

PROGETTO

Impianto di depurazione acque reflue a servizio di azienda conserviera



Committente:
La Ceseate Conserve Alimentari S.p.a.
via Cervese, 364
47521 Cesena (FC)



rev. 09 – 04/12/2023

Responsabile di Progetto
Ing. D. Priarone

Coordinatore di Progetto
Dott.ssa Federica Picciani

Progettisti
ing. J.F. Milone
ing. M. Sorrentino
ing. Daniele Priarone

Sommario

Introduzione	4
Dati di progetto	5
Analisi delle Portate	5
Analisi dei carichi inquinanti in ingresso	5
Conclusioni	5
Descrizione della soluzione progettuale	6
Dimensionamento del Sistema	7
Premesse	7
Layout Impianto	7
Nuova linea pretrattamenti	9
Sollevamento Iniziale e Sgrigliatura	15
Equalizzazione	15
Stadio di Ossidazione Biologica	16
Premesse sui sistemi di misura e controllo dei parametri in ingresso e uscita	16
Stadi IFAS	16
Generalità sui processi a biomassa adesa	16
Il Processo MBBR e IFAS	17
Materiale di riempimento	19
Calcolo dei volumi dei reattori IFAS	19
Calcolo del fabbisogno di Ossigeno e Layout Sistema di distribuzione	20
Selezione dei diffusori	28
Scelta del sistema di produzione di aria compressa	29
Sedimentazione Finale e Ricircolo Fanghi	29
Produzione fanghi di supero	35
Filtrazione a Dischi	36
Ultrafiltrazione	38
Trattamento Fanghi	40
Bilanci Trattamento fanghi	42
Pozzetti di Raccolta e sollevamenti	43

Trattamento Odori con duplice presidio di contenimento	44
Trattamento odori comparto biologico e sedimentazione secondaria	44
Torri di Lavaggio (Scrubber)	45
Separazione della condensa.....	47
Adsorbimento fisico e chimico degli inquinanti presenti nell'aeriforme	47
Unità di Aspirazione (Ventilatore Centrifugo)	48
Trattamento odori locale fanghi.....	49
Contenimento dell'impatto acustico	51

Introduzione

La presente relazione ha per oggetto la progettazione dell'impianto di depurazione di reflui di natura agroalimentare, prodotti dall'azienda La Cesenate, sito a Cesena.

Il progetto riguarda la realizzazione di una unità trattamento reflui industriali, in grado di gestire sia la campagna ordinaria, sia la campagna lavorazione pomodoro, per un periodo pari a circa 45 gg, con una portata di punta pari a 200 mc/h.

L'obiettivo è di poter gestire anche la portata di punta in regime di lavorazione del pomodoro, detta Campagna Pomodoro d'ora in avanti, pari a 200 mc/h, ed una seconda punta di 60 mc/h che si presenta durante la campagna ordinaria, nonché di sfruttare una quota parte, pari a 30 mc/h, delle acque trattate per riutilizzo, a seguito di una serie di ulteriori trattamenti di affinamento.

Inoltre, per via della posizione dell'impianto, sito in zona residenziale, è stato particolarmente attenzionato l'aspetto relativo agli impatti odorigeni ed acustici, mentre, trattandosi anche di un sito classificato come archeologico, le opere proposte sono tutte fuori terra, realizzate con pannelli di tipo prefabbricato modulari.

Le macchine selezionate che producono un impatto acustico rilevante, verranno equipaggiate con idonei silenziatori o poste in cabine insonorizzanti, mentre per controllare e ridurre le emissioni odorigene potenzialmente impattanti, le vasche saranno tutte coperte ed il locale dedicato al trattamento fanghi chiuso ed in depressione. Le emissioni aspirate dai suddetti volumi verranno convogliate e trattate mediante sistemi di abbattimento.

La quota destinata al riutilizzo industriale deve rispettare i limiti imposti dal D.M. Ambiente e Tutela Territorio 185/2003 e verrà utilizzata, come disciplinato dal decreto stesso, per uso antincendio o lavaggio strade interne allo stabilimento.

L'eccesso da scaricare in fognatura dovrà rispettare i limiti stabiliti dalla Tabella 3 Allegato 5 del Dlgs 152/06 (si veda Allegato 1).

Queste premesse hanno portato a delle scelte obbligate nella selezione delle tecnologie applicabili, che di seguito descriveremo.

Dati di progetto

Analisi delle Portate

La committente ha fornito i tabulati delle portate orarie rilevate nel 2022 durante la campagna pomodori (31/07/22 – 13/09/2022) che sono stati elaborati per definire i valori medio e massimo:

Analisi dei carichi inquinanti in ingresso

Dopo una lunga campagna di raccolta dati sono stati calcolati i valori medi del COD nei due periodi:

periodo	m3/h	SST mg/l	COD mg/l	rapporto BOD/COD	BOD5 mg/l	carico kg BOD5/day
media campagna ordinaria	40	2250	3600	1,6	2250	2160
picco campagna ordinaria	60	2250	3600		2250	3240
portata di progetto ordinaria	60	2250	3600		2250	3240

periodo	m3/h	SST mg/l	COD mg/l	rapporto BOD/COD	BOD5 mg/l	carico kg BOD5/day
pomodoro convenzionale	20	1250*	3600	1,6	2250	1080
pomodoro biologico	10	1250*	3600		2250	540
produzione da stabilimento	170	1250	3600		2250	9180
portata di progetto campagna pomodoro cumulata	200	1250	3600		2250	10800

* post trattamento primario

periodo	azoto ammoniacale		
	mg/l	kg/day	N-NH4/BOD5
campagna ordinaria	120	172,8	0,05
campagna pomodoro cumulata	120	576,0	0,05

Durante la campagna pomodoro sono state registrate punte dell'azoto ammoniacale fino a 250 mg/l.

Conclusioni

La portata di progetto per il periodo della campagna ordinaria è quella di picco, pari a 60 m3/h, mentre per la campagna pomodoro è quella cumulata pari a 200 m3/h.

Il carico di COD e conseguentemente di BOD5 è molto elevato, cosa che fa escludere un trattamento a biomassa sospesa (fanghi attivi) che richiederebbe a medio carico quasi 10.000 m3 e a basso carico oltre 18.000 m3. Inoltre, le punte rilevate dell'azoto ammoniacale portano ad una più attenta progettazione delle fasi di rimozione dei composti azotati, che non possono essere realizzati con un classico schema di

nitro-denitro, ma necessitano di sistemi più sofisticati, quali i reattori a biomasse adese.

campagna ordinaria	60 m3/h
portata di progetto campagna pomodoro cumulata	200 m3/h
portata di riutilizzo	30 m3/h

Descrizione della soluzione progettuale

A causa della forte variabilità delle condizioni di carico tra la campagna pomodori e la stagione ordinaria, in special modo del parametro azoto ammoniacale, si è ritenuta più idonea una configurazione a tre stadi IFAS (Integrated Fixed-film Activated Sludge) in serie, che consente una nitrificazione e denitrificazione in simultanea, controllabile con il parametro Ossigeno Disciolto (nel testo DO), rispetto alla prima ipotesi di impianto MBBR già nota alla committente.

Il sistema IFAS nasce principalmente come miglioria di sistemi a fanghi attivi, da cui il nome "Integrated", ma ha mostrato la capacità di poter operare su più fasi in simultanea, grazie alla selezione delle specie batteriche mediante i parametri di processo (gestionali), differenziando la popolazione batterica tra biomassa adesa e sospesa.

Un Sistema IFAS differisce da un sistema MBBR principalmente per il fatto che mentre quest'ultimo opera sfruttando solo la biomassa adesa (biofilm), che opera principalmente come ossidante ed è difficilmente modellabile per la fase di denitrificazione simultanea, un IFAS scinde le fasi di ossidazione e nitro-denitro, tra la biomassa sospesa (fanghi attivi a basso carico e bassa aerazione) e quella adesa (biofilm sui carrier, composto da batteri nitrificanti e denitrificanti).

Data la complessità dei calcoli di un comparto IFAS, specie per quanto concerne le cinetiche batteriche, le deduzioni progettuali sono state verificate mediante un software specifico Biowin, messo a disposizione da SSI Water srl (succursale italiana di una società statunitense, fornitrice dei diffusori a bolle fini). La configurazione MBBR, simulata con software, avrebbe causato periodici sforamenti del parametro Nitriti, ed avrebbe richiesto una fase di predenitrificazione in un comparto dedicato, e nel complesso volumetrie maggiori.

Il comparto di predenitrificazione avrebbe poi richiesto periodici dosaggi di fonte carboniosa esterna, complicando la gestione dell'impianto e incidendo sui costi OPEX.

Ulteriore vantaggio della configurazione IFAS, come si vedrà dai calcoli, è la riduzione dei costi di gestione, legati alla fornitura di aria: infatti, un sistema MBBR avrebbe dovuto lavorare al massimo della potenzialità con un tasso di riempimento del 66% (inteso come volume dei carrier), mentre un IFAS parte da una concentrazione inferiore (25%) e richiede che la fase a fanghi attivi sia mantenuta al limite inferiore dell'ossigenazione necessaria, al fine di selezionare i ceppi batterici.

Le vasche biologiche sono seguite da un sedimentatore circolare che consente il ricircolo dei fanghi in testa.

Dimensionamento del Sistema

Premesse

Un sistema biologico necessita di una serie di trattamenti primari che garantiscano l'assenza di corpi grossolani e corpi estranei che andrebbero a accumularsi nelle vasche, nonché di una omogeneizzazione del carico. La committente dispone di un sistema di pre-trattamento idonea a trattare solamente una portata di 50 m³/h di picco, quindi è necessario potenziare queste unità funzionali, con le soluzioni più idonee alla tipologia di sedimento presente nella campagna pomodori.

Layout Impianto

Si riassumono schematicamente gli stadi di trattamento prima del dettaglio di calcolo:

1. pretrattamenti

- ☐ si mantiene la linea esistente per il pretrattamento del primo contributo, soggetto a ricircolo, denominato lavaggio convenzionale, con portata pari a 50 m³/h e luce filtrazione pari a 1,0 mm da cui deriverà una portata in ingresso all'equalizzazione pari a 10 m³/h
- ☐ si prevede il potenziamento della linea esistente, a servizio del secondo contributo soggetto a ricircolo,
- ☐ sempre riconducibile al lavaggio del pomodoro bio, con una unità combinata avente portata nominale pari a 80 m³/h (costituita dalla successione di apparecchiatura a 3 stadi: n.1 filtrazione con filtro a tamburo wedge wire, luce di filtrazione 0,50 mm; n.1 dissabbiatore di tipo aerato; n.1 sistema di rimozione oli e grassi mediante carrello va e vieni. La macchina, realizzata in acciaio Inox Aisi 304L, è dotata di n.1 coclea per estrazione sabbie. Il dissabbiatore aerato ha rendimento fino al 90% per la dissabbiatura per particelle oltre i 200 µm e densità oltre i 1,65 Kg/dm³. Dalla macchina deriverà una portata in ingresso all'equalizzazione pari a 20 m³/h.
(Dettaglio nella sezione specifica)
- ☐ a valle dei pretrattamenti descritti, gli effluenti dello scarico pomodoro biologico e convenzionale, si miscelano con gli altri contributi, andando di fatto a determinare l'apporto idraulico complessivo afferente all'impianto di trattamento. Si prevede di posizionare, a monte dell'alimentazione alla vasca di equalizzazione miscelata dell'impianto di trattamento, una filtrazione a tamburo rotante wedge wire, realizzata in acciaio Inox Aisi 304 L, sempre con luce di filtrazione 0,5 mm, dimensionata per trattare l'intero apporto idraulico di progetto, in condizioni di campagna lavorazione pomodoro, pari a 200m³/h.

2. equalizzazione/omogeneizzazione miscelata (per smorzare i picchi di portata e omogeneizzare i carichi) con successivo sollevamento. Qui conferiscono i flussi sopracitati.

La vasca è equipaggiata con:

- ☐ n.2 elettro-miscelatori di tipo sommergibile;
- ☐ n.3 pompe (2 + riserva) di rilancio a portata controllata e funzionanti in regime di inverter;
- ☐ sistema di misurazione a doppia sonda e centralina multiparametrica: elettrodo pH digitale e sonda ISE azoto ammoniacale in ingresso;

- ☐ sistema di correzione del pH (da mantenersi tra 7,0 e 7,5), costituito da una pompa dosatrice con proprio serbatoio di soda al 30% e da una pompa dosatrice con proprio serbatoio di acido solforico al 50%;

- ☐ sistema di dosaggio coadiuvanti di processo, costituito da una pompa dosatrice con proprio serbatoio;

I serbatoi di stoccaggio dei chemicals in questione, andranno stoccati nelle adiacenze del comparto biologico e in prossimità del loro punto di iniezione, ovvero in corrispondenza del comparto di equalizzazione. Il dosaggio dei coadiuvanti di processo, verterà attraverso un comando manuale su pannello operatore, a seconda delle effettive necessità di processo, desumibili dalla lettura periodica delle concentrazioni degli influenti in ingresso. Si fa riferimento ad esempio ad un eventuale squilibrio del rapporto C:N:P da ripristinare all'occorrenza con un formulato commerciale ad hoc.

3. triplo stadio a cascata (in serie) ad Ossidazione limitata, con Nitrificazione e Denitrificazione Simultanea (SNDS), basato sullo schema IFAS (Integrated Fixed-film Activated Sludge) equipaggiato con:

- ☐ aeratori sommersi – tipo: dischi diffusori a bolle fini con membrana speciale inintascabile per applicazioni in reflui agroalimentari;
- ☐ soffiante di alimentazione aria a lobi (n.1 unità indipendenti per ciascuna vasca), equipaggiata con cabina e filtro insonorizzante, sotto inverter e asservito al segnale di misura di sensore DO a chemiluminescenza;
- ☐ carrier (corpi plastici flottanti di particolare conformazione) al 25%;
- ☐ copertura modulare in PRFV a tegoli rettangolari autoportanti;
- ☐ sistema di misurazione e sonda ANISE azoto nitrico in uscita (solo ultimo stadio IFAS);

4. stadio di sedimentazione circolare, equipaggiato con:

- ☐ tubo di calma
- ☐ ponte raschiafanghi e raschiaschiume girevole
- ☐ pompe per ricircolo fanghi e di supero, sotto inverter;
- ☐ sfioratore Thomson in lamiera e lama paraschiume;
- ☐ scumbox;
- ☐ copertura modulare in PRFV a tegoli triangolari modulari a volta conica autoportanti;
- ☐ sistema di dosaggio flocculante, costituito da una pompa dosatrice con proprio serbatoio e vasca di miscelazione;

6. filtrazione a dischi:

- ☐ di tipo a filtrazione dinamica tangenziale
- ☐ in acciaio inox in continua rotazione con lavaggio automatizzato

7. Trattamenti di finissaggio per quota parte riutilizzo – ULTRAFILTRAZIONE. Si prevede un volume di stoccaggio minimo con serbatoio in vetroresina avente volumetria minima pari a 10 mc, con N. 2 pompe di rilancio ai riutilizzi.

8. Trattamento fanghi:

- ☐ sistema di ispessimento dinamico con condizionamento a polielettrolita
- ☐ disidratazione a centrifuga
- ☐ sistema di estrazione a coclea e accumulo in n.2 cassoni scarrabili
- ☐ locale chiuso in depression

9. Trattamento emissioni odorigene:

- ☐ linea 1 - captazione e collettamento dalle coperture del depuratore e trattamento dedicato
- ☐ linea 2 - captazione e collettamento dal locale fanghi e trattamento dedicato
- ☐ ciascun Sistema di trattamento è costituito da doppio stadio di abbattimento ad umido (scrubber acido e basico) e finissaggio a secco con carbone attivo impregnato

Nuova linea pretrattamenti

Grazie all'implementazione di questo sistema di pretrattamento si raggiungerà il totale di 130 m³/h di acqua di lavaggio. Si prevede pertanto la fornitura di una soluzione integrata di filtrazione con vaglio rotante spaziatura pari a 0,5 mm wedge wire, costituita da dissabbiatura areato, avente portata nominale pari a 80 m³/h.

