



AVVISO M2C.1.1 I 1.1 - Linea d'Intervento C
"Ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esistenti) e realizzazione di nuovi impianti innovativi di trattamento/riciclaggio per lo smaltimento di materiali assorbenti ad uso personale (PAD), i fanghi di acque reflue, i rifiuti di pelletteria e i rifiuti tessili"
REALIZZAZIONE ESSICCATORE FANGHI DI DEPURAZIONE LOCALITÀ CASAL VELINO GIÀ LOCALITÀ OMIGNANO SCALO

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO D-R-110-10	Relazione di calcolo di processo e dimensionamento	SCALA
------------------------------------	---	--------------

RUP Ing. Giovanna Ferro	Progettista Ing. Angelo Cantatore  ETC ENGINEERING S.R.L. via dei Palustei 16, Meano 38121 Trento (TN) Tel: 0461 825280 - Fax: 0461 1738909 web. www.etc-eng.it - e-mail: info@etc-eng.it 
-----------------------------------	--

Presidente del CdA
Avv. Gennaro Maione

Direttore Generale
Ing. Maurizio Desiderio

DATA
02/2024
Revisione 01 - Integrazione

INDICE

1	PREMESSA	4
2	VALENZA STRATEGICA DELL'INTERVENTO E LOCALIZZAZIONE	5
2.1	Localizzazione dell'intervento	5
2.2	Valenza strategica dell'intervento.....	7
3	DATI DI PROGETTO	9
3.1	Quantità di fango da trattare	9
3.2	Caratteristiche del fango trattato.....	11
4	STATO DI PROGETTO.....	12
4.1	Descrizione dell'ipotesi progettuale	12
4.2	Descrizione qualitativa degli interventi di progetto	13
4.2.1	<i>Upgrade degli 8 impianti mediante sezione di disidratazione meccanica</i>	<i>13</i>
4.2.2	<i>Impianto di essiccamento</i>	<i>15</i>
5	SOLUZIONE PROGETTUALE PER LA SEZIONE DI DISIDRATAZIONE.....	17
5.1	Disidratazione meccanica fanghi.....	17
5.1.1	<i>Principio di funzionamento pressa a coclea.....</i>	<i>17</i>
5.1.2	<i>Dimensionamento delle presse a coclea</i>	<i>18</i>
5.2	Impianto di trattamento delle arie esauste	21
6	SOLUZIONE PROGETTUALE PER L'IMPIANTO DI ESSICCAMENTO FANGHI.....	24
6.1	Tecnologia Biodryer.....	24
6.1.1	<i>Componenti del sistema di essiccazione</i>	<i>24</i>
6.1.2	<i>Carico del fango disidratato ai Biodryer</i>	<i>27</i>
6.1.3	<i>Essiccazione del fango.....</i>	<i>28</i>
6.1.3.1	<i>Prima fase – Incremento della temperatura del fango.....</i>	<i>28</i>
6.1.3.2	<i>Seconda fase - Essiccazione biologica</i>	<i>28</i>
6.1.3.3	<i>Terza fase - Essiccazione termica</i>	<i>28</i>
6.1.4	<i>Scarico e accumulo del fango essiccato.....</i>	<i>29</i>
6.1.4.1	<i>Destino del fango</i>	<i>29</i>
6.1.5	<i>Opere di accesso ai dryer</i>	<i>31</i>
7	INTERVENTI ACCESSORI PER L'INSERIMENTO DEI DRYER.....	32
7.1	Conferimento e stoccaggio del fango disidratato.....	32

7.2	Sistema di trasporto del fango	33
7.3	Gestione dei flussi in ingresso ai Biodryer.....	34
7.4	Caldaia ausiliaria	34
7.4.1	Dimensionamento serbatoio GPL	35
7.5	Reti di servizio.....	38
7.5.1	Rete interna di drenaggio	40
7.5.2	Rete interna di raccolta delle acque meteoriche	42
7.5.2.1	Metodologia di calcolo della massima portata di pioggia.....	42
7.5.2.2	Caratteristiche della rete di raccolta delle acque meteoriche	46
7.5.2.3	Caratteristiche e dimensionamento della vasca di prima pioggia.....	49
7.6	Impianto di trattamento dell'aria esausta – emissioni in atmosfera.....	50
7.6.1	Tecnologia con scrubber a umido e biofiltrazione.....	51
7.6.2	Emissioni dal comparto di essiccazione prima del trattamento.....	53
7.6.3	Trattamento dell'aria mediante scrubber a umido e biofiltri	54
7.6.4	Emissioni in atmosfera.....	56
7.7	Opere civili.....	57
7.8	Impianti elettrici.....	57

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo di processo e dimensionamento del progetto definitivo degli interventi di "REALIZZAZIONE ESSICCATORE FANGHI DI DEPURAZIONE LOCALITÀ CASAL VELINO GIÀ LOCALITÀ OMIGNANO SCALO", così come previsto dal D.P.R. 207/10 art. 26.

Il documento si articola nelle seguenti sezioni:

- Descrizione della valenza strategica del progetto e localizzazione dell'intervento (Capitolo 2);
- Presentazione dati di progetto (Capitolo 3);
- Descrizione dello stato di progetto (Capitolo 4);
- Descrizione degli interventi sul comparto di disidratazione meccanica sugli otto impianti selezionati (Capitolo 5);
- Descrizione della tecnologia di essiccamento BioDryer (Capitolo 6);
- Interventi accessori per l'inserimento del dryer (Capitolo 7).

2 VALENZA STRATEGICA DELL'INTERVENTO E LOCALIZZAZIONE

2.1 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Al fine di migliorare la gestione dello smaltimento dei fanghi prodotti in diversi impianti di Consac, l'intervento di riqualificazione del sistema di trattamento dei fanghi prevede la realizzazione di un impianto "hub" di bioessiccazione fanghi, ricevente in ingresso fanghi disidratati da n.8 depuratori a servizio di aree costiere e di rilevante vocazione turistica, nonché di maggiore produzione (Ascea Marina, Casal Velino Marina, Camerota Marina, Castellabate Maroccia, Centola Portigliola, Sapri, Vallo della Lucania e Vibonati). Tali fanghi sono esclusivamente secondari, provenienti dal trattamento delle acque reflue urbane.

L'impianto di essiccamento sarà realizzato in un'area attualmente a prato di proprietà di Consac sita all'interno del comune di Casal Velino. Tale scelta è stata dettata dalla posizione strategica del depuratore a servizio degli impianti previsti, dalla presenza già allo stato attuale di una viabilità consona al traffico di mezzi pesanti e la distanza da centri abitati e dalle zone ad elevata vocazione turistica, come meglio approfondito nell'elaborato "D-R-220-05 Studio ambientale".



Figura 9.1: Ubicazione degli impianti di depurazione Consac oggetto di studio (in rosso l'impianto di essiccamento, in nero gli 8 impianti di disidratazione) e della viabilità di collegamento



Figura 1: Inquadramento su ortofoto dell'area prevista per la realizzazione dell'impianto di essiccazione fanghi (in rosso)

In particolare da un punto di vista catastale il sedime individuato per la costruzione dell'impianto di essiccazione ricade all'interno della particella 403- Foglio 7 del comune di Casal Velino, come mostrato in Figura 2. Il Comune di Casal Velino, con Attestato di destinazione urbanistica Prot. N. 11011 del 28/09/2023, ha attestato a Consac che l'area è classificata come zona artigianale "D", e che non rientra tra le aree percorse dal fuoco ai sensi della legge 353 del 21/11/2000, né nella perimetrazione del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano e Alburni, né in vincolo idrogeologico ai sensi dell'art.1 del R.D. del 30/12/1923 n.3267.



Figura 2: Inquadramento catastale dell'aria in cui è prevista la realizzazione dell'impianto di essiccamento (in rosso)

2.2 VALENZA STRATEGICA DELL'INTERVENTO

La gestione sostenibile, "future-proof" in ottica di economia circolare e zero-pollution, dei fanghi di depurazione deve compenetrare diversi aspetti: deve essere economicamente conveniente, sicura e socialmente accettabile e produrre ricadute positive o, almeno, non peggiorative sull'ambiente, rispetto a soluzioni alternative. Occorre una gestione efficace lungo l'intera filiera, che privilegi il recupero di materia o in alternativa di energia, minimizzi lo smaltimento in discarica e affidi un ruolo allo spandimento in agricoltura in funzione della qualità dei fanghi e delle caratteristiche del suolo, agendo secondo la minimizzazione del rischio ambientale e sanitario.

La realizzazione di un impianto "hub" di essiccamento fanghi consentirà a Consac di centralizzare la gestione dei fanghi prodotti dagli 8 impianti selezionati, ottimizzando di conseguenza lo smaltimento finale dei fanghi consentendone lo spandimento in agricoltura.

In particolare con il trattamento di essiccamento è possibile ottenere non solo la riduzione dei volumi da destinare a smaltimento ma anche la completa disattivazione dei patogeni. Esso consente infatti di ridurre significativamente il tenore di acqua, smaltirne un volume minore e, pertanto, conseguire

un sostanziale risparmio dei costi di conferimento presso impianti di recupero o smaltimento che rappresentano, allo stato attuale, la voce di costo di gestione più critica.

Al fine di rendere possibile l'implementazione di un processo di essiccamento, occorre rimodulare l'attuale sistema di disidratazione dei fanghi. Si prevede, quindi, l'introduzione della sezione di disidratazione meccanica nei depuratori a servizio di aree costiere e di rilevante vocazione turistica, nonché di maggiore produzione. Mediante un sistema di disidratazione meccanica è possibile optare per una maggiore e migliore gestione del processo, una riduzione significativa dei tempi, ed un'omogeneizzazione del prodotto in ingresso al comparto di bioessiccamento in termini di concentrazione di sostanza secca.

In tale fase si prevede l'ammodernamento della linea fanghi dei depuratori della sola fascia costiera. Essendo il processo di bioessiccamento di tipo modulare, in base agli esiti attesi e ad un costante monitoraggio delle performance, in una fase successiva, si potrebbe incrementare la produzione di fango essiccato o mediante l'installazione di un ulteriore modulo di biodryer o mediante il conferimento di fanghi non palabili provenienti dai depuratori di piccola e media potenzialità della fascia interna presso depuratori "hub". Tali ipotesi andranno dettagliatamente studiate al fine di evitare spostamenti di mezzi adibiti al trasporto dei fanghi nei periodi estivi e, contestualmente, garantire un quantitativo congruo di fango in ingresso al sistema di bioessiccamento.

3 DATI DI PROGETTO

I dati di progetto alla base del dimensionamento del comparto di essiccazione sono stati forniti da Consac Gestioni Idriche SpA.

3.1 QUANTITÀ DI FANGO DA TRATTARE

La quantità di fanghi disidratati da mandare ad essiccamento, classificabile con codice C.E.R. 19.08.05, è stata calcolata a partire dai fanghi smaltiti per ciascuno degli 8 impianti da Consac dal 2019 al 2022 e del relativo tenore percentuale di secco, i cui valori sono riportati in Tabella 1. Si è proceduto dapprima a calcolare il valore medio, che poi è stato cautelativamente arrotondato per eccesso, e si sono determinato i rispettivi kg di sostanza secca. Rapportando poi i valori ottenuti con lo scenario di progetto, in cui si è assunto un 22% di SS grazie alle nuove sezioni di disidratazione meccanica, e sommando i contributi degli otto impianti, è stato determinato il quantitativo di fango che verrà conferito all'impianto di essiccazione, pari a 1936 t/anno (Tabella 2) corrispondenti a 1845 m³/y.

Tabella 1: Dati relativi ai quantitativi di fanghi smaltiti negli 8 impianti analizzati dal 2019 al 2022

Impianto di depurazione	2019		2020		2021		2022	
	Totale impianto [kg]	SS [%]	Totale impianto [kg]	SS [%]	Totale impianto [kg]	SS [%]	Totale impianto [kg]	SS [%]
Ascea	128 240	13,10	252 400	34,40	234 990	10,70	100 000	10,70
Casal Velino	60 820	25,40	127 680	70,90	116 220	24,20	190 000	36,90
Camerota	0	0,00	0	0,00	0	0,00	50 000	0,00
Castellabate	128 220	71,50	502 230	71,50	219 480	71,50	180 000	71,50
Centola	0	0,00	0	0,00	31 600	0,00	15 000	0,00
Sapri	130 560	21,90	91 240	28,50	69 420	28,50	150 000	35,50
Vallo della Lucania	0	0,00	33 740	31,30	27 060	31,30	85 000	33,60
Vibonati	0	0,00	68 620	69,20	57 980	72,70	85 000	36,00

Tabella 2: Produzione prevista dei fanghi da conferire all'I.D. di Omignano

Impianto di depurazione	Valori medi 2019-2022				Progetto	
	Quantità [Kg/y]	SS [%]	Quantità arrotondata [Kg/y]	Quantità SS allo stato attuale [kgSS/y]	SS [%]	Totale impianto [kg/y]
Ascea	178 908	17	200 000	34 450	22%	156 591
Casal Velino	123 680	39	125 000	49 188	22%	223 580
Camerota*	0	22	200 000	44 000	22%	200 000
Castellabate	257 483	72	260 000	185 900	22%	845 000
Centola*	0	22	200 000	44 000	22%	200 000
Sapri	110 305	29	120 000	34 320	22%	156 000
Vallo della Lucania	36 450	24	40 000	9 620	22%	43 727
Vibonati	52 900	44	55 000	24 461	22%	111 188
TOTALE	759 725	-	1 200 000	425 939	-	1 936 085

*Dato stimato in quanto impianto di nuova gestione

Ne consegue che **il dimensionamento dell'impianto di essiccazione è stato eseguito considerando 2 000 t/y di fanghi in ingresso al 22%SS, per un quantitativo massimo giornaliero di 8 t/d** considerando che i conferimenti avverranno 5d/w.

Nella tabella seguente si riporta l'elenco completo dei Codici CER ammessi in ingresso impianto, con le relative quantità massime annuali e le relative operazioni di gestione ai sensi dell'Allegato C alla Parte IV del D.Lgs.152/06.

Tabella 3: Identificazione dei rifiuti da trattare all'I.D. di Omignano

Tipologia	CER	Descrizione	Operazione di recupero	Quantità massima [t/y]
Fanghi disidratati	19.08.05	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	R3	2000

Tuttavia nel presente progetto si prevede l'installazione delle apparecchiature atte a trattare al massimo 1000 t/y di fanghi in quanto in una prima fase i fanghi disidratati prodotti presso l'impianto di Castellabate non saranno portati presso l'hub. L'impianto di essiccazione viene comunque progettato e predisposto per ricevere anche tale contributo di fanghi in futuro.

Per quanto riguarda invece **il dimensionamento delle sezioni di disidratazione meccanica per gli 8 impianti**, questo è stato eseguito calcolando a ritroso, sempre a partire dai quantitativi di fanghi disidratati al 22%SS, **i fanghi in ingresso a ciascun comparto ipotizzando fango ispessito all'1,2-1,5%SS e considerando funzionamento della macchina nel turno di lavoro** corrispondente a massimo 38 ore settimanali su 5 giorni lavorativi. Considerando i tempi di avviamento delle macchine si è cautelativamente considerato il funzionamento per massimo 7 h/d. In Tabella 4 si riportano i carichi

in ingresso a ciascuna macchina e i tempi di funzionamento. Solo per l'impianto di Castellabate il calcolo non è stato effettuato in quanto l'adeguamento della sezione di disidratazione è oggetto di ulteriore progetto distinto dal presente.

Tabella 4: Produzione prevista dei fanghi in ingresso alle sezioni di disidratazioni meccaniche per gli 8 impianti e ore di funzionamento

Impianto di depurazione	Carico di solidi in ingresso nelle ore di esercizio previste	Portata di fango in ingresso nelle ore di esercizio previste	Periodo di funzion. previsto		Tenore di secco
	kgSS/h	m ³ /h	h/d	d/sett	%
Ascea	120	10	5	5	
Casal Velino	123	10	7	5	
Camerota	128	11	6	5	
Castellabate	270	-	-	-	1,2
Centola	128	11	6	5	
Sapri	85	7	7	5	
Vallo della Lucania	42	3	4	5	
Vibonati	61	5	7	5	

3.2 CARATTERISTICHE DEL FANGO TRATTATO

Sulla base dei dati sopra presentati, lo scenario progettuale prevede il ricevimento dei fanghi disidratati al 22% e la loro successiva essiccazione. Nello specifico, l'impianto di bioessiccamento è stato dimensionato per trattare una quantità annua media pari a 2000 t/y di fango (440 tonSS/y), anche se in questa sede si prevede l'installazione delle apparecchiature per trattare la metà dei fanghi.

Il trattamento di essiccazione è tale da generare un fango con contenuto di secco mediamente del 70%, sempre classificabile tramite codice C.E.R. 19.08.05, unitamente a scarichi liquidi sviluppati nel trattamento (codice C.E.R. 19.08.05 – stato fisico liquido). Di conseguenza nello scenario futuro, considerando il quantitativo totale in ingresso proveniente dagli otto impianti (1936 t/y), il flusso medio di fango essiccato prodotto sarà pari a 608 t/y (518 m³/y) ovvero mediamente 2,34 t/d (considerando che i fanghi saranno conferiti solamente durante la settimana lavorativa, ossia 5d/sett). Nello scenario più prossimo invece i fanghi essiccati saranno circa la metà.

