

Descrizione tecnica dell'impianto di depurazione
Cuoiodepur



1.1.Indice

1.1. Indice	2
PREMESSA.....	3
Evoluzione e sviluppo del complesso impiantistico	4
ATTUALE CONFIGURAZIONE E DESCRIZIONE DEI PROCESSI (CICLI PRODUTTIVI)	20
Linea acque	28
Linea trattamento misto reflui conciari e reflui urbani a prevalenza domestica.....	28
Linea trattamento Biologico a Membrane (MBR) reflui urbani a prevalenza domestica	39
Linea Fanghi.....	45
Ispessimento	47
Condizionamento e disidratazione.....	48
Essiccamento termico e produzione dei fertilizzanti - sezione in AIA categoria IPPC 4.3	49
Sistema trattamento acque di falda.....	53
Sistema Centralizzato di trattamento delle emissioni di H ₂ S e composti solforati.....	55
Sistema di trattamento delle emissioni di composti odorigeni	63

1. Premessa

Il Consorzio CUOIO DEPUR SPA è un'azienda che gestisce l'impianto di trattamento dei reflui conciari, situato in località San Romano nel Comune di San Miniato. Nell'impianto di Cuio Depur viene effettuata la depurazione degli scarichi provenienti da aziende conciarie dei Comuni di San Miniato e Montopoli Val d'Arno, e da scarichi della rete fognaria delle principali frazioni dei due Comuni (San Romano, San Donato, San Miniato Basso e Ponte a Egola). Cuioidepur è una società di tipo consortile avente la forma di società per azioni, con sede nel Comune di San Miniato; la società ha per oggetto *la costruzione, l'ampliamento e la gestione di un impianto di depurazione in Comune di San Miniato, la costruzione e la gestione di impianti per il riciclo, riutilizzo e smaltimento di rifiuti reflui del processo depurativo, nonché di altri impianti simili o connessi relativi al disinquinamento del territorio nel Comune di San Miniato, in quelli contigui, e nel territorio dell'ATO n.2, la promozione, l'incentivazione e la coordinazione di iniziative per il disinquinamento* (Statuto Sociale, 2014). L'uso del sistema di depurazione è consentito esclusivamente ad imprese industriali, artigianali e commerciali che siano socie del consorzio. Con l'Atto del 02.05.2012 denominato "Concessione in uso dell'impianto di depurazione di acque reflue a carattere prevalentemente industriale del Comune di San Miniato – CONVENZIONE, il Comune di San Miniato concede in uso l'impianto di depurazione di cui trattasi al gestore consortile Consorzio Cuioidepur S.p.A. , ne regola le condizioni di gestione e gli obblighi del gestore. La concessione richiama, per quanto concerne eventuali adeguamenti e miglioramenti, l'Accordo di Programma Quadro- *Accordo Integrativo per la tutela delle risorse idriche del Basso Valdarno e del Padule di Fucecchio attraverso la riorganizzazione della depurazione del comprensorio del cuio e del Circondario Empolese, della Valdera, della Valdelsa e della Val di Nievole*, datato 8 Aprile 2013 e stipulato con il Ministero dell'Ambiente, la Regione Toscana, i Comuni e gli enti coinvolti nella sua attuazione e finalizzato alla riorganizzazione del sistema idrico integrato di una vasta area della Toscana.

L'impianto risulta attualmente in possesso delle seguenti autorizzazioni:

- AIA IPPC 6.11 rilasciata con Decreto Dirigenziale della Regione Toscana n. 2340/2021 del 30.12.2021, la quale ricomprende comprende la fognatura industriale non affidata al gestore pubblico,;
- AIA IPPC 4.3 rilasciata con Determina Dirigenziale della Provincia di Pisa n. 4200/2012 del 18.09.2012, la quale ricomprende la sezione di essiccamento termico dei fanghi e produzione di fertilizzanti.

Di seguito vengono descritti l'assetto dell'impianto e le linee di trattamento, dalla sua origine fino alla configurazione attuale, oltre alla gestione degli scarichi idrici e infine il sistema di trattamento dei composti potenzialmente odoriferi.

Evoluzione e sviluppo del complesso impiantistico

Cuoiodepur svolge l'attività di trattamento delle acque reflue a prevalente carico conciaro (derivanti dalle attività produttive dell'area industriale di Ponte a Egola) e delle acque reflue urbane a prevalenza domestica (derivanti dagli agglomerati urbani dei Comuni di San Miniato e Montopoli in Val d'Arno di competenza del GSII), con specifico riferimento ai processi di trattamento implementati, relativamente sia alla linea acque che a quella fanghi.

L'impianto di depurazione consortile, gestito dal Consorzio Cuoiodepur S.p.A. è sorto nel 1980 e successivamente potenziato, per il servizio del trattamento degli scarichi di reflui delle aziende conciarie di Ponte a Egola e degli scarichi civili delle principali frazioni dei comuni di San Miniato e Montopoli in Val d'Arno. L'iniziale configurazione dell'impianto (figura 33), contraddistinta dalle due fasi di trattamento chimico-fisico e biologico, fu progettata in modo da ottimizzare l'abbattimento degli inquinanti caratteristici dei reflui conciaro, con lo scopo finale di raggiungere livelli di qualità dell'effluente finale, conformi ai parametri fissati dalla tabella C dell'allora Legge 319/76 (Legge Merli), con esclusione di azoto e salinità (cloruri, solfati). L'impianto entrò effettivamente in esercizio nel corso del 1981.



Figura 33. Visione della struttura iniziale e configurazione schematica del primo lotto dell'impianto (1981).



LEGENDA

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Equalizzazione
Ossidazione catalitica | 8. Sed. 1° stadio |
| 2. Sollev. liquami | 9. Oss. Biox 2° stadio |
| 3. Sedimentazione primaria | 10. Sed. 2° stadio |
| 4. Neutralizzazione | 11. Soli. acqua depurata |
| 5. Flocculazione | 12. Mis. portata uscita |
| 6. Sed. chimico fisico | 13. Ispezzatore |
| 7. Oss. Biox 1° stadio | 14. Fabb. nastro presse e servizi |
| | 15. Officina meccanica |
| | 16. Palazzina uffici |

I risultati che ne derivarono nei primi tre anni di esercizio, furono considerati soddisfacenti, considerando il notevole abbattimento dei carichi inquinanti, oltre al fatto che la qualità delle acque di scarico rispettava i limiti previsti dalla tabella C, salvo transitorie fluttuazioni. Facevano eccezione la salinità e l'azoto nel suo complesso, per i quali nell'impianto non erano stati previsti specifici

trattamenti. A seguito di alcuni mutamenti legati alle tecnologie e ai processi di lavorazione conciaria, che portarono ad una riduzione dei consumi idrici delle aziende, si venne a determinare un incremento della concentrazione degli inquinanti nelle acque reflue in arrivo all'impianto, che comportò conseguentemente un peggioramento dei rendimenti di rimozione e conseguentemente della qualità dello scarico finale. Si rese necessario intervenire con alcune modifiche sulla filiera di processo, unificando i due comparti di ossidazione biologica, realizzandone un unico stadio. Ciò garantì il recupero di uno dei due sedimentatori finali, che fu opportunamente trasformato, previo adattamenti, per implementare una fase di trattamento chimico-fisico finale di chiariflocculazione, mediante impiego di sali di ferro e calce. All'incremento di produzione di fanghi si rese anche necessario il potenziamento della linea di disidratazione, con l'introduzione di una terza nastropressa.

Con l'acquisizione di un finanziamento F.I.O. '85, si poté procedere al potenziamento della capacità di trattamento dell'impianto, finalizzata al raggiungimento e al rispetto dei limiti normativi per la qualità dello scarico finale immesso nel corpo idrico recettore Arno. I limiti sarebbero infatti divenuti più stringenti, come previsto dalla tabella A della Legge 319/76, la quale a norma della Legge Regionale 67/89, avrebbe assunto pieno vigore dal giugno 1991. Questa ristrutturazione fu ultimata nell'ottobre del 1989. Il complesso delle opere fu progettato per il trattamento a regime di 8.500 m³/giorno di liquami, dei quali 5.000 m³ di origine industriale (quasi esclusivamente conciari) ed i restanti 3.500 di provenienza civile. Il carico inquinante di progetto fu valutato in circa 62.000 Kg COD/giorno, pari ad una potenzialità di circa 610.000 abitanti equivalenti. La visione d'insieme di questo intervento e la configurazione raggiunta sono riportati in (figura 34), l'impianto rappresentato è un lotto funzionale del Progetto Integrato "Progetto Arno – Comprensorio del Cuio Area 17" previsto nel Piano Regionale di risanamento delle acque per il bacino di utenza dei sei Comuni del Comprensorio del Cuio.

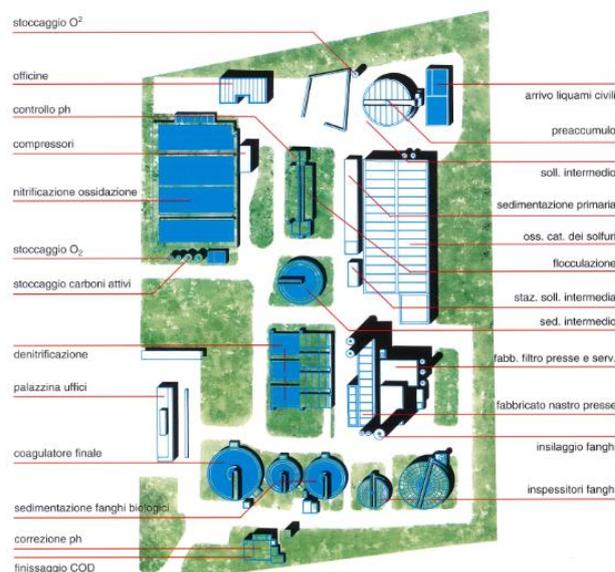


Figura 34. Visione della struttura e della configurazione schematica dell'impianto dopo il primo adeguamento (1989).

I principali interventi furono effettuati sia sulla linea acque che su quella fanghi. Gli adeguamenti impiantistici che portarono alla nuova configurazione della linea acque furono essenzialmente i seguenti: implementazione della vasca di accumulo equalizzazione dei reflui civili; costruzione di una vasca di preaccumulo sulla linea reflui industriali; implementazione nella vasca di accumulo di un sistema di ossidazione catalitica dei solfuri, con aria e letto diffusore a bolle fini; adeguamento e potenziamento del comparto trattamento biologico: implementazione della nuova sezione aerobica di ossidazione e nitrificazione (n° 4 linee per 15.000 m³), introduzione dello stadio anossico (denitrificazione) per la rimozione dell'azoto (ricavato nella vasca della vecchia ossidazione biologica, 5.500 m³) e ampliamento delle superfici di sedimentazione biologica, per far fronte ai maggiori carichi idraulici; ottimizzazione del processo finale di chiariflocculazione e implementazione del trattamento finissaggio per il controllo del pH sull'effluente allo scarico. Sulla linea fanghi gli interventi furono i seguenti: implementazione di una nuova vasca di ispessimento dedicata per fanghi biologici e chimici dal trattamento di chiariflocculazione; potenziamento della disidratazione fanghi con due filtropresse a piastre, poste in un locale dedicato; infine a valle delle linee di disidratazione, fu previsto un sistema di insilaggio dei fanghi (150 m³).

Successivamente, sempre con i finanziamenti di cui ai fondi F.I.O. '85, sono state realizzate le opere di completamento della linea di rifinizione liquami (FENTON), nella fase di trattamento in uscita dal comparto di sedimentazione biologica e prima del trattamento terziario.