A seguire le specifiche tecniche del modello individuato:

- Portata in ingresso fino a 22 l/s = 80 m³/h

1. Apparecchiatura
2. Filtrazione con filtro a tamburo
3. Decantazione sabbie

- Prestazioni medie: rendimento fino al 90% per la dissabbiatura per particelle oltre i 200µm e densità oltre 1,65 Kg/dm³. Valore considerato di progetto 87%.

Vasca per la sedimentazione delle sabbie

- Coclea di classificazione e sollevamento delle sabbie
- Sistema di insuflaggio aria
- Volume di decantazione : 5,50 m³
- Superficie di pelo libero : 6,14 m²
- Tempo di ritenzione @ 80 m³/h = 248 s

Materiali :

- Carpenteria esterna realizzata in acciaio inox AISI 304 L

Filtro a tamburo rotante per grigliatura fine

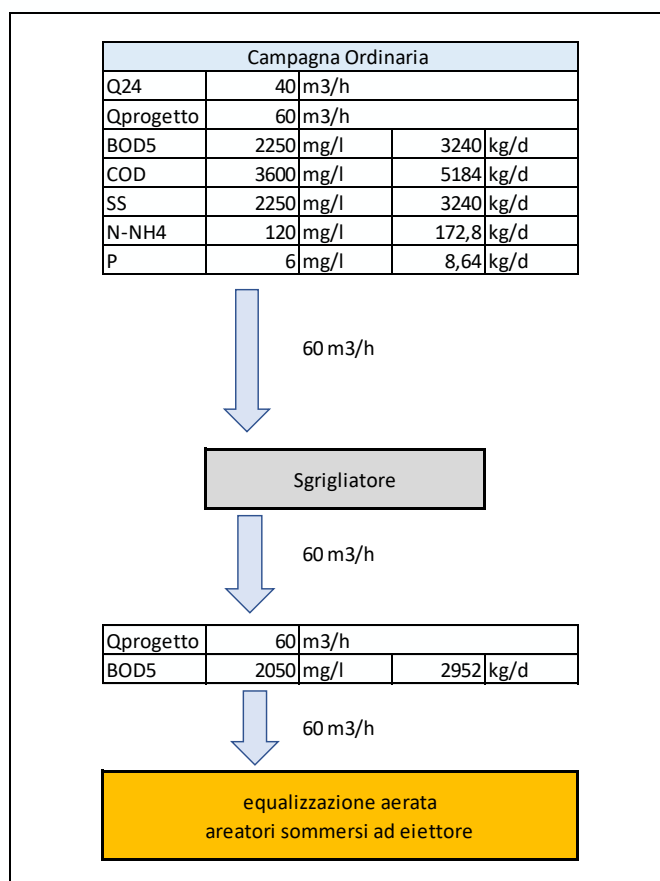
- Luce di filtrazione: 0,50 mm Wedge Wire
- Portata max : 248 m³/h (teorico, calcolato con acqua pulita)
- Diametro tamburo : Ø628 mm
- Lunghezza cestello: 1500 mm
- Pulizia cestello mediante lama raschiante regolabile
- Sistema di troppo pieno

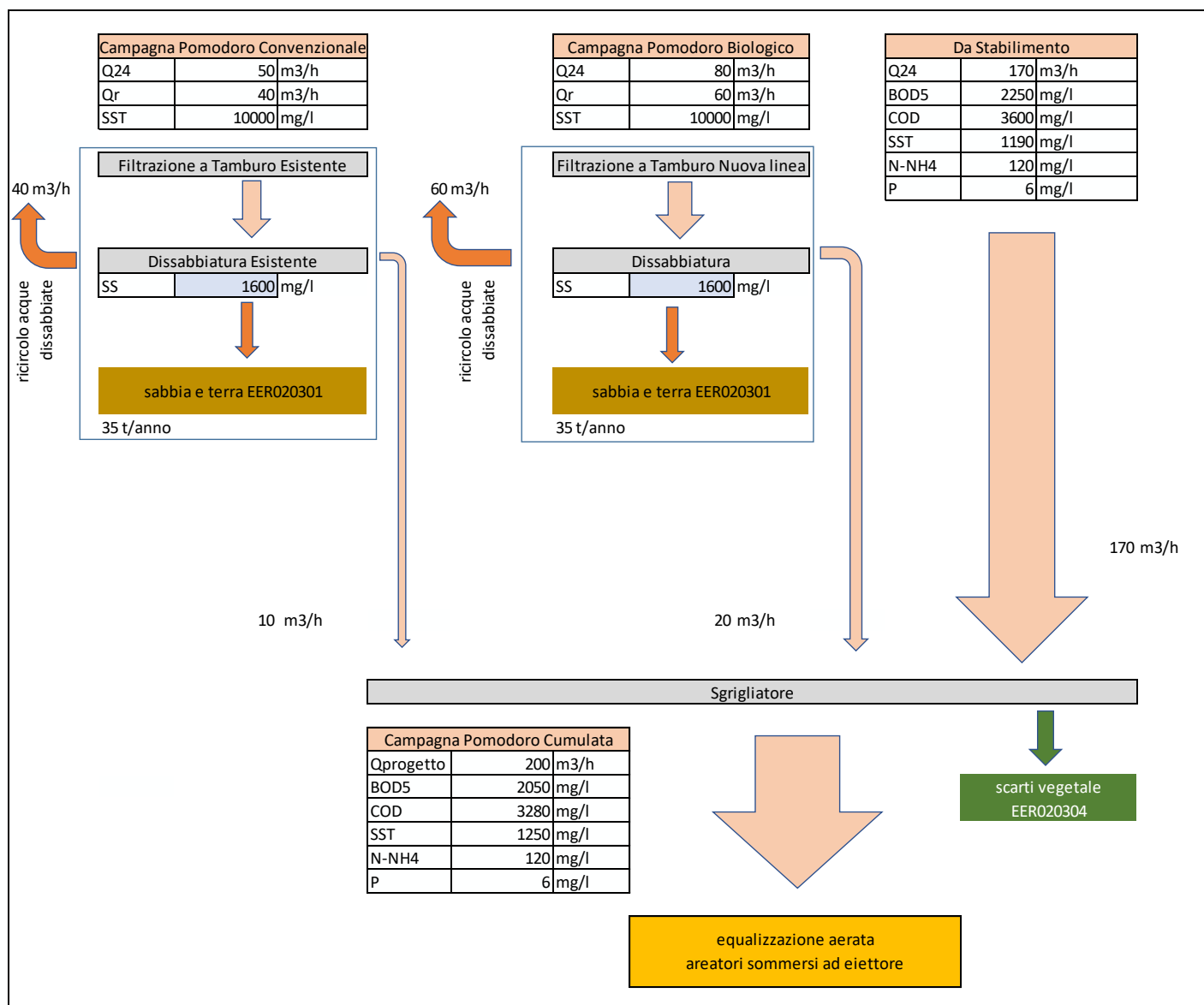
- Barra di lavaggio del cestello con attacco G 3/4"
- Pressione e portata acqua tecnica di lavaggio :
 - 70 l/min @ 3 bar
 - 91 l/min @ 5 bar
- Motore tipo : TEFC – IEC – IP55 – classe F
- Potenza installata : 0,55 kW 400V–50Hz–3ph
- Riduttore : vite senza fine – 9 giri/min

Coclea estrazione sabbie tipo CSS 219

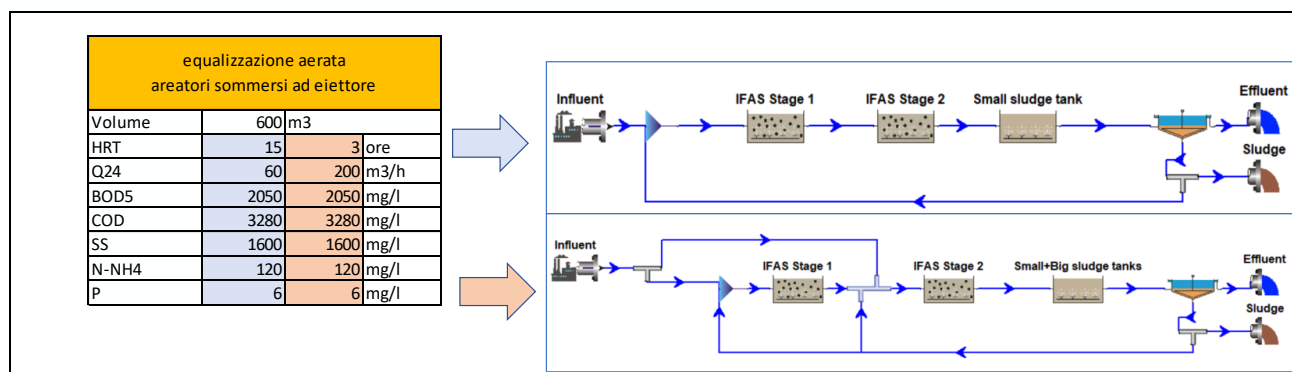
- Diametro coclea di estrazione: Ø168mm
- Spira a profilo singolo spessore 20 mm
- Motore 0,37 kW, 400V, 50Hz, trifase, 4 poli, IP55, classe F
- Riduttore Bonfiglioli, 5 rpm

Di seguito si riporta il flowchart dei pretrattamenti con i valori dei parametri di processo derivanti dai calcoli, nella campagna ordinaria (azzurro) e pomodoro (rosa)





Di seguito si riporta lo schema di funzionamento dell'impianto IFAS, nella campagna ordinaria (**azzurro**) e pomodoro (**rosa**)



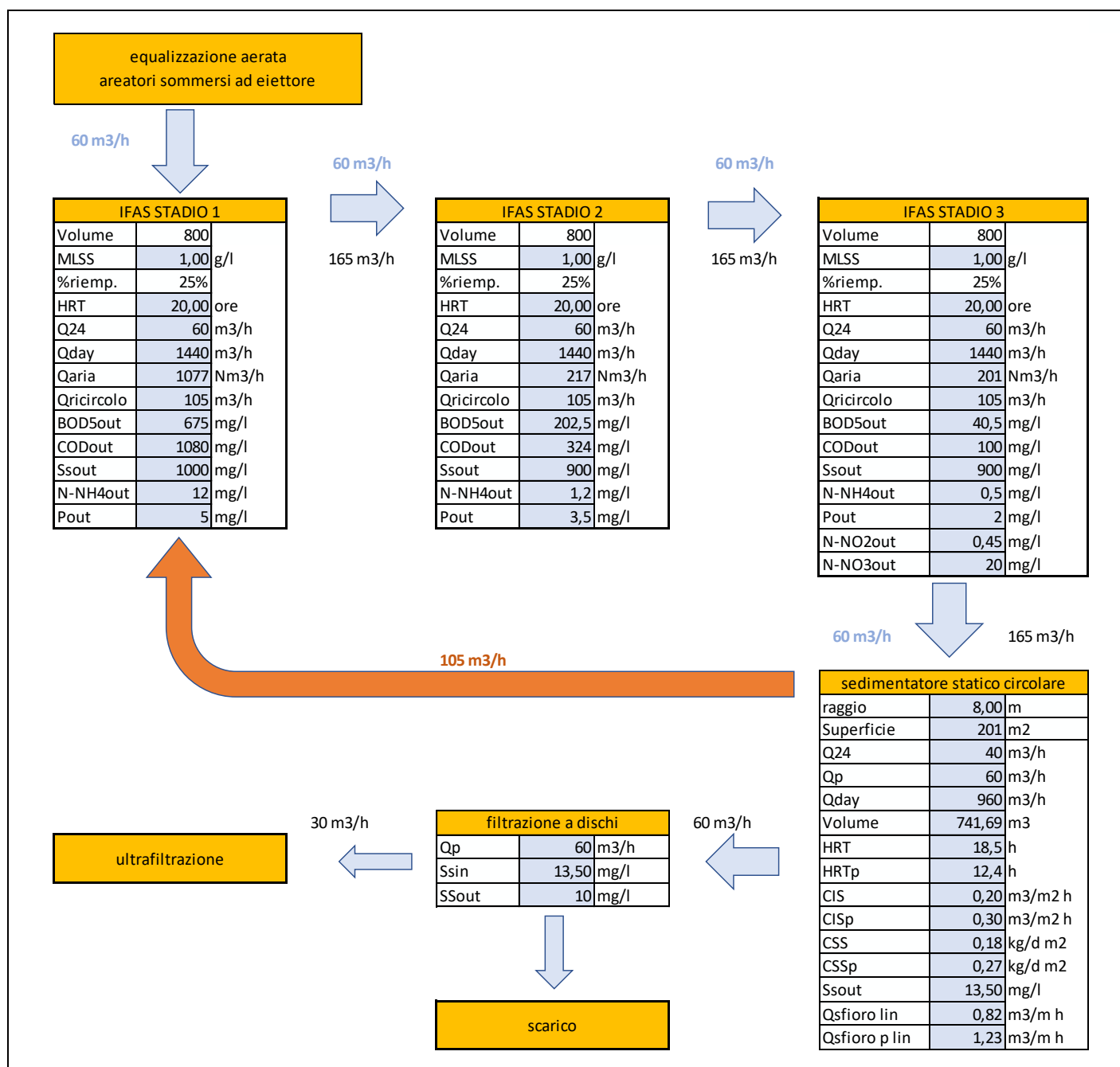
Si fa presente che i comparti attivi a regime, sia durante la campagna pomodoro e sia durante la campagna ordinaria, ovvero IFAS 1, IFAS 2 e IFAS 3, saranno sempre attivi in contemporanea, con erogazione variabile di aria compressa in funzione del fabbisogno di ossigeno, gestito da regimi di funzionamento dei compressori a lobi, in condizioni differenti per le 2 campagne e asserviti ai corrispondenti set point di ossigeno disciolto nei vari comparti.

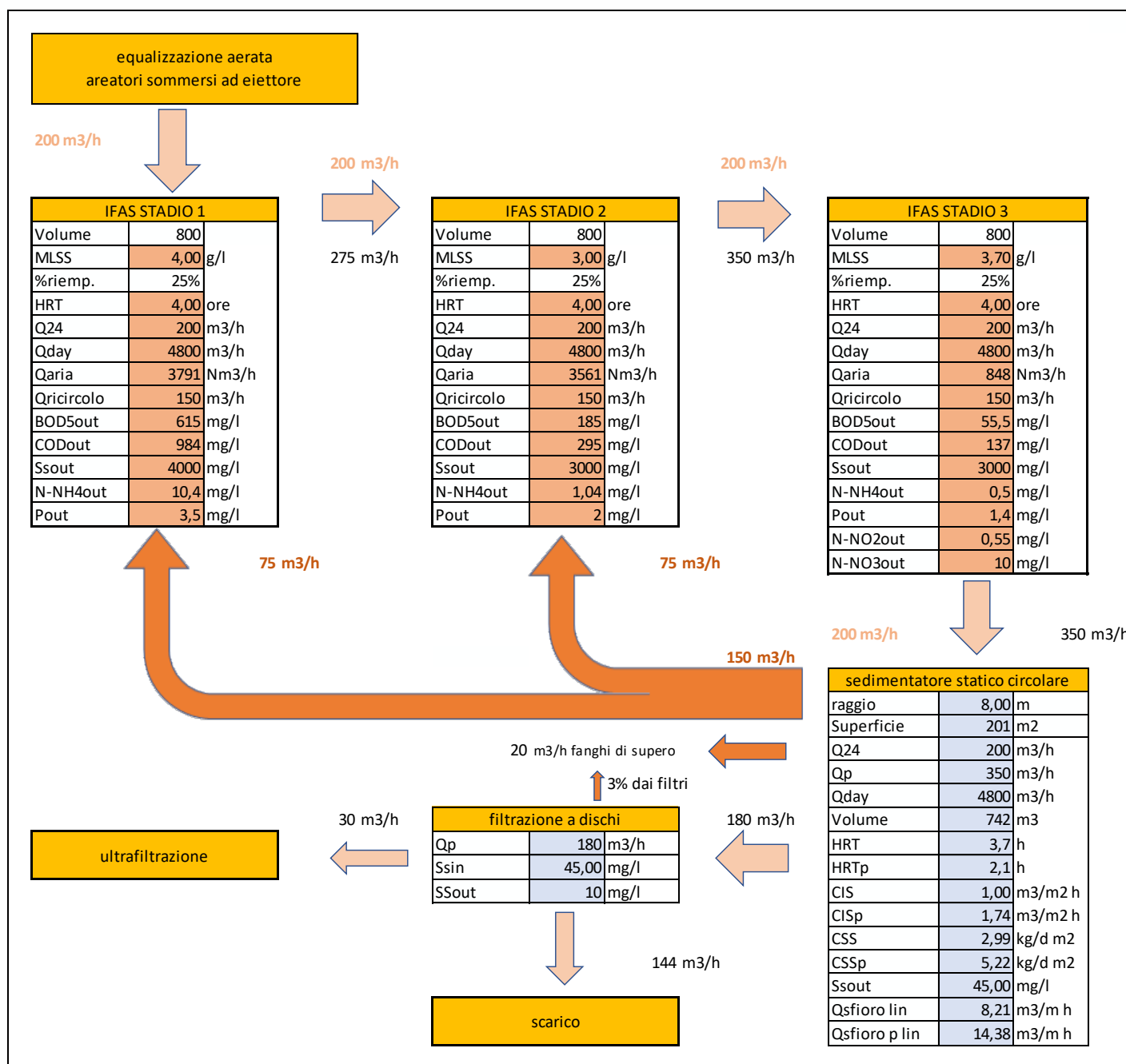
Nella campagna ordinaria i comparti IFAS sono alimentati a partire dal primo a cascata, mentre nella campagna pomodoro, il flusso del refluo viene suddiviso in 2 aliquote uguali (50%-50%), la prima alimenterà direttamente l'IFAS 1, la seconda l'IFAS 2, come da flowchart grafico della pagina precedente.