4 STATO DI PROGETTO

Nel presente capitolo viene descritta dapprima l'ipotesi progettuale nel suo complesso e poi soffermandosi qualitativamente sui principali interventi previsti per la realizzazione della disidratazione meccanica negli 8 impianti e per l'essiccamento.

4.1 DESCRIZIONE DELL'IPOTESI PROGETTUALE

L'ipotesi progettuale proposta consentirà il trattamento di una portata di fanghi di circa 2 000 tonnellate annue mediante un processo innovativo di essiccamento termico flessibile ed in grado di gestire eventuali variazioni di carico in ingresso all'impianto, anche alla luce della possibilità di un ulteriore conferimento di fanghi provenienti da depuratori in gestione di piccola potenzialità. In particolare, l'impianto di essiccamento è stato dimensionato assumendo una concentrazione di sostanza secca in ingresso pari a circa il 22,0% ed ipotizzando un periodo di funzionamento medio di cinque giorni a settimana.

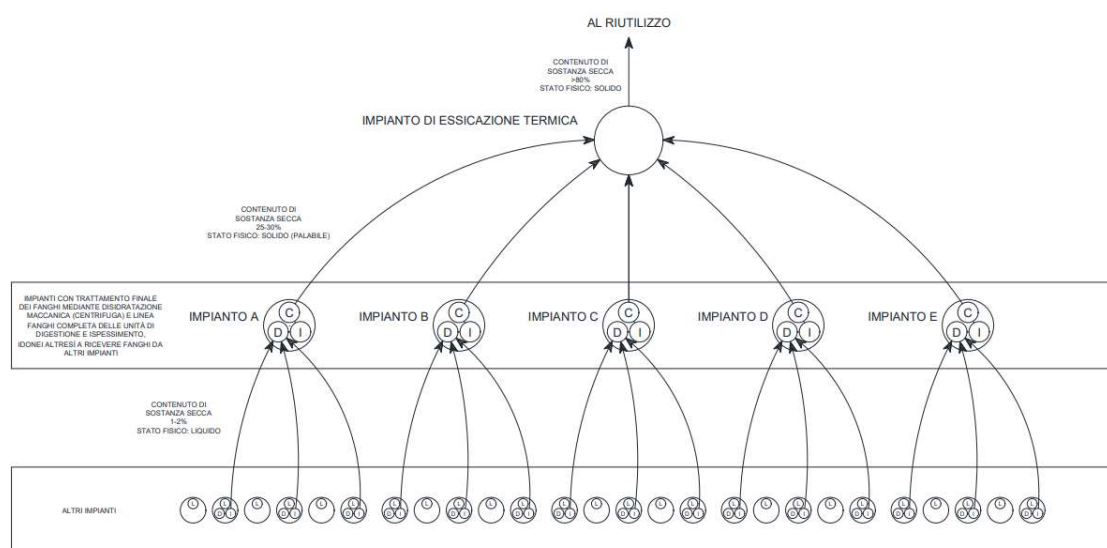


Figura 3: Descrizione ipotesi progettuale

Tale impianto sarà realizzato in un'area attualmente a prato di proprietà di Consac sita all'interno del comune di Casal Velino. Tale scelta è stata dettata dalla posizione baricentrica rispetto agli impianti serviti. Inoltre, il sedime individuato è distante da abitazioni e nelle vicinanze dell'uscita della SS18 (Figura 4). Tale ubicazione consente di ridurre drasticamente gli spostamenti dei mezzi adibiti al trasporto dei fanghi disidratati e, successivamente, essiccati, concentrandoli in un'area lontana dai centri abitati e dalle zone ad elevata vocazione turistica.



Figura 4: Inquadramento aerofotogrammetrico dell'area del futuro trattamento di essiccazione fanghi (in rosso) e della strada SS18

I fanghi in ingresso all'essiccatore sono provenienti dai depuratori di Ascea Marina, Casal Velino Marina, Camerota Marina, Centola Portigliola, Sapri, Vallo della Lucani, Vibonati e in futuro Castellabate Maroccia. Tali fanghi derivano dal trattamento delle acque reflue urbane mediante processi a fanghi attivi ad aerazione prolungata e saranno caratterizzati da una concentrazione di sostanza secca media pari al 22,0% grazie alla realizzazione di una nuova sezione di disidratazione meccanica.

4.2 DESCRIZIONE QUALITATIVA DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

4.2.1 Upgrade degli 8 impianti mediante sezione di disidratazione meccanica

Gli interventi previsti negli otto impianti di depurazione sono finalizzati ad ottenere un fango dalle caratteristiche omogenee e tali da essere idonei per il successivo trattamento di bio-essiccazione, che richiede fango con tenore di secco intorno al 20-25% per poter arrivare a valori del 70-80%. Di conseguenza, considerando che attualmente tutti gli impianti utilizzano disidratazione naturale con letti di essiccamento in cui il raggiungimento del grado di secco è dipendente da molteplici fattori non facilmente controllabili, quali la capacità di drenaggio dei letti, le condizioni meteorologiche,

la movimentazione dei fanghi e la gestione dell'operatore addetto alla conduzione dell'impianto, si rende necessario realizzare una nuova sezione di disidratazione meccanica che consente di risolvere tali criticità e ottenere un fango disidratato alla percentuale di secco richiesta dal processo. A questo si aggiunge l'opportunità di trattare in un unico sito centrale i fanghi di più impianti dislocati in tutta la provincia.

Nel suo complesso, l'intervento ha lo scopo di:

- Ottenere un grado di secco nei fanghi del 22% per tutti e otto gli impianti, in modo da renderlo compatibile con il processo di bio-essiccamento a valle;
- diminuire l'umidità del fango prodotto nella linea acque dei depuratori, riducendo conseguentemente la quantità complessiva di fango da trasportare;
- incrementare la stabilità del fango al fine di agevolare le fasi di gestione successive nell'impianto di essiccamento, quali l'accumulo temporaneo e l'essiccamento stesso.

In particolare gli interventi di progetto previsti, comuni a sei su otto impianti (tutti tranne Castellabate e Marina di Camerota), sono:

- La **demolizione e lo smaltimento di eventuali vasche inutilizzate/tettoie**, ecc. per poter realizzare la nuova sezione di disidratazione meccanica;
- La **realizzazione di un locale prefabbricato di disidratazione meccanica** dove vengono alloggiate:
 - **N. 1+1R pompe monovite** di caricamento comparto di disidratazione;
 - **N. 1 pressa a dischi** per la disidratazione del fango;
 - **N. 1 stazione di dosaggio del polielettrolita** a servizio del comparto di disidratazione, munita di n. 1 polipreparatore, n. 1 serbatoio poli e n. 1+1R pompa monovite di dosaggio poli;
 - **Coclee di trasporto** del fango disidratato;
- La **realizzazione di una platea esterna in prossimità del locale per l'alloggiamento di N. 2 cassoni di raccolta fanghi disidratati** caricati tramite apposito sistema di coclee;
- L'**installazione di un sistema di trattamento di deodorizzazione** a servizio del locale disidratazione meccanica, costituito da uno scrubber ad umido.

Per l'impianto di Marina di Camerota invece è **previsto il riutilizzo della centrifuga esistente e delle rispettive apparecchiature a corredo. Da progetto è prevista unicamente la chiusura della struttura esistente ospitante la centrifuga e l'installazione del sistema di deodorizzazione delle arie esauste.**

Per l'impianto di Castellabate invece **la rifunzionalizzazione della sezione di disidratazione è prevista in un ulteriore progetto distinto dal presente, unitamente all'installazione di un sistema di trattamento di deodorizzazione e i fanghi prodotti in questo impianto saranno conferiti all'impianto hub di essiccamento solamente in futuro.**

Inoltre negli impianti di Vibonati, Centola Portigliola, Marina di Camerota e Ascea si prevede l'**installazione di un gruppo di pressurizzazione** per fornire acqua tecnica alla nuova disidratazione e alle altre utenze già presenti in impianto.

4.2.2 Impianto di essiccamento

Il presente progetto prevede il dimensionamento e la realizzazione di un impianto hub destinato all'essiccamento dei fanghi provenienti dagli 8 impianti costieri, tramite tecnologia Biodryer. Tuttavia in una prima fase i fanghi prodotti dall'impianto di Castellabate non saranno portati all'hub, per cui il presente progetto prevede l'installazione delle sole apparecchiature atte a trattare i fanghi dagli altri 7 impianti.

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto di essiccazione ha lo scopo di:

- diminuire l'umidità del fango disidratato conferito dall'esterno riducendo conseguentemente la quantità complessiva di fango da smaltire;
- incrementare la stabilità del fango al fine di agevolare le fasi di gestione successive quali l'accumulo temporaneo e la gestione presso gli impianti di recupero/smaltimento esterni;
- migliorare le caratteristiche complessive del fango al fine della sua valorizzazione mediante recupero (es. in agricoltura o in produzione materiali inerti).

Gli interventi di progetto previsti sono:

- **Installazione di una pesa mezzi** in ingresso e uscita impianto;
- **Realizzazione di n.1 bunker fanghi** interrato per lo scarico dei fanghi disidratati dai camion, collocato **sotto tettoia** e **predisposizione per un ulteriore bunker da installare in futuro**;
- **Installazione di n.1 pompa monovite e n.1 coclea dotata di ponte rompigrumi per il trasporto del fango** disidratato al sistema di essiccazione previsto, e **predisposizione per un'ulteriore pompa da installare in futuro**;
- **Realizzazione di una sezione di essiccazione** dei fanghi disidratati mediante posa in opera di **n. 1 BioDryer**, completo di apparecchiature accessorie e **predisposizione per un'ulteriore macchina da installare in futuro**;
- **Installazione di una centrale termica alimentata a GPL** per fornire il calore necessario ai Biodryer e relativo serbatoio di stoccaggio;
- **Realizzazione di nuove reti** (gas, acqua di rete, acque di scarico, aria compressa, acque meteoriche) al servizio dell'unità di essiccazione ed adeguamento delle reti esistenti;
- **Installazione di un sistema di trattamento dell'aria esausta** proveniente dalla sezione di essiccazione composto da n.1 scrubber a umido e, a valle, n.1 biofiltro;
- **Realizzazione locale di servizio** suddiviso in **locale pesa, uffici e bagno** per il personale e **locale QE** dedicato all'alimentazione e alla gestione delle nuove utenze e relativo cablaggio;

- **Installazione di una nuova cabina di consegna Enel e di una nuova cabina di trasformazione,** dedicata all'alimentazione elettrica delle nuove utenze dell'impianto.

In futuro Consac prevederà l'installazione di un ulteriore Bunker fanghi, di una seconda pompa e dell'altra macchina di essiccamento e relativo piping.



5 SOLUZIONE PROGETTUALE PER LA SEZIONE DI DISIDRATAZIONE

Nel presente paragrafo si riporta la descrizione della tecnologia di disidratazione selezionata e il dimensionamento effettuato per gli otto impianti in cui si prevede la realizzazione della sezione di disidratazione meccanica.

5.1 DISIDRATAZIONE MECCANICA FANGHI

Le performance attese del Biodryer sono strettamente correlate alla qualità dei fanghi in ingresso. Come descritto nei precedenti paragrafi trattasi di fanghi esclusivamente secondari provenienti dal trattamento delle acque reflue urbane. Allo stato attuale, la concentrazione di sostanza secca è, un parametro variabile in quanto il fulcro del processo di trattamento è la disidratazione naturale nei letti di essiccamento. I rendimenti sono, pertanto, funzione di molteplici fattori, quali la capacità di drenaggio dei letti, le condizioni meteorologiche, la movimentazione dei fanghi, la gestione dell'operatore addetto alla conduzione dell'impianto.

Al fine di omogeneizzare il tenore di sostanza secca e di contrarre significativamente i tempi di processo, è stato previsto un upgrade della linea di trattamento dei fanghi di otto depuratori mediante l'implementazione della disidratazione meccanica. In particolare, l'intervento prevede l'installazione di una pressa a coclea presso ciascun impianto, a meno che per Castellabate in cui si prevedono due centrifughe funzionanti in parallelo.

5.1.1 Principio di funzionamento pressa a coclea

Il principio di funzionamento della pressa a coclea è schematizzato in Figura 7.3. In sintesi, il fango da trattare è preventivamente flocculato in un mixer dove, grazie ad un'elevata energia di miscelazione, si ottimizza la reazione con il polielettrolita. Il fango così condizionato viene alimentato alla macchina, nella quale il flusso ritrova una condizione di quiete che favorisce l'espansione dei fiocchi e la separazione dell'acqua libera per la successiva zona di drenaggio. All'interno della gabbia è posta una coclea, che ruota lentamente e che trasporta il fango da disidratare verso lo scarico. Questa coclea, costruita in acciaio inossidabile, è dotata di albero conico il cui diametro aumenta verso lo scarico in modo che il volume utile tra le spire della coclea e la gabbia diminuisca progressivamente, causando una pressatura meccanica crescente del pannello per favorire la disidratazione.

Il fango disidratato è scaricato attraverso una bocca di scarico. Ciclicamente un sistema di lavaggio anulare mobile, dotato di ugelli ad alta pressione, viene azionato da cilindri pneumatici per coprire tutta la lunghezza della gabbia. La macchina è completamente chiusa ed è dotata da un'apertura

a tenuta stagna che evita la fuoriuscita di acqua e odori. Il drenaggio e l'acqua di lavaggio sono raccolti dalla bacinella inferiore che li convoglia allo scarico.

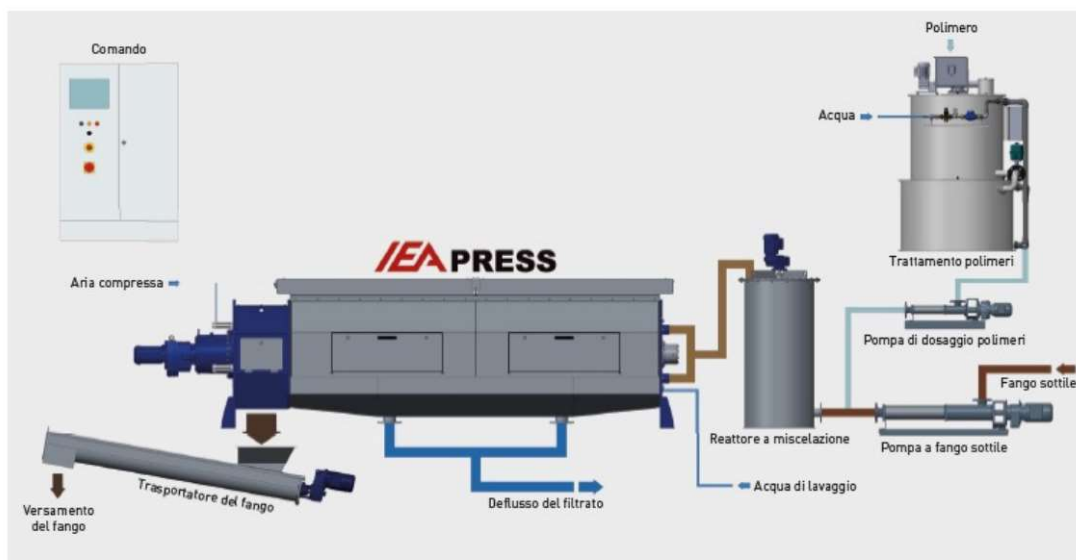


Figura 5: Descrizione pressa a coclea

Tra le tecnologie disponibili sul mercato si è optato per la pressa a coclea in quanto:

- i consumi energetici attesi sono bassi;
- la velocità di rotazione è bassa, non vi sono vibrazioni ed i livelli di emissione sonora sono ridotti;
- i costi di manutenzione sono ridotti;
- il funzionamento è completamente automatico e senza necessità di continuo presidio.

5.1.2 Dimensionamento delle presse a coclea

Per quanto riguarda il dimensionamento delle sezioni di disidratazione meccanica per i 7 impianti in cui si prevede di installare la pressa a coclea, questo è stato eseguito calcolando a ritroso, sempre a partire dai quantitativi di fanghi disidratati al 22%SS, i fanghi in ingresso a ciascun comparto ipotizzando fango ispessito all'1,2-1,5%SS. Tale ipotesi è estremamente cautelativa e si basa sul prelievo dei fanghi dal vano di calma del sedimentatore secondario.

È stato considerato il funzionamento della macchina nel turno di lavoro corrispondente a massimo 38 ore settimanali su 5 giorni lavorativi, secondo quanto fornito da Consac. Considerando i tempi di avviamento delle macchine si è cautelativamente considerato il funzionamento per massimo 7 h/d.

Come descritto anche nel precedente paragrafo 3.1, la portata oraria da alimentare alla macchina per ciascun impianto risulta quella riportata in Tabella 4. A partire da questi valori sono state dimensionate le macchine.