Tale trattamento si è reso necessario per garantire idonee condizioni di sicurezza per il rispetto dei parametri di cui alla tabella "A" della Legge 319/76, in particolare per quanto attiene al parametro

COD. Detto trattamento consiste nell'aggiungere all'acqua in uscita dalla sedimentazione biologica portata a pH 2,5 – 4,0, acqua ossigenata catalizzandone la scissione in radicali OH con Sali ferrosi.

Contestualmente è stato potenziato il comparto di trattamento biologico con la realizzazione delle vasche di post-aerazione e post-denitro; gli interventi si sono conclusi nel 1995.

Una attenzione particolare è stata fin da sempre dedicata all'inserimento ambientale e paesaggistico dell'impianto nel contesto antropizzato in cui lo stesso è ubicato ed in particolare per la vicinanza di abitazioni sparse e dell'abitato di San Romano, attuando interventi in grado di ridurre le emissioni odorigene e realizzando opportune barriere arboree, sia perimetrali all'impianto che all'interno dello stesso per mitigare l'impatto visivo.

In tale ottica sono stati finanziati dalla Comunità Economica Europea, nell'ambito del programma ENVIREG "Interventi per il contenimento delle emissioni odorigene e sistemazione ambientale" di cui al D.M. Ambiente n. 432 del 29.12.1994, i lavori di: sistemazione a verde e realizzazione di barriera arborea; copertura pozzetti stazione di sollevamento iniziale; copertura vasca di ossidazione catalitica (3.000 mq) smontaggio e sostituzione della copertura esistente; copertura delle vasche di denitrificazione II° stadio; copertura vasca di pioggia acque civili e sistema di captazione; revisione del sistema di monitoraggio interno emissioni canalizzate (potenziamento); revisione del sistema di ossidazione catalitica (potenziamento); collettamento, centralizzazione e deodorizzazione delle emissioni canalizzate.

Gli interventi sopra indicati, sono di seguito esplicitati:

1. Barriera arborea-verde

L'inserimento dell'impianto nel contesto limitrofo assume particolare importanza in quanto l'intervento si rende necessario per completare i presidi già posti in opera per limitare l'impatto ambientale (coperture e trattamenti di deodorizzazione delle emissioni, contenimento della rumorosità prodotta dall'attività dell'impianto) ed è costituito dalla creazione di una barriera arborea perimetrale atta a svolgere diversi ruoli di schermatura. I benefici conseguibili con la sua realizzazione sono individuabili schematicamente in:

- Miglioramento delle visuali sia di corto che di lungo campo;
- Limitazione ulteriore alla propagazione del rumore e degli odori;
- Miglioramento delle condizioni dell'ambiente di lavoro degli addetti all'impianto.

2. Completamento coperture vasche di processo

L'intervento riguarda la realizzazione di nuove coperture di alcune vasche di processo al fine di ridurre le emissioni diffuse di sostanze odorigene (H₂S, NH₃, mercaptani, etc.). Nella scelta dei sistemi di copertura è stata individuata una tipologia che consenta facili rimozioni per interventi di manutenzione. I materiali impiegati sono scelti prestando particolare

attenzione alle condizioni di lavoro, dovute sia alla atmosfera che alle caratteristiche dei liquami da trattare, nonché alla resistenza meccanica per i carichi che la copertura deve sostenere.

3. Monitoraggio interno (potenziamento)

Per un miglior controllo in tempo reale dei dati delle emissioni dell'impianto, con la possibilità di verifica dell'influenza sull'ambiente circostante, mediante modelli di ricaduta degli inquinanti al suolo, è potenziato l'esistente sistema di monitoraggio in sintesi nei seguenti componenti:

- sensori centralina metereologica: radiazione netta delta T e completamento software;
- modello per calcolo delle ricadute;
- adeguamento software generale.

4. Deodorizzazione centralizzata dell'emissioni collettate dalle vasche di trattamento coperte
L'intervento riguarda l'installazione di un impianto centralizzato in grado di trattare l'aria aspirata dalle vasche di:

- grigliatura, preaccumulo e vasca acque civili;
- sedimentazione primaria, ossidazione catalitica;
- chimico-fisico, denitrificazione;
- ispessimento fanghi primari e chimici, ispessimento fanghi biologici, edificio disidratazione con nastropresse;
- edificio disidratazione con filtropresse.

Il trattamento di finissaggio finale delle emissioni è del tipo con lavaggio con soluzioni acido-base.

La potenzialità complessiva di trattamento è calcolata in 70.000 Nm³/h. Nel calcolo dei quantitativi di aria da aspirare si sono utilizzati valori cautelativi differenziando fra bacini coperti (con un valore medio aspirato di almeno due volte del volume coperto) ed edifici in cui le operazioni di conduzione prevedono la presenza di personale (otto ricambi ora). Sono state considerate anche le diverse potenzialità di emissione delle singole fasi di trattamento in funzione della tipologia di processo che in esse avviene.

Il collettamento e la centralizzazione delle emissioni canalizzate consentono di ottimizzare l'impatto ambientale e di migliorare e facilitare la gestione dell'attuale sistema di controllo delle emissioni canalizzate.

Il sistema presenta infatti i seguenti vantaggi:

- unico punto di controllo sia delle emissioni captate nei diversi comparti di depurazione, con deodorizzazione periferica (infatti tutte le torri di trattamento periferico sono spostate in un unico centro di deodorizzazione), sia dell'emissione finale che è concentrata in un unico camino di espulsione;
- l'intervento ha un ulteriore stadio binario di deodorizzazione a umido, che consente la diminuzione delle quantità complessive emesse di sostanze acide e basiche odorigene; il trattamento finale binario rappresenta inoltre un'ulteriore garanzia ambientale nel caso di eventuali anomalie di funzionamento in uno dei sistemi di deodorizzazione periferici;
- lo spostamento dei precedenti punti periferici di emissione ad una distanza in direzione nord-est mediamente superiore a 200 metri, consente, a parità delle altre condizioni una diminuzione sensibile delle concentrazioni di ricaduta al suolo delle sostanze odorigene, nella fascia di territorio interessata dalla presenza di civili abitazioni.

5. Ossidazione catalitica potenziamento

Viene potenziata la quantità di aria inviata al comparto (da 11.000 a 20.100 Nm³/h) e modificato il precedente sistema di diffusione. Il nuovo sistema di diffusione a sei anelli da 800 diffusori per ciascun anello (4.800 totali), con maggior portata specifica di aria (max 4,8 Nm³/h per ciascun diffusore), consente una maggior efficacia e un miglior trattamento delle sostanze riducenti presenti nel liquame in quel comparto.

Nel periodo dal 1996 ai primi anni '2000 sono stati effettuati gli interventi che hanno portato l'impianto nella configurazione impiantistica e con le potenzialità di processo mantenute fino all'Accordo di Programma, utilizzando i cofinanziamenti pubblici derivanti dai Regolamenti CEE-DOCUP Obiettivo 2, sia operando sulla linea di trattamento acqua, che fanghi, con interventi mirati sia a garantire l'efficienza e la flessibilità dell'impianto di depurazione, la sua economicità di gestione, ma soprattutto la minimizzazione degli impatti ambientali ed in particolare riducendo le emissioni odorigene.

Per quanto riguarda la linea di trattamento fanghi, con il cofinanziamento del REG. CEE n. 2081/93 – DOCUP Obiettivo 2 – Toscana – Azione 4.3 – “Infrastrutture ambientali – Lettera B” di cui alla Deliberazione G.R.T n. 1224 del 13.02.1995, è stato realizzato l'impianto di essiccazione dei fanghi di depurazione, completo di tutte le opere accessorie al suo funzionamento, comprendente anche la nuova sezione di disidratazione dei fanghi.

E' stato pertanto realizzato un nuovo edificio costituito da un lato dalla sezione disidratazione fanghi (riferimento planimetrico con il n. 25) e dall'altro dalla sezione di essiccazione fanghi (n. 26), collegate tra loro da un blocco a funzione di cerniera (n. 73) ospitante gli uffici, amministrazioni e la direzione tecnica dell'impianto, oltre alla sala controllo centralizzata ed ai servizi per il personale.

L'impianto di essiccazione fanghi originariamente costituito da n. 3 linee della capacità evaporativa di 2.000 l/h ciascuna è stato successivamente potenziato con la realizzazione di una quarta linea di pari potenzialità e sono stati implementati i silos di stoccaggio.

L'intervento sulla linea acque e relativi accessori denominato "Progetto delle opere di razionalizzazione impianto" è stato cofinanziato dal REG. CEE n. 2081/93 – DOCUP Obiettivo 2 – Toscana – Azione 4.3 – "Infrastrutture ambientali – Lettera C" di cui alla Deliberazione G.R.T n.1223 del 13.02.1995, in sintesi gli interventi sono consistiti in:

"il progetto ha previsto oltre alla razionalizzazione dei sistemi di dosaggio e di controllo dell'impianto e l'installazione di apparecchiature di riserva nei punti più critici del ciclo di depurazione (ossigenazione del liquame, sistemi di pompaggio, catene di misurazione etc.) anche la realizzazione dei seguenti nuovi manufatti:

1. dissabbiatore – disoleatore (n. 47), volume 255 m³;
2. vasca di pioggia fognatura acque civili (quota parte di n.43);
3. vasca di pioggia fognatura industriale (n.2B), volume 3.750 m³;
4. sedimentatore primario (n. 4B, 4C), volume totale 2.600 m³ (2x 1.300 m³);
5. vasche biologiche (n. 12B - ossidazione e nitrificazione, n.3 vasche per complessivi 11.250 m³, n. 11 – denitrificazione, per un volume di 11.000 m³, e n. 49) con relativo edificio compressori (n. 46);
6. riconversione di quota parte della vasca di denitrificazione in sedimentatore chimico (n. 10B), volume 637 m³;
7. riconversione di quota parte dei manufatti adibiti a denitrificazione in sedimentatori biologici (n. 14A e 14B), volume complessivo 3.600 m³ (2x1.800 m³);
8. riconversione di un sedimentatore biologico a sedimentatore terziario (n. 18A), volume di 1.150 m³.

La realizzazione dei primi tre manufatti, che tiene peraltro conto delle indicazioni contenute nella legge regionale che disciplina lo scarico delle pubbliche fognature e delle indicazioni contenute nei dispositivi tecnici di applicazione della legge 319/76, ha consentito di limitare i periodi di emergenza dovuti all'eccessiva piovosità.

Le vasche n. 3, 4, 5 e 6, costituendo riserva idraulica dei comparti di depurazione corrispondenti, rendono possibile almeno nelle parti più critiche dell'impianto, interventi di manutenzione straordinaria programmata durante tutto l'anno, riducendo così il periodo di fermo impianto e i momenti di discontinuità di funzionamento.

Per quanto concerne l'impatto ambientale per le emissioni derivanti dall'esercizio dei nuovi manufatti, il progetto ha previsto sistemi di copertura e captazione delle emissioni che vengono convogliate agli impianti di deodorizzazione previsti al progetto ENVIREG, senza determinare aumento delle portate orarie di aria previste nel progetto stesso."

Sono stati effettuati inoltre interventi identificati come “Opere integrative e accessorie del Progetto delle Opere di razionalizzazione impianto”, tra l’altro effettuando interventi mirati al contenimento delle emissioni odorigene mediante coperture di vasche di processo e relativi collettamenti, potenziando la flessibilità della piattaforma centralizzata di trattamento odori.