Allo scopo di garantire maggiore flessibilità al processo depurativo, tuttavia si prevede la possibilità, in campagna ordinaria, attraverso un sistema di intercettazione con valvole di esclusione manuali, di modificare le aliquote sopracitate, ovvero di dirottare l'intero contributo, o parte di esso, direttamente al comparto IFAS 2, escludendo al limite il passaggio in IFAS 1.

Il gestore ha, in questo modo, la possibilità di gestire il processo depurativo in base agli effettivi carichi entranti.

Di seguito si riporta i due schemi di funzionamento dell'impianto IFAS, uno nella campagna ordinaria (**azzurro**) e l'altro nella campagna pomodoro (**rosa**), esplicitando i valori dei parametri di processo derivanti dai calcoli





Sollevamento Iniziale e Sgrigliatura

All'interno di un pozzetto di sollevamento di testa verranno raccolte tutte le acque derivate dalla produzione. Qui n. 2 elettropompe sommerse invieranno il refluo allo sgrigliatore vs. esistente che verrà spostato alla sommità della vasca di equalizzazione. Lo scarto della grigliatura verrà classificato con codice EER 020304 ed accumulato in apposito contenitore a carico del cliente.

Equalizzazione

Il bacino di equalizzazione, posto a valle dei principali pretrattamenti, consente di attenuare le punte sia in termini di portata sia di carico inquinante, garantendo un'alimentazione agli stadi successivi a portata costante. Nel caso in analisi questo comparto consentirà anche una diluizione dei carichi di tensioattivi o altre sostanze tossiche, che altrimenti potrebbero rivelarsi dannosi per l'intero processo biologico.

Fermi restando quindi i dati di progetto riportati e le considerazioni di sopra enunciate, si garantiscono gli standard di qualità dell'effluente depurato indicati dal Decreto Legislativo n. 152/2006 per scarichi in pubblica fognatura (rif.tab 3 All.5).

Sono da considerarsi dannose per l'innescio del processo biologico le acque affluenti con valori di pH superiori a 9,5 e inferiori a 6,0 e con condizioni palesemente anossiche.

La campagna pomodoro ha durata di 65 giorni, 7 giorni su 7 e 24 ore su 24.

Questo implica che non ci sono differenti regimi di funzionamento tra giorni lavorativi e festivi nel periodo di portata massima, assunta come valore di progetto.

La campagna ordinaria, che interessa i restanti 300 giorni l'anno, solitamente impiega al massimo 6 giorni lavorativi su 7, con durata 24 ore su 24 di lavorazione.

Si considera che il picco orario di carico di azoto ammoniacale verrà diluito nel volume di equalizzato.

Viene anche individuato il volume di fondo, che consente di avere sempre una base di refluo equalizzato e non mandare mai in secco il comparto.

Per il calcolo del volume si prende in considerazione la campagna pomodoro cumulata, garantendo 3 ore di miscelazione minime.

Per quanto concerne i metalli eventualmente eccedenti il normale limite in vasca di equalizzazione verranno estratti e trattati comunque direttamente nella disidratazione finale. Si tenga conto i metalli pesanti saranno comunque gestiti all'interno del bacino di equalizzazione con l'ausilio del coagulante al fine della loro precipitazione e successiva estrazione in linea fanghi.

Si seleziona questo volume come volume di equalizzazione massimo, pari a 600 m³, il che consente di mantenere circa il 50% del volume di base in vasca. La vasca di equalizzazione avrà una larghezza interna di 14 m ed una lunghezza interna di 8,6 m, con un battente massimo di 5,0

Stadio di Ossidazione Biologica

Premesse sui sistemi di misura e controllo dei parametri in ingresso e uscita

Al fine di ottimizzare la gestione del processo e di monitorare gli effettivi rendimenti di abbattimento ottenibili, si è optato per l'adozione di un sistema integrato di sonde di misura:

- pH e azoto ammoniacale, in ingresso nella vasca di equalizzazione,
- ossigeno disciolto (DO) nel primo e nel secondo IFAS
- nitrati in uscita dal terzo stadio IFAS.

Questa scelta consente il controllo e l'intervento tempestivo in caso di necessità, ma anche di ridurre i consumi ottimizzando la gestione delle soffianti sotto inverter.

Si prevede di alloggiare le sonde atte alla misura del valore pH e delle forme azotate in vaschette in polietilene, che verranno staffate a bordo del comparto in stacco delle rispettive mandate dei gruppi elettropompa sommergibili di alimentazione.

Il segnale di misura del DO e dell'azoto ammoniacale, trasmesso ad una centralina programmabile, in grado di acquisire fino a N. 4 segnali, consentirà di gestire automaticamente le soffianti. L'elettrodo pH, di norma sensibile ad interferenza anche lievi di natura elettromagnetica, al fine di evitare potenziali pendolamenti fuori scala non effettivi, verrà protetto con cavo schermato isolato galvanicamente. I segnali di misura pH e nitrati potranno poi essere trasmessi con cavo modbus al quadro elettrico generale, che verrà equipaggiato comunque con modulo a logica programmabile PLC.

Stadi IFAS

Generalità sui processi a biomassa adesa

I processi depurativi di tipo biologico avvengono per opera di batteri e di altri microrganismi che si occupano di trasformare e/o assimilare gli inquinanti presenti nel liquame in modo da permetterne la loro rimozione nell'acqua contaminata.

Le popolazioni batteriche responsabili del trattamento depurativo possono essere presenti nel reattore biologico sotto forma di micro fiocchi sospesi nel liquido o di pellicole biologiche che si sviluppano su appositi supporti inerti (oggi giorno plastici): si distinguono pertanto i processi biologici a biomassa sospesa da quelli a biomassa adesa. Nei processi a biomassa adesa, la biomassa attiva si sviluppa all'interno del reattore biologico sotto forma di pellicola biologica (biofilm) più o meno spessa, adesa alla superficie di supporti inerti di diversa configurazione, dimensione e materiale, fissi o mobili.

La particolarità di tali processi, rispetto a quelli a biomassa sospesa, è legata alla notevole importanza che assumono i fenomeni diffusivi nel moto dei substrati (contaminanti organici, nutrienti, ossigeno ecc) e dei prodotti di reazione (anidride carbonica, nitrati ecc) all'interno dello strato limite tra liquame e pellicola biologica, nei due opposti sensi.

L'ispessirsi della pellicola per effetto della crescita biologica limita la penetrazione dei diversi substrati all'interno della stessa e, unitamente alle azioni idrodinamiche presenti nel reattore biologico, ne determina il distacco dal supporto (il cosiddetto "spoglio" della biomassa) : questo rappresenta il fango in eccesso (superò) prodotto dal sistema, da allontanare per mantenere il sistema in condizioni stazionarie.

Il ciclo MBBR IFAS (Integrated Fixed-Film Activated Sludge) con cui è stato concepito l'impianto dell'azienda La Cesenate, a differenza del sistema MBBR puro, prevede che la biomassa attiva presente debba essere reintegrata, mediante idonei dispositivi di ricircolo dei fanghi, poiché in questa configurazione assume molta importanza anche la frazione di biomassa sospesa.

I processi a biomassa adesa sono dei processi autoregolanti, cioè con elevata stabilità di processo, la cui affidabilità è indipendente dalle caratteristiche di sedimentabilità del fango, caratteristica di vitale importanza e molto delicata nei reattori con microrganismi sospesi.

Il design previsto per la Cesenate consiste in 3 comparti IFAS di uguale superficie (12,00 x 14,00 m), sul cui fondo viene installato un sistema di aerazione in PVC con diffusori a disco da 12" con membrana in EPDM rivestito con layer di PTFE. Il fattore di riempimento per ciascuna delle 3 vasche è stato valutato pari al 25% per un quantitativo complessivo di corpi di riempimento pari a circa 600 m³. Tra i vari comparti IFAS, sono state dimensionate delle griglie di contenimento al fine di evitare il passaggio dei corpi da una vasca all'altra.

Il Processo MBBR e IFAS

Si definiscono reattori a letto mobile (MBBR) quelli la cui biomassa si sviluppa principalmente su supporti che non mantengono fisse né le mutue posizioni né quelle relative al reattore: gli elementi di supporto della biomassa sono allora liberi di muoversi lungo tutto il reattore biologico.

La forza motrice prescelta per impianto di La Cesenate, è la movimentazione pneumatica con insufflazione aria a bolle fini su tappeto diffusori a membrana in PTFE di fondo.

La capacità di adesione e colonizzazione dei microrganismi sulle superfici solide sommerse sono sufficientemente ampie da consentire l'utilizzo dei più disparati materiali di supporto per l'attecchimento e lo sviluppo di pellicole biologiche.

I parametri principali per la definizione di un mezzo di supporto sono i seguenti:

- struttura e forma;
- tasso di riempimento;
- superficie specifica;
- densità.

La struttura e forma sono estremamente variabili, sviluppati in modo diverso da ciascun operatore del settore.

Il tasso di riempimento (espresso in mc/mc, in percentuale) è il rapporto tra il volume apparente (pieni + vuoti) occupato dal mezzo di supporto in vasca vuota ed il volume della vasca stessa. Per impianto di progetto La Cesenate, sono stati individuati, quale mezzo di riempimento, corpi di riempimento in polietilene vergine ad alta densità ed un grado di riempimento pari al 25%

La superficie specifica (espressa in mq/mc) è il rapporto tra la superficie del mezzo di supporto ed il volume in mucchio del riempimento stesso. È pertanto un indice della disponibilità di spazi di adesione superficiale del mezzo di supporto direttamente colonizzabili dalle colonie batteriche e di conseguenza della concentrazione di biomassa adesa che è possibile mantenere nel reattore biologico. Si tenga presente che nel caso del MBBR la superficie disponibile risulta essere solo quella protetta dalla collisione reciproca dei singoli elementi; in pratica va considerata quella interna dell'elemento in quanto l'attecchimento esterno è impedito dalla citata collisione.

La densità del mezzo di supporto (espressa in Kg/mc) ha particolare interesse applicativo per i letti mobili e sommersi. Il loro comportamento nei confronti della galleggiabilità o sedimentazione influenza molto le reattoristiche ed in particolare nell'MBBR IFAS, a causa della loro facilità di movimentazione dei mezzi di supporto.

Le biomasse adese sono caratterizzate dalla facilità di ottenere concentrazioni specifiche (Kg SS/mc di reattore) molto più elevate e da un'attività notevolmente maggiore rispetto ad un sistema a biomassa sospesa: ciò si traduce in una maggior potenzialità volumetrica del reattore.

Concludendo, l'utilizzo del processo MBBR IFAS consente di ottenere i seguenti benefici:

1. aumento dell'efficienza totale di depurazione per l'effetto dell'attività della biomassa adesa, più resistente ad eventuali variazioni di portata e di carico ;
2. possibilità di potenziamento di strutture esistenti, senza necessità di ulteriori volumi e spazi.
3. Elevata capacità di favorire innesco di una biomassa specializzata ;
4. Svincolo del tempo di ritenzione idraulica dall'età del fango
5. Possibilità di realizzare pretrattamenti ad alto carico per "sgrossare" reflui industriali ad alto carico
6. Trattamento spinto di azoto grazie alla specializzazione della biomassa adesa, svincolato dall'età del fango e ottimizzazione del fabbisogno di ossigeno
7. Semplicità di realizzazione e di gestione,
8. ulteriore flessibilità di ampliamento, rappresentata dalla possibilità di aumentare ulteriormente il tasso di riempimento fino a valori tali da assicurare le rese richieste anche con un carico organico in ingresso superiore, raggiungendo questo obiettivo senza alcuna modifica strutturale o di apparecchiature, aggiungendo semplicemente del nuovo riempimento a quello pre-esistente; si può stimare la possibilità di ricevere un incremento del 20% dei carichi organici in considerazione di un aumento del tasso di riempimento volumetrico (volume carrier/volume vasca) fino a portarlo al 40%.

9. età del fango più elevate a parità di volumi, rispetto ad una configurazione tradizionale a fanghi attivi CAS e quindi fango di supero più stabilizzato e facilmente disidratabile;

Tra gli accorgimenti da evidenziare, in impianti IFAS è necessario porre attenzione ai sistemi di pulizia delle griglie di contenimento operata dal movimento dei supporti stessi (Flusso a Spirale - Spiral flow) e alla previsione di passerelle per controllare la pulizia meccanica delle griglie in uscita. Inoltre, negli impianti IFAS si riesce a massimizzare il rendimento della biomassa adesa nella rimozione di carbonio e in nitrificazione, con lo scopo di diminuire la biomassa sospesa e/o utilizzarla anche per il processo di defosfatazione biologica.

Materiale di riempimento

La nostra soluzione progettuale prevede di inserire nel sistema depurativo IFAS un riempimento rigido progettato preformante per questa applicazione.



Il materiale di riempimento proposto, prodotto secondo i più avanzati standard qualitativi, appartiene all'ultima generazione dei materiali di riempimento alla rinfusa, in polietilene vergine ad alta densità - HDPE. Il particolare tipo di configurazione, contrasta la compenetrazione dei tronchetti tra di loro, evitando la rimozione della biomassa per sfregamento o per contatto, pur permettendone un'efficace aerazione.

La crociera centrale suddivide ogni elemento in settori; all'interno di ogni settore, si ha un notevole incremento della superficie disponibile, pur lasciando a disposizione ampi spazi per la crescita batterica.

Il riempimento è realizzato con corpi di riempimento, con struttura cilindrica, ove necessario, con una densità leggermente inferiore a quella dell'acqua per consentire un equilibrio in sospensione continua

La superficie protetta utile della tipologia considerata è pari a circa 600 m²/m³.

Calcolo dei volumi dei reattori IFAS

Il calcolo è stato eseguito con il software Biowin, gli scriventi riportano solo i volumi dei comparti, mentre nel prossimo paragrafo vengono dettagliati i calcoli del fabbisogno di ossigeno.