Le taglie delle presse a coclea individuate in base alle portate orarie di fango da trattare sono due: per gli impianti di Vallo della Lucania e Vibonati è sufficiente una macchina di taglia piccola

(denominata "TIPOLOGIA 1" negli elaborati del presente progetto), mentre per tutti gli altri impianti si prevede una macchina di taglia superiore (denominata "TIPOLOGIA 2" negli elaborati del presente progetto). Restano esclusi Marina di Camerota e Castellabate per i quali, come anticipato precedentemente, non sono previsti interventi alla sezione di disidratazione meccanica nel presente progetto.

Si sottolinea che sono state scelte le stesse macchine per tutti i depuratori al fine di omogeneizzare il più possibile i fanghi disidratati.

Le caratteristiche costruttive delle presse a coclea sono riportate in Tabella 5 e Tabella 6.

Tabella 5: Caratteristiche costruttive delle presse a coclea da installare presso i depuratori di Vallo della Lucania e Vibonati – Tipologia 1

Parametro	Valore	Unità di misura
Quantità fanghi in ingresso	35-60	kg SS/h
SST in ingresso	1,2-1,5	%
Potenza installata della coclea	0,75	kW
Velocità rotazione coclea	0,1 - 1,0	rpm
Lunghezza	3800	mm
Larghezza	850	mm
Altezza	1214	mm
Peso macchina	1440	kg
Peso a pieno carico	1690	kg
Livello di rumore	< 65	dB (A)
Materiale costruzione	acciaio inox AISI 304	

Tabella 6: Caratteristiche costruttive delle presse a coclea da installare presso i depuratori di Ascea Marina, Casal Velino, Sapri e Centola Portigliola – Tipologia 2

Parametro	Valore	Unità di misura
Quantità fanghi in ingresso	100-150	kg SS/h
SST in ingresso	1,2-1,5	%
Potenza installata della coclea	2,2	kW
Velocità rotazione coclea	0,1 - 1,0	rpm
Lunghezza	4670	mm
Larghezza	1200	mm
Altezza	1550	mm
Peso macchina	2900	kg
Peso a pieno carico	3300	kg
Livello di rumore	< 65	dB (A)
Materiale costruzione	acciaio inox AISI 304	

All'interno del locale di disidratazione, oltre alla pressa a coclea, si installa una stazione di preparazione del polielettrolita con relative pompe dosatrici e un sistema di evacuazione dei fanghi disidratati. Il materiale secco in uscita dalla pressa a vite percorre un sistema di coclee, con cui è possibile caricare i due cassoni scarrabili previsti da 12 m³.

I cassoni scarrabili vengono collocati esternamente al locale su platea di nuova realizzazione, in continuità al locale di disidratazione, in una posizione studiata in maniera da agevolare le manovre di carico/scarico mediante automezzi. I cassoni sono dotati di sistema di copertura telonato per evitare la bagnatura dei fanghi durante eventi piovosi. Il caricamento di un cassone o l'altro sarà regolabile grazie a valvole a ghigliottina motorizzate ON/OFF installate sulla bocca di scarico.

Le presse sono alimentate mediante n.1+1R pompe monovite situate nello stesso locale fanghi. Il fango da trattare viene preventivamente flocculato in uno speciale mixer dove, grazie ad un'alta energia di miscelazione, si ottimizza la reazione con il polielettrolita. Sia la portata di fango alimentata che il polielettrolita dosato sono misurati grazie a misuratori elettromagnetici sulle tubazioni di mandata.

Il fango condizionato entra dalla bocca di carico nella parte iniziale della singola coclea di pressatura grazie alla quale viene trasportata dal movimento a spirale della coclea e, a seguito dell'avanzamento, viene progressivamente disidratato e compattato. L'acqua viene separata dal fango attraverso lo spazio che si crea tra i dischi mobili. Le acque madri prodotte vengono inviate alla rete esistente di raccolta dreni e da qui in testa impianto.

Tutte le utenze sopra citate sono gestite da un apposito quadro elettrico di comando e controllo collocato internamente al locale di disidratazione meccanica.

Il nuovo locale di disidratazione sarà realizzato con un locale prefabbricato come rappresentato in Figura 7.2. Trattasi di un edificio prefabbricato con rivestimento in pannelli tipo "sandwich" e telaio in acciaio, di dimensioni variabili a seconda dell'impianto.

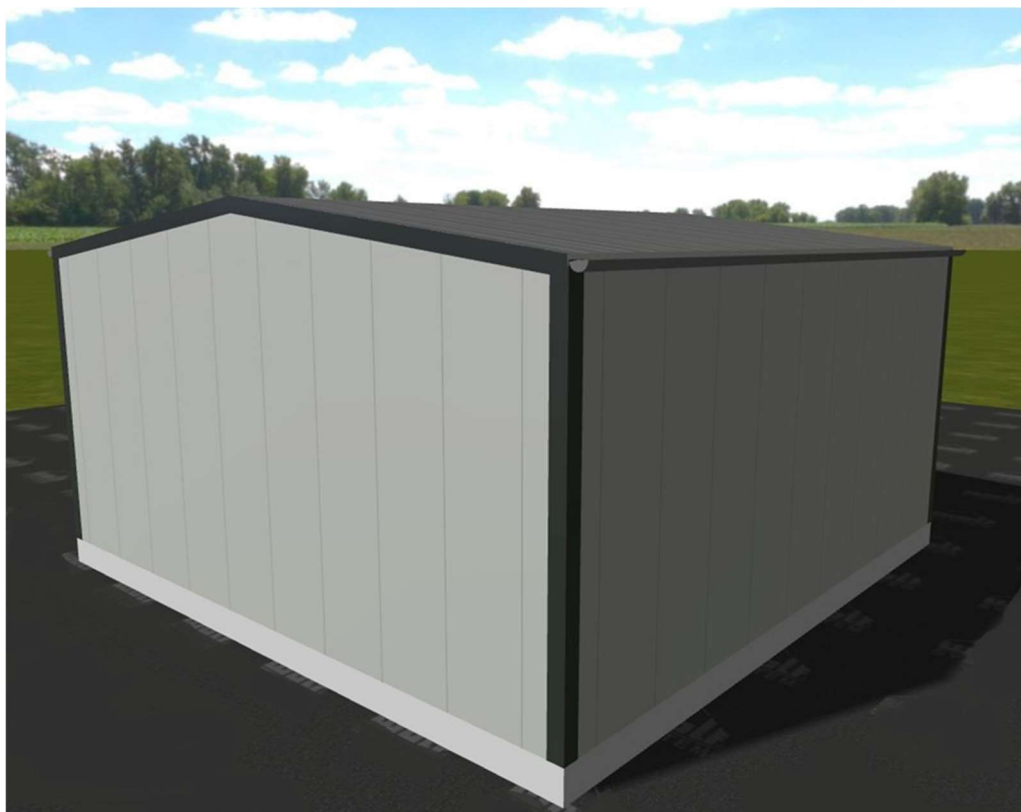


Figura 6: Esempio del locale disidratazione fanghi

5.2 IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ARIE ESAUSTE

Le arie esauste provenienti da ciascun locale di disidratazione meccanica dei fanghi saranno convogliate ed inviate in un impianto di trattamento ovvero in un abbattitore ad umido. L'impianto è, sostanzialmente, un reattore di trasferimento di massa, che opera un trasferimento di inquinanti allo stato gassoso da un fluido aeriforme (emissione target) a un fluido condensato (soluzione di lavaggio). Quest'ultimo è composto da acqua (solvente) con aggiunta di una sostanza antagonista in grado di assorbire efficacemente la componente ammoniacale delle arie attraversanti. Il trasferimento di massa viene implementato dall'intimo contatto delle rispettive fasi su una superficie di scambio artificialmente costruita con l'inserimento di corpi di riempimento di forma e quantità specifica per la portata volumica e in massa di progetto. La soluzione di lavaggio, erogata attraverso un sistema di banchi di spruzzaggio con ugelli, viene ricircolata per mezzo di una o più pompe di lavaggio. Il sistema è dotato di un set di controlli e sensori.

L'impianto è stato dimensionato considerando di aspirare l'aria per un minimo di 2 ricambi/h e un massimo di 5, in modo da mantenere un ambiente di lavoro salubre per gli addetti. Di seguito si riportano i calcoli delle portate d'aria esausta da trattare per ciascun impianto, ad eccezione di Castellabbate Maroccia per il quale è già prevista l'installazione di un sistema di trattamento aria in un progetto separato dal presente. Come è possibile osservare si prevedono due taglie differenti, una da 1000 m³/h e una da 1500 m³/h.

Tabella 7: Calcolo portata d'aria esausta da trattare negli 8 impianti

Impianti	Volume da trattare						n. ric./ h MIN	n. ric./ h MAX	Portata aspirata (regime MIN) m ³ /h	Portata aspirata (regime MAX) m ³ /h	Portata nominale scrubber m ³ /h
	n	L	W	Hutile	A	V					
	-	m	m	m	m ²	m ³					
Vallo della Lucania	1	9,10	9,10	3,30	82,81	273	2	5	547	1366	1500
Sapri	1	8,20	5,30	3,30	43,46	143	2	5	287	717	1000
Vibonati	1	9,10	9,10	3,30	82,81	273	2	5	547	1366	1500
Centola Portigliola	1	9,10	9,10	3,30	82,81	273	2	5	547	1366	1500
Marina di Camerota	1	7,20	4,00	4,00	28,8	115	2	5	230	576	1000
Ascea Marina	1	9,10	9,10	3,30	82,81	273	2	5	547	1366	1500
Casal Velino Marina	1	11,40	5,20	3,30	59,28	196	2	5	391	978	1000

Ciascun impianto di abbattimento degli odori ad umido è costituito dai seguenti elementi:

- Vasca di ricircolo reagente di abbattimento (base dello scrubber) sulla quale è saldata la torre e installata la elettropompa;
- Torre di abbattimento, saldata sulla vasca di ricircolo;
- Elettropompe di ricircolo reagente di abbattimento;
- Rampa di lavaggio torre, completa di ugello di spruzzo;
- Tubazione di collegamento pompe – ugelli;
- Corpi di riempimento ad elevata superficie specifica in materiale plastico;
- Demister ad alta efficienza in materiale plastico, del tipo strutturato alveolare;
- Dispositivo per il reintegro automatico acqua (R.A.A.), installato a bordo scrubber;
- Dispositivo per il reintegro automatico del Reagente (R.A.R.), installato a bordo scrubber; completo di pH-metro, sonda pH e pompa di reintegro automatico reagente;
- Quadro elettrico di potenza, controllo e comando installato a bordo scrubber.
- Ventilatore centrifugo completo di motore elettrico, comprensivo di inverter;
- Dispositivo per lo scarico temporizzato esausti dotato di elettrovalvola con attuatore elettrico; tubazione di scarico delle soluzioni esauste e timer (apertura/chiusura) posti a quadro elettrico;
- Serbatoio IBC di stoccaggio reagente.

L'impianto di trattamento adottato è completato da un sistema di collettamento dell'aria, realizzato con condotti circolari in lamiera ad elevata tenuta meccanica. Tali canalizzazioni sono realizzate in moduli prefabbricati in acciaio inox assemblate in impianto, anche per quanto riguarda i pezzi speciali (curve, cambiamenti e raccordi di sezione, derivazioni, innesti, ecc...).

Si riportano di seguito i risultati del dimensionamento del diametro dei vari tratti di condotti, effettuato considerando una velocità del fluido in corrispondenza della portata massima all'interno del range 7-15 m/s.

Tabella 8: Dimensionamento del diametro dei condotti dell'aria esausta

Descrizione	Q	numero collettori	DN	v
	massima m ³ /h		mm	m/s
Vallo della Lucania	1366,4	1,0	200	11,8
Sapri	822,0	1,0	150	12,2
Vibonati	1366,4	1,0	200	11,8
Centola Portigliola	1366,4	1,0	200	11,8
Marina di Camerota	576	1,0	150	8,6
Ascea Marina	1366,4	1,0	200	11,8
Casal Velino Marina	978,1	1,0	150	14,6

6 SOLUZIONE PROGETTUALE PER L'IMPIANTO DI ESSICCAMENTO FANGHI

Nel presente paragrafo si riporta la descrizione della tecnologia di essiccamento selezionata con Biodryer e il dimensionamento effettuato per l'impianto in esame, considerando la potenzialità futura di 2000 t/y. Tuttavia si prevede l'installazione delle apparecchiature elettromeccaniche atte a trattare 1000 t/y (si rimanda all'elaborato D-R-310-A-35 Elenchi apparecchiature elettromeccaniche).

Per la descrizione e il dimensionamento delle utenze a corredo degli essiccatori si rimanda invece al successivo capitolo 7.

6.1 TECNOLOGIA BIODRYER

Il Biodrying è il processo mediante il quale i fanghi vengono rapidamente riscaldati sfruttando le fasi iniziali di un processo di compostaggio. In tale modo è possibile ridurre significativamente l'umidità e di conseguenza il peso complessivo dei fanghi. L'essiccazione è favorita dal calore prodotto dal processo biologico e dall'aerazione forzata. Il processo di degradazione aerobica della materia organica (compostaggio) sviluppa calore che viene utilizzato per far evaporare l'acqua presente nel fango in forma libera o legata. L'eventuale surplus di calore necessario a completare l'essiccazione deriva dallo scambio con aria riscaldata, mediante una fonte di calore esterna, insufflata nella massa di fango.

Il sistema BioDryer è dotato di sensori e apparecchiature che consentono di massimizzare il recupero del calore naturale del processo biologico di compostaggio, minimizzando la richiesta di calore da fonte esterna. Pertanto, tale sistema di essiccazione è caratterizzato da un costo di approvvigionamento del calore inferiore rispetto ad un sistema di essiccazione convenzionale di tipo esclusivamente fisico.

6.1.1 Componenti del sistema di essiccazione

Il sistema di essiccazione da realizzare presso il sito prescelto nel comune di Casal Velino sarà composto da n.2 macchine (BioDryer) operanti in parallelo per trattare la massima potenzialità di progetto, considerando che n.1 biodryer ha una capacità massima di 1000 t/y. Con il presente appalto si installerà una sola apparecchiatura.

Il singolo BioDryer, mostrato in Figura 7.1 e 7.2, è composto da diverse apparecchiature assemblate in tre blocchi principali:

- la camera di reazione a sezione ottagonale, messa in rotazione da un motore collegato ad un asse di rotazione longitudinale;
- l'impiantistica a corredo rappresentata dal sistema di insufflazione e aspirazione dell'aria di processo, completo di scambiatori di calore;

- il quadro elettrico che include i moduli necessari per l'automazione e la gestione automatica del processo di essiccazione.

In aggiunta ai BioDryer, il comparto di essiccazione è completato dagli impianti necessari per il funzionamento del processo quali:

- caldaia ausiliaria, eventuale caldaia di backup e accumulo di acqua calda;
- rete di produzione e trasporto di aria compressa;
- connessioni per reti acqua tecnica, acqua potabile, gas e acqua di scarico;
- quadro elettrico di alimentazione delle utenze diverse dai BioDryer.

Tali impianti sono descritti in dettaglio nel capitolo 7.



