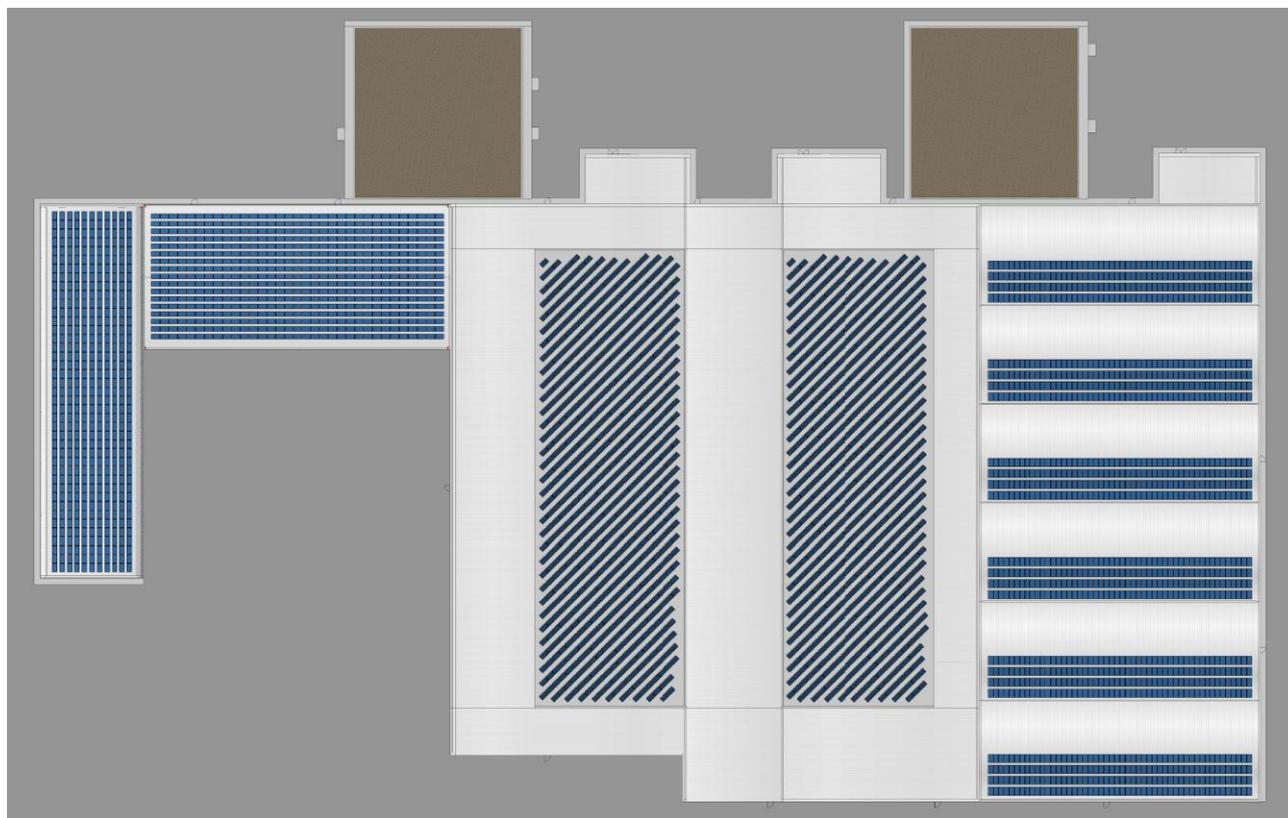


Figura 59 - Planimetria delle coperture con evidenza degli elementi fotovoltaici

Il principio progettuale utilizzato per il predetto impianto fotovoltaico è stato quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile. Il generatore fotovoltaico quindi è stato progettato in maniera tale da risultare esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento.

L'installazione è tale da favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

L'energia generata è stata determinata in funzione :

- del sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dell'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	
Mandante:		Mandante:	

- sporcamento del generatore fotovoltaico;
- delle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- delle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS è stato determinato stimato come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

Per ogni ulteriore approfondimento si rinvia alla specifica relazione tecnica.

Capogruppo Mandataria:		Mandante:	 SO GERI S.r.l. Società Generale Rifiuti S.r.l. a socio unico
Mandante:		Mandante:	