Infine è stato realizzato l’impianto per l’autoproduzione di ossigeno, cofinanziato dal REG. CEE n. 2081/93 – DOCUP Obiettivo n. 2 – Anni 97-99 -Azione 4.3 – “Infrastrutture ambientali – Lettera B” di cui alla Deliberazione G.R.T n. 739 del 23.06.1997 – “Progetto delle opere di razionalizzazione impianto ossidazione catalitica dei solfuri con ossigeno”.

Trattasi di un impianto completo dei relativi accessori, con n. 3 serbatoi di stoccaggio dell’ossigeno, nonché delle reti di distribuzione e dei sistemi di saturazione e miscelazione con i liquami, da utilizzare nelle vasche di preaccumulo (n. 2A e 2B) per la ossidazione catalitica dei solfuri, nel comparto biologico (n. 12A e 12B) e nella linea fanghi (n. 61). L’impianto di produzione di ossigeno gassoso al 93 %, ha una potenza massima di 860 Nm³/h, ottenuto con la separazione dell’aria in fase gas su setacci molecolari (zeolite sintetica). Caratteristica principale della zeolite utilizzata, è l’adsorbimento selettivo e reversibile di azoto ed altri gas inerti, ma non di ossigeno; i gas vengono trattenuti sulla superficie porosa dei granuli di zeolite fino a saturazione; la zeolite, terminata la fase di adsorbimento viene rigenerata sotto vuoto, liberando i gas precedentemente trattenuti.

L’ossigeno prodotto viene quindi compresso ad una pressione variabile tra i 2 ed i 4 bar, stoccato in n. 3 serbatoi polmone, ciascuno della capacità di 80 m³ geometrici ed inviato alla rete di distribuzione; scopo dei serbatoi è di sopperire ai picchi di ritiro rispetto alla produzione, che è costante.

Alla fine di tutti gli interventi indicati, l’impianto di depurazione ai primi anni 2000 ha raggiunto la configurazione (figura 35) e potenzialità di trattamento riassumibile in 7.500 m³/giorno di acque reflue afferenti dalla fognatura industriale e 3.500 m³/giorno afferenti dalle fognature delle acque civili dei Comuni di San Miniato e Montopoli in Val d’Arno; con una potenzialità di trattamento complessiva di 846.150 ab.eq., carico organico COD 110.000 Kg/giorno, SST 50.000 Kg/giorno, TKN 1.800 Kg/giorno, Solfuri 2.400 Kg/giorno.

Negli anni successivi sono stati effettuati interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, ottimizzate le apparecchiature e i processi, sia della linea acque che della linea fanghi.

In particolare è proseguito lo sviluppo e la ottimizzazione della piattaforma centralizzata di trattamento aria, implementando la stessa nell’anno 2014 con un trattamento biologico per l’abbattimento dell’idrogeno solforato, trattasi di un primo prototipo a livello mondiale e detta applicazione è stata cofinanziata dall’Unione Europea nell’ambito del programma UE LIFE + BIOSUR project ENV/IT/075.

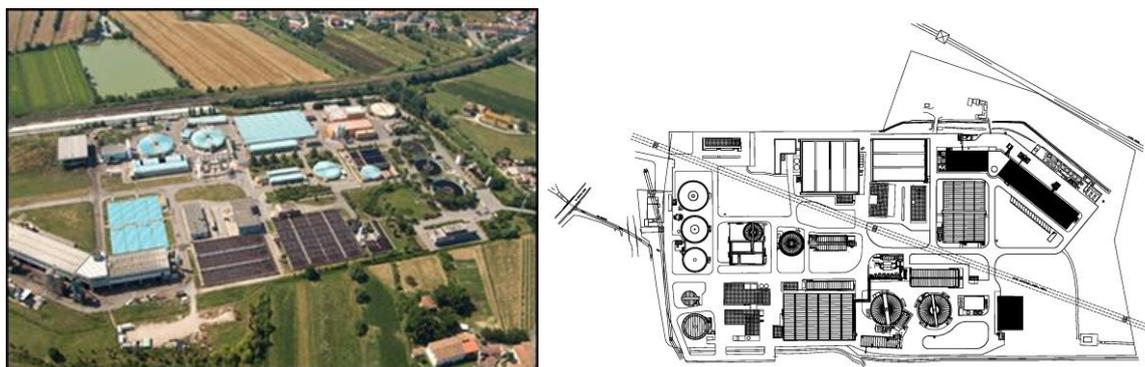


Figura 35. Visione della struttura e della configurazione dell'impianto ai primi anni 2000.

Successivamente sono stati realizzati gli interventi di cui "Accordo di programma Quadro tutela delle acque e gestione integrata delle risorse idriche – Accordo Integrativo del 8 Aprile 2013" – INTERVENTI 1° STRALCIO.

L'Accordo di Programma del 8 Aprile 2013, per la tutela delle risorse idriche del Basso e Medio Valdarno e del Padule di Fucecchio ("ACCORDO DI PROGRAMMA QUADRO TUTELA DELLE ACQUE E GESTIONE INTEGRATA DELLE RISORSE IDRICHE"), al fine di adeguare gli scarichi di tutto il comprensorio del cuoio alla normativa vigente, che qualifica il Basso e Medio Valdarno come area sensibile, prevede una molteplicità di opere da realizzare nei vari impianti di depurazione del comprensorio.

Gli interventi previsti per l'impianto Cuioidepur si rendono necessari, in primo luogo, per adeguare l'impianto al trattamento di 6.000.000 m³/anno di scarichi civili che vi confluiranno, secondo quanto previsto dal suddetto accordo di programma. La tipologia degli interventi è stata studiata per raggiungere il punto di equilibrio ottimale tra i migliori risultati, il minor impatto e i minori costi di realizzazione. Questo sforzo progettuale ha consentito di contenere le opere all'interno dell'attuale perimetro senza acquisizione di nuovi terreni.

Al fine di impostare una corretta sequenza cronologica degli interventi in progetto, si è decisa una suddivisione degli interventi sull'impianto di Cuioidepur in due stralci (1° e 2° stralcio), ciascuno costituito a sua volta da più lotti funzionali, al fine di mantenere l'impianto sempre in funzione e nella piena capacità, durante lo svolgimento dei lavori.

Di seguito si riassumono gli interventi principali, suddivisi rispettivamente in n. 5 lotti funzionali, previsti per i lavori presso l'impianto Cuioidepur, inseriti nel 1° stralcio.

INTERVENTI 1° STRALCIO:

- LOTTO 1: *Pretrattamenti acque civili – Potenziamento della ricezione: grigliatura e dissabbiatura;*

- LOTTO 2: *Trattamenti biologici MBR – Recupero delle vasche costituenti l'esistente sezione chimico-fisica per la realizzazione della prima linea di trattamento per circa 2.500.000 m³/anno (Q_m = 300 m³/h; e Q_p = 450 m³/h) di acque civili ossidazione/nitrificazione con MBR – denitrificazione) - Interventi per il riuso interno dell'acqua depurata (Q = 120 m³/h);*
- LOTTO 3: *Trattamento acque industriali – sedimentazione biologica, realizzazione di due nuovi sedimentatori all'interno di vasca esistente.*
- LOTTO 4: *Ricezione e stoccaggio rifiuti liquidi da autobotti.*
- LOTTO 5: *Sollevamento di emergenza al fiume Arno.*

Per tutti i lotti sopra elencati sono comunque necessari adeguamenti idraulici ed infrastrutture impiantistiche ed elettriche propedeutici agli interventi precedentemente descritti.

I lotti n. 1, 2, e 3 sono stati sostanzialmente ultimati.

Per quanto riguarda il lotto n. 5, i relativi lavori non sono iniziati, in quanto il Comune di San Miniato sta realizzando una propria stazione di sollevamento delle acque superficiali nel fiume Arno, tale stazione è abbastanza prossima all'impianto di depurazione, pertanto tra il Consorzio Cuoiodepur S.p.A e l'Amministrazione Comunale sono stati presi contatti per dimensionare la stazione di sollevamento tenendo anche conto delle acque da sollevare in emergenza per Cuoiodepur S.p.A.

A tale proposito, è stato redatto da Cuoiodepur un apposito progetto per collegare il Rio Malucco nel punto in cui avviene lo scarico dell'impianto di depurazione (S1), mediante tubazione in cemento di diametro DN1000, con la sopracitata stazione di sollevamento.

Il lotto n.4 è stato tolto dagli interventi del 1° Stralcio ed anche dalla procedura di VIA Postuma che si è conclusa con la dichiarazione di compatibilità ambientale con DGRT n. 1031 del 24.09.2018.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica degli interventi del 1° stralcio:

- **LOTTO 1: *Pretrattamenti acque civili – Potenziamento della ricezione: grigliatura e dissabbiatura.***

L'adeguamento dell'impianto si sviluppa con l'ampliamento dell'esistente stazione di pretrattamento dei liquami civili, composta da ricezione, grigliatura e dissabbiatura, adeguandola per accogliere tutta la portata prevista fino alla portata massima di punta di 2.850 m³/h (2° stralcio). In particolare le griglie fini sono previste con luce di filtrazione di 1 mm, tale scelta progettuale è determinata dalla necessità di allontanare i solidi trasportati dalle acque reflue che potrebbero determinare riduzione di efficienza del successivo processo a membrane (MBR).

La sezione di pretrattamento dei liquami civili risulta attualmente composta dalle seguenti apparecchiature:

- una griglia a tamburo con luce di filtrazione di 2 mm, avente portata massima di 600 m³/h;
- una coclea compattatrice del materiale grigliato;
- un dissabbiatore tipo pista (idrociclone) avente portata massima di 600 m³/h;
- un separatore di sabbie.

L'intervento di ampliamento, che si rende necessario per adeguare la sezione alle portate previste nell'Accordo di Programma, prevede di realizzare una nuova struttura costruita con travi di acciaio su cui installare le nuove apparecchiature. Tale struttura, sarà posizionata nella zona immediatamente adiacente a quella che ospita l'esistente sezione di pretrattamento, ed è già predisposta per la installazione delle apparecchiature del 2° stralcio. Sulla struttura è realizzata una linea attrezzata con una griglia grossolana a pettine (luce di filtrazione 6 mm), portata 1.425 m³/h, per la rimozione dei solidi di grandi dimensioni; una griglia fine a tamburo ruotante (luce di filtrazione 1 mm), portata 1.125 m³/h, necessaria per allontanare dalle acque reflue quelle particelle solide di piccole e piccolissime dimensioni che potrebbero determinare riduzione di efficienza del successivo processo a membrane (MBR); un dissabbiatore tipo pista. È presente, inoltre, una coclea compattatrice, che raccoglie e disidrata il materiale rimosso dalle griglie fini, comune ai due rotostacci e un separatore di sabbie, di adeguata potenzialità, asservito ad entrambe le linee per la disidratazione delle sabbie.

Il flusso dei liquami civili in arrivo, è misurato su ognuna delle tubazioni afferenti al pretrattamento per mezzo di misuratori elettromagnetici e, successivamente, raccolto in un collettore che alimenta la griglia grossolana a pettine, dimensionata per una portata massima di 1.425 m³/h e luce di filtrazione di 6 mm.

Il materiale grigliato prodotto dalla griglia grossolana è allontanato per mezzo della coclea compattatrice incorporata nella macchina e raccolto in un cassone collocato sul pavimento sottostante la struttura di supporto delle attrezzature. Dalla griglia grossolana il liquame defluisce a gravità verso la nuova griglia fine a rotostaccio, dimensionata per una portata di 1.125 m³/h, oppure verso la griglia fine esistente (600 m³/h).