Figura 7: Rappresentazione 3D di un modulo BioDryer™

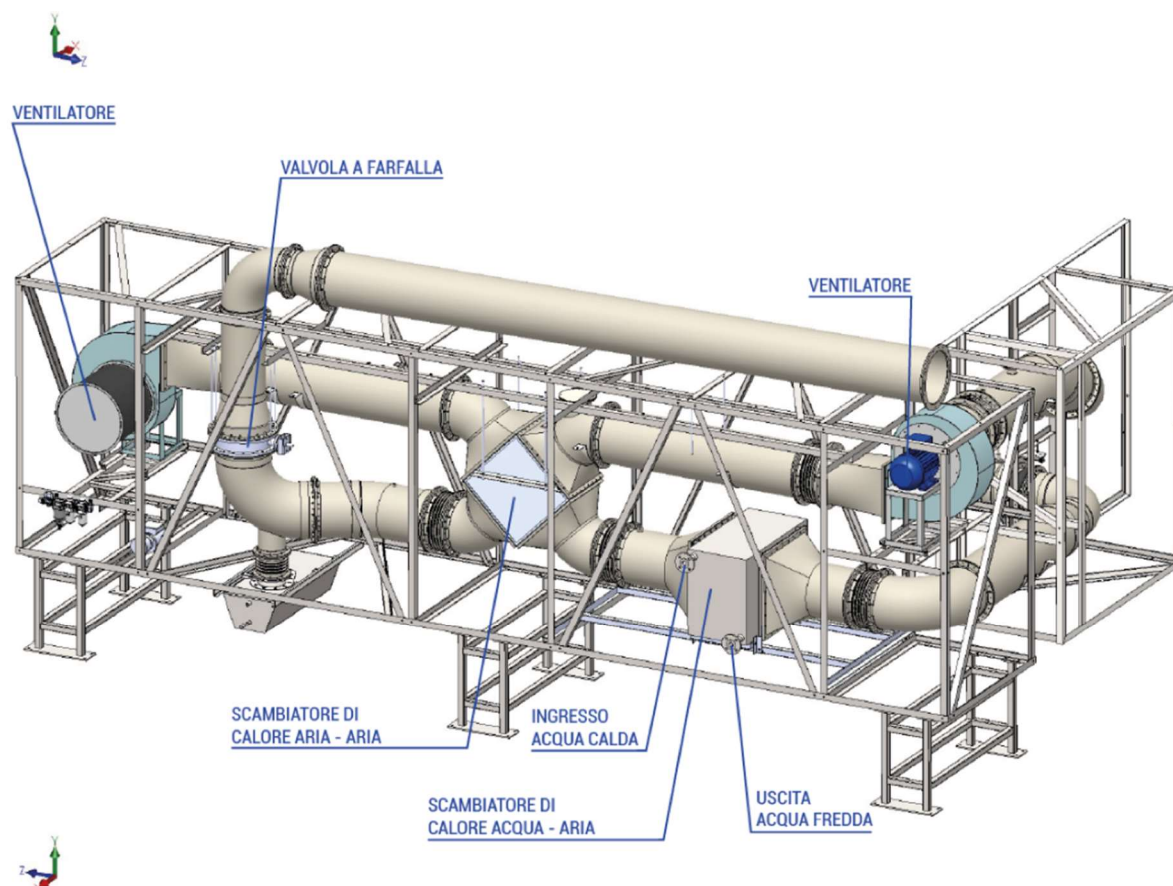
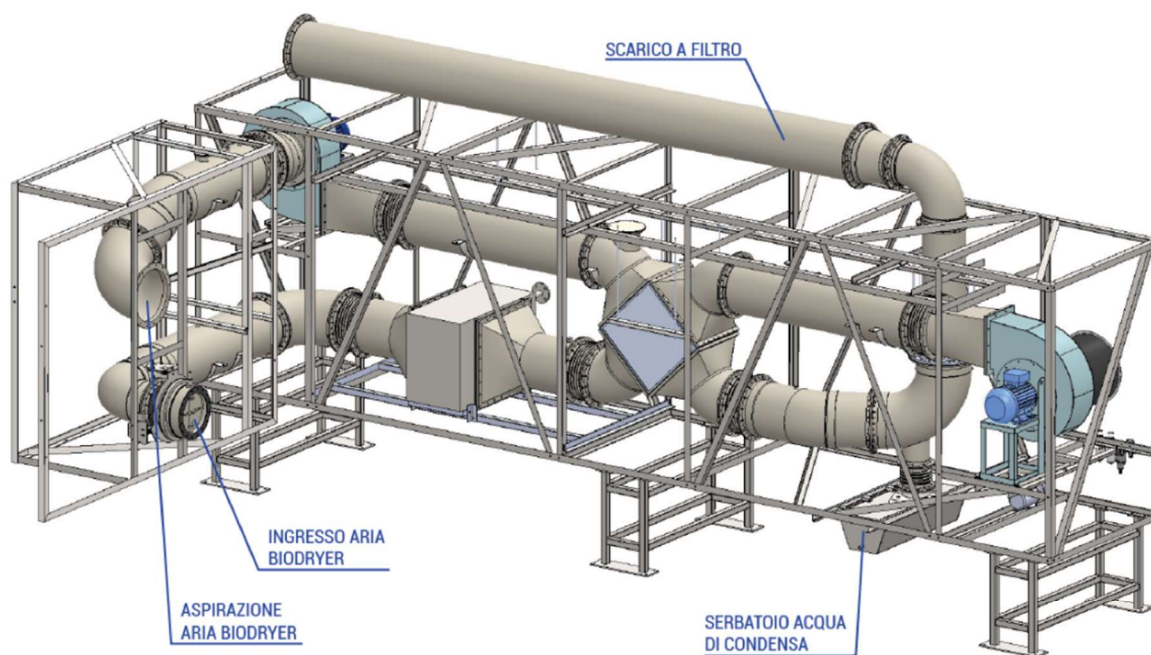


Figura 8: Rappresentazione 3D di un modulo BioDryer™, relativamente alla parte scambiatore di calore

Tabella 9: Caratteristiche principali della tecnologia BioDryer (valori per singola macchina)

Parametro	Unità di misura	Valore
Capacità max di trattamento fanghi disidratati	t/d	8
Temperatura di processo (fase biologica)	°C	62
Range tipico temperatura di lavoro	°C	10 - 85
Durata totale del processo di essiccamento	h	40 - 70
Operatività	h \ d	24 \ 7
Contenuto di secco del fango essiccato	%	70
Peso BioDryer a pieno carico	kg	27000
Peso complessivo (dryer + impianti aria + QE)	kg	31700
Corrente	A	100
Tensione	V	400

Il funzionamento del processo prevede che i dryer possano operare alla massima capacità. Di conseguenza la massiccia capacità di trattamento giornaliera è pari a 8 t/d. Tale condizione è valida non solo con installazione di una singola utenza, ma anche nello scenario futuro con n.2 biodryer in quanto il ciclo produttivo è stato pensato per avere caricamento di n.1 macchina al giorno.

Nei paragrafi che seguono vengono descritte le singole fasi del processo di essiccazione dal carico del fango disidratato negli essiccatori fino all'accumulo del fango essiccato, mentre per la descrizione degli impianti accessori si rimanda al successivo capitolo 7.

6.1.2 Carico del fango disidratato ai Biodryer

Il caricamento dei due moduli avviene grazie ad una coclea orizzontale, la quale, dovendo caricare due moduli, è caratterizzata da n.2 bocche di scarico presidiate da serrande motorizzate. Il normale esercizio prevede l'apertura di una serranda per volta per l'alimentazione di un singolo dryer. In tale circostanza il fango, scaricato attraverso la serranda aperta, passa su un trasportatore a coclea, posizionato longitudinalmente nella parte alta del dryer. Il trasportatore è dotato di cinque serrande ad apertura automatica, posizionate in corrispondenza delle cinque bocchette di carico di cui è dotato il dryer.

Il presente progetto prevede già l'installazione della coclea con n.2 bocchette di scarico, in modo da essere già predisposta all'installazione del futuro secondo Biodryer.

Il riempimento del dryer è effettuato alternando fasi di carico dal trasportatore a coclea e fasi di rotazione della macchina fino al raggiungimento del peso prestabilito per il ciclo di essiccazione. La quantità di fango da caricare può essere decisa dal programma di gestione automatica o può essere impostata manualmente dall'operatore.

Durante le fasi di rotazione, solitamente di durata compresa tra 3 e 10 minuti in totale, viene interrotto il pompaggio.

6.1.3 Essiccazione del fango

Una volta effettuato il carico della macchina, il sistema di automazione avvia il processo di essiccazione biologica. Tale processo si divide in tre fasi descritte nei paragrafi seguenti con focus sulla singola macchina.

6.1.3.1 Prima fase – Incremento della temperatura del fango

L'obiettivo della prima fase è quello di incrementare la temperatura del fango fino al valore desiderato per l'inizio della seconda fase, solitamente 62 °C. Durante questa parte del processo, una minima quantità di aria viene insufflata nel reattore ad intervalli variabili: la cadenza e la durata degli intervalli è decisa dal programma di automazione del BioDryer sulla base dei valori assunti da determinate variabili di esercizio monitorate.

6.1.3.2 Seconda fase - Essiccazione biologica

Una volta raggiunto il valore di temperatura di 62 °C, ha inizio l'effettivo ciclo di essiccazione biologica.

Durante questa fase l'aria viene insufflata ad intermittenza nell'essiccatore, con l'obiettivo di rimuovere quanta più acqua possibile, mantenendo il più possibile costante la temperatura del fango, sfruttando il calore prodotto dai batteri presenti nel fango stesso. Data la natura variabile del fango, questo delicato bilanciamento tra quantità di acqua rimossa e temperatura del fango viene regolato in tempo reale da un software installato sul sistema di automazione della macchina. Per ogni ciclo viene quindi elaborata la miglior combinazione per arrivare a massimizzare l'efficienza di questa specifica fase in modo da minimizzare il calore necessario da fonte esterna. Inoltre, lo stesso software, analizzando la correlazione tra durata del processo, evaporazione oraria, temperatura e calore prodotto dalla respirazione batterica, decide quando terminare questa specifica fase di essiccazione.

L'umidità e il contenuto di sostanza degradabile nel fango hanno un ruolo prevalente sullo svolgimento del processo. Considerando quindi le numerose variabili che influenzano il processo biologico, la durata di questa fase può variare, di volta in volta, in un intervallo generalmente compreso tra 20 e 30 ore.

6.1.3.3 Terza fase - Essiccazione termica

Una volta terminata la fase di essiccazione biologica, si avvia il processo di essiccazione tradizionale mediante insufflazione di aria a bassa umidità riscaldata sfruttando il calore prodotto da una caldaia a metano.

Diversamente dalle fasi precedenti, la portata di aria insufflata è costante durante tutto il processo ed è regolata in base alla quantità di fanghi presenti nel reattore.

Il ciclo termina una volta raggiunto il peso finale richiesto, rilevato mediante 4 celle di carico poste sotto l'intelaiatura della macchina.

6.1.4 Scarico e accumulo del fango essiccato

Una volta raggiunti i valori obiettivo di processo, termina il processo di essiccazione e comincia la fase di scarico, durante la quale la macchina ruota fino a portarsi in posizione di scarico con le bocchette, precedentemente utilizzate per l'alimentazione, rivolte verso il basso. Lo scarico avviene attraverso una sola delle bocchette. Il trasporto del fango verso la bocchetta di scarico è ottenuto come effetto delle rotazioni della macchina stessa, favorito dalla presenza di pale fisse nella camera di essiccazione. Il fango essiccato viene quindi scaricato attraverso la bocchetta di scarico su un trasportatore a catena (redler). Quest'ultimo è posizionato trasversalmente ai dryer in modo da poter raccogliere il fango dalla bocchetta di scarico di ciascun dryer. Il processo prevede che solo una macchina per volta può trovarsi in fase di scarico onde evitare problemi di intasamento del trasportatore a catena predisposto per lo scarico.

La quantità di fango da scaricare può essere decisa in automatico dal programma di automazione o impostata manualmente da un operatore, a seconda delle necessità.

Una volta raggiunto il peso finale previsto, si arresta la fase di scarico e la macchina si rende disponibile per un nuovo ciclo di carico.

Al termine della corsa del trasportatore a catena, il fango viene caricato in un cassone dotato di sistema di copertura telonato. La posizione del cassone sarà definita in maniera da agevolare le manovre di carico/scarico mediante automezzi nonché consentire l'accesso alle apparecchiature a corredo (caldaie, compressori aria, quadro elettrico).

Per ogni singola macchina è prevista una produzione massima di fango essiccato pari a 1750 kg/d scaricati in 40 minuti.

Nel caso specifico il trattamento di essiccazione è tale da generare un fango con contenuto di secco mediamente del 70%. Di conseguenza, considerando il quantitativo totale in ingresso proveniente dagli otto impianti (1936 t/y – scenario futuro), il flusso medio di fango essiccato prodotto sarà pari a 608 t/y ovvero mediamente 2,34 t/d.

6.1.4.1 Destino del fango

Il fango essiccato prodotto andrà gestito come rifiuto speciale con diverse possibilità di utilizzo quali combustibile in impianti di termovalorizzazione, materia prima per cementifici, recupero in agricoltura oppure ricorrendo allo smaltimento in discarica.

Nel caso specifico, il fango essiccato prodotto potrà essere "recuperato" tramite spandimento in agricoltura o eventualmente trattato in operazioni di compostaggio. A tale scopo sarà necessario,

a cura del gestore, individuare aziende interessate al ritiro del fango essiccato sulla base delle caratteristiche tipiche del fango prodotto con la tecnologia BioDryer.

In Figura 9 sono riportati i dati di analisi condotte sui fanghi essiccati prodotti e trattati presso il depuratore ubicato nella Silicon Valley a Redwood City, California (USA) con indicazione dei parametri di riferimento per il fango prodotto con la tecnologia BioDryer (Biosolids Class A).

	Biosolids Class B	Biosolids Class A	Biochar	Method
Moisture	78.1 %	22.1 %	2 %	ASTM D1762-84 (105c)
Bulk Density	0.65 kg/dm ³	0.7 kg/dm ³	0.8 kg/dm ³	
Carbon (dry basis)	36.3 %	36.3 %	28.6 %	Dry Combust-ASTM D 4373
Hydrogen/Carbon (H:C)	-	1.58 Molar ratio	0.48 Molar ratio	Dry combustion/C(above)
Total Ash (dry basis)	28.8 %	28.8 %	64.3 %	ASTM D-1762-84
Total N (dry basis)	42767 mg/kg	42767 mg/kg	23976 mg/kg	Dry Combustion
Total P (dry basis)	17050 mg/kg	17050 mg/kg	43042 mg/kg	EPA3050B/EPA 6010
pH value	7.54	7.75	8.42	4.11USCC:dil. Rajkovich
Electrical Conductivity	-	3.460 dS/m	1.396 dS/m	4.10USCC:dil. Rajkovich
Carbonates (as-CaCO ₃)	-	1.7 %CaCO ₃	1.5 %CaCO ₃	ASTM D 4373
Salmonella (MPN/4 g TS)	1.4	0.3	ND	EPA 1682
Coliform (MPN/1 g TS)	8.9e3	2.0e3	ND	EPA 1681
Enteric Virus (pfu/4 g TS)	<1.0	<1.0	ND	ASTM D 4994-89
Helminth Ova (Ova /4 g TS)	<1.0	<1.0	ND	EPA 625/R92/013

All units mg/kg dry	Biosolids (A & B)	Biochar	Transformation Factor	EPA Limit
Arsenic	3.1	3.1	1	75
Cadmium	1.5	2.13	1.42	85
Chromium	30.4	62.4	2.05	-
Cobalt	3.01	6.2	2.05	-
Copper	329	624	1.95	4,300
Lead	18.2	39.8	2.18	840
Molybdenum	14.7	20.4	1.39	75
Mercury	0.017	ND	0	57
Nickel	21.5	51.4	2.39	420
Selenium	5.9	7.8	1.32	100
Zinc	969	2,027	2.09	7,500
Boron	18.1	40.5	2.23	-
Chlorine	3,473	1,887	0.54	-
Sodium	1,168	2,801	2.40	-
Iron	17,220	42,487	2.47	-
Manganese	283	753	2.66	-

Figura 9: Parametri analizzati su fango disidratato (Class B), fango essiccato (Class A) e biochar

Si evidenzia che il fango essiccato, come prodotto in USA, non soddisfa i requisiti per i cementifici a causa di un tenore di umidità superiore a quello richiesto, mentre risultano soddisfatti i valori di riferimento dei parametri previsti per l'impiego in agricoltura.

Si evidenzia inoltre che è stata ipotizzata una capacità di 10-12 tonnellate per il cassone previsto per lo stoccaggio del fango essiccato, garantendo di conseguenza un tempo di accumulo tale da garantire circa uno svuotamento del cassone settimanale nello scenario di funzionamento dell'impianto a pieno carico.

6.1.5 Opere di accesso ai dryer

Ciascun dryer è dotato di scale e passerelle, in alluminio anodizzato, per l'accesso in sicurezza alle parti di impianto da sottoporre a ispezione e/o manutenzione ordinaria.

In particolare, su ciascun dryer è presente una passerella per l'ispezione delle coclee di carico, fornita con i dryer stessi, e delle relative serrande in corrispondenza delle bocchette di carico dei dryer. Tali passerelle saranno utilizzabili anche per l'ispezione di ciascuno dei cinque punti di scarico del fango disidratato e per le operazioni necessarie sui punti di manutenzione.

Le scale di accesso saranno di tipo verticale con sviluppo da quota 0 a quota 3700 mm e saranno complete di gabbia di sicurezza e cancelletto di sicurezza (secondo requisiti normativa UNI EN 14122).

Ogni dryer è provvisto di protezioni a bordo macchina pertanto non sono necessarie fasce di rispetto intorno alle macchine. Inoltre, il corpo ruotante è protetto da apposita rete in acciaio come mostrato nella figura sottostante.



Figura 10: Protezione con rete in acciaio

7 INTERVENTI ACCESSORI PER L'INSERIMENTO DEI DRYER

Nel presente capitolo vengono dettagliati gli interventi accessori per l'inserimento dei due BioDryer all'interno dell'impianto di progetto. Si sottolinea come già anticipato che il presente appalto prevede l'installazione di una sola utenza, ma l'impianto viene predisposto per la sua massima potenzialità.

7.1 CONFERIMENTO E STOCCAGGIO DEL FANGO DISIDRATATO

Tutti i fanghi civili disidratati al 22%SS in ingresso impianto saranno sottoposti ad operazioni di pesatura, di controllo della regolarità della documentazione di accompagnamento e di registrazione del movimento presso il Servizio Accettazione, nel rispetto delle specifiche procedure che verranno formalizzate nel sistema di gestione ambientale (SGA).

Una volta terminato il controllo di pesatura i mezzi, alla massima potenzialità di progetto, scaricano i fanghi in n.2 bunker interrati con estrattore a fondo mobile. I bunker saranno chiusi in sommità, ma si prevede anche una tettoia.

Si sottolinea che il presente progetto prevede l'installazione di un solo bunker, ma di seguito si descriver il funzionamento dell'impianto a pieno regime.