DENOMINAZIONE VASCA	ALTEZZA [m]	LARGHEZZA [m]	LUNGHEZZA [m]	SUPERFICIE [m ²]	VOLUME [m ³]
equalizzazione	5	14	8,6	120,4	602
IFAS 1	4,9	14	12	168	823,2
IFAS 2	4,85	14	12	168	814,8
IFAS 3	4,8	14	12	168	806,4

calcolo dei rendimenti depurativi				
Campagna Pomodoro				
ingresso da equalizzazione		IFAS1	IFAS2	IFAS3
COD	3280	984	295	135
rendimenti		70%	70%	54%
NH4	120	10,4	1,04	0,5
rendimenti		91%	90%	52%

Campagna Ordinaria				
ingresso da equalizzazione		IFAS1	IFAS2	IFAS3
COD	3280	1080	324	100
rendimenti		67%	70%	69%
NH4	120	12	1,2	0,5
rendimenti		90%	90%	58%

Calcolo del fabbisogno di Ossigeno e Layout Sistema di distribuzione

I microrganismi usano ossigeno per la crescita di nuove cellule e per la propria sopravvivenza, o respirazione endogena. Inoltre l'ossigeno viene consumato in tutti i processi di ossidazione, in particolare nella Nitrificazione dell'ammonio e nella Nitrificazione di Sintesi (quota parte di azoto che viene utilizzata nel processo assimilativo della matrice carboniosa). La formula utilizzata per il calcolo del fabbisogno di ossigeno è la Formula di Eckenfelder, consente di calcolare il valore dell'Actual Oxygen Requirement in condizioni di punta di carico– A.O.R.p:

$$A.O.R.p = a * \gamma * Q_{24} (BOD_{in} - BOD_{out}) + b' * V * X + 4,57 N_{nit} - 2,86 N_{den}$$

dove:

- a è il coefficiente di respirazione attiva (0.5-0.6 kg O₂/kg BOD₅). Tipicamente posto pari a 0,5
- γ è il coefficiente di punta del carico organico
- b' coefficiente di respirazione endogena alla temperatura T, ottenuto dalla relazione $b' = b * 1,024^{(T-20)}$ dove b=0,1
- V è il Volume specifico dello stadio
- X è la concentrazione della biomassa (in kg MLSS/m³)
- N_{nit} è il carico di Azoto Ammoniacale ossidato a Azoto Nitrico
- N_{den} è il carico di Azoto Nitrico denitrificato ad azoto gassoso

La formula tiene conto di tutti i processi biologici che possono concorrere in uno stadio di ossidazione con contemporanea nitrificazione di sintesi, nitrificazione dell'ammonio e denitrificazione. Non tutti i processi vedono tutte queste reazioni avvenire contemporaneamente o in un unico stadio, pertanto la formula va aggiustata in base al processo progettato.

Questo valore teorico va poi aggiustato in base a molti parametri quali l'efficienza di scambio legata alla diffusività dell'ossigeno disciolto nell'acqua, le condizioni ambientali (temperatura, quota dell'impianto e profondità del sistema di diffusione), il sistema di diffusione, la differenza tra un sistema operante in acqua pulita e nel liquame. Infine il valore di massa di ossigeno va riportato a un volume d'aria da insufflare nel bacino. La Formula di Eckenfelder, questo valore viene diviso per una serie di coefficienti e parametri di progetto per ottenere la Standard Oxygen Requirement – S.O.R., ovvero il fabbisogno di Ossigeno in condizioni standard. Le formule utilizzate sono:

$$S.O.R.p = A.O.R.p / \{ \alpha * F * [(\beta * C_{STH} - C_L) / C_L] * 1,024^{(T-20)} \}$$

dove:

- α è il rapporto tra l'indice di trasferimento dell'ossigeno (K_{LA}) del liquame su quello dell'acqua pulita, valore assunto in ambiente MBBR IFAS, nel range 0,72-0,77
- F è il Fouling Factor, ovvero un coefficiente che tiene conto dell'incrostazione dovuta ai solidi e alla biomassa, dipendente dal sistema di diffusione, assunto pari a 1
- β è il rapporto tra la concentrazione di saturazione dell'ossigeno nel liquame su quello nell'acqua pulita (0,95-0,98). Tipicamente posto pari a 0,95.
- C_{STH} è la saturazione superficiale dell'ossigeno disciolto (in mg/l) in acqua pulita alla temperatura di progetto T e alla quota del bacino H , rispettivamente 41 m.s.l.m. e 22°C
- C_L è la concentrazione residua dell'ossigeno disciolto (in mg/l) nel reattore
- C_S è la saturazione superficiale dell'ossigeno disciolto (in mg/l) in acqua pulita nelle condizioni standard

Il valore riportato in condizioni standard va ora trasformato in fabbisogno di punta di Aria in condizioni Standard S.A.R.p, tenendo presente che l'ossigeno contenuto nell'aria è il 21% ca, in volume e il 23,2% ca. in massa, e che il peso specifico di un metro cubo di aria in condizioni standard è pari a 1,204 kg/m³.

Una volta convertito il fabbisogno di ossigeno in metri cubi di aria in condizioni standard, necessari per fornire questa massa stechiometrica di ossigeno, bisogna considerare l'efficienza e le condizioni operative del sistema di diffusione.

Il parametro principale da considerare una volta effettuata la scelta del sistema di diffusione è il S.O.T.E., ovvero Standard Oxygen Transfer Efficiency, espresso in termini di efficienza percentuale per m di sommergenza. Questo parametro viene fornito dal costruttore (con un test conforme alla EN 12255-15) o è ricavabile dalla letteratura. L'efficienza totale è dipendente dalla sommergenza, più è lungo il percorso delle bolle d'aria, maggiore è lo scambio col liquame (a parità di condizioni e tipologia di sistema di diffusione) e dalla portata d'aria (maggiore è la portata del singolo diffusore minore è il S.O.T.E.).

Considerato un rendimento dei diffusori a bolle fini circa per m.l. (SOTE%), nel range (6.08-7,23) in base alle caratteristiche dimensionali dei vari comparti IFAS di progetto e un battente corrispondente indicato nell'elaborato di calcolo, il fabbisogno d'aria conseguente $F1$, espresso in Nm³/h, risulta essere pari ai valori, riportati nello specchietto di sintesi a seguire :

	IFAS I STADIO	IFAS II STADIO	IFAS III STADIO
Portata aria (Nmc/h)	3790,88	3561,31	848,08
Quantità diffusori previsti	512	512	512
Perdita di carico al compressore (mbar)	610	600	590
Ossigeno disciolto progetto (mg/l)	2,4	3,0	3,0

Di seguito si riporta il foglio di calcolo del fabbisogno di ossigeno:

PERIODO CAMPAGNA POMODORO

Tank 1

Tipo di serbatoio	Aeration	Geometria vasca	Rectangular
Tipo di ingresso	AOR	Tipo di diffusore	ECD350-2mm

Tank 1 / Massima portata (stagione raccolta)

	Unità	Q=200 m3/h @ IFAS1	Q=200 m3/h @ IFAS2	Q=200m3/h @ IFAS3
Scenario di				
progettazione		Standard	Standard	Standard
AOR	(kg O ₂ /day)	4.396,8	4.029,12	1.099,68
AOR	(Kg O ₂ /hr)	183,2	167,88	45,82
Massima portata (stagione raccolta)	(m)	14	14	14
Lunghezza				
Massima portata (stagione raccolta)	(m)	10,8	10,8	10,8
Larghezza				
SOMMERGENZA DIFFUSORE	(m)	5,1	5	4,9

SOR	(kg O₂/hr)	352,65	329,53	90,06
Portata totale SOR)	(Nm³/hr)	3.790,88	3.561,31	848,08
Flusso d'aria per miscelazione minima	(Nm³/hr)	1.054,62	1.054,62	1.054,62
Flusso d'aria per diffusore	(Nm³/hr)	7,40	6,96	2,06
Quantità diffusore	(pcs)	512	512	512
Densità Diffusori	(%)	22,01	22,01	22,01
SOTE	(%/m)	6,08	6,17	7,23
SOTE TOTALE	(%)	31,04	30,87	35,43
PERDITA DI CARICO AL COMPRESSORE	(mbar)	<u>610</u>	600	590

	Unità	Q=200 m ³ /h @ IFAS1	Q=200 m ³ /h @ IFAS2	Q=200m ³ /h @ IFAS3
AOR	(kg O ₂ /day)	4.396,8	4.029,12	1.099,68
AOR	(kg O ₂ /hr)	183,2	167,88	45,82
MLSS	(mg/l)	4.000	3.200	3.200
Tempo di aerazione	(hrs)	24	24	24
Temperatura del liquido	(°C)	22	22	22
Temperatura dell'aria ambiente	(°C)	20	20	20
Pressione barometrica	(mbar)	1.013,25	1.013,25	1.013,25
O ₂ Tasso di assorbimento	(mg/l/hr)	224,03	209,17	58,19
Densità minima Diffusori	(%)	5	5	5
Fattore alfa	(α)	0,72	0,77	0,77
Fattore di incrostazione	(F)	1	1	1
Fattore beta	(β)	0,95	0,95	0,95
Fattore Theta	(θ)	1,024	1,024	1,024
Ossigeno disciolto	(mg/l)	2,4	3	3
Massima portata (stagione raccolta)	(m)	14	14	14
Lunghezza				
Massima portata (stagione raccolta)	(m)	10,8	10,8	10,8
Larghezza				
Battente	(m)	5,4	5,3	5,2
SOMMERGENZA DIFFUSORE	(m)	5,1	5	4,9
Massima portata (stagione raccolta)	(m ²)	151,2	151,2	151,2
Area				
Volume del serbatoio	(m ³)	816,48	801,36	786,24
C *, Saturazione superficiale, Std., Meth	(mg/l)	8,74	8,74	8,74

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

Csw, Saturazione del bacino del sito	(mg/l)	10,25	10,22	10,19
Css, Std., Saturazione del bacino	(mg/l)	10,66	10,63	10,6
SOR	(kg O ₂ /hr)	352,65	329,53	90,06
KLa20 - /hr		40,46	38,63	10,79
Energia di miscelazione richiesta	(Nm ³ /hr/m ²)	6,98	6,98	6,98
Flusso d'aria per miscelazione minima	(Nm ³ /hr)	1.054,62	1.054,62	1.054,62
Quantità minima Diffusori	(pcs)	117	117	117
SP O ₂ Tasso di trasferimento	gr O ₂ /Nm ³ -m	18,24	18,51	21,67

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

greeneco-wastewater.com

PERIODO CAMPAGNA ORDINARIA

Unità		Q=40m ³ /h @ IFAS1	Q=40 m ³ /h @ IFAS2	Q=40 m ³ /h @ IFAS3
Scenario di progettazione		Standard	Standard	Standard
AOR	(kg O ₂ /day)	1.833,6	366,24	331,92
AOR	(Kg O ₂ /hr)	76,4	15,26	13,83
Portata minima	(m)	14	14	14
Lunghezza	(m)	10,8	10,8	10,8
Portata minima	(m)	10,8	10,8	10,8
Larghezza	(m)	5,1	5	4,9
SOMMERGENZA DIFFUSORE	(m)	5,1	5	4,9
SOR	(kg O ₂ /hr)	118,92	23,52	21,34
Portata totale SOR)	(Nm ³ /hr)	1.077,47	217,05	200,95
Flusso d'aria per miscelazione minima	(Nm ³ /hr)	1.054,62	1.054,62	1.054,62
Flusso d'aria per diffusore	(Nm ³ /hr)	2,10	2,06	2,06
Quantità diffusore	(pcs)	512	512	512
Densità Diffusori	(%)	22,01	22,01	22,01
SOTE	(%/m)	7,22	7,23	7,23
SOTE TOTALE	(%)	36,82	36,15	35,43
PERDITA DI CARICO AL COMPRESSORE	(mbar)	<u>610</u>	600	590

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

	Unità	Q=40m ³ /h @ IFAS1	Q=40 m ³ /h @ IFAS2	Q=40 m ³ /h @ IFAS3
AOR	(kg O ₂ /day)	1.833,6	366,24	331,92
AOR	(kg O ₂ /hr)	76,4	15,26	13,83
MLSS	(mg/l)	1.000	900	900
Tempo di aerazione	(hrs)	24	24	24
Temperatura del liquido	(°C)	12	12	12
Temperatura dell'aria ambiente	(°C)	20	20	20
Pressione barometrica	(mbar)	1.013,25	1.013,25	1.013,25
O ₂ Tasso di assorbimento	(mg/l/hr)	93,43	19,01	17,56
Densità minima Diffusori	(%)	5	5	5
Fattore alfa	(α)	0,92	0,93	0,93
Fattore di incrostazione	(F)	1	1	1
Fattore beta	(β)	0,95	0,95	0,95
Fattore Theta	(θ)	1,024	1,024	1,024
Ossigeno disciolto	(mg/l)	3	3	3
Portata minima Lunghezza	(m)	14	14	14
Portata minima Larghezza	(m)	10,8	10,8	10,8
Battente	(m)	5,4	5,3	5,2
SOMMERGENZA DIFFUSORE	(m)	5,1	5	4,9
Portata minima Area	(m ²)	151,2	151,2	151,2
Volume del serbatoio	(m ³)	816,48	801,36	786,24
C *, Saturazione superficiale, Std., Meth	(mg/l)	10,78	10,78	10,78
Csw, Saturazione del bacino del sito	(mg/l)	12,63	12,59	12,56
Css, Std., Saturazione del bacino	(mg/l)	10,66	10,63	10,6

SED
COF

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

greeneco-wastewater.com

SOR	(kg O ₂ /hr)	118,92	23,52	21,34
KLa20 - /hr		13,64	2,76	2,56
Energia di miscelazione richiesta	(Nm ³ /hr/m ²)	6,98	6,98	6,98
Flusso d'aria per miscelazione minima	(Nm ³ /hr)	1.054,62	1.054,62	1.054,62
Quantità minima Diffusori	(pcs)	117	117	117
SP O ₂ Tasso di trasferimento	gr O ₂ /Nm ³ -m	21,64	21,67	21,67

Selezione dei diffusori

Di seguito si riportano le caratteristiche dei diffusori selezionati, poiché corrispondenti a quanto calcolato.

Il sistema di distribuzione dell'aria compressa verrà realizzato con tappeto a bolle fini , con membrana in PTFE.

I diffusori a disco prescelti, rappresentano un'evoluzione nel mercato dei sistemi di aerazione. La tecnologia di realizzazione prescelta è definita in "single mold" e prevede l'inserimento della membrana all'interno del corpo diffusore durante la fase di stampaggio. In ambiente IFAS, si predilige utilizzo della membrana del corpo diffusore in PTFE, che risulta essere la soluzione più indicata per ridurre le attività di manutenzione e prolungare la vita economica del diffusore.

Vantaggi della membrana in PTFE: Le membrane in PTFE prolungano l'efficienza e riducono i costi dell'intero ciclo di vita del diffusore.

Le proprietà di barriera della membrana PTFE prescelta, con corpo diffusore da 12 pollici e fori 2 mm, non solo riducono l'estrazione del plastificante, il restringimento e l'indurimento della membrana, ma limitano anche i cambiamenti dinamici che possono derivare dal rigonfiamento.

Rispetto ai prodotti non rivestiti che sono più suscettibili all'aumento del DWP a causa di incrostazioni più aggressive e cambiamenti nelle proprietà fisiche e nel peso, la membrana rivestita in PTFE migliora la stabilità dei valori DWP (perdita di carico) durante la vita del prodotto. Ciò ha un impatto diretto sui costi energetici a lungo termine e sulla capacità del sistema di distribuire l'aria in modo uniforme.

A seguire sono riportate le specifiche tecniche del modello di diffusore prescelto:

Range di funzionamento	Min/max	Superficie attiva	Peso
4,0-8,5 Smc/h	1,0-13,0 Smc/h	0,065	0,63

Scelta del sistema di produzione di aria compressa

Il fabbisogno di aria , per ciascun comparto IFAS, verrà fornita mediante insufflaggio, prodotta da N.° 1 compressore a lobi con motore IE4 e distribuito nella massa del liquame, attraverso un tappeto di diffusori a piattelli a bolle fini, con membrana in PTFE, ad elevato rendimento, posto sul fondo della vasca.