La scelta se alimentare una o l'altra griglia, oppure entrambe contemporaneamente, è fatta in manuale agendo sulle valvole predisposte. Il grigliato rimosso dalla nuova griglia fine cade nella coclea compattatrice che provvede a comprimere e disidratare il materiale prima di convogliarlo in un cassone di raccolta posto sul pavimento sottostante la struttura di supporto delle attrezzature. Il liquame attraversa il tamburo della griglia fine e, defluendo a gravità dalla parte inferiore, alimenta il dissabbiatore tipo pista, in acciaio inox del diametro di 3 m e alto 4 m, al cui interno, per effetto della rotazione, le particelle di sabbia perdono la velocità, si raccolgono sul fondo e vengono allontanate in continuo da un flusso che le convoglia al separatore di sabbie. Il flusso di liquame

misto a sabbie, che entra nel separatore di sabbie, subisce un forte rallentamento di velocità tale da provocare la sedimentazione delle sabbie che sono asportate dal fondo del cono per mezzo di una coclea a lenta rotazione costruita in maniera da realizzarne anche la disidratazione e convogliarle in un cassone di raccolta collocato sul pavimento sottostante la struttura di supporto delle attrezzature. Il liquame stramazza dall'alto del separatore di sabbie e defluisce per gravità in un pozzetto interrato di raccolta dove due pompe centrifughe sommergibili, funzionanti una di scorta all'altra, provvedono a rilanciarlo nella prima semivasca della vasca 43A.

- **LOTTO 2: Trattamenti biologici MBR – Recupero delle vasche costituenti l'esistente sezione chimico-fisica per la realizzazione della prima linea di trattamento per circa 2.500.000 m³/anno ($Q_m = 300 \text{ m}^3/\text{h}$; e $Q_p = 450 \text{ m}^3/\text{h}$) di acque civili ossidazione/nitrificazione con MBR – denitrificazione) - Interventi per il riuso interno dell'acqua depurata ($Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$).**

L'intervento, finalizzato espressamente a trattare tutte le acque civili attualmente in arrivo all'impianto di depurazione, permette di trattare 7.200 m³/giorno (quantitativo calcolato ad una portata media di 300 m³/h, avendo la possibilità di trattare al massimo 450 m³/h); e considerando che la linea di trattamento acque industriali continuerebbe ad assorbire, come fa attualmente, fino a 3.500 m³/giorno, si ha che complessivamente potranno essere trattate in impianto circa 10.700 m³/giorno di acque civili, valore che risulta superiore a tre volte la portata in tempo asciutto (3Q), per la quale è stata dimensionata e collaudata a suo tempo la potenzialità massima di trattamento delle acque civili (3.500 m³/giorno).

L'intervento è finalizzato alla realizzazione di una prima linea di trattamento biologico degli scarichi civili in grado di trattare una portata media oraria di 300 m³/h (Q_m), ovvero circa 2.500.000 m³/anno di acque civili, ed una portata oraria di punta di 450 m³/h (Q_p), mediante il recupero e il riutilizzo di alcuni comparti e manufatti esistenti che, attualmente, non sono inseriti nel processo di trattamento delle acque industriali (ex comparto chimico-fisico – vasche 8 e 10A): ovvero, una vasca a pianta circolare (10A), avente diametro interno 22 m, altezza 3,50 m, con fondo inclinato, è adibita a vasca per la denitrificazione; una vasca a pianta rettangolare (8) di m 28 x 14 profonda 4,45 m, W.L. 3,45 m, che è riconvertita a vasca di ossidazione-nitrificazione e attrezzata con membrane MBR; quest'ultima vasca è collegata ad un'altra piccola vasca a pianta quadrata di m 7 x 7 profonda 4,25 m, W.L. 3,45 m, che sarà utilizzata come vasca di deossigenazione. Le tre vasche, visto l'impiego precedente, sono tutte coperte con strutture in vetroresina autoportante, tali coperture saranno rimosse dalla vasca di ossidazione-nitrificazione e da quella di deossigenazione mentre saranno mantenute sulla vasca di denitrificazione.

La vasca 10A, adibita alla denitrificazione, è in comunicazione con il nuovo pozzetto adibito alle pompe di alimentazione della vasca di ossidazione-nitrificazione (10C); esso è realizzato in c.a., è parzialmente interrato e ha dimensioni m 5,70 x 3,70 con profondità 3,45 m; è collegato alla vasca di denitrificazione, per mezzo di una tubazione, dimensionata per una portata massima complessiva di 2.700 m³/h (alla Q_p). La vasca di denitrificazione (10A) è dotata di due miscelatori sommergibili

che provvedono a mantenere in agitazione il mixed liquor; un gruppo di sensori: di potenziale redox, di ossigeno disciolto, di temperatura e di livello, permetteranno il monitoraggio in continuo delle condizioni operative della vasca sia dal punto di vista fisico che da quello analitico. Per la rimozione del fosforo, eccedente il limite di legge, si prevede il dosaggio, nella vasca di denitrificazione, di un reagente che ne provochi la precipitazione, in modo che il precipitato, che si forma dalla reazione con il fosforo, sia eliminato insieme ai fanghi di supero. Il reagente scelto per questo dosaggio è il cloruro ferrico (FeCl_3). A tale scopo è realizzata una nuova stazione di dosaggio, in posizione adiacente alla vasca di denitrificazione, costituita da un serbatoio in PRFV e da pompe dosatrici che inviano il reagente al nuovo pozzetto di alimentazione della denitrificazione (10B).

È costruito un nuovo pozzetto in c.a. di alimentazione della vasca di denitrificazione (10B), tale pozzetto è in comunicazione con la vasca di denitrificazione (10A); vi confluiscono il mixed liquor del ricircolo nitrati e l'alimentazione dei liquami civili provenienti dalla vasca di accumulo (43A) previo trattamento di grigliatura a fanghi con fori circolari da 2 mm. Il pozzetto è dotato di una paratoia di intercettazione a comando manuale che regola il flusso dalla finestra di stramazzo che carica la vasca dall'alto. La portata massima complessiva in ingresso alla vasca 10A è di $2.700 \text{ m}^3/\text{h}$ (alla Q_p), data dalla somma della portata massima di ricircolo nitrati complessiva di $2.250 \text{ m}^3/\text{h}$ (proveniente dalla deossigenazione) e della portata massima di liquami civili influente di $450 \text{ m}^3/\text{h}$ (Q_p).

È stato costruito un secondo pozzetto (10C), per alloggiarvi le pompe di ricircolo del mixed liquor, anch'esso è in comunicazione con la vasca 10A.

Nel pozzetto 10C sono alloggiate tre pompe idrovore da $900 \text{ m}^3/\text{h}$ ciascuna che provvedono a trasferire il mixed liquor alle due semivasche in cui è suddivisa la vasca di ossidazione biologica e nitrificazione. Le pompe, dal pozzetto 10C, inviano il mixed liquor su due linee separate, rispettivamente denominate L26a e L26b, ognuna delle quali alimenta una semivasca di ossidazione biologica/nitrificazione - MBR, dimensionate ciascuna per una portata massima di $1.350 \text{ m}^3/\text{h}$ (alla Q_p , per linea = $1.125 \text{ m}^3/\text{h}$, ricircolo + $225 \text{ m}^3/\text{h}$, influente) e una portata media di $900 \text{ m}^3/\text{h}$ (alla Q_m , per linea = $750 \text{ m}^3/\text{h}$, ricircolo + $150 \text{ m}^3/\text{h}$, influente).

La portata di mandata delle pompe è misurata in continuo per mezzo dei misuratori magnetici di portata, i cui segnali, inviati al sistema di supervisione, permettono, agendo sugli inverter di cui è dotata ogni pompa, di regolare la portata delle pompe.

Nella vasca 8 è realizzata l'ossidazione biologica e nitrificazione, essa è suddivisa longitudinalmente in due semivasche per realizzare due linee di trattamento uguali e parallele al fine di permettere gli interventi di manutenzione, ordinaria e straordinaria, senza dover interrompere completamente il trattamento; infatti, in caso di manutenzioni, sarà possibile mantenere in esercizio una semivasca e intervenire sull'altra. In ognuna delle due semivasche si possono individuare due settori distinti e separati fisicamente: uno equipaggiato con diffusori per l'aria a bolle fini e uno equipaggiato con

membrane per microfiltrazione (sistema MBR); in ogni semivasca sono presenti n.2 cassette di filtrazione.

La sezione di trattamento biologico – MBR, è dimensionata per trattare un flusso di liquami dato dalla somma della portata complessiva di ricircolo del mixed liquor proveniente dalla vasca di denitrificazione 10A (= 1.500 m³/h alla Q_{m,tot} e 2.250 m³/h alla Q_{p,tot}) e della portata complessiva di liquami civili influente (= 450 m³/h alla Q_p e 300 m³/h alla Q_m). Quindi la vasca di ossidazione/nitrificazione (8) è alimentata con flusso di liquami, proveniente dal pozzetto 10C, avente una portata media totale di 1.800 m³/h (alla Q_{m, tot} = 1.500 m³/h, ricircolo + 300 m³/h, influente = 900 m³/h * 2) e una portata massima totale di 2.700 m³/h (alla Q_{p, tot} = 2.250 m³/h, ricircolo + 450 m³/h, influente = 1.350 m³/h * 2).

Il ricircolo nitrati (ricircolo miscela aerata o mixed liquor aerato) procede poi nella vasca di ossidazione-nitrificazione/MBR (vasca 8) con un flusso a pistone (plug-flow) e defluisce dalle due semivasche di ossidazione (vasca 8) attraverso le finestre ricavate nella parete, intercettate da quattro paratoie, confluendo nella vasca di deossigenazione. Tale vasca è dotata di un miscelatore ad asse verticale con motore esterno che è costantemente in funzione ed ha lo scopo di accelerare l'eliminazione delle bollicine di aria fissate sui fiocchi del fango e di provocare un primo abbassamento della concentrazione dell'ossigeno disciolto nel mixed liquor allo scopo di favorire il processo di denitrificazione, grazie ad un più rapido raggiungimento dello stato di anossia, causato dalla bassa concentrazione di ossigeno disciolto nell'influente.

In uscita da quest'ultima il ricircolo nitrati "deossigenato" è raccolto nell'esistente pozzetto P3c (in uscita dalla sezione di ossidazione/nitrificazione MBR), e, attraverso due tubazioni interrato, dimensionate ciascuna per una portata massima di ricircolo della miscela aerata "deossigenata" (ricircolo nitrati "deossigenato") pari a 1.125 m³/h (alla Q_p, per linea) e per una portata media di ricircolo pari a 750 m³/h (alla Q_m, per linea), raggiunge a gravità il pozzetto di ingresso alla vasca di denitrificazione 10A (cioè al pozzetto 10B). Come precedentemente descritto, nel pozzetto 10B sono recapitati anche i liquami grigliati provenienti dal sollevamento della semivasca di accumulo 43A (con portata Q_m 300 m³/h e Q_p 450 m³/h).

Il fabbisogno di aria complessivo di tutta la vasca di ossidazione 8 è di 10.546 m³/h circa, 8.640 m³/h per il settore MBR più 1.906 m³/h per il settore diffusori a bolle fini. L'aria ai diffusori e ai moduli MBR è fornita per mezzo di una nuova linea di aria compressa, alimentata dai compressori esistenti sull'impianto, che si diramerà dall'esistente tubazione di distribuzione che attualmente alimenta i vari comparti dell'impianto. Il collettore DN600, che si stacca dalla tubazione esistente, trasporta la portata di aria necessaria per alimentare sia la vasca di ossidazione-nitrificazione 8 (1° stralcio) che la futura vasca di ossidazione-nitrificazione 5A (2° stralcio).