Ciascun bunker è caratterizzato da un volume utile di 30 m³, per un totale di 60 m³. Il volume è stato cautelativamente determinato considerando da un lato la possibilità di avere in ingresso fino a n.2 camion nella stessa giornata, data la diversa provenienza, e dall'altro la necessità di accumulare i fanghi durante i cicli di trattamento dei Biodryer: ciascuna macchina ha infatti un ciclo di trattamento variabile da 2 a 3 giorni a seconda delle caratteristiche del fango in ingresso e una capacità massima di 8 t/d. Il volume consentirà inoltre di accumulare i fanghi anche in caso di guasto improvviso di uno dei due biodryer. In caso invece di fuori servizio prolungato sarà cura di Consac non destinare i fanghi disidratati all'impianto "hub" di essiccamento, ma portarli ad altro destino.

I bunker sono dotati internamente di coclea di estrazione con portata variabile tra 2 m³/h e 10 m³/h, che in fase gestionale sarà settata a 6 m³/h in modo da essere compatibile con il sistema di caricamento interno di ciascun Biodryer, evitando così impaccamenti e intasamenti dei fanghi nel sistema di trasporto a coclee dai bunker ai biodryer descritto nel paragrafo seguente. Inoltre la bocca di scarico è attrezzata con saracinesca di intercettazione a comando oleodinamico a doppio effetto.

Si è scelto di inserire n.2 volumi in modo da garantire, nello scenario dell'impianto a pieno regime, il servizio di scarico fanghi e successivo caricamento degli essiccatori anche in caso di fuori servizio per manutenzione di una delle due forniture.

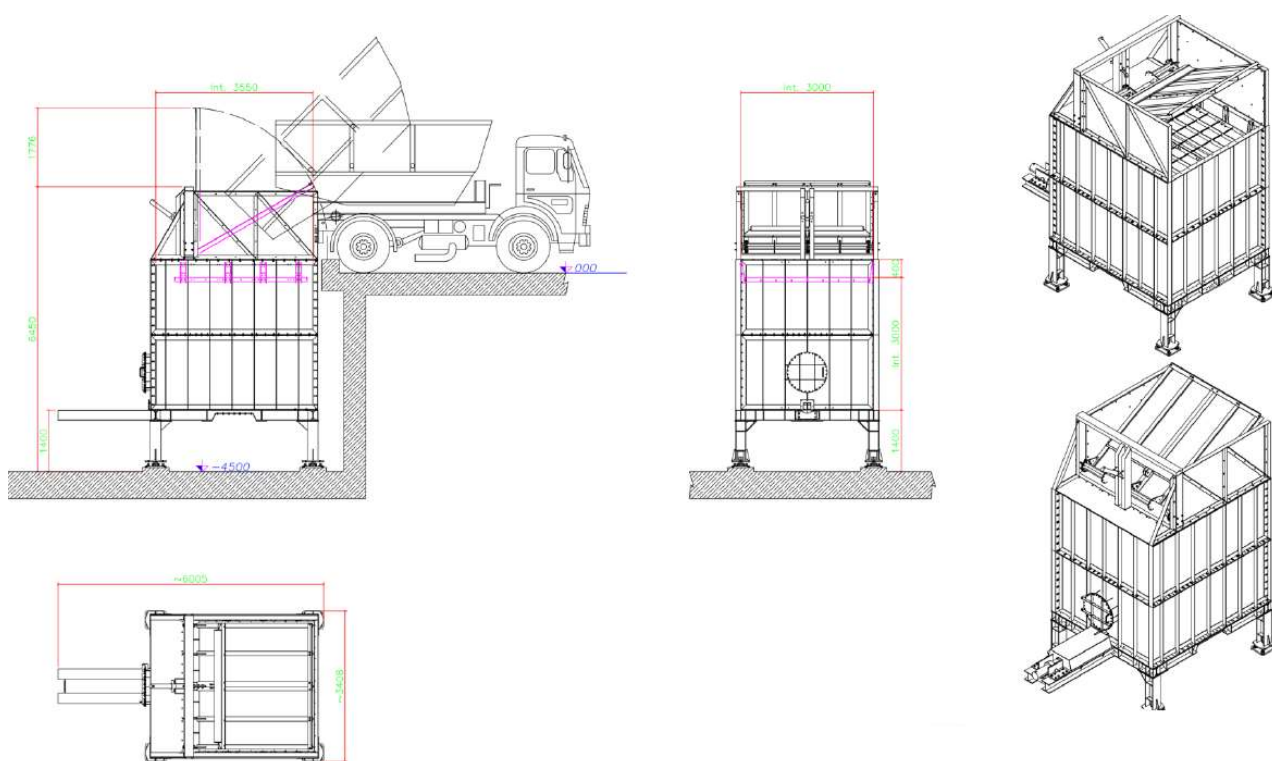


Figura 11: Disegno del sistema bunker di scarico e stoccaggio fanghi disidratati

7.2 SISTEMA DI TRASPORTO DEL FANGO

Da ciascun bunker i fanghi cadono all'interno di una pompa monovite tramoggiata, idonea al pompaggio dei fanghi disidratati, che li porta in quota e li scarica direttamente nella coclea di caricamento degli essiccatori equipaggiata per lo scarico verso i BioDryers.

Si sottolinea che il presente progetto prevede l'installazione di una sola pompa, essendo previsto un solo bunker.

Per disgregare i fanghi pompati, rendendoli il più possibile omogenei, si prevede un sistema rompigrumi sulla bocca di carico della coclea.

La coclea è dimensionata per garantire un flusso massimo di 6 mc/h di fango disidratato, coincidente con la massima portata trasportabile dalla coclea di caricamento del singolo Biodryer.

Tutte le coclee saranno del tipo senza albero interno, in quanto particolarmente adatte per il trasporto di materiali quali i fanghi disidratati, con fondo rivestito in polietilene ad alta densità, ad usura ridotta e facilmente sostituibile. La coclea interna a fascia larga viene ottenuta da un piatto con procedimento di formatura meccanica a freddo in continuo, utilizzando un unico spezzone; questa particolare lavorazione permette di evitare la presenza di saldature, tra la fascia esterna ed interna della coclea, soggette ad usura nel tempo e a possibili rotture, rendendo di conseguenza la

coclea interna più resistente e priva di punti critici. La coclea interna può essere a passo fisso oppure o a passo variabile in modo costante, caratteristica ottenuta nel processo di formatura meccanico aumentando in modo progressivo il passo della coclea, in modo da garantire un trasporto omogeneo del materiale con la graduale riduzione del riempimento interno della coclea. Questa particolare caratteristica permette di migliorarne il trasporto del fango, aumentando il rendimento soprattutto nelle applicazioni con inclinazioni superiori ai 15° e permette altresì di migliorare la discesa del fango dalla bocca di scarico evitando intasamenti.

L'intero sistema di coclee sarà completamente chiuso in modo da evitare fuoriuscite di materiale. Inoltre, i coperchi saranno dotati di guarnizione onde evitare la fuoriuscita di odori e l'esposizione agli agenti atmosferici.

I materiali impiegati garantiranno elevata durabilità in modo da minimizzare gli interventi di manutenzione straordinaria ed elevata affidabilità in relazione alla tipologia di materiale da trasportare (fango disidratato), evitando quindi fenomeni di occlusione o blocco garantendo la massima continuità del processo di essiccamento.

7.3 GESTIONE DEI FLUSSI IN INGRESSO AI BIODRYER

Come chiarito in precedenza nello scenario di progetto a 2000 t/y, il fango disidratato conferito direttamente in impianto viene scaricato in bunker caratterizzati da un volume tale da sopperire ad eventuali fermi impianto e ai tempi di ciclo degli essiccatori. Pertanto, in casi di emergenza, ad es. impossibilità di alimentare il comparto di essiccazione, viene interrotta l'estrazione di fanghi dai bunker. In caso invece di fuori servizio prolungato sarà cura di Consac non destinare i fanghi disidratati all'impianto "hub" di essiccamento, ma portarli ad altro destino.

Un aspetto da considerare è relativo ai giorni di conferimento dei fanghi all'impianto "hub" che avverrà unicamente dal lunedì al venerdì: durante i fine settimana si registrerà quindi un azzeramento del fango disidratato conferito in impianto. In questo caso si gestiranno le fasi di lavoro in modo da caricare il più possibile i dryer durante il venerdì. Quindi il processo di essiccamento andrà avanti il sabato e la domenica e i dryer risulteranno disponibili il lunedì mattina per avviare un nuovo ciclo di carico. Il comparto di essiccazione è completamente automatizzato e indipendente per il suo funzionamento.

7.4 CALDAIA AUSILIARIA

Come descritto in precedenza, a seconda delle fasi del processo di essiccazione il calore necessario può essere autoprodotta o prodotta da una caldaia ausiliaria collegata con un circuito di acqua calda. Quest'ultima cede calore all'aria di processo all'interno di uno scambiatore a piastre installato in prossimità del singolo dryer.

La centrale termica sarà fornita in un modulo prefabbricato in struttura di contenimento da esterno, posizionabile a cielo aperto in conformità alla Norme di Prevenzione Incendi (D.M. 08-11-19), contenente, oltre alla caldaia, un accumulo inerziale da 1000 L che consente di ottimizzare il funzionamento della caldaia in ragione della richiesta discontinua di calore dai dryer, pompa primaria, pompa secondaria e relative apparecchiature, valvolame e piping di servizio per l'impianto di riscaldamento.

Il sito di progetto non è servito dalla rete del gas naturale, per cui si prevede una caldaia alimentata a GPL. Il GPL sarà stoccato in apposito serbatoio di nuova installazione, progettato conformemente alle norme UNI 10682:2022 "Centrali di GPL per reti di distribuzione - Progettazione, costruzione, installazione, collaudo ed esercizio" e al DM 4 marzo 2014 "Regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 m³".

Non è stato possibile individuare dei combustibili alternativi a causa dell'elevata potenza termica richiesta dai dryer e delle alte temperature, intorno agli 85°C.

La caldaia viene dimensionata considerando la potenzialità futura, in modo da essere idonea già al funzionamento di n.2 Biodryer.

Tabella 10: Caratteristiche della caldaia principale e dell'accumulo di acqua calda

Parametro	Unità di misura	Valore
Potenza termica nominale con n.2 Biodryer	kW	230
Rendimento termico caldaia	%	98,2
Consumo gas Propano (G31) PCI = 24.4 kWh/m ³	mc/h	3,6-11,6
Pressione di esercizio (gas propano)	mbar	37-57
Volume accumulo acqua calda	litri	circa 1000

7.4.1 Dimensionamento serbatoio GPL

Il dimensionamento del serbatoio GPL è stato eseguito considerando i seguenti elementi:

- Potenza termica della caldaia al netto del rendimento;
- Caratteristiche intrinseche del gas propano per alimentare la caldaia, sia per la fase liquida che gassosa;
- Consumo termico medio specifico degli essiccatori per tonnellata di rifiuto trattato.

Nella Tabella 11 si riportano i risultati del dimensionamento del serbatoio considerando lo scenario futuro con n.2 Biodryer. In funzione dei requisiti da rispettare, quali portata massima estraibile

consecutivamente e energia termica media, si prevede l'installazione di un serbatoio da 5 m³ completo di tutti gli accessori di sicurezza, come meglio descritto in seguito, e di vaporizzatore.

Tabella 11: Risultati del dimensionamento del serbatoio GPL

Parametro	Unità di misura	Valore
<i>Caratteristiche caldaia</i>		
Potenza termica caldaia	kW	230
Rendimento caldaia	%	98,2
Potenza termica caldaia al netto del rendimento (Potenza termica associata al gas)	kW	234,2
<i>Caratteristiche gas propano</i>		
Densità GPL gas	kg/mc	1,90
Densità GPL liquido	kg/l	0,51
PCI propano a 15°C e 1013 mbar (G31) - gas	MJ/mc	88
	kWh/mc	24,4
	kWh/kg	12,9
<i>Fanghi da essiccare</i>		
Q.tà fango da essiccare annuo	t/y	1936,086
Giorni di conferimento all'anno	d/y	260
Giorni di conferimento a settimana	d/w	5,0
Q.tà fango da essiccare giornalmente	t/d	7,4
Q.tà fango da essiccare settimanalmente	t/w	37,2
<i>Serbatoio GPL</i>		
Consumo termico medio per tonnellata*	kWh/t	312
Consumo termico medio settimanale	kWh/w	11617
Consumo propano richiesto settimanalmente	mc/w	475,2
	kg/w	902,3
Volume minimo del serbatoio con autonomia settimanale	l	1769,3
	mc	1,8
Portata massima del serbatoio	kg/h	18,2
	mc/h	9,6
Portata media del serbatoio	kg/h	7,5
	mc/h	4,0
Energia termica media giornaliera del serbatoio	kWh/d	2323,3
	kcal/d	1999018,9
Volume del serbatoio di progetto	l	5000
	mc	5

*Valore fornito dal fornitore dei Biodryer

Il serbatoio sarà installato completamente fuori terra all'interno del sedime dell'impianto secondo le distanze di sicurezza previste dal DM 4 marzo 2014, recintato con rete metallica alta almeno 1,8m dotata di porta apribile verso l'esterno. Il serbatoio, oltre agli accessori prescritti per le attrezzature a pressione, sarà dotato dei seguenti accessori:

- Sottovalvola che consenta di sostituire la valvola di sicurezza o limitatrice di sovrappressione senza richiedere lo svuotamento del serbatoio;
- organi per la rimozione della fase liquida in caso di dismissione, manutenzione o emergenza;
- attacco per la pinza di collegamento equipotenziale con l'autocistema durante il riempimento.

Inoltre per garantire la fornitura della portata massima alla caldaia anche fino a 24 h/d, secondo la richiesta termica dei dryer, si prevede l'installazione di un vaporizzatore in prossimità del serbatoio stesso atto a velocizzare il passaggio liquido-gas e di una valvola regolatrice di pressione per regolare la pressione al valore di utilizzo.

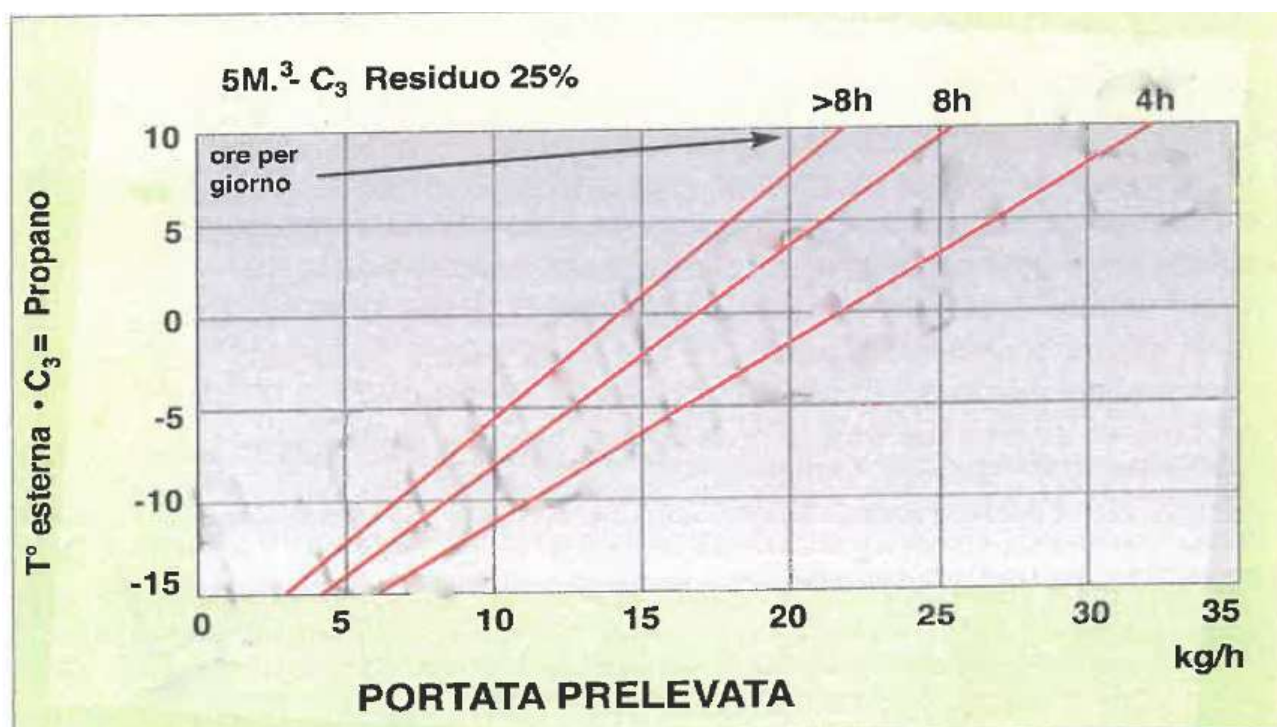


Figura 12: Grafico portata estratta dal serbatoio in funzione della temperatura

Nell'immagine seguente si riporta un'immagine identificativa degli accessori di cui il serbatoio è dotato.