I compressori a lobi individuati, saranno del tipo a tre lobi, con silenziatore integrato, comprensivi di valvola di non ritorno, sistema automatico di tensionamento delle cinghie , supporti antivibranti, dotati di N.° 1 valvola di sicurezza Tipo B, DN 150, in acc. a PED 2014/68/UE, N.°1 filtro silenziatore in aspirazione , N.°1 connessione flessibile lato mandata . Ciascuna macchina sarà equipaggiata con motore elettrico IEC standard, classe di efficienza IE3 e di cabina insonorizzazione in acciaio galvanizzato e verniciato, con rivestimento interno fonoassorbente.

I compressori a lobi previsti verranno selezionati tra le seguenti case costruttrici: AERZEN, ROBUSCHI e MAPRO.

Sedimentazione Finale e Ricircolo Fanghi

Per la sedimentazione finale si opta per un design di tipo statico circolare.

Gli scriventi hanno dovuto risolvere il problema del doppio regime di funzionamento, con una variazione di portata da trattare di 5 volte tra campagna ordinaria (40 m³/h) e campagna pomodoro (200 m³/h), aggravato ulteriormente dalla mancanza di spazio.

Adottando, sulla scorta del principio della massima sicurezza, per il calcolo della superficie di sedimentazione necessaria, un carico superficiale pari a 1,0 m/h e un tempo di permanenza $T > 2,5$ h, per la portata della campagna pomodoro si ottengono le dimensioni minime del sedimentatore, da verificare poi per la campagna ordinaria, riassunte nel file di calcolo.

Dimensionamento Sedimentatore Secondario					
portata giornaliera	4800	m ³ /d	ore/giorno	24	
portata oraria	200	m ³ /h	portata media nera		
ricircolo giornaliero	3600	m ³ /d			
portata di ricircolo orario	150	m ³ /h	portata totale	350	m ³ /h
parametri di progetto					
scelta carico idraulico superficiale	0,8-1,5	m ³ /m ² h	scelta tempo di permanenza idraulica	≥ 2	h
c.i.s. di progetto	1	m ³ /m ² h	HRT di progetto	3	h
flusso solido senza ricircolo	3,0-6,0	kg SS/m ² h			
flusso solido con ricircolo	< 9,0	kg SS/m ² h	Carico del fango X	4	kg SS/m ³
flusso solido di progetto	8,8	kg SS/m ² h	Concentrazione fango di ricircolo Xr	6	kg SS/m ³
Calcolo Dimensionale del Sedimentatore					
Superficie necessaria calcolata con carico superficiale	200,0	m ²	numero di vasche	1	
Superficie necessaria calcolata con flusso solido	193,2	m ²	Volume della vasca	600	
Volume necessario	600	m ³	Superficie della vasca	200	
Altezza della vasca (minimo 1,8 m)	3,0	m			
Layout circolare					
Layout	flusso radiale o radiale/verticale e pianta circolare.				
diametro vasca	16,0	m			

Dettaglio volumi Sedimentatore Finale					
diametro	16,00	m			
diametro minore	1,00	m			
angolo	7,00	°			
altezza massima	4,60	m			
altezza tramoggia	0,91	m	altezza minima	3,69	m
volume tramoggia	61,26	m ³			
superficie laterale	202,37	m ²			
volume parte cilindrica	741,11	m ³			
Volume totale	798,76	m ³	HRT	3,99	h

I dati principali sono :

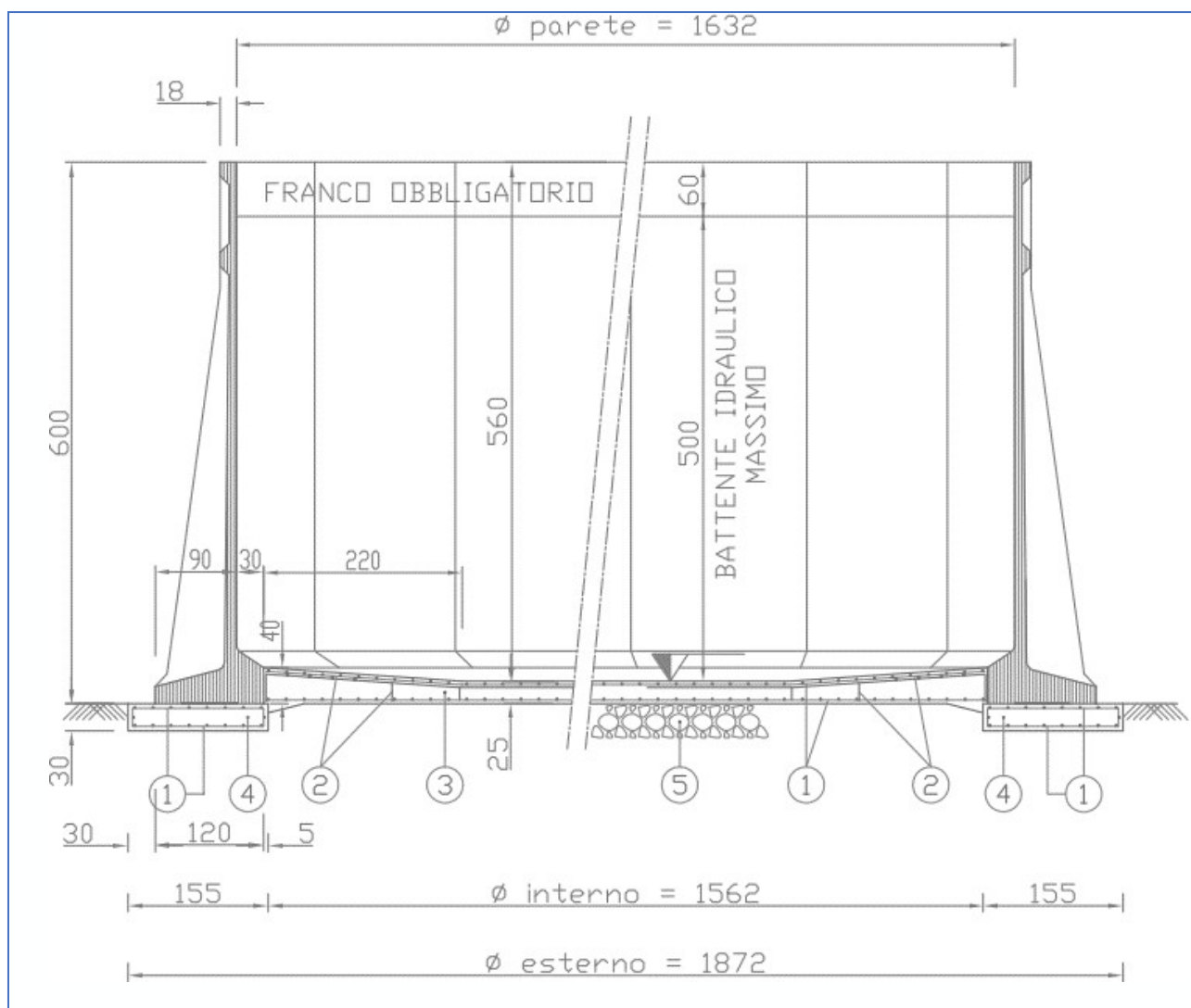
Volume sedimentatore = $Q_{progetto} \times T = 200 \text{ m}^3/\text{h} \times 3 \text{ h} = 600 \text{ m}^3$

Superficie sedimentatore ottenuto come il massimo valore tra il calcolo mediante portata di trattamento e carico idraulico superficiale e la verifica del flusso solido: 200 m².

Si è poi verificato il sedimentatore così ottenuto con le condizioni di punta della stagione ordinaria e i parametri di progetto più cautelativi:

Dimensionamento Sedimentatore Secondario									
portata giornaliera		1440	m ³ /d				ore/giorno	24	
portata oraria		60	m ³ /h	portata media nera					
ricircolo giornaliero		2520	m ³ /d						
portata di ricircolo orario		105	m ³ /h	portata totale		165	m ³ /h		
parametri di progetto									
scelta carico idraulico superficiale		0,8-1,5	m ³ /m ² h		scelta tempo di permanenza idraulica		≥ 2	h	
c.i.s. di progetto		0,4	m ³ /m ² h		HRT di progetto		3	h	
flusso solido senza ricircolo		3,0-6,0	kg SS/m ² h						
flusso solido con ricircolo		< 9,0	kg SS/m ² h		Carico del fango X		4,5	kg SS/m ³	
flusso solido di progetto		5	kg SS/m ² h		Concentrazione fango di ricircolo Xr		6	kg SS/m ³	
Calcolo Dimensionale del Sedimentatore									
Superficie necessaria calcolata con carico superficiale			150,0	m ²	numero di vasche			1	
Superficie necessaria calcolata con flusso solido			180,0	m ²	Volume della vasca			180	
Volume necessario			180	m ³	Superficie della vasca			180	
Altezza della vasca (minimo 1,8 m)			1,0	m					
Layout circolare									
Layout		flusso radiale o radiale/verticale e pianta circolare.							
diametro vasca			15,1	m					

La vasca realizzata con pannelli prefabbricati H 6,0 m verrà poi completata con una gettata di 40 cm per stabilizzare i pannelli e all'interno il fondo sarà sagomato a forma di tramoggia troncoconica con inclinazione di 7°, per poter garantire nella zona periferica una sommergenza di 3,65 m.



LEGENDA

- ① DOPPIA RETE ELETTR. Ø 6-20X20
- ② FERRI DI COLLEGAMENTO FRA ELEMENTO CIRCOLARE PREFABBRICATO E PAVIMENTO VASCA
- ③ PAVIMENTAZIONE VASCA IN C.A.
- ④ PIANI DI APPOGGIO IN C.A.
- ⑤ STRATO IN GHIAIA COSTIPATA E LIVELLATA

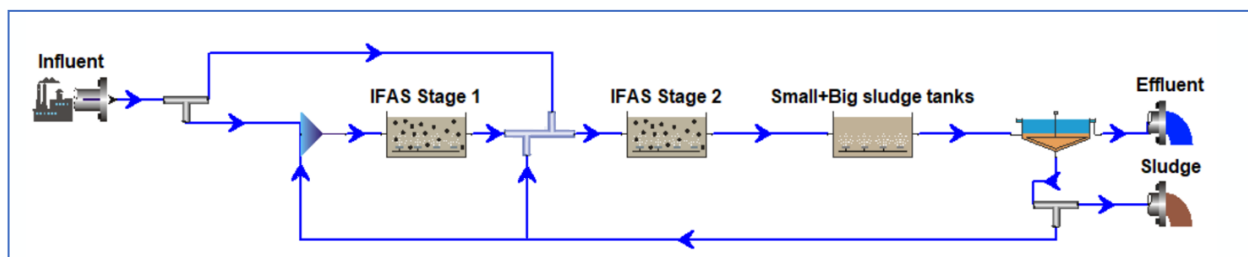
GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

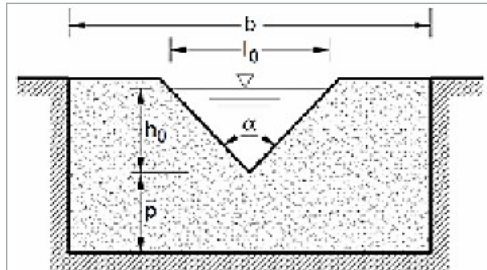
Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

I fanghi sedimentati si raccolgono verso il centro della tramoggia, vengono estratti con due pompe (+riserva) e mediante un sistema di valvole a regolazione manuale rinviati in quota parte alla vasca di ossidazione IFAS 1 (fango di ricircolo) e la parte in eccesso (fango di supero) all'ispessitore dinamico e al successivo trattamento fanghi.



Il surnatante chiarificato viene estratto dall'alto a sfioro, con una canaletta in acciaio inox con profilo tipo Thomson, dimensionata mediante file di calcolo:

calcolo portata canaletta con stramazzi a lama sottile tipo Thomson														
portata di progetto		200		m3/h										
<div>$Q = \frac{8}{15} \cdot \mu \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}^{\frac{5}{2}}$$\mu = 0.6$</div>						canalette		1			diametro	16		m
						bilaterali		no						
						lunghezza		50,27		m				
						lo		10		cm				
						α		90		°				
						ho max		5		cm				
						d		0		m				
						n° sfiori		502						
						percentuale riempimento				45,5%				
						larghezza lama di sfioro				4,55	cm			
						altezza sfioro				2,28	cm			
portata singolo sfioro		0,00011		m3/s		0,40		m3/h						
portata canaletta		0,05567		m3/s		200,41		m3/h						
portata totale		0,05567		m3/s		200,41		m3/h						
portata specifica		al 100%		4,0		m3/h m		all' 46%		8,7		m3/h m		

Una canaletta con 502 profili triangolari 50 mm x 100 mm a 90° è in grado di sfiorare la portata di progetto senza eccedere la portata specifica lineare limite di 10 m³/m h. Di seguito la verifica a 40 m³/h 60 m³/h.

Produzione fanghi di supero

Dal momento che gli impianti IFAS sono impianti ibridi concepiti con funzionamento congiunto, con utilizzo contemporaneo di biomasse adese (MBBR) e sospese (fanghi attivi), abbiamo condotto il calcolo di produzione fanghi di supero, considerando intero volume del comparto di ossidazione in configurazione esclusiva con processo fanghi attivi, che comporta sicuramente una sovrastima della produzione dei fanghi di supero, in virtù del fatto che gli impianti IFAS sono caratterizzati da un'età del fango decisamente superiore rispetto agli impianti tradizionali CAS, con conseguente minor produzione degli stessi.

In queste condizioni, il tasso di crescita del fango di supero K_t è significativamente minore rispetto a configurazione impiantistica tradizionale a fanghi attivi - CAS.

A favore di sicurezza, il calcolo quindi è stato condotto con un bilancio di massa caratteristico degli impianti CAS tradizionali, nel periodo di maggior carico, riferito al lavaggio pomodoro.

Durante il periodo di campagna ordinaria, i valori di produzione del supero sono quantificabili, in misura proporzionali, pari al 20% di quelli riferibili al contributo di calcolo del lavaggio pomodori, sotto riportato.

Nella fase di start up dell'impianto, la produzione di fanghi di supero potrà risultare prossima a quella del calcolo condotto, in quanto, in un impianto IFAS, sono necessari mediamente circa 60 giorni per lo sviluppo della biomassa adesa costituiva del biofilm di copertura dei carrier.

Il biofilm, a regime, tratterrà nella sua matrice parte dei fanghi attivi, aumentando in maniera incisiva età del fango e riducendo conseguentemente la produzione dei fanghi di supero. La letteratura scientifica per impianti IFAS, annovera conclusioni a tal riguardo, in casi impiantistici similari, con decise riduzioni rispetto ai calcoli condotti su impianti a fanghi attivi - CAS; gli scriventi ritengono plausibile pertanto considerare una riduzione della produzione attesa di fanghi di supero almeno del 43%, rispetto al valore di calcolo dei fanghi di supero, sotto evidenziato in giallo.

IFAS1	823,2	m3	X IFAS 1	4	
IFAS2	814,8	m3	X IFAS 2	3	
IFAS3	806,4	m3	X IFAS 3	3,7	
volume totale	2444,4	m3			
X	3,6	kg/m3			
Xr	6,9	kg/m3			
Qr	150	m3/h	Qd	200	m3/h
	3600	m3/d		4800	m3/d
calcolo fango di supero					
$Q_r = (Q_d \cdot X - Q_s \cdot X_s) / (X_s - X)$			$Q_s = (Q_r \cdot (X_s - X) - Q_d \cdot X) / X_s$		
Qs	720	m3/d	720118	l/d	30 m3/h
Riduzione IFAS	43%				
Qs IFAS	410		410.067	l/d	17,1 m3/h

Ai fanghi prodotti dal sedimentatore si sommeranno le schiume ed i contributi provenienti dalla UF(concentrato) e MF a dischi. Tali contributi sono connotati da un trascurabile contenuto di solidi sospesi, pertanto vengono computati col surnatante.