In prossimità della vasca di ossidazione 8, dal collettore principale, si dirama la tubazione, che trasporta il flusso di aria necessaria per l'ossidazione biologica in vasca 8, pari a circa 10.546 mc/h

totali. Tale tubazione arriva all'ingresso della vasca di ossidazione 8 e si suddivide in 4 rami, che vanno ad alimentare i settori (settore MBR e settore diffusori) delle due semivasche.

I liquami dopo essere stati trattati nel comparto biologico sono avviati all'uscita impianto per lo scarico (permeato inviato allo scarico). Il permeato prodotto dal trattamento di ossidazione biologica-nitrificazione ha caratteristiche tali da permettere il suo utilizzo come acqua allo scarico in corpi idrici superficiali (pozzetto di scarico finale – sollevamento di emergenza), oppure come acqua per alimentare il circuito di acqua per usi industriali al servizio di tutto l'impianto di depurazione (rete acque di servizio).

Il permeato proveniente dalle due semivasche, aspirato dalle pompe di raccolta, è raccolto nel collettore di invio del permeato allo scarico; da tale collettore si dirama una tubazione da cui prelevano due pompe centrifughe che funzionano una di scorta all'altra. Tali pompe aspirano acqua trattata per inviarla rispettivamente o alle vasche esistenti di accumulo dell'acqua pompata dai pozzi, o al serbatoio esistente n°SRD01, in modo tale da rifornire la rete dell'acqua di servizio interna all'impianto, oppure allo scarico finale (uscita impianto). La portata massima totale di estrazione permeato è pari a 450 m³/h (alla Q_p, tot), ovvero 225 m³/h per linea (alla Q_p, per linea), mentre la portata media totale di estrazione permeato è pari a 300 m³/h (alla Q_m, tot), ovvero 150 m³/h per linea (alla Q_m, per linea). In questa condizione si prevede un recupero di acqua per uso interno fino 120 m³/h, che permette di ridurre ed azzerare gli attuali prelievi da pozzo.

All'esterno della vasca sono posizionate le pompe per l'invio del fango prodotto in eccesso (fango di supero) agli ispessitori esistenti, per mezzo di un collettore di nuova realizzazione, che poi si ripartisce su due linee per alimentare i due ispessitori esistenti (vasche n°23 e n°24 in planimetria).

- **LOTTO 3: *Trattamento acque industriali – sedimentazione biologica, realizzazione di due nuovi sedimentatori all'interno di vasca esistente.***

L'intervento consente di migliorare la qualità del fango biologico e quindi l'efficienza della linea di trattamento biologico dei liquami industriali, in quanto migliorano la sedimentabilità del fango biologico garantendo una migliore qualità del fango di ricircolo. Inoltre migliora la qualità dell'effluente, prevenendo eventuali trascinati di solidi, aumentando perciò l'efficienza dei trattamenti terziari.

Attualmente la sezione di sedimentazione biologica industriale è costituita da due sedimentatori biologici (vasche 14A e 14B), in c.a. aventi dimensioni m 33,60 x 10, 80 con profondità 5,60 m, dotati di carroponi va e vieni con sistema di rimozione del fango dal fondo per aspirazione, e da un sedimentatore chimico (vasca 10B) circolare, avente diametro 17,95 m e profondità al centro di 4,10 m, adiacente alle altre due vasche; il sedimentatore chimico è coperto con una struttura in vetroresina autoportante.

L'intervento previsto nel 1° stralcio consiste nella rimozione della copertura e la demolizione dell'attuale sedimentatore chimico (vasca 10B), comprese le tubazioni a servizio della vasca, e la realizzazione di due nuovi sedimentatori (vasche 14C e 14D) in c.a. aventi dimensioni 33,60 x 8,85 m, con profondità di 5,60 m, con una conformazione simile ai sedimentatori esistenti, per quanto riguarda canalette di stramazzo e raccolta fanghi. I nuovi sedimentatori potenziano la sedimentazione esistente al servizio della linea di trattamento biologico dei liquami industriali. I nuovi sedimentatori, sono dotati, come gli esistenti, di carroponi va e vieni aspirafanghi per la rimozione del fango sedimentato dal fondo delle vasche.

Il flusso di fanghi, rimosso dal fondo delle nuove vasche di sedimentazione dai carroponi aspirafanghi, è convogliato dalle canalette di raccolta verso la tubazione che collega il flusso di ricircolo alla tubazione proveniente dai sedimentatori esistenti, ed è misurato per mezzo di un misuratore di portata, prima che essa si inserisca in quella esistente che convoglia tutti i fanghi alla denitrificazione biologica industriale.

- **LOTTO 5: Sollevamento di emergenza al fiume Arno.**

Attualmente lo scarico dell'impianto di depurazione avviene a gravità nel Rio Malucco, che dopo poche decine di metri entra nel fiume Arno. In caso di piena del fiume Arno, l'ingresso del Rio Malucco nell'Arno viene chiuso con una paratoia, operando da Via Arginale, azzerando la capacità del Rio Malucco di ricevere lo scarico dell'impianto di depurazione; ciò provoca la conseguente necessità di fermare l'arrivo di liquami all'impianto di depurazione, e potenzialmente anche l'allagamento dell'impianto per innalzamento del livello del Rio Malucco stesso. Con l'intervento di realizzazione della stazione di pompaggio per lo scarico di emergenza, sarà superata questa situazione.

Alla chiusura della cateratta di scarico del Rio Malucco in Arno viene attivata la stazione di pompaggio per lo scarico d'emergenza.

Essa è costituita da tre pompe centrifughe sommergibili della potenza di 22 kW ciascuna, aventi una portata di circa 185 l/s, in modo tale da garantire una portata di punta complessiva di 2.000 m³/h. Le pompe invieranno lo scarico dell'impianto, per mezzo di una condotta in PEAD PN10 \varnothing 710 (DN 700), direttamente al fiume Arno.

Il livello del pozzetto di sollevamento dove sono alloggiate le pompe è monitorato in continuo da un misuratore di livello a spinta idrostatica.

Per prevenire possibili fermate, anche in caso di situazioni d'emergenza, la stazione di pompaggio d'emergenza è dotata di gruppo elettrogeno per permetterne il funzionamento in caso di mancanza di energia dalla rete.

Il gruppo elettrogeno è dotato di un quadro di avviamento e arresto automatico di riserva alla rete, con funzioni di commutazione automatica di potenza Rete/Gruppo.

Le caratteristiche del gruppo elettrogeno saranno le seguenti:

Potenza continua 210 kVA

Potenza in emergenza 235 kVA

Capacità serbatoio a bordo 120 l

Consumo specifico combustibile 2/4 22 l/h

Consumo specifico combustibile 3/4 30,8 l/h

Consumo specifico combustibile 4/4 40 l/h

Rumorosità 65 dB(A)

Raffreddamento acqua

Dimensioni 3.500x1.300x1.900 mm

Per l'alimentazione del gruppo elettrogeno è prevista l'installazione di una cisterna interrata di gasolio della capacità di 3.000 litri, essa è dotata di sistema di monitoraggio perdite gestito da apposita centralina, di misuratore in continuo di livello ad ultrasuoni e di sistema di travaso.

In alternativa a quanto sopra, come già evidenziato, è stato redatto un progetto per collegare il Rio Malucco nel punto di scarico (S1) dell'impianto di depurazione, con la stazione di sollevamento in corso di realizzazione da parte dell'Amministrazione Comunale, per eliminare le problematiche di ristagno e allagamento di una area circostante all'impianto di depurazione.

In questo scenario, si prevede di realizzare una condotta in cemento DN1000 e di potenziare il numero di pompe della stazione di sollevamento comunale per permettere il sollevamento in emergenza delle acque provenienti da Cuoiodepur.

Per l'individuazione dello stato attuale si rimanda alla **tav. 2.3A - Lay-out dell'installazione - Planimetria generale impianto**.

Attuale configurazione e descrizione dei processi (cicli produttivi)

L'impianto di depurazione nell'attuale configurazione ha una capacità depurativa di progetto pari a circa 846.150 AE [capacità in termini di carico organico: CODTQ 110.000 Kg/giorno, SST 50.000 Kg/giorno, TKN 1.800 Kg/giorno e Solfuri 2.400 Kg/giorno], potendo trattare una portata di refluo industriale pari a 7.500 m³/giorno e 3.500 m³/giorno di reflui urbani a prevalenza domestica (GSII); la portata media dello scarico si aggira sui 3.000.000 ÷ 3.500.000 m³ all'anno (valore medio 3.383.538 m³/anno relativi al triennio

2017÷2019), come si nota dallo schema di bilancio idrico dell'impianto di seguito riportato. L'implementazione della nuova linea di trattamento biologico MBR (intervento strutturale Lotto 2 - 1° Stralcio delle attività inerenti all'Accordo di Programma 8 aprile 2013), con una capacità di trattamento di 2.500.000 m³/anno, completata e messa in esercizio, porterà ad un incremento della capacità depurativa dell'impianto pari a circa ulteriori 30.000 AE [capacità in termini di carico organico: CODTQ 3.000 - 3.500 Kg/giorno, TN 500 - 600 Kg/giorno].

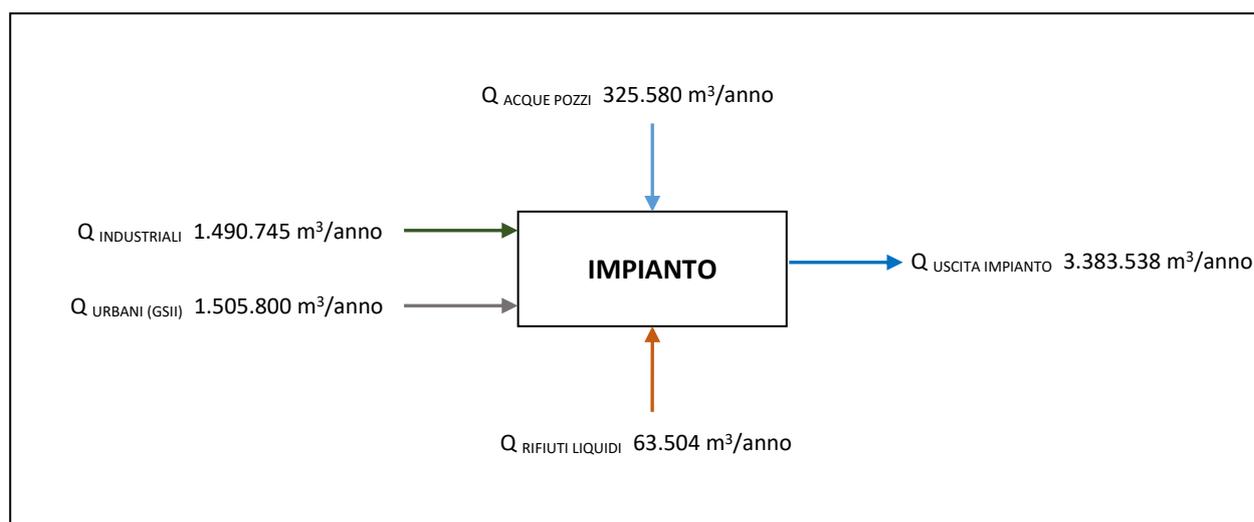
Pertanto l'impianto di depurazione ha, ad oggi, una capacità depurativa di circa 876.150 AE.