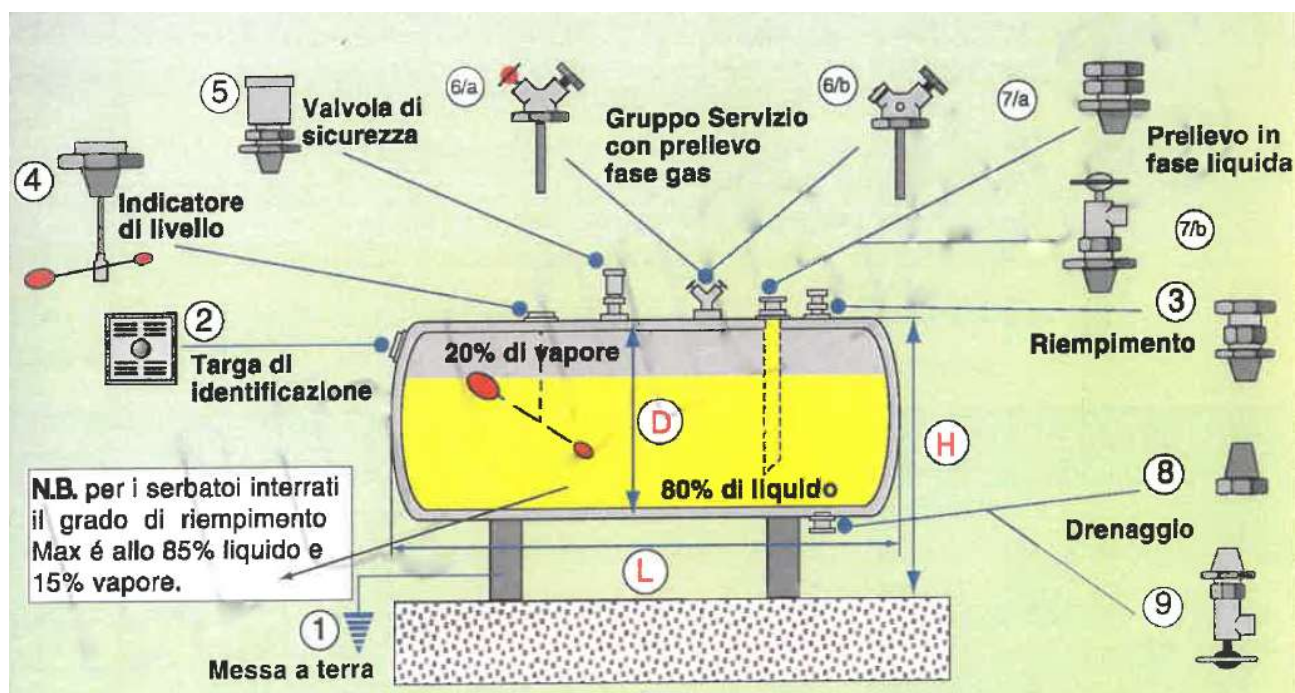


Figura 13: Schema tipico di un serbatoio GPL orizzontale con accessori

7.5 RETI DI SERVIZIO

Il funzionamento del sistema di essiccazione richiede l'allacciamento ad alcune reti di servizio. Le reti vengono dimensionate considerando lo scenario futuro, in modo da essere già idonee al funzionamento di n.2 Biodryer.

In particolare, è previsto l'utilizzo di:

- **acqua di rete (acqua tecnica/potabile):** il sistema di essiccazione viene sottoposto ad un periodico lavaggio (circa 3/settimana) di durata pari a 10 minuti. Ogni dryer ha un attacco diretto alla linea di rete dell'acqua depurata esistente ed il lavaggio è effettuato su una macchina per volta. Non è necessario un accumulo in quanto l'eventuale mancanza di acqua non genera una sospensione del processo di essiccazione: in tale caso il lavaggio viene rinviato e compare un allarme sul sistema di controllo finché l'operazione non viene effettuata. Il consumo è di circa 75 L/min a 3 bar.

L'acqua per il lavaggio sarà prelevata dalla rete acquedottistica esistente presente in prossimità dell'area di intervento. Pertanto, gli interventi si limiteranno alla realizzazione di una rete interna all'impianto di acqua potabile e alla connessione del circuito di lavaggio dei dryer;

- **acqua di rete (acqua potabile):** il circuito della caldaia ausiliaria sarà riempito con acqua potabile.

Come per l'acqua per il lavaggio delle macchine, anche questo contributo sarà prelevato dalla rete acquedottistica esistente;

- GPL:** nelle fasi in cui il processo di essiccamento procede per via fisica, si impiega aria calda a bassa umidità come fluido vettore per l'allontanamento dell'umidità contenuta nel fango. Il GPL è quindi impiegato per alimentare una caldaia ausiliaria collegata con un circuito di acqua calda per il riscaldamento dell'aria di processo all'interno di uno scambiatore, non essendo presenti in zona metanodotti. Il consumo di gas viene minimizzato sia recuperando i cascami termici sia massimizzando la produzione di calore naturale per via biologica.

L'intervento prevede la realizzazione di un serbatoio di stoccaggio del GPL e la realizzazione del rispettivo piping;
- aria compressa:** la sezione di essiccazione è dotata di diverse utenze ad azionamento pneumatico (es. bocchette di alimentazione, valvole di intercettazione sulla linea dell'aria di processo). L'aria compressa a 8 bar prodotta da un compressore a pistoncini è utilizzata per alimentare le reti dedicate ai singoli dryer: il sistema è dotato di una logica che consente di smistare l'aria alla singola sottorete quando necessario, evitando concomitanze. La portata massima di aria compressa è quella sufficiente ad attivare contestualmente le 5 bocchette di carico di un dryer, per un valore di 200 L/min. È prevista l'installazione di n. 1 compressore;
- acque di scarico:** le fasi di lavaggio settimanale dei dryer e la formazione di condensa all'interno del sistema generano la fuoriuscita di quantità contenute di acque di scarico, per un valore di 8,5 L/min, che vengono convogliate verso una nuova rete di drenaggio interna realizzata con tubazioni in PVC conformi alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN 8 SDR34 per fognature con funzionamento a pelo libero, recapitante poi in una vasca di accumulo interrata in c.a., da cui un'autobotte preleverà i reflui e li porterà ad uno degli impianti di depurazione gestiti da Consac. Tale flusso, derivante dal trattamento di essiccazione biologico dei fanghi da depurazione civile viene classificato con codice C.E.R. 19.08.05 – stato fisico liquido.

In Tabella 10 è riportato un quadro di sintesi delle reti a servizio del funzionamento dei dryer che include i parametri caratteristici e i consumi stimati dal fornitore.

Tabella 12: Valori di riferimento per le reti associate al comparto di essiccazione

Tipologia di rete di servizio	u.d.m.	Valore di riferimento Essiccazione
Acqua di rete (tecnica)	bar	3
	L/min	75
GPL	mbar	37-57
	mc/h	3,6-11,6
Aria compressa	bar	8
	l/min	400

L'acqua di rete tecnica dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Solidi Sospesi <100 mg/l
- BOD/COD <0,05g/l e <0,1g/l
- PH >6,5 e <8
- Temperatura >0 e <20
- Durezza <10dH
- Conduttività <2500 μ S/cm at 20°C
- Contenuto Fe <0,2 mg/l

Inoltre è prevista la realizzazione di una rete interna per le **acque meteoriche** raccolte nei piazzali asfaltati e sui tetti, con nuovo scarico nel canale irriguo in prossimità del lato sud-ovest dell'impianto. A tutela delle acque del canale si prevede la separazione delle acque di prima pioggia dalla seconda pioggia. Le acque di prima pioggia, per definizione sono "*quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche*" (art.45 delle NTA del PTA della regione Campania) e per tale motivo possono ritenersi potenzialmente inquinate. Si prevede quindi l'installazione di una vasca di accumulo e pretrattamento della prima pioggia, come meglio descritto in seguito, e lo scarico della seconda pioggia e della prima pioggia pretrattata nel canale.

Nei paragrafi seguenti si riporta il dimensionamento effettuato per la rete di drenaggio e per la rete di raccolta delle acque meteoriche.

7.5.1 Rete interna di drenaggio

Le acque di scarico provenienti dai trattamenti e dal servizio igienico del locale uffici verranno convogliate, tramite un sistema fognario costituito da tubazioni in PVC De 110 conformi alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN 8 SDR34 per fognature con funzionamento a pelo libero, ad una vasca di accumulo interrata in c.a., da cui un'autobotte preleverà i reflui e li porterà ad uno degli impianti di depurazione gestiti da Consac. Tale flusso, derivante principalmente dal trattamento di essiccazione biologico dei fanghi da depurazione civile viene classificato con codice C.E.R. 19.08.05 – stato fisico liquido

Tale rete raccoglierà i seguenti scarichi:

- Scarichi dei biodryer;
- Scarichi della caldaia;
- Scarichi dello scrubber e del biofiltro;
- Scarichi dei bagni;

- Eventuali spandimenti in prossimità dello stoccaggio reagenti;
- Eventuali spandimenti in prossimità del container dei fanghi essiccati e del caricamento dei biodryer.

L'articolazione delle caditoie e della rete di drenaggio prevista è rappresentata nell'elaborato *D-T-310-A-20 Planimetria reti interrato*.

Il volume di accumulo degli scarichi è stato dimensionato a favore di sicurezza considerando la produzione continuativa di questi scarichi, secondo i valori riportati in Tabella 13, e una periodicità di svuotamento da parte dell'autobotte settimanale (considerando che l'impianto riceve fanghi 5 d/w). Il dimensionamento della vasca è invece riportato in Tabella 14.

Tabella 13: Contributi delle acque di scarico

Parametro	Valore	u.d.m.
<i>DA BAGNI</i>		
Addetti	1	AE
D	250	L/AE/d
α	1	-
Qscarico	0,25	m ³ /d
	0,036	m ³ /h
<i>DA BIODRYER</i>		
Qbiodryer	8,5	L/min
N Biodryer	2	-
Qtot_biodryer	17	L/min
	1,02	m ³ /h
	24,48	m ³ /d
<i>DA CALDAIA</i>		
Qscarico	22	L/h
	0,022	m ³ /h
	0,528	m ³ /d
<i>DA BIOFILTRO E SCRUBBER</i>		
Qscarico	0,055	m ³ /h
	1,32	m ³ /d
TOTALE		
Qscarico	1,133	m ³ /h
	26,578	m ³ /d

Tabella 14: Risultati del dimensionamento del volume di accumulo degli scarichi

Parametro	Valore	u.d.m.
<i>Dati di progetto</i>		
Qscarico	1,133	m ³ /h
	26,578	m ³ /d
Giorni di accumulo	5	d/w
<i>Risultati</i>		
Volume minimo di accumulo settimanale	133	m ³
Volume utile di progetto	140	m³
Larghezza	6	m
Lunghezza	6,2	m
Altezza utile	3,8	m
Franco	0,75	m
Profondità vasca	4,5	m

7.5.2 Rete interna di raccolta delle acque meteoriche

Nei paragrafi seguenti si riporta la metodologia di calcolo seguita per la determinazione della portata di pioggia critica e il dimensionamento dei sistemi di raccolta e trattamento della prima pioggia.

7.5.2.1 Metodologia di calcolo della massima portata di pioggia

La valutazione della massima portata di pioggia è stata effettuata mediante la metodologia proposta su scala nazionale dal progetto VAPI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), che per la regione Campania è riportata al capitolo 7 del rapporto CNR-GNDCI "Linea 1 – Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia".

In base a tale metodologia, la massima portata di piena istantanea Q_T corrispondente al prefissato periodo di ritorno T, può essere valutata come:

$$Q_T = K_T \mu(Q)$$

Dove:

- $\mu(Q)$ è il valor medio della distribuzione di probabilità dei massimi annuali della portata al colmo di piena;
- K_T è il cosiddetto fattore probabilistico di crescita delle portate che dipende solo dal periodo di ritorno.

Per la regione Campania i valori del coefficiente K_T per i diversi tempi di ritorno sono quelli riportati in Tabella 15. Per il seguente progetto è stato scelto un tempo di ritorno di 25 anni.

Tabella 15: Valori del coefficiente probabilistico di crescita proposti dal progetto VAPI per i diversi tempi di ritorno

T [anni]	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T	0,87	1,29	1,63	2,03	2,17	2,47	2,61	3,07	3,53	4,15	4,52

Il valore medio $\mu(Q)$ può essere valutato mediante diverse metodologie: alcune basate su formule in cui tale valore è correlato all'area del bacino, altre, quali la formula razionale e il modello geomorfoclimatico, in cui il valore medio viene stimato indirettamente mediante la trasformazione delle precipitazioni tenendo conto dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva, ecc.).

Per il caso in esame è stato considerato il modello geomorfoclimatico, in cui il valore della portata media è espresso dalla seguente equazione:

$$\mu(Q) = \frac{[C^* K_A \mu(d) A]}{3,6}$$

Dove:

- C^* è il cosiddetto "coefficiente di piena";
- K_A è il cosiddetto fattore di riduzione areale (ARF areal reduction factor) delle precipitazioni, funzione della durata della precipitazione stessa e dell'estensione del bacino;
- $\mu(d)$ è la media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia di durata pari alla durata critica espressa in mm/ora (nel caso in esame la durata critica è stata assunta pari al tempo di ritardo t_r);
- A è la superficie del bacino espressa in km²;

C^* può essere scritto come:

$$C^* = C_f q$$

Con

- C_f coefficiente di afflusso che tiene conto dell'effetto di infiltrazione;
- q coefficiente di attenuazione del colmo di piena.

Il coefficiente di afflusso in accordo con la procedura VAPI è stimato in base alla relazione

$$C_f = C_{f1} \left(1 - \frac{A_{imp}}{A}\right) + C_{f2} \left(\frac{A_{imp}}{A}\right)$$

Con A_{imp} superficie impermeabile del bacino, $C_{f1} = 0,13$ e $C_{f2} = 0,60$.

Per il caso in esame la superficie complessiva dell'impianto è pari a 0,00342 km² (3420 m²), di cui impermeabile 0,002015 km² (1940 m² - superficie asfaltata, tettoie e platee in c.a., escluso il biofiltro).

Il coefficiente q è valutabile generalmente in base all'espressione

$$q = \begin{cases} 0,60 \text{ se } 0,25 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r}{1 + \frac{t_r}{d}} \leq 0,45 \\ 0,65 \text{ se } 0,45 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r}{1 + \frac{t_r}{d}} \leq 0,65 \end{cases}$$

Per valori di n' superiori a 0,65 si può fare riferimento alla tabella seguente.

Tabella 16: Valori del coefficiente di attenuazione corretto in funzione dell'esponente n' (tratta dal Rapporto Valutazioni delle Piene in Campania, Rossi e Villani, 1994)

n'	q	n'	q	n'	q	n'	q
0.10	0.6079	0.28	0.5988	0.46	0.6327	0.64	0.7009
0.11	0.6056	0.29	0.5997	0.47	0.6356	0.65	0.7058
0.12	0.6036	0.30	0.6008	0.48	0.6385	0.66	0.7108
0.13	0.6019	0.31	0.6020	0.49	0.6416	0.67	0.7159
0.14	0.6005	0.32	0.6033	0.50	0.6447	0.68	0.7212
0.15	0.5992	0.33	0.6047	0.51	0.6480	0.69	0.7267
0.16	0.5982	0.34	0.6065	0.52	0.6514	0.70	0.7322
0.17	0.5974	0.35	0.6078	0.53	0.6549	0.71	0.7380
0.18	0.5967	0.36	0.6096	0.54	0.6585	0.72	0.7438
0.19	0.5962	0.37	0.6114	0.55	0.6626	0.73	0.7498
0.20	0.5959	0.38	0.6133	0.56	0.6661	0.74	0.7560
0.21	0.5958	0.39	0.6154	0.57	0.6701	0.75	0.7623
0.22	0.5958	0.40	0.6175	0.58	0.6741	0.76	0.7688
0.23	0.5960	0.41	0.6198	0.59	0.6783	0.77	0.7754
0.24	0.5963	0.42	0.6222	0.60	0.6826	0.78	0.7822
0.25	0.5967	0.43	0.6246	0.61	0.6870	0.79	0.7893
0.26	0.5973	0.44	0.6276	0.62	0.6915	0.80	0.7964
0.27	0.5979	0.45	0.6299	0.63	0.6961		

Il fattore di riduzione areale K_A tiene conto dell'estensione spaziale della precipitazione ed è dipendente solo dall'area del bacino:

$$K_A = 1 - [(1 - \exp(-c_1 A)) \exp(-c_2 d^{c_3})]$$

Dove $c_1 = 0,0021$, $c_2 = 0,53$ e $c_3 = 0,25$ e d è la durata della precipitazione, pari alla durata critica. Per il caso in esame, considerata l'estensione limitata dell'area del bacino in oggetto, il fattore di riduzione areale risulta pari a 1.

$\mu(d)$ viene valutata mediante la legge di possibilità pluviometrica che per la Campania assume un'espressione a 3 parametri del tipo:

$$\mu(d) = \frac{\mu_0}{(1 + \frac{d}{d_c})^\beta}$$

Dove

- μ_0 è il valore medio della precipitazione massima annuale istantanea, espresso in mm/ora;
- d è la durata della pioggia critica espressa in ore;
- d_c è un parametro della legge espresso in ore;

- β è un parametro della legge che ha l'espressione $\beta = C - DZ$ in cui C e D sono due coefficienti numerici, mentre Z è la quota del punto dove si vuole stimare la precipitazione espressa in m s.l.m. Nel caso in esame è pari a 20 m s.l.m.