Filtrazione a Dischi

Spaziatura	< 100 micron
Portata idraulica:	200 m3/h
Costruzione Tele Acciaio Inox Aisi 316	
Modalità di lavoro: semi sommerso	

La tecnologia di filtrazione a dischi offre diversi vantaggi rispetto ad altri sistemi di filtrazione ed in particolare:

- Ingombro ridotto
- Strumentazione minima e componenti modulari che garantiscono un design semplice con il massimo della flessibilità
- Sistemi di controllo semplici e automatizzati
- “Cassette” di filtrazione facilmente sostituibili e ugelli per il contro-lavaggio realizzati in modo da facilitarne la manutenzione senza la necessità di svuotare l'impianto
- Quantità minima di acqua di lavaggio senza necessità di vasche di stoccaggio
- Minime perdite di carico
- Macchina chiusa mediante copertura in vetroresina rimovibile.

Il filtro previsto si basa sull'utilizzo di dischi multipli, parzialmente immersi nei reflui da trattare, ognuno costituito da una serie di 8 “cassette” filtranti. Tale modello costruttivo determina un incremento nell'area di filtrazione riducendo al contempo la superficie occupata. Il design compatto del filtro a dischi lo rende un'eccellente soluzione per il trattamento di effluenti da impianti di depurazione di acque reflue o per altri trattamenti di filtrazione in cui è richiesto un filtro che abbia la massima efficienza e occupi poco spazio con una elevata area di filtrazione. L'acqua da trattare fluisce per gravità all'interno del tamburo centrale e filtra attraverso le “cassette” filtranti dall'interno verso l'esterno. I solidi sono separati dall'acqua per mezzo delle tele filtranti montate su ambo i lati delle “cassette”. I solidi sono trattenuti all'interno dei dischi filtranti mentre l'acqua depurata fluisce all'esterno del disco nella vasca di contenimento. Durante il normale funzionamento, i dischi rimangono fermi fino a che, a causa dell'intasamento delle tele per l'accumulo di solidi, il livello dell'acqua nel canale di alimentazione raggiunge un valore prefissato. A questo punto, il ciclo di contro-lavaggio è avviato automaticamente, i dischi vengono messi in rotazione, una pompa, tramite speciali ugelli, spruzza, in controcorrente, acqua in pressione contro le tele filtranti ed i solidi sono rimossi e scaricati all'interno di una speciale tramoggia di raccolta. Il flusso in controcorrente assicura la pulizia del mezzo filtrante con un consumo minimo d'acqua (si utilizza acqua filtrata). Ultimata la pulizia delle tele filtranti si arresta il funzionamento della pompa e la rotazione dei dischi.

Il filtro a dischi è costruttivamente costituito da:

- Canale ingresso reflui
- Canale in acciaio inox, che raccorda l'alimentazione, tramite la “finestra” d'ingresso reflui posta sulla parete della vasca di cemento del filtro, con il tamburo centrale del filtro su cui sono montati i dischi filtranti. In questo canale sono montati i sensori di livello che determinano lo start and stop delle operazioni di contro-lavaggio.

Nella parte superiore del canale sono previsti dispositivi per il by pass delle eventuali portate eccedenti i carichi di progetto.

Tamburo centrale

Il tamburo centrale in acciaio inox è realizzato in un pezzo unico, saldato a tenuta stagna, aperto su un lato per l'afflusso dell'acqua e con una serie di aperture per la distribuzione dell'acqua all'interno delle “cassette” filtranti che

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

compongono ciascun disco. Lungo tutto il tamburo è installata una tramoggia in acciaio inox per la raccolta e l'evacuazione, a gravità, delle acque di contro-lavaggio. Il tamburo è supportato da cuscinetti accessibili dall'esterno per le operazioni di lubrificazione.

Dischi e "cassette" filtranti

I dischi filtranti sono costituiti da una serie di moduli denominati "cassette" (8 per ogni disco), tutte singolarmente installabili e rimovibili mediante un'unica asta filettata e un dado. Le "cassette" sono realizzate in FRP e su di esse, da ambo i lati, sono montate le tele filtranti. Tali tele sono realizzate in poliestere con spaziatura di filtrazione da 10 o più micron.

Sistema di pulizia tele filtranti

Il filtro è munito di un sistema di pulizia costituito da:

- Una pompa centrifuga verticale con protezione contro il funzionamento a secco;
- Un filtro autopulente per prevenire l'intasamento degli ugelli;
- Ugelli di contro-lavaggio montati su tubi in inox oscillati mediante un sistema a camme motorizzato singolarmente. Ogni tubo monta ugelli da entrambi i lati permettendo così il lavaggio contemporaneo di due dischi contrapposti. Gli ugelli sono costituiti da punta in ceramica, guarnizione e ghiera di bloccaggio per la rimozione rapida. I tubi sono basculanti per facilitare le operazioni di manutenzione e/o sostituzione degli ugelli;
- Tubi dedicati per la pulizia chimica delle tele filtranti.

Motorizzazione

Il gruppo di azionamento, montato sul telaio del filtro, è periferico al tamburo centrale e permette, durante i cicli di contro-lavaggio, la rotazione dei dischi. Il sistema di azionamento del filtro è costituito da:

Motoriduttore a vite senza fine ed ingranaggio elicoidale Sew Eurodrive

Cinghia in fibra di carbonio, larghezza 37 mm., che collega la puleggia in uscita dal motoriduttore con il tamburo centrale sul quale la cinghia si avvolge per la quasi totalità della circonferenza.

Copertura di ispezione e/o manutenzione

Il filtro è dotato di un sistema di copertura. La copertura è a settori tutti apribili singolarmente. E' previsto un sistema di sicurezza ad incastro che interrompe il funzionamento del filtro in caso di apertura di un qualsiasi settore della copertura stessa.

Sistema di controllo

Il sistema di controllo, montato su struttura inox a bordo filtro e protetto da una tettoietta in acciaio inox, è costituito da:

- Quadro comandi comprendente Siemens CPU S7-1212C, Siemens dispositivo di controllo S7-1200 e Siemens Simatic HMI touch screen KTP600 Basic Mono. Il quadro contiene anche timer, relè, attrezzature elettriche del filtro. Sulla porta di accesso al quadro è prevista una maniglia di disconnessione in caso di apertura. L'alimentazione al quadro: 400 Volt, 50 Hz., 3 fasi.
- Inverter per motore di rotazione del tamburo centrale su cui sono montati i dischi filtranti;
- Inverter per motore pompa contro-lavaggio;
- Sensori di livello, regolabili in altezza, per il controllo del livello dei reflui nel canale d'ingresso e per lo start and stop dei cicli di contro-lavaggio

Il concentrato del filtro a dischi ritornerà nel pozzetto di ispessimento statico fanghi mediante pompa equipaggiata

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 - 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 - 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 - 15076 Ovada, AL

sulla macchina stessa.

Rendimento

Parametro	Valore
COD	200-400 mg/l
BOD5	100-200 mg/l
SST	80-100 mg/l
Cloruri	200 mg/l * (dipende da Ingresso)
pH	5,5-7
Azoto Ammoniacale	<10
Fosforo	<2

Ultrafiltrazione

Il sistema di Ultrafiltrazione, è stato inserito per integrare al sistema sopra descritto il finissaggio di UF per permettere il riutilizzo di un'aliquota del refluo prodotto in uscita dall'impianto.

portata in alimentazione: 30 m³/h
permeato: 28,5 m³/h
concentrato: 1,5 m³/h

Rendimento

Parametro	Valore
COD	< 10 mg/l
BOD5	< 5 mg/l
SST	0
Cloruri	200 mg/l * (dipende da Ingresso)
pH	5,5-7
Azoto Ammoniacale	<10
Fosforo	<1

Il sistema di UF, in questo caso specifico, è consigliato con membrane esterne.

L'installazione in vessel esterni permette un minor tempo di intervento in manutenzione ed un abbattimento dei costi di intervento.

Inoltre, in termini di sicurezza garantisce all'operatore un intervento pulito sia per quanto riguarda il lavaggio che lo smontaggio.

Il sistema UF proposto è comprensivo di:

- Sezione di alimentazione
- Dosaggi CEB e CIP
- Piping di collegamento
- Strumentazione idonea al corretto funzionamento del sistema a membrane tubolari
- Pre-cablaggi a bordo skid
- Quadro elettrico dedicato con sezione a logica programmabile PLC con interfaccia HMI

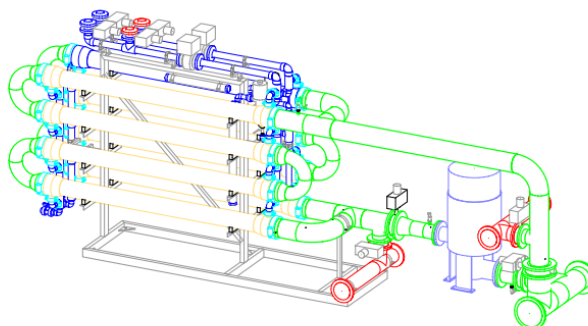
Il sistema proposto è comprensivo di serbatoio fuori terra di accumulo del permeato in rilancio alle utenze.

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL



3D VIEW

Il sistema prevede una sezione destinata al contro lavaggio delle membrane gestito da PLC per la completa gestione dei macchinari, delle elettrovalvole e delle pompe; in particolare la pompa del contro lavaggio pesca da un serbatoio contenente i detergenti.

L'acqua filtrata in uscita sarà controllata da un pH-metro.

Il sistema è studiato per avere dimensioni di 10m (lunghezza) x 3m (larghezza) x H 3,5m



Immagine a scopo illustrativo del sistema

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

Trattamento Fanghi

I fanghi saranno convogliati nell'ispessitore statico il quale sarà dotato di n. 2 pompe che attraverso la gestione del q.e. permetteranno di poter garantire la mandata all'ispessitore dinamico per l'ulteriore addensamento e successivamente alla centrifuga fanghi. Si considera un secco nel fango pompabile del 1,8%.

Abbiamo previsto l'inserimento di un ispessitore dinamico di modo da rendere più performante l'utilizzo della centrifuga e la produzione di fango con una maggiore sostanza secca.

L'ispessitore fanghi dinamico viene installato in tutti i casi in cui è necessario ottenere una riduzione del tenore in acqua del fango, sia esso di natura organica che inorganica. Si compone da un telaio, un tamburo costituito a sua volta da una rete filtrante, una tramoggia di scarico e un motore variatore. Il fango in ingresso al tamburo perde circa il 75% del tenore in acqua attraverso la rete filtrante. Il fango ispessito al 5% viene pompato alla centrifuga.

Durante il funzionamento la macchina è completamente chiusa per garantire la sicurezza degli operatori, una emissione odorigena minima, ma i carter sono facilmente apribili per ispezioni interne.

PORTATE

Portata massima di progetto	19,4 m ³ /h (18 ore di funzionamento)
Portata media di targa	20 m ³ /h

CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI

Prestazioni in uscita	4%-6% SS
Lunghezza totale tamburo	2740 mm c.ca
Diametro esterno tamburo	600 mm
Velocità di rotazione tamburo	15 RPM
Lunghezza totale	3341 mm ca.
larghezza totale	838 mm ca.
Altezza totale	1341 mm ca.

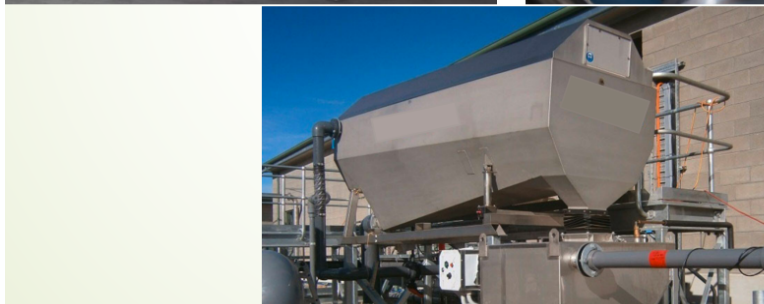


Immagine di applicazione Ispessitore dinamico a tamburo rotante a mero titolo esemplificativo

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

La centrifuga disidrata il fango con aggiunta di flocculante, miscelato al fango influente mediante apposito stadio dotato di agitatore.

Laddove non sia sufficiente il carico statico, sono previste delle pompe monovite, dotate di motovariatore con inverter integrato, specifiche per fanghi, che ridanno pressione al fluido.

CENTRIFUGA: Proponiamo come tipologia di macchina la Pieralisi Mod Mayor 4 HS RTV o similari in grado di trattare 304 kg/ora al 5%SS in ingresso

Portata massima di progetto	4,6 m ³ /h (18 ore di funzionamento)
Portata massima di targa	6,84 m ³ /h

Solidi sospesi massimi in ingresso	5 % SS
Temperatura di esercizio	ambiente
Diametro interno del tamburo	Ø 353 mm
Lunghezza tamburo.....	1818 mm
Rapporto di snellezza	5,15
Giri massimi del tamburo	4.500 rpm
Accelerazione centrifuga massima	3.990 G
Massimi giri differenziali	25
Potenza del motore principale	22 kW
Potenza del motore secondario	4,0 kW
Potenza motore ventilatore.....	0,25 kW
Grado efficienza motori	IE3
Avviamento motore principale.....	a mezzo convertitore di frequenza
Verniciatura	corpo macchina blu RAL 5003E + cuffie in acciaio inox
Dimensioni:	
lunghezza max.....	3277 mm
larghezza max.....	1200 mm
altezza max.....	1457 mm
peso.....	1900 kg

Le utilities a corredo della macchina sono:

- N° 1 QUADRO ELETTRICO GENERALE SMC (Smart Machine Control)
- MISURATORE DI PORTATA LINEA FANGHI ENDRESS & HAUSER Flussimetro elettromagnetico per la misura di portata fanghi on-line
- MISCELATORE FANGO - POLI in acciaio inox AISI 304
- STAZIONE AUTOMATICA PREPARAZIONE SOLUZIONE POLI -modello PIERALISI FP 1700
- MISURATORE DI PORTATA LINEA POLIELETTROLITA ENDRESS & HAUSER - Flussimetro elettromagnetico per la misura di portata della soluzione polielettrolita on-line
- ELEVATORE A COCLEA IN ACCIAIO INOX AISI 304 a spirale, albero centrale e canale in acciaio inox AISI 304

Bilanci Trattamento fanghi

calcolo fango di supero							
$Q_r = (Q_d \cdot X - Q_s \cdot X_s) / (X_s - X)$				$Q_s = (Q_r \cdot (X_s - X) - Q_d \cdot X) / X_s$			
Qs	720	m3/d		720118	l/d	30	m3/h
Riduzione IFAS	43%						
Qs IFAS	410			410.467	l/d	17,10	m3/h
				portata schiume+concentrato UF		2,90	m3/h
				portata fanghi MF dischi		6,00	m3/h
				portata oraria totale dei fanghi		26,00	m3/h
				portata giornaliera totale		624.067	
%SS	1%			volume SS nel fango		4.105	l/d
densità	1,0	kg/dm3		peso SS nel fango		4.105	kg/d
				peso acqua nel fango		619.963	kg/d
calcolo surnatante ispessitore statico							
Volume ispessitore	46,8	m3		HRT		1,8	h
%SS finale	1,8%			peso acqua nel fango		344.424	kg/d
densità	1,0	kg/dm3		volume fanghi finali		348.528	l/d
				peso fanghi finali		348.528	kg/d
				surnatante prodotto		275.539	l/d
						11,5	m3/h
				litri di fango da trattare in 24 h		14,52	m3/h
calcolo surnatante ispessitore dinamico + polielettrolita							
%SS finale	5%			litri di fango da trattare		348.528	l/d
ore di funzionamento	18	h				19,4	m3/h
				volume acqua nel fango da trattare		344.424	l/d
				peso fanghi finali		82.093	kg/d
				surnatante prodotto		266.435	l/d
						14,8	m3/h
				litri di fango da trattare in 24 h		11,1	m3/h
calcolo surnatante centrifuga							
%SS finale	25%			litri di fango da trattare		82.093	l/d
ore di funzionamento	18	h				4,6	m3/h
				volume acqua nel fango da trattare		77.989	l/d
				peso fanghi finali		16.419	kg/d
				surnatante prodotto		65.675	l/d
						3,65	m3/h
				fango prodotto		0,91	m3/h
surnatante totale ricircolato in testa all'impianto						607,65	m3/d
portata di punta oraria (18 h)						29,93	m3/h
portata media oraria giornaliera surnatante totale ricircolato in testa all'impianto						25,32	m3/h

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

greeneco-wastewater.com

Nel bilancio dei fanghi, si è tenuto conto del fatto che la sedimentazione produrrà un fango di supero sulle 24 h, mentre le macchine per il trattamento lavoreranno 18h/24h. Le schiume ed il concentrato UF, così come la portata di blow-out della microfiltrazione a dischi (stimata n 3% dell'influente), che confluiscono nell'ispessitore statico, sono contributi che andranno come surnatanti in troppo pieno assieme alla quota di acque contenute nei fanghi di supero rapidamente separabili.