Viene di seguito riassunto il bilancio idrico dell'impianto.

BILANCIO IDRICO IN/OUT IMPIANTO CUOIODEPUR PERIODO 2017 – 2019¹

		2017	2018	2019	MEDIA
Q INDUSTRIALI	m ³ /anno	1.572.965	1.437.430	1.461.842	1.490.745
Q URBANI (GSSI)	m ³ /anno	1.403.589	1.532.330	1.581.482	1.505.800
Q RIFIUTI LIQUIDI	m ³ /anno	107.947	62.570	19.996	63.504
Q ACQUE POZZI	m ³ /anno	335.825	339.915	301.002	325.580
Q USCITA IMPIANTO	m ³ /anno	3.420.326	3.372.415	3.357.874	3.383.538

SCHEMA BILANCIO IDRICO IMPIANTO (VALORI MEDI 2017 - 2019)



¹ I dati relativi alle portate annue dei reflui e dei rifiuti in ingresso all'impianto, nonché dell'effluente in uscita allo scarico dell'impianto sono stati regolarmente comunicati al competente Settore della Regione Toscana ed ad ARPAT mediante PEC inviata entro il 31 gennaio di ogni anno successivo a quello di competenza della comunicazione

Nell'impianto di depurazione Cuoiodepur sono stati trattati in media (valori medi relativi al triennio 2017÷2019) circa 1.490.745 m³/anno di reflui industriali provenienti da circa 70 aziende consortili conciarie e da altre attività produttive (specificatamente autorizzate in base ai criteri definiti nell'ambito del Regolamento di Accettabilità degli Scarichi in Fognatura approvato dall'ex A.A.T.O. n° 2 con Delibera n.45 del 13/12/2010), 1.505.800 m³/anno di reflui derivanti dalle aree urbane limitrofe, attraverso le fognature del Gestore del SII (Acque SpA), con il quale è stata sottoscritta, in data 24.12.2010, la Convenzione per il trattamento dei reflui civili (prot. n. 0002679/2011 del 18.01.2011), nonché circa 63.504 m³/anno di rifiuti liquidi (conferiti con autobotti) costituiti da acque reflue, non pericolosi, provenienti dall'ambito territoriale dell'AIT, attribuiti agli specifici codici CER. La maggioranza delle aziende conciarie consortili fa ricorso a lavorazioni per la produzione di pelli e/o di cuoio, impiegando il cosiddetto processo di "*concia organica*".

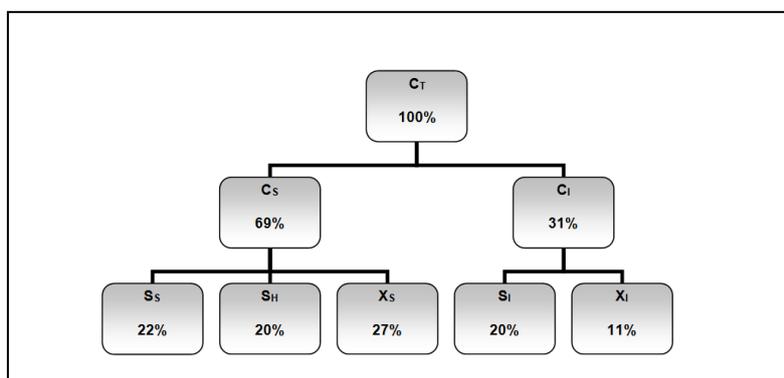
Il **refluo industriale a prevalenza conciaria**, data la considerevole rilevanza del processo di concia al vegetale nel distretto, è conseguentemente caratterizzato dalla presenza di tannini naturali (idrolizzabili o condensati), ma anche sintetici e da altri sottoprodotti tipici di questa lavorazione. La presenza di questi composti assume una particolare valenza nel condizionare le rese del processo biologico, in relazione al loro considerevole carattere biorefrattario e inibente per le componenti microbiche del fango attivo. In particolare, i tannini sintetici (polimeri aromatici solfonati presenti come monomeri o oligomeri), sfuggono ai trattamenti primari e in parte a quelli secondari, risultando inibenti a vari livelli per i microrganismi.

La connotazione di notevole biorefrattarietà di questi composti è stata di recente messa in luce anche nel caso di un certo numero di formulati (naturali e sintetici) impiegati nel processo di concia presso le aziende i cui reflui confluiscono all'impianto Cuoiodepur. E' stato così possibile evidenziare, attraverso analisi respirometriche su tali prodotti, come in termini di COD, i prodotti naturali mostrano una se pur ridotta biodegradabilità (compresa tra il 15% e il 30%), mentre quelli sintetici si contraddistinguono per una più marcata biorefrattarietà (5% -15% di biodegradabilità).

La loro presenza in vasca di ossidazione in definitiva conduce, unitamente ad altri fattori quali la salinità, fungicidi, coloranti, tensioattivi, e quantità minime di solfuri, ad una condizione di sinergie sfavorevoli per la biomassa, con particolare esposizione per i microrganismi nitrificanti. Le cinetiche di questi ultimi risultano infatti, in queste condizioni, ridotte rispetto ai valori standard di letteratura. Da recenti indagini, sul processo di nitrificazione dell'impianto, basate su tecniche di respirometria e titrimetria, sembrerebbe però emergere come i tannini commerciali naturali e sintetici non producano per dosaggi, anche elevati, un'inibizione consistente.

L'aggiunta, invece, di aliquote diverse di COD del refluo industriale, causa un'inibizione significativa, nei primi minuti di reazione (inibizione temporanea di ammonio ossidanti e nitrito ossidanti), anche a basse concentrazioni di COD dosato. Si può cioè ipotizzare come la frazione non biodegradabile

del refluo non presenti un effetto inibente sul processo, che appare invece rallentato dal refluo influente comprensivo anche della frazione biodegradabile. I tannini concorrono sicuramente in modo quantitativamente rilevante al COD *biorefrattario* solubile e micro-colloidale che caratterizza l'acqua in uscita dal comparto biologico dell'impianto. Il frazionamento del COD di questo refluo, dopo la sedimentazione primaria, ottenuto mediante l'applicazione di tecniche respirometriche precedute da specifiche procedure, ha consentito di caratterizzare le diverse componenti sia biodegradabili che non biodegradabili. La stima delle diverse componenti che emerge dall'applicazione della procedura viene di seguito riportata schematicamente.



Frazionamento del COD nel refluo industriale dopo sedimentazione primaria. Legenda: **C_T**, COD totale (escluso il contributo dovuto alla presenza di solfuri); **C_S**, COD totale biodegradabile; **C_I**, COD totale inerte; **S_S**, COD solubile biodegradabile; **S_H**, COD solubile biodegradabile idrolizzabile; **X_S**, COD particolato biodegradabile idrolizzabile; **S_I**, COD solubile inerte; **X_I**, COD particolato inerte.

Un altro aspetto peculiare dei reflui conciari è strettamente legato al carico di solfuri e al livello di salinità, principalmente legato alla presenza di cloruri e solfati (cfr. tabella 1 in allegato) derivanti da diverse fasi della filiera di concia. La gestione dei solfuri per quanto riguarda il loro abbattimento si concretizza sostanzialmente nella loro ossidazione che avviene nelle prime fasi di trattamento attraverso processi combinati di ossidazione chimica con impiego di ossigeno in purezza autoprodotta, nonché contestualmente nella medesima sezione attraverso processi biologici sostenuti da una specifica e peculiare biomassa tiossidante. L'azione combinata di questi due processi garantisce di mantenere a livelli minimi i solfuri nelle prime fasi di trattamento, riducendo lo sviluppo di idrogeno solforato che può essere liberato per strippaggio. Un'importante azione di abbattimento dei solfuri post trattamenti primari, avviene nella sezione di denitrificazione del comparto biologico, dove la componente microbica tio-denitrificante (*Thiobacillus denitrificans*), sfrutta la presenza del nitrato generato dai processi aerobici per ossidare il solfuro a solfato. In tale contesto la presenza residua del solfuro assume una rilevante valenza nel favorire il processo di rimozione dell'azoto, garantendo rendimenti maggiori.

Per quanto concerne cloruri e solfati, i metodi in genere impiegati per lo loro rimozione dalle acque, vanno dalla deionizzazione di resine a scambio ionico, all'osmosi inversa. Questi trattamenti, però,

date le portate in gioco, condurrebbero ad un ulteriore aggravio non solo dei già elevati costi di gestione, ma anche dei costi ambientali direttamente correlati, in considerazione del fatto che tali processi sono altamente energivori e generano soluzioni residue altamente concentrate di difficile gestione. Ricontrate tali difficoltà la Regione Toscana con la DCRT n. 225 del 17/07/1991 definì (a seguito di uno specifico studio condotto sul corpo idrico recettore Arno) valori limiti allo scarico per gli impianti di depurazione del comprensorio conciario, in deroga alla normativa nazionale, fissando per i Cloruri 5.000 mg/L e per i Solfati fino a 1.800 mg/L. La Provincia di Pisa nell'autorizzazione allo scarico rilasciata nel 2008 (DD n. 3566 del 18/08/2008) e nel 2013 (DD n. 1355 del 12/03/2013), fissava limiti più restrittivi per cloruri e solfati, ma comunque in deroga al D.Lgs. 152/06, stabilendo in particolare, il valore di di 3.800 mg/L per i cloruri e di 1.700 mg/L per i solfati. Rispetto a tali limiti, lo scarico dell'impianto è sempre risultato conforme, anche negli anni passati, quando i volumi produttivi e i carichi in ingresso erano oggettivamente più elevati. Si è piuttosto assistito, nel corso dell'ultimo decennio, ad una graduale e significativa riduzione delle concentrazioni negli scarichi conciari in ingresso all'impianto e un conseguente beneficio in termini di massa sull'immissione allo scarico finale. Con il Decreto Dirigenziale della Regione Toscana n. 8318 del 08/06/2020, nell'attuale vigente regime autorizzativo provvisorio il limite per i cloruri è stato fissato a 3.700 mg/L mentre per i solfati è stato confermato a 1.700 mg/L, così come definito al punto 2 delle prescrizioni all'allegato A.

Le acque reflue a carico prevalentemente industriale conciario, sono inoltre caratterizzate dalla presenza di rilevanti quantitativi di solidi sospesi che si originano dai residui di lavorazione delle pelli. Questi solidi, nelle prime fasi di processo della linea acque, avviati con il relativo refluo alla sezione di sedimentazione primaria, si separano efficacemente nei relativi decantatori, generando il flusso preponderante dei fanghi prodotti giornalmente e avviati alla fase di ispessimento prima di entrare nella linea di trattamento fanghi. Nella successiva tabella viene riportata la caratterizzazione dei solidi in ingresso all'impianto, sia in termini di concentrazione che carico complessivo (massa), relativamente al triennio 2017 – 2019.

ANNO		2017	2018	2019	Media
Portata	m ³	1.572.965	1.437.430	1.461.842	1.490.745
Solidi Sospesi Totali [§]	mg/L	6.900	5.573	5.997	6.178
Carico SST	Kg/anno	10.853.460	8.010.554	8.766.842	9.210.285
	Kg/giorno	30.500	21.946	24.018	25.233

[§] Valore medio ponderato annuale.