Tali parametri sono costanti all'interno di singole aree pluviometriche omogenee, e variano nel passare dall'una all'altra. Per identificare in quale area omogenea rientra il bacino in studio, si può fare riferimento alla corografia della regione Campania del progetto VAPI riportata in Figura 14, mentre i valori dei coefficienti sono forniti in Tabella 17. In particolare il sito in esame rientra nell'area omogenea 1.

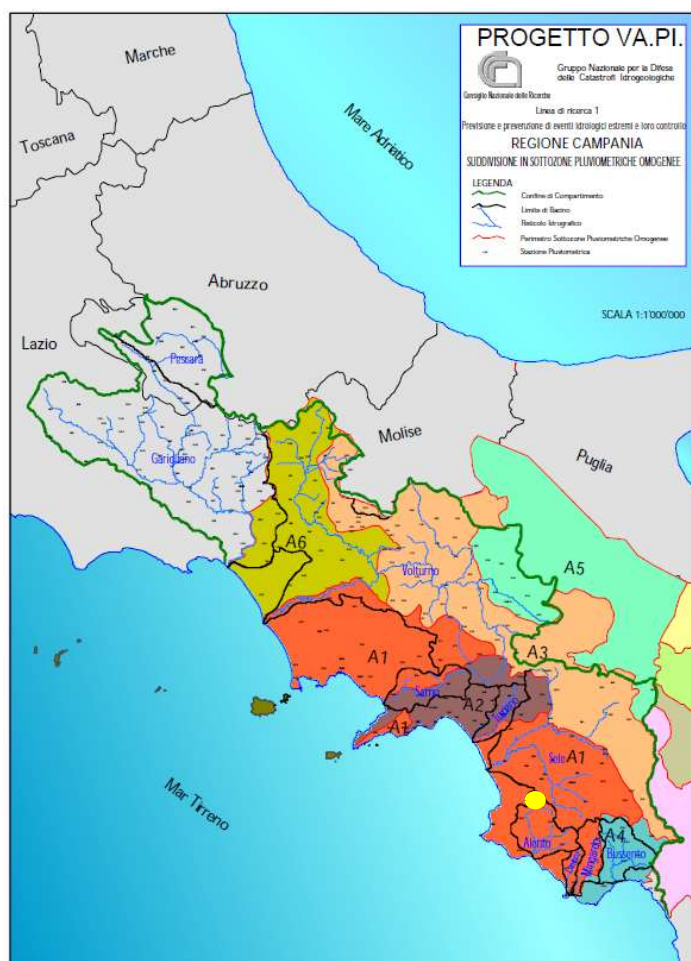


Figura 14: Suddivisione in aree pluviometriche omogenee e individuazione dell'impianto di essiccamento (pallino giallo)

Tabella 17: Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ciascuna area pluviometrica omogenea

Area omogenea	μ_0 [mm/h]	d_c [h]	C [-]	$D*10^5$ [-]
1	77,08	0,3661	0,7995	8,6077
2	83,75	0,3312	0,7031	7,7381
3	116,7	0,0976	0,7360	8,7300
4	78,61	0,3846	0,8100	24,874
5	231,8	0,0508	0,8351	10,800
6	87,87	0,2205	0,7265	8,8476
7	83,75	0,3312	0,7031	7,7381

In Tabella 18 si riportano i risultati ottenuti per il caso in esame: in particolare la massima portata di pioggia con cui è stata dimensionata la rete interna di raccolta delle acque meteoriche è pari a 157 m³/h.

Tabella 18: Riepilogo dati e risultati del modello geomorfoclimatico

Parametro	Simbolo	u.d.m.	Valore
<i>Dati di progetto</i>			
Tempo di ritorno	T_r	anni	25
Durata critica	d	minuti ore	5 0,08
Superficie totale	A	m ²	3420
Superficie impermeabile	A_{imp}	m ²	1940
<i>Risultati</i>			
Coefficiente di piena	C^*	-	0,32
Coefficiente di afflusso	C_f	-	0,40
Media dei massimi annuali	$\mu(d)$	mm/h	65,45
Valore medio dei massimi annuali della portata al colmo	$\mu(Q)$	m ³ /s	0,02
Fattore probabilistico di crescita delle portate	K_T	-	2,17
Massima portata pioggia	Q	m³/s m³/h	0,04 153

7.5.2.2 Caratteristiche della rete di raccolta delle acque meteoriche

L'articolazione delle caditoie e della rete di raccolta delle acque meteoriche prevista è rappresentata nell'elaborato *D-T-310-A-20 Planimetria reti interrato*. A ciascun pozzetto è stata fatta corrispondere una superficie scolante ad esso afferente. Una volta definite le superfici scolanti, le rispettive aree e l'intensità di pioggia critica, è possibile procedere alla determinazione delle portate idrauliche per il dimensionamento e la verifica dei vari tronchi di tubazioni. Le portate di deflusso dai vari bacini scolanti individuati vengono calcolate rapportando la portata complessiva di pioggia a

ciascuna superficie scolante. A fini cautelativi l'intera portata di pioggia è stata suddivisa sulla sola superficie impermeabile.

In Tabella 19 si riportano i risultati ottenuti per le portate afferenti in ciascuna caditoia costituente la rete di fognatura, in funzione delle superfici scolanti considerate.

Tabella 19: Bacini e portate di acque meteoriche afferenti a ciascun tratto della rete

Nome Nodo	Area scolante afferente al nodo	Nome tubazione	Portata	
[-]	[m ²]	[-]	[m ³ /s]	[m ³ /h]
P01	35	P01 - P02	0,00077	2,8
P02	170	P02 - P03	0,00450	16,2
P03	155	P03 - P04	0,00791	28,5
P04	210	P04 - P05	0,01252	45,1
P05	200	P05 - P06	0,01691	60,9
P07	150	P07 - P08	0,00330	11,9
P08	150	P08 - P09	0,00659	23,7
P09	220	P09 - P10	0,01142	41,1
P10	290	P10 - P11	0,01779	64,1
P11	150	P11 - P06	0,02109	75,9
P06	210	P06 - P12	0,04262	153,4
P12	0	P12 - vasca PP	0,04262	153,4
vasca PP	0	vasca PP - P13	0,04262	153,4
P13	0	P13 - P15	0,04262	153,4*
P14	0	P14 - P15	0,00240	8,6**
P15	0	P15 - scarico	0,04262	153,4

* Cautelativamente per il dimensionamento della rete la portata di seconda pioggia è stata fatta coincidere con l'intera portata critica;

** Portata della pompa interna di svuotamento della vasca di prima pioggia.

La rete di drenaggio di progetto è realizzata con l'utilizzo di tubazioni in PVC conformi alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN 8 SDR34 per fognature con funzionamento a pelo libero. Per evitare che le tubazioni interrato vadano in pressione è stato verificato che per tutti i tratti il riempimento massimo risultasse inferiore all'80% in corrispondenza delle relative portate massime di progetto. Anche nei tratti periferici della rete, caratterizzati da basse portate afferenti, è stato comunque mantenuto come diametro minimo De200 per facilitare le operazioni di pulizia. La quota di posa delle tubazioni è stata inoltre verificata in modo da mantenere un ricoprimento minimo sopra la generatrice superiore del tubo pari a 0.80 m.

I principali risultati del dimensionamento della rete fognaria sono riportati in Tabella 20.

Tabella 20: Risultati del dimensionamento della rete interna di raccolta delle acque meteoriche

Nome tubaz.	Q (m3/h)	L (m)	pendenza (%)	Diametro (mm)	Grado di riempimento Y/D	Velocità (m/s)	Sforzo tangenziale al fondo (N/mq)	Quota p.c. monte (m)	Quota w.l. monte (m.s.l.m.)	Quota w.l. valle (m.s.l.m.)	Profondità f.t. da p.c a monte (m)	Profondità f.t. da p.c a valle (m)	Quota f.t. monte (m.s.l.m.)	Quota f.t. valle (m.s.l.m.)	Ricoprimento a monte (m)
P01 - P02	2,8	6	0,50%	200	10%	0,56	0,564	20,45	19,47	19,44	1,00	1,03	19,45	19,42	0,80
P02 - P03	16,2	15	0,50%	200	23%	0,94	1,248	20,45	19,44	19,36	1,06	1,13	19,39	19,32	0,86
P03 - P04	28,5	14	0,50%	200	30%	1,10	1,595	20,45	19,36	19,29	1,15	1,22	19,30	19,23	0,95
P04 - P05	45,1	16	0,50%	200	39%	1,24	1,942	20,45	19,29	19,21	1,24	1,32	19,21	19,13	1,04
P05 - P06	60,9	13	0,50%	200	46%	1,34	2,191	20,45	19,21	19,15	1,33	1,39	19,12	19,06	1,13
P07 - P08	11,9	12	0,50%	200	20%	0,84	1,100	20,45	19,49	19,43	1,00	1,06	19,45	19,39	0,80
P08 - P09	23,7	17	0,50%	200	28%	1,04	1,483	20,45	19,43	19,34	1,08	1,17	19,37	19,28	0,88
P09 - P10	41,1	12	0,50%	200	37%	1,22	1,865	20,45	19,34	19,28	1,18	1,24	19,27	19,21	0,98
P10 - P11	64,1	16	0,50%	200	47%	1,36	2,240	20,45	19,28	19,20	1,26	1,34	19,19	19,11	1,06
P11 - P06	75,9	13	0,50%	200	52%	1,43	2,376	20,45	19,20	19,14	1,35	1,42	19,10	19,03	1,15
P06 - P12	153,4	1,5	0,50%	250	56%	1,69	3,103	20,45	19,15	19,14	1,44	1,44	19,01	19,01	1,19
P12 - vasca PP	153,4	1	0,50%	315*	41%	1,69	3,084	20,45	19,14	19,14	1,44	1,44	19,01	19,01	1,12
vasca PP - P13	153,4	1,5	0,50%	315*	39%	1,70	3,060	20,45	19,14	19,13	1,43	1,44	19,02	19,01	1,12
P13 - P15	153,4	7	0,50%	315*	39%	1,70	3,060	20,45	19,13	19,10	1,44	1,48	19,01	18,97	1,13
P14 - P15	8,6	2	0,50%	200*	17%	0,78	0,946	20,45	19,10	19,09	1,39	1,40	19,06	19,05	1,19
P15 - scarico	153,4	3	0,50%	315*	41%	1,69	3,084	20,45	19,10	19,08	1,48	1,50	18,97	18,95	1,17

*diametri delle tubazioni in ingresso e uscita dalla vasca prefabbricata di prima pioggia

7.5.2.3 Caratteristiche e dimensionamento della vasca di prima pioggia

Considerando che la prima pioggia corrisponde, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche, ne consegue che il rispettivo volume di accumulo si ottiene moltiplicando l'altezza di pioggia per la superficie impermeabile dell'impianto.

Per il caso in esame, avendo una superficie impermeabile di 1'940 m², il volume minimo richiesto per l'accumulo della prima pioggia risulta pari a 9,7 m³.

Si è scelto di trattare tale aliquota in un impianto compatto monoblocco dal volume di accumulo per la prima pioggia di 12,50 m³, in modo da avere un certo margine di sicurezza. La vasca (Figura 15) è un sistema statico realizzato in PRFV, che, sfruttando il diverso peso specifico delle particelle solide grossolane e degli oli rispetto all'acqua, ne prevede la separazione. Il serbatoio è provvisto di sfioratore di by-pass integrato in testa per la separazione delle acque di seconda pioggia con elettrovalvola di esclusione al riempimento del volume di prima pioggia e di sensore di pioggia, tramite il quale è possibile avviare la pompa di scarico delle acque trattate soltanto una volta trascorso un ritardo di tempo impostabile (in genere superiore a 48h) dopo la fine dell'evento meteorico. Il monoblocco è composto da vasca di accumulo e sedimentazione del volume di prima pioggia con pompa sommersa per il rilancio delle acque stoccate e decantate verso il successivo settore di disoleazione. Il settore di disoleazione è provvisto di pacco lamellare e filtro a coalescenza (UNI EN 858 CLASSE I). Il sistema è corredato da quadro elettrico di comando e controllo. Il sistema è certificato per l'installazione in zone carrabili al transito di mezzi pesanti senza bisogno di solette di protezione o simili.

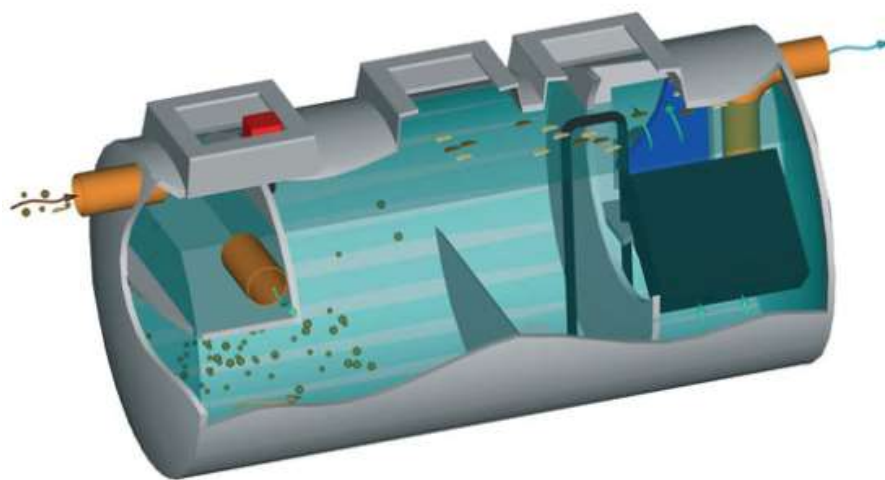


Figura 15: Spaccato tipico dell'impianto monoblocco di trattamento delle acque di prima pioggia

In Tabella 21 si riportano le principali caratteristiche geometriche della vasca.

Tabella 21: Caratteristiche geometriche della vasca di prima pioggia

Definizione	u.d.m.	Valore
Diametro interno	m	2,00
Lunghezza nominale	m	6,30
Lunghezza sedimentatore/accumulo nominale	m	4,90
Lunghezza disoleatore	m	1,40
Volume totale utile	m ³	17,77
Volume accumulo PP e sedimentazione	m ³	13,82
Volume sedimentazione	m ³	1,32
Volume accumulo PP	m ³	12,50
Portata pompa di scarico	m ³ /h	8,64

Le acque di prima pioggia trattate vengono convogliate tramite apposite tubazioni al pozzetto di unione con le seconde piogge, per essere poi scaricate nel canale irriguo.

Considerando che il canale irriguo è asciutto per buona parte dell'anno, le acque di prima pioggia pretrattate saranno conformi al rispetto della Tab. 4 All. 5 del D. Lgs. 152/2006 per scarico al suolo.

7.6 IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELL'ARIA ESAUSTA – EMISSIONI IN ATMOSFERA

Secondo quanto previsto dal DM 309 del 28 giugno 2023 gli impianti di essiccazione fanghi di depurazione rientrano tra quelli aventi un potenziale impatto odorigeno. Si riporta quindi di seguito la descrizione e valutazione di tali emissioni odorigene.

Il processo di essiccamento richiede l'insufflazione di aria calda a bassa umidità relativa (5%) all'interno della massa di fango. L'aria assolve alle seguenti funzioni:

- fornisce l'ossigeno necessario ai processi di degradazione aerobica, favorendo la stabilizzazione del fango e lo sviluppo di calore naturale;
- fornisce il surplus di calore necessario all'evaporazione dell'acqua dal fango;
- rappresenta il vettore igrometrico ovvero il mezzo per il trasporto del vapore d'acqua verso l'esterno della camera di essiccazione.

Di conseguenza **l'aria in uscita si presenta satura di vapore d'acqua e ricca di molecole, quali ammoniaca (NH₃), dal forte potenziale odorigeno. È quindi previsto un trattamento per la riduzione degli odori prima dell'emissione in atmosfera.**

Si evidenzia che l'aria esausta è prodotta in maniera discontinua a seconda dell'avanzamento del processo di essiccamento operato nei dryers. Infatti, durante le fasi iniziali del compostaggio la portata di aria è quella strettamente necessaria ai processi di degradazione aerobica. Successivamente, una volta diminuito il tasso di attività biologica, l'essiccazione procede sfruttando

principalmente il processo fisico di trasporto e quindi la portata di aria risulta maggiore finché il fango non raggiunge il tenore di secco desiderato (SS = 70%).

Di conseguenza, durante la fase di essiccamento biologico la portata di aria espulsa è più bassa (intermittente con una portata istantanea pari a 2000 m³/h) e concentrata di inquinanti; durante la fase di essiccamento fisico invece la portata di aria è più alta (con punte di massimo 4000 m³/h) ma più diluita.

Considerando l'umidità dell'aria esausta (mediamente tra il 90% ed il 100%) e la presenza di NH₃ il trattamento prevede una filiera con un **lavaggio preliminare in uno scrubber a umido ed un successivo trattamento in biofiltro**, conformemente a quanto previsto dalla DGRC n. 243 del 08/05/2015 e s.m.i.

Tale sistema per il caso in esame oltre a trattare l'aria esausta espulsa dai due biodryer capterà anche l'aria dai due bunker di stoccaggio.