Pozzetti di Raccolta e sollevamenti

Sul P&Id allegato sono indicate tutti i flussi idraulici (acqua e fanghi) previsti. Ogni pozzetto o vasca di rilancio sarà dotato di doppia pompa una a scorta dell'altra con rotazione di funzionamento e con la possibilità di garantire sempre la portata di flusso necessaria.

- V5 - POZZETTO RILANCIO SCHIUME E CONCENTRATO UF (che raccoglie le schiume dal sedimentatore finale V4 e il concentrato della Ultrafiltrazione V9*, rilanciandole al V11)
- V6 - POZZETTO RILANCIO FANGHI
- V11 - ISPESSITORE STATICO E RILANCIO (dotato di troppo pieno, che scarica nella V12 di rilancio in testa, e di pompe per l'alimentazione della centrifuga nel locale fanghi)
- V12 RILANCIO FILTRATI (rilancio in testa di tutte le frazioni liquide: filtrati fanghi, quote liquide dei surnatanti da schiume e concentrato ultrafiltrazione)
- V8 POZZETTO PARTIZIONE RIUTILIZZO (che alimenta per gravità il pozzetto fiscale V10, ed alloggia le pompe di alimentazione dell'ultrafiltrazione)

* il concentrato dell'ultrafiltrazione verrà valutato in base alla concentrazione dei cloruri, al fine di non inibire i processi biologici – pertanto potrebbe essere destinato allo smaltimento.

Trattamento Odori con duplice presidio di contenimento

L'impianto di trattamento reflui, sarà dotato di N. 2 presidi di contenimento ed abbattimento odori, ovvero il primo a servizio delle aspirazioni del comparto biologico e del sedimentatore secondario ed il secondo a servizio del locale fanghi.

Trattamento odori comparto biologico e sedimentazione secondaria

Le vasche del comparto biologico e del sedimentatore secondario sono coperte con elementi in fibra di vetro modulari, con idonei punti di collegamento delle tubazioni di aspirazione, mentre il locale fanghi è in depressione. Il ventilatore centrifugo, comandato da motore trifase asincrono, permette di veicolare un dato volume di aeriforme nell'unità di tempo attraverso le unità filtranti e le canalizzazioni. Le vasche di equalizzazione e gli stadi IFAS sono tutti coperti con elementi detti tegoli in PRFV.

Di seguito si riportano le immagini indicative delle tipologie di soluzioni proposte



Caratteristiche degli aeriformi da trattare	
Voce	Valori
Durata emissione	8.000 h/anno
Temperatura	5÷40 °C
Umidità relativa	80% @25°C
Pressione assoluta	101325 Pa (Patm)
Densità	1,23 kg/m ³
Portata emissione	2.000
Classificazione fumi	Non classificati
Concentrazione polveri	< 0,3 mg/Nm ³ (per qualsiasi granulometria)
Concentrazione nebbie oleose	Assenti
Concentrazione H ₂ S	< 3,0 mg/Nm ³ *
Concentrazione NH ₃	< 1,0 mg/Nm ³ *
Concentrazione COV	< 1,5 mg/Nm ³ *
Odore	< 5.000 ouE/Nm ³

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

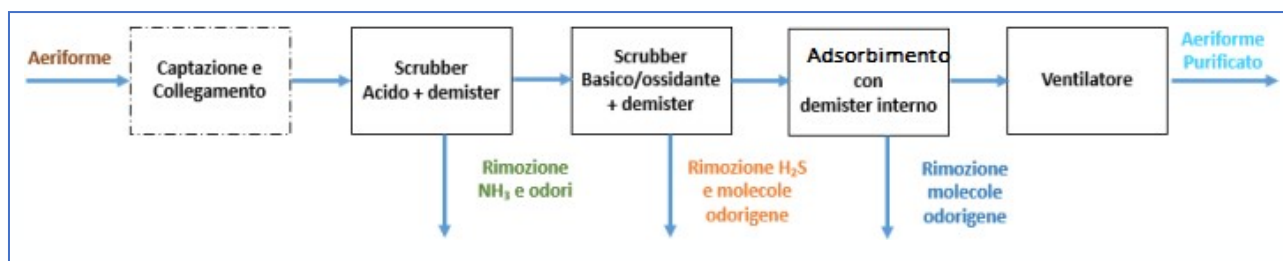
Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

Dalle coperture le emissioni aeriformi vengono aspirate ed inviate al sistema di filtrazione industriale combinato, scrubber a umido e scrubber a secco, con una portata di progetto pari a 2.000 m³/h.

Il trattamento delle immissioni seguirà il seguente processo di abbattimento:

- a. Captazione e convogliamento degli aeriformi;
- b. Trattamento acido degli inquinanti;
- c. Trattamento basico ossidante degli inquinanti;
- d. Separazione della condensa (demister interno);
- e. Adsorbimento fisico-chimico degli inquinanti presenti negli aeriformi;
- f. Aspirazione tramite ventilatore centrifugo;
- g. Immissione in atmosfera dell'aeriforme mitigato tramite camino.



Torri di Lavaggio (Scrubber)

Assorbimento in soluzione acida (1° stadio) e basico-ossidante (2° stadio) con demister interno per la separazione della condensa. Il corpo di ciascuna delle due torri di lavaggio a umido con reagenti (scrubber) è costituito da una struttura cilindrica ad asse verticale in polipropilene opportunamente rinforzato. Il lavaggio in contro-corrente dell'effluente è garantito da rampe spruzzatrici con ugelli anti-intasamento in grado di lavare il flusso aeriforme dagli inquinanti. I processi di assorbimento sono efficientati dalla presenza di corpi ad alta superficie specifica, i quali incrementano notevolmente la superficie di scambio aria/liquido di lavaggio all'interno della camera di contatto, e dall'utilizzo di un appropriato reagente (acido oppure basico-ossidante), che risulta indispensabile per la neutralizzazione chimica degli inquinanti presenti. All'interno della torre di lavaggio sono inoltre portate in soluzione tutte le sostanze idrosolubili in modo da consentire una riduzione del carico inquinante in ingresso alle unità successive. La separazione della frazione acquosa in fase condensata (acqua, solventi non volatili presenti per trascinamento e trasporto) nel flusso aeriforme avviene attraverso un demister interno composto da più strati in pvc alveolare posti al di sopra delle rampe spruzzatrici all'interno alla torre di lavaggio. La fase condensata, una volta separata dalla fase aeriforme, viene ricircolata all'interno dello scrubber stesso evitando eventuali trascinamenti che potrebbero pregiudicare il funzionamento dell'unità successiva.

Condizioni ambientali di esercizio	
Voce	Valori di progetto
Temperatura ambiente	+5 ÷ + 30°C
Altitudine	< 100 m s.l.m.
Umidità relativa	<50%
Qualità ambiente	Assenza di polvere in sospensione, assenza di cariche elettrostatiche, assenza di fonti di calore, assenza di aria salmastra, assenza di sollecitazioni meccaniche e vibrazioni.
Classificazione area	Non classificata

Scrubber da 2.000 m³/h		
Ciascuna unità di assorbimento è costituita da due torri di lavaggio (scrubber) a sviluppo verticale. I corpi di riempimento presenti all'interno degli scrubber incrementano la superficie di lavaggio e il demister interno evita il trascinamento della soluzione di lavaggio negli stadi di trattamento successivi.		
Caratteristiche	Valori	
Tecnologia	Scrubber umido	
Geometria	Cilindrico ad asse verticale	
Materiale del corpo	Polipropilene (PP)	
Passi d'uomo	Nr. 2	
Tipologia riempimento/materiale	Anelli Pall/PP	
Tipologia demister interno	PVC	
Altezza demister interno	400 mm	
Tipologia impianto	Acido	Basico-Ossidante
Numero totale torri	Nr. 1	Nr. 1
Portata di design	2.000 m³/h	2.000 m³/h
Diametro torre (max)	960 mm	960 mm
Altezza tot torre con vasca (max)	~ 4.000 mm	~ 4.500 mm
Dimensioni vasca (L x W)	1.600 x 3.000 mm	
Tempo di contatto	1 s	2s
Perdita di carico (singola torre)	< 500 Pa	< 500 Pa
Diametro tubazioni IN/OUT	250 mm	250 mm
Pompa di ricircolo	Nr. 1	Nr. 1
Tipologia pompa di ricircolo	Centrifuga verticale autoadescante	
Portata pompa di ricircolo	~ 6 m³/h	
Materiale pompa	PP	
Potenza motore pompa (stima)	1,5 kW	1,5kW
Pompe di dosaggio	Nr.1 H ₂ SO ₄	Nr.1 NaOH + Nr. 1 NaClO
Tipologia pompa di dosaggio	Elettromagnetiche a membrana con dosaggio proporzionale	
Portata pompa di dosaggio	1÷8 l/h @2 bar	
Tipologia ugelli	A cono pieno anti-intasamento	
Controllo di livello	Nr. 1 - ad aste	
Livello stato di minimo	Nr. 1 - elettromagnetico	
Accessori	Nr. 1 Sensore di pH Nr. 1 Elettrovalvole di reintegro/scarico automatico	Nr. 1 Sensore di pH Nr. 1 Sensore di Orp Nr. 1 Elettrovalvole di reintegro/scarico automatico

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

greeneco-wastewater.com

Separazione della condensa

La separazione della frazione in fase condensata nel flusso aeriforme avviene internamente al filtro mediante un filtro a coalescenza. La fase condensata, una volta separata dalla fase aeriforme, viene raccolta sul fondo dell'unità e scaricata per mezzo di una valvola d'intercettazione (nello scarico possono essere presenti sostanze idrofile, altamente solubili o miscibili in acqua). L'unità demister è prevista interna al DKFil così da limitare gli ingombri.

Con riferimento anche al disegno di massima del sistema di abbattimento nelle pagine a seguire indicato, specifichiamo che la separazione della fase condensata è prevista internamente al sistema di adorbimento chimico-fisico a secco (DKFil) e, in particolare, nel primo tratto attraversato dall'aria.

Il sistema di filtrazione DKFil ha diametro pari a 1.440 mm e altezza indicativamente pari a 2.800 mm (rif. Tabella a pagina seguente). La porzione del filtro dedicata alla separazione della condensa è costituita da un setto filtrante multistrato in PP alloggiato all'interno di un cassetto estraibile. Con riferimento all'efficienza del setto filtrante, il costruttore riporta:

Efficienza di separazione della condensa pari al 99% con diametro goccia $> 5\mu\text{m}$ (alla portata di $2.000 \text{ m}^3/\text{h}$)

La fase condensata, una volta separata dalla fase aeriforme, viene raccolta sul fondo dell'unità del filtro e scaricata per mezzo di una valvola d'intercettazione.

Adsorbimento fisico e chimico degli inquinanti presenti nell'aeriforme

Il processo di mitigazione dell'aeriforme avviene all'interno dell'unità filtrante a secco, dimensionata e progettata in funzione della portata dell'aeriforme da trattare e delle caratteristiche chimiche e fisiche delle molecole odorigene da eliminare. Il sistema filtrante è costituito da un letto statico composto da molteplici strati adsorbenti e chimicamente reattivi che operano selettivamente e sinergicamente nei confronti delle diverse sostanze presente nell'effluente aeriforme oggetto di trattamento. L'abbattimento dei gas contaminanti avviene secondo processi termodinamicamente irreversibili nelle condizioni standard d'esercizio.

Unità di Aspirazione (Ventilatore Centrifugo)

Tecnologia di abbattimento	Adsorbimento chimico fisico a secco
Geometria	Cilindrica ad asse verticale
Materiale corpo	Polipropilene
Oblò trasparenti (Nr e Ø)	3 Ø: 200
Scarico	Valvola d'intercettazione in PVC
Elemento filtrante	Letto statico multistrato
Composizione letto filtrante	Mix di tipologie di materiali adsorbenti (masse attive) definito ad hoc per l'applicazione
Unità demister	<ul style="list-style-type: none"> Interna a cassetto con setto filtrante multistrato in PP Efficienza^B separazione condensa pari al 99% per diametro goccia > 5µm alla portata di 2.000 m³/h
Accessori	Nr. 1 Boccaporto di scarico dei media filtranti Nr. 1 deprimometro a U Nr. 2 bocchelli di prelievo campioni Nr. 1 valvola di scarico della condensa Filtro tnt antiparticolato con priorità battericide a base biopolimerica
Portata di design	2.000 m³/h
Altezza totale (indicativa)	~ 2.800 mm
Diametro (max)	1.440 mm
Tempo di contatto	~ 1,87 s
Velocità di attravers. del media	0,34 m/s
Perdite di carico	< 2.500 Pa
Massa letto filtrante (min)	620 kg
Altezza letto filtrante (min)	~ 650 mm

Unità ventilante	
Il ventilatore centrifugo è stato scelto in modo da aspirare la quantità di aria strettamente necessaria in funzione del processo in essere, riducendo quindi i costi di esercizio. La girante è realizzata con profili idonei a garantire la massima flessibilità in termini di performance.	
Caratteristiche	Valori
Tecnologia ventilatore	Centrifugo direttamente accoppiato
Materiale coeale	Acciaio Inox – AISI 304
Materiale boccaglio	Acciaio Inox – AISI 304
Materiale girante	Acciaio Inox – AISI 304
Materiale sedia	Acciaio al carbonio/zincato
Verniciatura	Standard costruttore
Tipologia motore	Elettrico trifase gestito da variatore di frequenza
Tensione e frequenza	400 / 50 V/Hz
Accessori	Ammortizzatori, scarico condensa e portello d'ispezione
Portata di design	2.000 m³/h
Pressione statica	3.500 * Pa
Potenza motore (stima)	4 kW *
Pressione sonora (SPL)	< 75** dB(A)