Questi solidi sono caratterizzati da una frazione organica che si attesta mediamente intorno al 85 – 88%, con punte fino al 95%, a cui è associato un contenuto di Azoto Totale Organico (lentamente idrolizzabile) che rientra in un range del 3,0 – 4,5 % (dato medio riferito alla sostanza secca). Dagli elevati valori delle concentrazioni medie ponderate dei Solidi Sospesi Totali presenti nel refluo, si può stimare un carico medio ponderato pari a circa 9.200.000 Kg/anno, con una quantità giornaliera immessa in impianto di circa 25.200 Kg/giorno.

I **reflui urbani a prevalenza domestica** (civili) in ingresso all'impianto, provengono dai tre collettori fognari misti asserviti agli agglomerati urbani del Comune di San Miniato, nonché di parte del Comune di Montopoli in Val d'Arno; queste fognature sono di competenza del Gestore del SII (Acque SpA). Come ampiamente e dettagliatamente descritto ai competenti settori della Regione Toscana e ad ARPAT, nella documentazione integrativa prodotta al Nucleo di Valutazione di Impatto Ambientale del Settore VIA-VAS della Regione Toscana, in fase di definizione del procedimento che ha portato al parere positivo di VIA, così come deliberato nella DGRT n° 1031 del 24/09/2018. La situazione dei flussi in ingresso derivanti da tali fognature ha costituito una specifica criticità relativamente al flusso di troppo pieno (impropriamente definito bypass) in uscita dalla vasca di accumulo di detti reflui presso l'impianto. L'impianto di proprietà del Comune di San Miniato, affidato in gestione al Consorzio Cuoiodepur SpA, è stato collaudato per conto dell'Amministrazione stessa, e in tal senso la Commissione collaudatrice a cui è stato dato incarico con deliberazione della Regione Toscana (n° 8572 del 03/10/1988 e n° 4484 del 17/10/1995), ha definito e indicato nel Certificato di Collaudo Tecnico Funzionale finale (rilasciato in data 03/02/1999) la specifica portata di esercizio dei reflui civili vincolante per il corretto, appropriato ed efficiente esercizio dell'impianto stesso, come indicato nel Certificato di Collaudo: "[...] per i reflui civili si fa riferimento ad una portata di 3.500 m³/d per 7 giorni settimana [...]", nonché puntualmente riportato nella Determinazione di Autorizzazione allo Scarico della Provincia di Pisa n° 1355 del 13/02/2013 nella tabella dei dati di progetto dell'impianto. Così come definito all'art. 1 dell'*Atto di Concessione in Uso* (stipulato con l'Amministrazione Comunale), il Consorzio Cuoiodepur SpA in qualità di concessionario è tenuto in obbligo al rispetto delle indicazioni, delle prescrizioni e degli atti d'indirizzo, dovendo conseguentemente attenersi anche a quanto previsto e definito nella certificazione di collaudo, nel rispetto e in ottemperanza alle disposizioni richiamate anche all'art. 12 dell'Atto stesso. Dalla valutazione delle più appropriate condizioni di esercizio dell'impianto, scaturite e certificate dalle prove di collaudo, emerge un chiaro vincolo per il gestore al riguardo della portata dei reflui civili, la cui immissione all'impianto è da considerarsi totalmente indipendente dall'afflusso delle acque reflue a prevalenza industriale, per la corretta gestione dei trattamenti e la funzionalità delle strutture nella specifica configurazione di processo, certificata. Quest'ultimo aspetto chiama direttamente in causa una chiara responsabilità del Gestore del SII (Acque SpA) per il convogliamento di flussi di reflui civili (dalle tre linee di collettamento in ingresso all'impianto provenienti dagli agglomerati urbani di San Miniato, San Donato e San Romano), a cui

spetta la corretta gestione delle reti fognarie. Di fatto le portate affluenti attraverso i suddetti sistemi fognari risultano notevolmente eccedenti rispetto ai quantitativi riconosciuti a ruolo da Gestore del SII stesso, ad evidenza di una serie di rilevanti criticità.

Di seguito viene riportata una tabella riepilogativa (2017 - 2019) dei flussi in ingresso all'impianto, delle quantità trattate presso lo stesso, nonché dei quantitativi a ruolo riconosciuti dal Gestore.

ANNO	Q misurata in ingresso a CD	Q trattata in impianto CD		Q dichiarata Acque SpA	Rapporto	Pioggia annua
	<i>m³/anno</i>	<i>m³/anno</i>	<i>m³/giorno</i>	<i>m³/anno</i>		<i>mm</i>
2017	1.894.967 min 2.562 (ott) Max 11.760 (feb)	1.403.589 (74%)	3.845	1.188.684	1,6	679
2018	2.224.478 min 2.462 (ago) Max 11.528 (feb)	1.532.330 (68,9%)	4.198	1.157.485	1,9	814
2019	2.183.679 min 3.060 (ago) Max 14.818 (nov)	1.581.482 (72,4%)	4.333	1.139.926	1,9	1.152
Media	2.101.041	1.505.800 (72,0%)	3.875	1.162.031	1,8	882

La suddetta situazione fa emergere un quadro di immissione in tali fognature, di acque non dichiarate o comunque la preoccupante presenza di consistenti flussi di acque meteoriche dilavanti, nonché infiltrazioni parassite o comunque non riconducibili agli effettivi consumi idrici delle utenze. Su tale fenomeno, l'Autorità Idrica Toscana ha posto particolare attenzione, identificandola quale rilevante criticità, così come evidenziato nel Piano di Ambito Toscano, negli Obiettivi del Piano d'Ambito (§ 7.4.2 punto C FOG06 – Alto tenore di acque parassite in fognatura), in cui viene riportato: “La presenza di acque parassite, infiltrazioni o comunque estranee determina il permanere di carichi diluiti presso gli impianti di depurazione e i persistere di elevate portate (con il rischio di frequenti episodi di sovraccarico idraulico dell'impianto), indipendentemente dagli eventi meteorici, comportando svantaggi e complicazioni nella gestione e nel rendimento delle fasi di depurazione. In particolare la diluizione e il conseguente abbassamento della temperatura dei liquami riducono l'effetto dei trattamenti chimici e biologici.” L'Autorità Idrica Toscana ha di fatto adottato, nel rilevare tale criticità per via indiretta, un approccio finalizzato al rilievo dei dati qualitativi in ingresso agli impianti di depurazione, classificando come “infiltrate” le fognature che recapitano in ingresso agli impianti con valori di concentrazione di COD e N inferiori rispettivamente a 300 mg/L e 30 mg/L (pag. 296, cap. 7, del Piano d'Ambito). In questo senso i dati medi ponderati (annuali) relativi alle acque reflue in ingresso all'impianto Cuoiodepur, provenienti dalle reti a carico del Gestore del SII, mostrano valori intorno ai 250 mg/L per il COD e a 30 mg/L per N, che nei periodi di effettiva consistenza del flusso di bypass (mesi invernali) si attestano su livelli di COD < 140 mg/L e TN < 25 mg/L.

Una chiara esemplificazione dello scenario descritto viene messa in evidenza nella figura 36 in cui sono riportati (per l'anno 2019) i flussi in ingresso all'impianto dai diversi collettori e la portata avviata ai relativi trattamenti di depurazione.

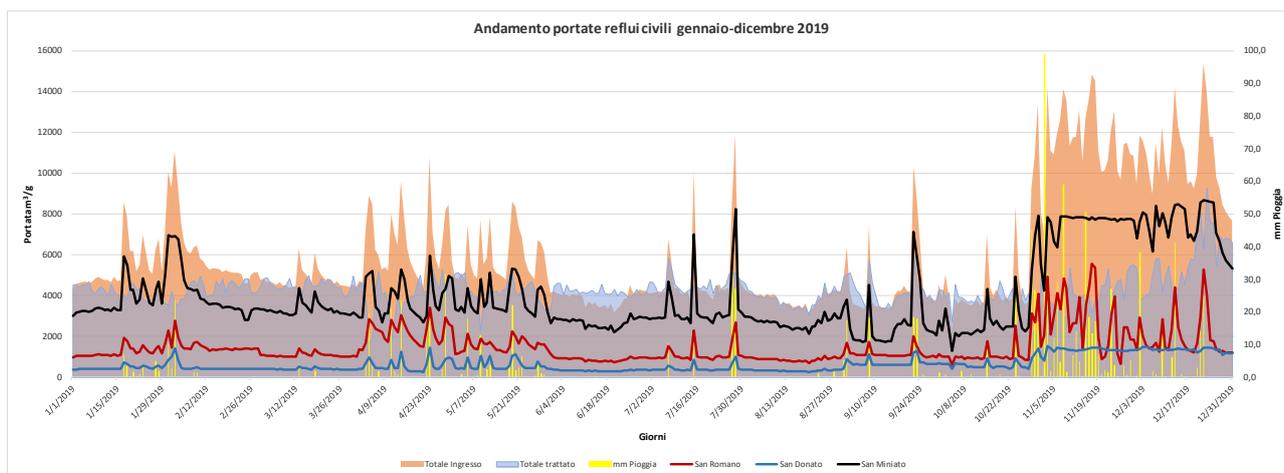


Figura 36. Grafico di riepilogo delle portate dei reflui urbani a prevalenza domestica in ingresso all'impianto dalle fognature relative agli agglomerati di competenza del GSII e portata trattata sull'impianto Cuoiodepur.

Nel corso dell'ultimo triennio gli sforzi prodotti rispetto alla gestione di questi reflui ha consentito di incrementare ulteriormente la capacità di trattamento di (nei limiti della contingente capacità impiantistica), consentendo di ridurre il flusso di bypass a circa il 30% del totale in ingresso, e quasi esclusivamente nei mesi caratterizzati dai maggiori fenomeni di infiltrazione di acque meteoriche e/o parassite nelle fognature urbane.

Il completamento di alcuni degli interventi previsti nell'ambito dell'Accordo di Programma del 8 aprile 2013, completati o in fase di messa a regime, ha già consentito di migliorare ulteriormente la capacità di trattamento di queste acque reflue, annullando completamente il flusso di bypass, eccezion fatta per eventi con precipitazioni meteoriche particolarmente elevate. Maggiori dettagli relativamente alle opere impiantistiche implementate saranno descritti nella sezione descrizione dell'impianto - linea acque.

Per quanto concerne i conferimenti degli extraflussi, costituiti da acque reflue, nel corso del 2019 sono stati ricevuti e trattati esclusivamente rifiuti liquidi urbani (CER 200304 e 200306) e rifiuti liquidi derivanti dai processi di lavorazione conciaria (CER 040104, 040105, 040106, 040107, 040217). L'incidenza dei conferimenti dei rifiuti liquidi (19.000 Kg) costituiti da acque reflue, ha rappresentato nel corso del 2019 circa lo 0,2% del carico idraulico industriale in arrivo all'impianto e circa il 0,63% del carico idraulico complessivo (industriale più civile), impegnando nel complesso circa il 2% della capacità residua dell'impianto. Inoltre l'incidenza dei rifiuti liquidi in termini di carico rispetto all'ingresso industriale (bilancio di massa Kg su Kg), per i parametri COD, SST, Azoto Totale e Cloruri, è risultata rispettivamente pari a: COD 1,5%, SST 0,8%, Azoto Totale 0,8% e Cloruri 0,4%.

L'implementazione, avvenuta nel corso degli anni, di avanzati processi chimico-fisici e biologici che operano in stretta sinergia, consente attualmente nel complesso, di raggiungere un rendimento di rimozione del carico organico (in termini di COD) mediamente intorno al 96-97%, mentre per quanto riguarda la rimozione dei nutrienti, rispettivamente azoto e fosforo, i livelli medi di

rimozione si attestano sul 95% e 99%, rispetto al carico in ingresso (si rimanda alle tabelle sul bilancio dei nutrienti, relative al periodo 2017-2019).