L'intervento comporta quindi l'attivazione di **un nuovo punto di emissione areale dalla superficie di n.1 nuovo biofiltro**, come mostrato nell'elaborato grafico D-T-310-A-40 Planimetria d'insieme sistemi di captazione e punti di emissioni.

7.6.1 Tecnologia con scrubber a umido e biofiltrazione

L'aria esausta, satura di vapore d'acqua e ricca di molecole odorigene quali NH₃ e COV, sarà trattata in un nuovo sistema di filtrazione centralizzato operante con processo fisico-chimico.

Nei biofiltri le sostanze inquinanti vengono degradate in composti non tossici quali ad esempio anidride carbonica e acqua, da una flora batterica aerobica fissata su di un letto costituito da un riempimento biologicamente attivo che conserva per lungo tempo la struttura porosa di supporto ai microrganismi. La porosità facilita il contatto fra le sostanze inquinanti ed i batteri stessi.

L'aria da depurare viene preventivamente fatta passare attraverso uno scrubber di condizionamento e prelavaggio con acqua dove vengono create le giuste condizioni ambientali per lo sviluppo dei batteri. Nello scrubber infatti, l'aria viene raffreddata, liberata dallo sporco grossolano e bagnata fino ad ottenere un tasso di umidità costante, condizione necessaria per lo sviluppo della flora batterica. Questa sezione di prelavaggio può inoltre fungere da vasca di laminazione per compensare le punte di carico.

Per fronteggiare i carichi di punta, in particolare riferimento all'NH₃, è prevista l'installazione di una stazione di dosaggio di acido solforico il quale, alimentato alla torre di lavaggio, incrementa l'efficienza di assorbimento dell'ammoniaca in acqua e quindi la rimozione.

A tale scopo sarà installata una stazione di dosaggio composta da n. 2 serbatoi IBC di capacità utile pari a 1000 litri alloggiati su bacini di contenimento e n. 1 pompa dosatrice. La stazione sarà collocata sotto la tettoia ospitante anche i biodryer. Il piazzale prospiciente la stazione sarà dotato

di caditoie: eventuali sversamenti accidentali in fase di carico/scarico dei serbatoi saranno così recapitati alla rete di drenaggio interna collegata alla vasca di raccolta degli scarichi.

Successivamente l'aria viene condotta in una camera di espansione realizzata mediante un sistema di distribuzione. Attraverso questo sistema l'aria viene distribuita su tutta la superficie del biofiltro e ripartita uniformemente al letto filtrante dove attraversa lentamente il riempimento biologicamente attivo. Durante il passaggio nella massa filtrante di materiale biologicamente attivo, le sostanze biologiche maleodoranti vengono distrutte e danno origine a composti non tossici, come acqua e anidride carbonica.

Il biofiltro sarà collegato alla rete idrica (acqua tecnica) per l'umidificazione del materiale filtrante qualora necessario.

In Tabella 22 è mostrata l'efficienza tipica di abbattimento di diversi composti odorogeni mediante la tecnologia con biofiltro.

Tabella 22: Efficienza di abbattimento di alcuni composti odorogeni con biofiltro (fonte "ODOR CONTROL – Completing the composting process" International—process systems, Inc.)

COMPOSTO ODOROSO	TASSO DI RIMOZIONE
Composti organici	98,90%
Composti azotati	97,90%
Aldeidi	92 – 99,8%
Acidi organici	99,90%
Mercaptani	92 – 95%
Idrogeno solforato	98 – 100%
Ammoniaca	92 – 95%
Altri componenti	91 – 99,8%

I principali parametri operativi da tenere sotto controllo sono i seguenti: temperatura, pH, umidità, apporto di nutrienti e apporto di ossigeno.

La temperatura influenza la cinetica delle reazioni biochimiche, e pertanto è opportuno non scendere al di sotto dei 10°C.

Il pH, allo stesso modo, condiziona il metabolismo batterico, e deve essere prossimo alla neutralità. Eventuali scostamenti possono essere tamponati aggiungendo al materiale una soluzione acida o basica oppure mediante.

L'umidità dell'aria è essenziale per assicurare la permanenza del biofilm e di conseguenza della popolazione microbica.

Gli elementi nutritivi, necessari ad integrare la dieta della biomassa, vengono forniti direttamente dal materiale organico ed eventualmente da un apporto esterno di soluzioni organiche.

Infine, è indispensabile garantire un'adeguata aerazione del materiale di supporto in tutto il suo volume, per facilitare la diffusione dell'ossigeno nel biofilm. L'adozione di un supporto misto, ad esempio compost — corteccia – lapillo vulcanico, assicura l'appropriata porosità del mezzo filtrante.

La distribuzione dell'aria avviene tramite apposite tubazioni direttamente collegate al piano di supporto del biofiltro, in modo da garantire una distribuzione omogenea e puntuale dell'aria da trattare sull'intera superficie del biofiltro.

7.6.2 Emissioni dal comparto di essiccazione prima del trattamento

Le caratteristiche dei flussi di aria in uscita della sezione di essiccazione sono estremamente variabili in termini sia di portate sia di concentrazioni di inquinanti. Inoltre, i valori effettivi dipendono dalle caratteristiche del fango in ingresso e sono regolati in tempo reale dal sistema di gestione automatizzata del sistema.

Pertanto, ai soli fini di una stima del quadro emissivo, è stato ipotizzato un funzionamento del sistema di espulsione dell'aria esausta basato su una condizione di funzionamento media.

Si evidenzia che i valori riportati di seguito si riferiscono all'aria esausta a monte del trattamento di deodorizzazione considerando i 2 dryers attivi contemporaneamente nello scenario futuro. In questo modo il sistema di trattamento dell'aria esausta risulta idoneo anche per lo scenario futuro di funzionamento dell'impianto di essiccamento.

Innanzitutto, è stata ipotizzata una durata complessiva del ciclo di essiccamento pari a 3 giorni. I due dryers, pertanto, operano su sette giorni compiendo ciascuno due cicli settimanali completi. Sulla base del funzionamento tipico sono stati ottenuti i valori stimati riportati in Tabella 23 per due cicli completi.

Tabella 23: Stima del quadro emissivo su base giornaliera per la sezione di essiccazione prima del trattamento-forniti dal fornitore della tecnologia di essiccamento

	Aria Nm³/d	NH₃ g/d	Odori ouE/s
Giorno 1	138281	3934	1601
Giorno 2	93076	68486	27883
Giorno 3	157675	6091	2480
Giorno 4	150583	5889	2398
Giorno 5	93076	68486	27883
Giorno 6	145373	4135	1684
MEDIA	129677	26170	9133

Sulla base del funzionamento tipico, si prevedono inoltre i seguenti picchi di portata oraria:

- NH₃: 3306 g/h
- Odori: 23899 ouE/s

Si evidenzia che per gli odori la portata di riferimento è stata espressa in ouE/s coerentemente con quanto richiesto dalle norme di settore.

7.6.3 Trattamento dell'aria mediante scrubber a umido e biofiltri

Sulla base dei dati di portata e concentrazione dell'aria esausta scaricata dal sistema di essiccazione si prevede l'impiego di n. 1 scrubber a umido e, in successione, n.1 biofiltro della capacità pari a 8500 m³/h. Tale valore è stato calcolato considerando che la portata indicata dal fornitore per ciascuna macchina è pari a 4000 m³/h e sommando il contributo di aspirazione dai due bunker fanghi, considerati cautelativamente vuoti, come riportato in Tabella 24.

Tabella 24: Calcolo portata d'aria esausta da trattare per l'impianto di essiccaimento

Impianti	Volume da trattare						n. ricambi/ ora MIN	n. ricambi/ ora MAX	Portata aspirata (regime MIN)	Portata aspirata (regime MAX)	Portata nominale scrubber
	n	L	W	Hutile	A	V					
	-	m	m	m	m ²	m ³					
Omignano Scalo - biodryer 1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4000	
Omignano Scalo - biodryer 2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4000	8500
Omignano Scalo - bunker	2	3,5	3	1,9	10,5	60	2	2	122	122	

Le unità comprensive di scrubber a umido e ventilatore saranno installate su apposita platea in c.a. Il biofiltro sarà invece installato su un'ulteriore platea in c.a., adiacente agli scrubber.

Nello scenario di funzionamento di un solo dryer e un solo bunker fanghi la portata d'aria da trattare sarà quindi la metà, per un valore di 4250 m³/h. L'aspirazione sarà possibile grazie alla presenza di inverter sul ventilatore di aspirazione.

L'impianto di trattamento adottato è completato da un sistema di collettamento dell'aria, realizzato con condotti circolari in lamiera ad elevata tenuta meccanica. Tali canalizzazioni sono realizzate in moduli prefabbricati in acciaio inox assemblate in impianto, anche per quanto riguarda i pezzi speciali (curve, cambiamenti e raccordi di sezione, derivazioni, innesti, ecc...).

Si riportano di seguito i risultati del dimensionamento del diametro dei vari tratti di condotti, effettuato considerando una velocità del fluido in corrispondenza della portata massima all'interno del range 7-15 m/s.

Anche i diametri delle tubazioni tengono conto dell'installazione del futuro Biodryer, in modo da essere idonee al funzionamento dell'impianto a regime.

Tabella 25: Dimensionamento del diametro dei condotti dell'aria esausta

Descrizione	Q massima	numero collettori	DN	v
	m ³ /h		mm	m/s
Bunker	121,8	1,0	80	7,1
Biodryer A	4000,0	1,0	400	9,4
Biodryer B	4000,0	1,0	400	9,4
Tratto comune (biodryer A+B+bunker)	8121,8	1,0	500	12,0

Le nuove unità di trattamento sono state dimensionate considerando come parametri in ingresso le seguenti caratteristiche del flusso d'aria da trattare.

Tabella 26: Caratteristiche medie del flusso d'aria esausta in ingresso a ciascun filtro

Matrice	Portata Massima Nm ³ /h	Umidità relativa %	Inquinanti target -	Temperatura Max° C
Aria esausta da essiccamento dei fanghi	max 8.500	100	NH ₃ , H ₂ S, Odori	40

Di seguito si riportano le informazioni principali relative al sistema di filtrazione e alle unità di aspirazione.

Tabella 27: Parametri di dimensionamento dello scrubber a umido

Parametro	u.m.	Valore di progetto
Numero scrubber	n.	1
Portata max	Nm ³ /h	8500
Diametro colonna	mm	1500
Altezza colonna	mm	6000
Velocità di attraversamento	m/s	1,53

Lo scrubber a umido utilizza acqua dall'interno di un circuito chiuso. Periodicamente l'acqua satura di composti inquinanti deve essere parzialmente rinnovata con acqua pulita (consumo medio pari a 75 kg/h).

Lo scrubber sarà pertanto collegato alla rete dell'acqua tecnica e alla tubazione di drenaggio recapitante alla vasca di raccolta degli scarichi. In questo modo i composti solubilizzati nell'acqua di lavaggio vengono trasportati tramite autobotte presso l'impianto di depurazione più vicino e trattati.

Per fronteggiare i carichi di punta, in particolare riferimento all'NH₃, sarà prevista l'installazione di una stazione di dosaggio di acido solforico il quale, alimentato alla torre di lavaggio, incrementa l'efficienza di assorbimento dell'ammoniaca in acqua e quindi la rimozione.

La superficie complessiva dei biofiltri è stata determinata considerando i seguenti parametri.

Tabella 28: Parametri di dimensionamento dei biofiltri

Parametro	u.m.	Valore di progetto
Numero biofiltri	n.	1
Portata max	m ³ /h	8500
Altezza letto filtrante	m	1,33
Volume letto filtrante totale	m ³	100
Superficie filtrante totale	m ²	64
Carico specifico	m ³ /h per m ³	100

Il flusso di aria attraverso il sistema di filtrazione sarà garantito da un ventilatore con inverter installato tra la torre dello scrubber a umido e il biofiltro. Tale ventilatore garantirà quindi l'aspirazione dell'aria dai dryer e la prevalenza necessaria per l'attraversamento del letto del biofiltro.

Lo scrubber a umido è dotato di quadro di comando locale che consente la gestione in automatico dell'intera filiera di processo (scrubber - ventilatori - biofiltri). Tale quadro verrà messo in comunicazione con il nuovo PLC del comparto di essiccazione così da poter gestire l'attivazione e la regolazione in base all'effettivo funzionamento dei dryers.

7.6.4 Emissioni in atmosfera

Il presente progetto prevede l'attivazione di un nuovo punto di emissione areale in atmosfera in corrispondenza del letto filtrante del biofiltro. L'impianto dovrà pertanto essere autorizzato alle emissioni in atmosfera, secondo quanto previsto dall'art. 269 comma 1-bis della Parte V del D.Lgs 152/2006, considerando i parametri riportati in Tabella 29.

Per la regione Campania i valori limite di emissione sono definiti nella parte III D.G.R. n.4102/92. Tuttavia per gli impianti di essiccamento fanghi non sono definiti dei limiti specifici, per cui resta valido quanto previsto a livello nazionale nell'Allegato I Parte V del D.Lgs 152/2006. Per NH₃ e H₂S i valori fanno riferimento alla Tabella C dell'Allegato I Parte V del D.Lgs 152/2006. Per gli odori invece la normativa nazionale non sancisce limiti di emissione, ma rimanda alle Regioni disposizioni specifiche. La Regione Campania non ha ancora fissato dei valori limite di emissione per il parametro odore. Tuttavia il sistema di trattamento previsto garantisce le efficienze di abbattimento riportate in Tabella 30.

Tabella 29: Valori di emissione dal biofiltro

Unità di filtrazione	Provenienza	Portata minima istantanea	Portata massima istantanea	Durata	Limiti da D.Lgs 152/2006		
		Nm ³ /h	Nm ³ /h		NH ₃	H ₂ S	Odori
				h/g	mg / Nm ³	mg / Nm ³	ouE/ m ³
Biofiltro	Essiccamento fanghi	2000	8500	24	250	5	-

Tabella 30: Efficienza di abbattimento del sistema di trattamento aria previsto a progetto

Efficienza di abbattimento		
Sostanze	Ingresso	Eff. Di rimozione
H ₂ S	10 ppm	99%
NH ₃	30 ppm	95%
Dimetilsolfuri	1 ppm	90%
Mercaptani	4 ppm	90%
Concentrazione degli odori in ingresso (ou/m ³)	Efficienza di rimozione odori %	
>50.000	>96	
20.000-50.000	92-96	
1.000-20.000	85-95	
<1.000	54-86	

7.7 OPERE CIVILI

Il sistema di essiccazione sarà installato in un'area attualmente non occupata da manufatti esistenti, dal momento che si prevede un esproprio dell'area adiacente all'impianto in questione.

Gli interventi che verranno effettuati sono:

- realizzazione di una vasca interrata in c.a. per l'alloggiamento dei bunker;
- realizzazione di una platea su cui saranno installati i BioDryer e tutte le altre apparecchiature a completamento dell'impianto di essiccazione, lo scrubber e il biofiltro;
- realizzazione di carpenteria metallica in acciaio zincato per il sostegno della coclea di trasporto del fango e delle tubazioni;
- realizzazione tettoia di copertura della vasca interrata dei bunker;
- realizzazione tettoia di copertura dei biodryer e della apparecchiature accessorie;
- realizzazione locale di servizio suddiviso in locale pesa, uffici e per il personale e locale QE;
- realizzazione platea per alloggiamento serbatoio GPL;
- ripristini del prato e della pavimentazione asfaltata per l'accesso a tutte le nuove opere in progetto.

7.8 IMPIANTI ELETTRICI

Per quanto riguarda gli impianti elettrici sarà necessario installare una **nuova cabina di consegna Enel** sul confine dell'impianto **e una nuova cabina di trasformazione**. Le sole apparecchiature

elettromeccaniche installate nell'impianto nella configurazione futura prevedono una potenza nominale complessiva di 164 kW.

Inoltre sarà realizzato un locale quadri elettrici **di bassa tensione** per l'alimentazione delle utenze elettromeccaniche.

Il nuovo quadro elettrico di bassa tensione viene già predisposto per l'alimentazione delle utenze complessive che verranno installate per operare alla potenzialità di progetto di 2000 t/y, quindi per alimentare i seguenti quadri elettrici locali:

- Quadri elettrici locali dei bunker (QL-C1-01A/B);
- Quadri elettrici locali dei BioDryer (QL-C2-01 A/B);
- Quadro elettrico locale della caldaia (QL-C3-01);
- Quadro elettrico locale dello scrubber (QL-C4-01).

Al nuovo quadro elettrico saranno collegate inoltre le seguenti apparecchiature:

- Pesa mezzi;
- Pompe fanghi disidratati;
- Coclea orizzontale di trasporto fango disidratato e ponte rompigrumi;
- Redler di scarico fanghi essiccati;
- Compressore di fornitura aria di servizio;
- Vaporizzatore a servizio del serbatoio GPL.

Il quadro elettrico di bassa tensione infine alimenterà il circuito di illuminazione dell'impianto ed il circuito di prese di servizio.

Il progetto prevede la realizzazione di tutti i collegamenti elettrici sia di potenza sia di comando di tutte le utenze e gli strumenti a servizio dell'intero impianto di essiccamento.