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

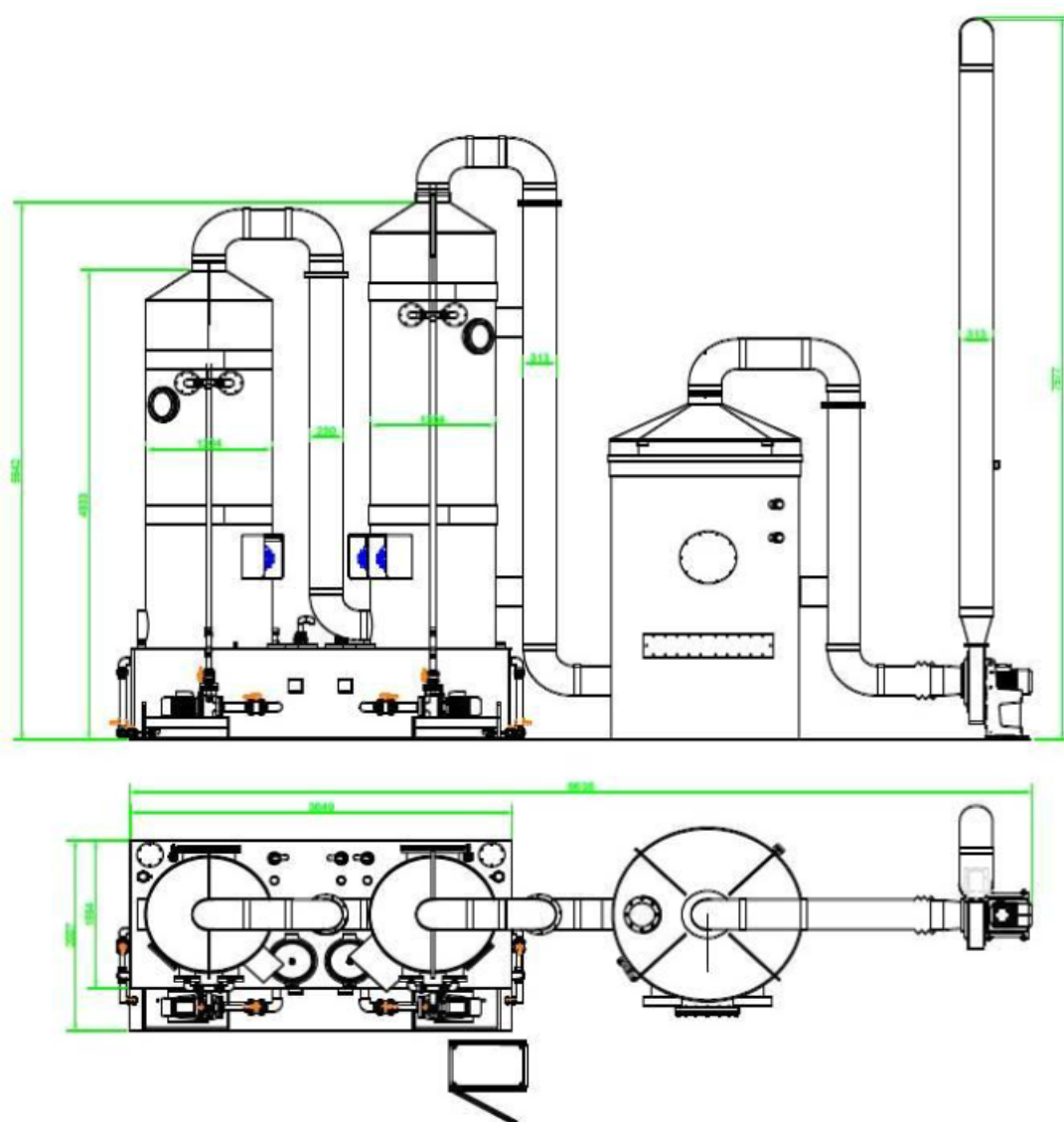
Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

Unità ventilante	
Caratteristiche	Valori
Tipologia	Sezione circolare, giunzioni a bicchiere
Materiali e dimensioni	PP, Ø250
Elementi camino di espulsione	Tratti rettilinei, Curva con sbocco obliquo antipioggia Altezza minima 2500 mm
Accessori camino di espulsione	Traliccio di sostegno zincato Bocchello di campionamento

Trattamento odori locale fanghi

A seguire, si riporta lo stralcio planimetrico del locale fanghi e in tabella A il calcolo per la potenzialità di trattamento del presidio prescelto a Servizio del locale fanghi.



GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

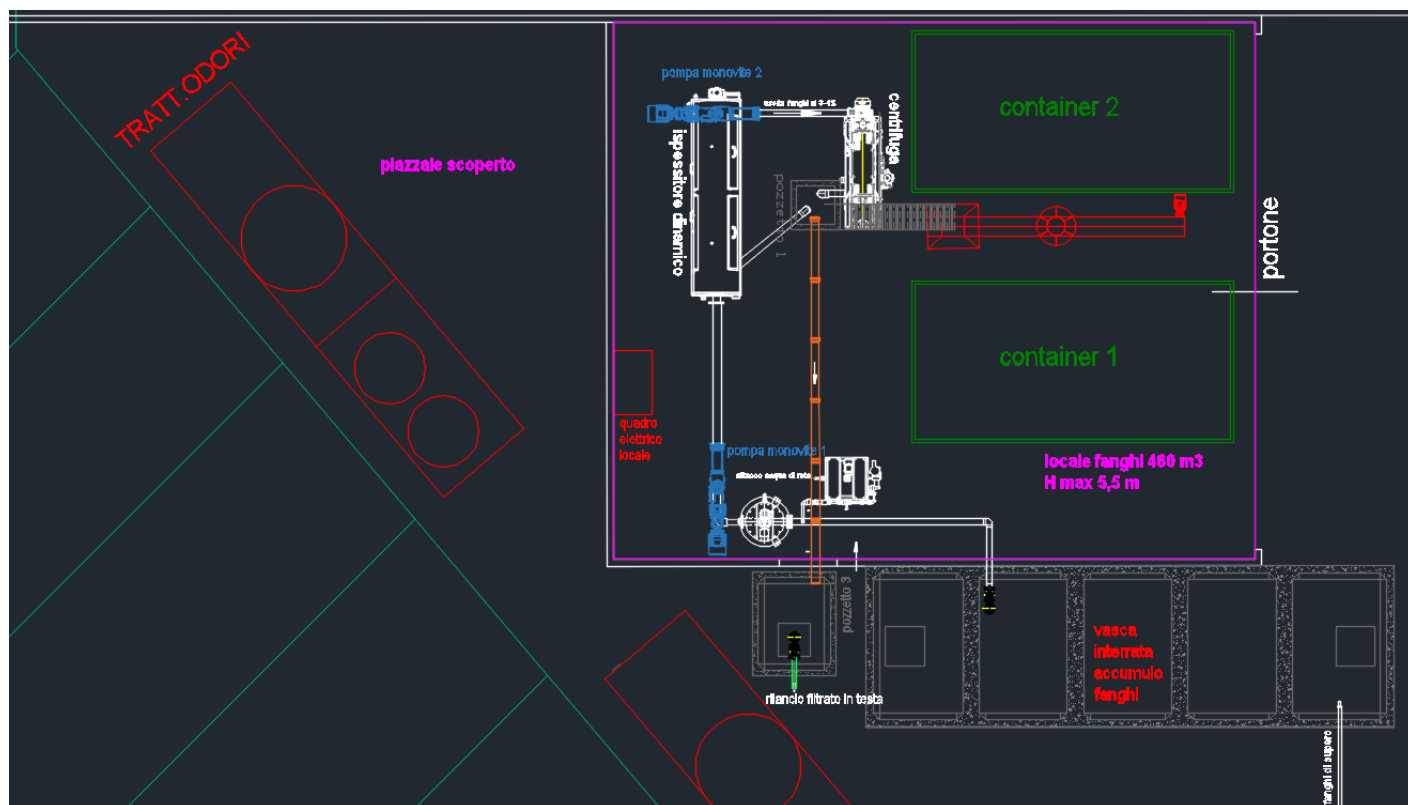


TABELLA A

Superficie	83.5	mq
Altezza	5	m
Volume	417,5	mc
N. ricambi aria	4	
Potenzialita' trattamento minima	1670	mc/h
Potenzialita' trattamento nominale	2000	mc/h

GREENECO WASTEWATER SRL

Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL

Allo scopo, si opta per lo stesso presidio di abbattimento combinato, già individuato per il trattamento delle emissioni dalle coperture delle vasche, che garantisce elevate rese di rimozione ed il raggiungimento, per la concentrazione di odore, della conformità ai limiti previsti dalla legislazione vigente. L'olfattometria dinamica, definita e regolamentata dalla Norma tecnica UNI EN 13725: 2022, è l'unico metodo accettato a livello internazionale per determinare la concentrazione di odore.

Il ventilatore centrifugo, comandato da motore trifase asincrono, sotto inverter, permette di veicolare un dato volume di aeriforme nell'unità di tempo attraverso le unità filtranti e le canalizzazioni.

Dal locale fanghi, le emissioni aeriformi vengono aspirate ed inviate al sistema di filtrazione industriale combinato, scrubber a umido e scrubber a secco, con una portata di progetto pari a 2.000 m³/h.

Per altri dettagli del trattamento delle emissioni si rimanda alla precedente sezione che descrive l'impianto gemello.

Contenimento dell'impatto acustico

Particolare attenzione, è stata prestata per l'adozione delle misure di contenimento dell'impatto acustico, procurato dalle apparecchiature elettromeccaniche di progetto.

Le macchine, in grado di procurare il maggiore impatto acustico sono a seguire riportate:

- i compressori a lobi, a servizio dei comparti IFAS primo, secondo e terzo stadio
- la centrifuga per la disidratazione dei fanghi di supero

I compressori a lobi, verranno equipaggiati con cabina di insonorizzazione e filtri silenziatori integrati e posizionati eventualmente in idoneo locale tecnico. Con lo sviluppo del progetto costruttivo, si potrà difatti optare se prevedere l'alloggiamento degli stessi all'interno di un locale tecnico dedicato oppure prevederne la sistemazione da esterno.

La centrifuga verrà invece posizionata all'interno del manufatto dedicato al trattamento dei fanghi; si stima pertanto che abbia un contributo trascurabile a riguardo, così come quello derivante dal ventilatore dell'impianto di trattamento emissioni aeriformi ed abbattimento odori.

Nello specchietto a seguire riportato, sono indicati li livelli di pressione sonora, espressi in dB (A), riportati dai costruttori delle macchine

FASE PROCESSO	Q.TA	rumorosità	rumorosità SENZA cabina	
MBBR IFAS I STADIO				
compressore lobi completo accessori e cabina insonorizzata	1	dB(A) 79 *	dB(A) 101*	<i>*Misurata in campo libero ad 1 mt. di distanza, il rumore irraggiato dalle tubazioni non è considerato. Tolleranze +- 2dB(A) in accordo alle direttive DIN EN ISO 2151</i>
MBBR IFAS II STADIO				
compressore lobi completo accessori e cabina insonorizzata	1	dB(A) 77 *	dB(A) 101*	<i>*Misurata in campo libero ad 1 mt. di distanza, il rumore irraggiato dalle tubazioni non è considerato. Tolleranze ± 2 dB(A) in accordo alle direttive DIN EN ISO 2151.</i>
MBBR IFAS III STADIO				
compressore lobi completo accessori e cabina insonorizzata	1	dB(A) 75*	dB(A) 100*	<i>*Misurata in campo libero ad 1 mt. di distanza, il rumore irraggiato dalle tubazioni non è considerato. Tolleranze +- 2dB(A) in accordo alle direttive DIN EN ISO 2151</i>
TRATTAMENTO FANGHI				
centrifuga	1	dB(A) 79**		

GREENECO WASTEWATER SRL

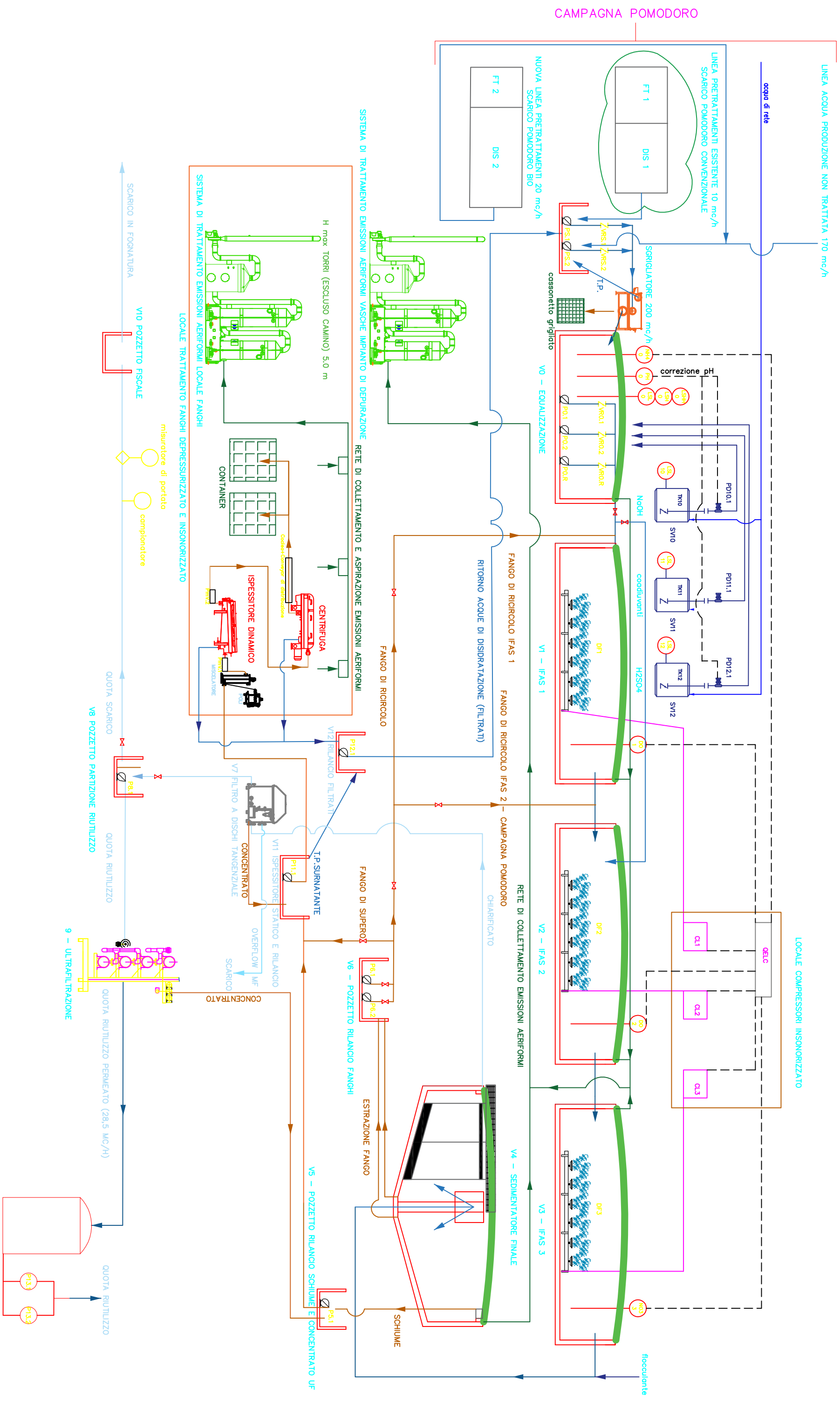
Sede Legale C.so Vinzaglio, 2 · 10221 Torino, TO

Sede Amministrativa Via Benedetto Cairoli, 163 · 15076 Ovada, AL

Sede Operativa Via G. di Vittorio 9 · 15076 Ovada, AL


FASE PROCESSO	Q.TA	rumorosità	rumorosità SENZA cabina
DEODORIZZAZIONE EMISSIONE COPERTURE e LOCALE FANGHI			
Ventilatore a servizio emissioni coperture per scrubber doppia colonna + filtrochimico fisico a secco. Q = 2.000 mc/h	1	< dB(A) 75**	<i>**Non sono note le condizioni di misura dei valori di rumorosità; pertanto, si riportano i dati forniti dal costruttore. La pressione sonora L_p=dB(A) è qui intesa come la media di valori rilevati attorno al ventilatore funzionante con bocca premente canalizzata e aspirante libera in campo libero di propagazione sonora alla distanza di 1,5 m.</i>
Ventilatore a servizio locale fanghi per scrubber doppia colonna + filtrochimico fisico a secco. Q = 2.000 mc/h	1	< dB(A) 75**	<i>**Non sono note le condizioni di misura dei valori di rumorosità; pertanto, si riportano i dati forniti dal costruttore. La pressione sonora L_p=dB(A) è qui intesa come la media di valori rilevati attorno al ventilatore funzionante con bocca premente canalizzata e aspirante libera in campo libero di propagazione sonora alla distanza di 1,5 m.</i>

P&ld Progetto La Cesenate Conserve Alimentari



V13 - SERBATOIO ACCUMULO ACQUE RIUTILIZZO CON GRUPPO DI PRESSIONE

09	04.12.2023	PID DEFINITIVO	ing. J.F. Milione	ing. M. Sorrentino	ing. D. Priorone
Rev.	Date	Oggetto	Redatto	Verificato	Approvato
Titolo documento: TAV: unica P&id			Nome file: pianta schematica La Cesende		
GREEN ECO WASTE WATER SRL			Commissione: La Cesende Conselve	Scala: 1:100	



green eco WASTEWATER S.p.A.
 Viale dell'Industria, 11 - 37069 Verona (VR)
 Italia - Capitale Sociale € 1.000.000,00 (i.v.)
 Registro Imprese di Verona n. 01580890298 (Riv.)
 P.IVA n. 04512460298 - C.F. n. 01580890298 (Riv.)