Un importante aspetto di valenza ambientale ed economica che ha visto attivamente impegnato il Consorzio Cuoiodepur, è quello che ha portato al riutilizzo dei fanghi di depurazione dei reflui conciarci (congiuntamente ad altri prodotti di scarto derivanti dalle lavorazioni del medesimo distretto), altrimenti destinati a divenire rifiuti, consentendo di chiudere in modo virtuoso il ciclo produttivo conciarario, anche a livello di singolo distretto, massimizzando il principio “*from waste to product*” nell’ottica di minimizzare i costi sia ambientali che economici che incidono, non solo nel trattamento delle acque reflue, ma anche sull’intera filiera produttiva. In questo senso infatti, i fanghi derivanti dalla depurazione degli scarichi della concia organica, contengono una frazione preponderante di solidi, che derivano dagli scarti delle stesse pelli lavorate, caratterizzata da elevati contenuti di sostanza organica più “nobile” di origine proteica, costituita da componenti quali pelo, crini, carniccio, cuoiattolo, ecc., già riconosciuti singolarmente quali fertilizzanti, ai sensi del D.Lgs. 29 aprile 2010 n.75. Questa prerogativa ha costituito un valido presupposto rendendo questi fanghi particolarmente idonei all’impiego in agricoltura. Attraverso una lunga e complessa campagna d’indagini, si è così giunti all’individuazione di formulazioni *ad hoc* realizzate miscelando i fanghi di depurazione con pelo, pellicino e/o cuoio, per arrivare alla definizione di un prodotto specifico indicato come *Pellicino integrato*: un concime organo-azotato, caratterizzato da un contenuto di carbonio organico del 20% circa e in azoto almeno del 4%, riconosciuto come fertilizzante ai sensi del D.Lgs. n.217 del 29.04.2006 e s.m.i.

Linea acque

Nell'attuale configurazione di processo della linea acque si individuano due linee indipendenti che si differenziano per la tipologia dei reflui che vengono trattati. La linea principale è costituita dalla filiera dedicata al trattamento misto delle acque reflue di origine conciararia e di quota parte del totale delle acque reflue urbane a prevalenza domestica che affluiscono all'impianto. A questa si affianca la nuova linea di trattamento biologico a membrane (MBR), esclusivamente dedicata alle acque reflue urbane a prevalenza domestica.

Linea trattamento misto reflui conciarari e reflui urbani a prevalenza domestica

Le specifiche peculiarità e la relativa complessità, dal punto di vista chimico, delle acque reflue conciararie afferenti all’impianto di depurazione, ha portato nel tempo all’implementazione di mirati trattamenti chimico-fisici e biologici. Questo approccio ha favorito la loro sinergia, consentendo di ottimizzare l’efficacia e l’efficienza del processo nel suo insieme. Vengono di seguito presentate e descritte sinteticamente le principali tappe del processo.

Pretrattamenti e trattamenti primari

Le fasi iniziali della filiera di trattamento dei reflui conciari, successivi ai pretrattamenti di tipo classico (grigliatura, dissabbiatura), sono mirati a due fondamentali obiettivi: il trattamento dei solfuri e la rimozione dei solidi sospesi.

I reflui industriali, vengono sollevati (dalla rete fognaria industriale, con stazione di sollevamento ubicata in Via dei Conciatori nella zona industriale) e sottoposti a grigliatura (riferimento planimetrico n. 1) fine 2 mm (n.2 griglie) per la rimozione dal refluo della parte più grossolana rappresentata dai frammenti di pelo e pelli ottenuti durante i lavori di riviera (soprattutto nella fase di calcinazione). Dopo l'operazione di grigliatura, il refluo viene sottoposto a dissabbiatura e disoleatura, in un'apposita vasca (n. 47) con volume di 255 m³, dotata di copertura per il contenimento delle emissioni odorigene, che si producono per desorbimento di H₂S dai liquami, e per il loro convogliamento all'impianto di abbattimento centralizzato. Dopo i trattamenti preliminari i liquami passano al comparto di preaccumulo, costituito da due vasche circolari di 3.750 m³ ciascuna (n. 2A e 2B). Nelle vasche di preaccumulo (figura 5a) confluiscono anche le acque di ricircolo che si producono in impianto, quali i surnatanti del lavaggio delle torri di abbattimento delle emissioni gassose, il surnatante dell'ispessitore e il filtrato ottenuto in fase di disidratazione. In questa sezione vengono espletate due importanti funzioni:

- i. l'equalizzazione delle portate giornaliere affluenti in impianto;
- ii. l'ossidazione dei solfuri con ossigeno puro.

L'ossigeno impiegato è prodotto autonomamente in un impianto PSA (Pressure Swing Adsorption), mediante un processo di separazione dell'ossigeno dall'azoto e dagli altri costituenti dell'aria, previo passaggio attraverso "setacci molecolari" con letto a zeoliti sintetiche. La produzione, circa 17.000 – 18.000 kg d-1, viene stoccata in n° 3 serbatoi a bassa pressione (3,5 bar). I serbatoi, con una capacità di circa 200 Nm³ ciascuno, sono posti in prossimità del locale che ospita l'impianto di produzione ossigeno (PL 55). É inoltre presente un serbatoio refrigerato supplementare di stoccaggio di ossigeno liquido, dotato di sistema scambiatore (a ricircolo di acqua) per il riscaldamento del gas durante l'erogazione, della capacità massima di 23.000 Kg; il serbatoio, sempre posto in prossimità dell'edificio produzione ossigeno (PL55) è di proprietà della ditta AirLiquide che ne cura il funzionamento e la manutenzione. Quest'ultimo ha la funzione di serbatoio di emergenza, qualora si verificassero problemi all'impianto di produzione ossigeno che richiedono tempi d'intervento superiori alle 24 ore. Il serbatoio è posto in prossimità del locale che ospita l'impianto di produzione ossigeno.

L'ossidazione dei solfuri può essere operata opzionalmente attraverso due soluzioni di processo, in continuo o in modo alternato, utilizzando ciascuna delle due vasche in batch. Nel primo caso l'ossidazione dei solfuri procede attraverso un processo misto chimico-biologico, in quanto, a seconda delle portate, e quindi in funzione dei tempi di residenza idraulica, può svilupparsi una specifica biomassa *tiossidante* (batteri autotrofi solfuro ossidanti). Questa modalità permette una gestione più semplice, ma può portare a maggiori consumi di ossigeno, dato che la biomassa che si

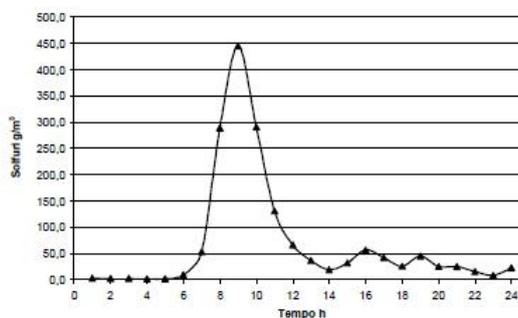
sviluppa è mixotrofa e quindi capace di ossidare anche composti carboniosi. Nel secondo caso, con minore tempo di residenza e il dosaggio di un catalizzatore (solfato di manganese), si ottiene un'ossidazione praticamente completa con un consumo di ossigeno poco superiore a quello stechiometrico necessario per l'ossidazione dei soli solfuri, pur a fronte di una maggiore difficoltà nella gestione idraulica.

Il carico di solfuri in ingresso all'impianto presenta un tipico andamento giornaliero con punte elevate nelle prime ore della mattina come mostrato in figura 37b.

Anche le vasche di preaccumulo sono dotate di copertura con aspirazione e collettamento delle emissioni odorigene all'impianto di abbattimento centralizzato.



a



b

Figura 37. (a) Vista di una delle due vasche di preaccumulo e ossidazione dei solfuri. (b) Andamento tipico giornaliero del carico di solfuri in ingresso all'impianto.

Il refluo viene successivamente inviato verso la sedimentazione primaria, costituita da tre sedimentatori (rispettivamente n. 4A, n. 4B e n. 4C) a flusso longitudinale (di cui due in funzione e uno di riserva), con volume ciascuno di 1.300 m³. Le portate medie giornaliere si aggirano intorno ai 6.500 m³.

I fanghi primari prodotti (circa 1.500 m³ d⁻¹) sono caratterizzati da una concentrazione media in secco del 2,5 ÷ 4% e costituiscono circa il 75 - 80% (cioè la parte preponderante) dei fanghi complessivi prodotti nell'impianto. Questi fanghi vengono estratti dai sedimentatori e pompati verso la vasca di ispessimento (PL 24) da cui poi vengono avviati ai trattamenti della linea fanghi. L'effluente chiarificato, esce per stramazzo dai sedimentatori primari e convogliato direttamente alla sezione di trattamento biologico, immettendosi nella linea di ricircolo ossidazione/nitrificazione - denitrificazione.

I prodotti chimici che vengono impiegati nel comparto e stoccaggio:

- Soluzione di perossido d'idrogeno (H₂O₂) al 30%; viene occasionalmente utilizzata per limitare il contenuto dei solfuri nel liquame, al fine di ridurre lo sviluppo e lo stripping di quantità eccessive di idrogeno solforato; il dosaggio avviene in genere a seguito delle fermate per guasto o manutenzione dell'impianto di produzione ossigeno. Il prodotto può essere dosato indifferentemente sia sulle vasche di preaccumulo (PL 2A e 2B), sui primari nuovi (PL 4B e 4C), dissabbiatore (PL 47), sul primario vecchio (PL 4A) e sul pozzetto di miscelazione dei reflui in uscita dai sedimentatori primari (PL 7).

Sono presenti due punti di stoccaggio:

- uno posto in prossimità del preaccumulo vecchio (PL 2A); comprende 4 serbatoi in HDPE da 15 m³ ciascuno, posti in un idoneo bacino di contenimento impermeabilizzato. Il dosaggio avviene con due pompe (una di riserva) e un sistema di tubazioni sezionate da specifiche valvole con cui si può decidere in quali vasche avviare il prodotto. Da questo punto il dosaggio può andare a: vasche di preaccumulo (PL 2A e 2B), sui primari nuovi (PL 4B e 4C), dissabbiatore (PL 47).
 - uno posto in prossimità del primario vecchio (PL 4A); comprende 1 serbatoio in HDPE da 5 m³, posto in un idoneo bacino di contenimento impermeabilizzato; posizionato in area coperta da tettoia in c.a. Il dosaggio avviene con due pompe (una di riserva) e un sistema di tubazioni sezionate da specifiche valvole con cui si può decidere in quali vasche avviare il prodotto. Da questo punto il dosaggio può andare a: primario vecchio (PL 4A) e sul pozzetto di miscelazione dei reflui in uscita dai sedimentatori primari (PL 7).
- Prodotto deodorizzante NORASYSTEM®; impiegato per il trattamento degli odori. Il prodotto viene acquistato in taniche da 25 Kg e stoccato per l'uso in un serbatoio HDPE da 100 litri posto in accanto alla postazione di dosaggio in prossimità dei sedimentatori primari nuovi in area coperta da tettoia in c.a. Per i dettagli dell'applicazione e il sistema di distribuzione del dosaggio vedere paragrafo 3.6.

Trattamenti biologici: denitrificazione e nitrificazione - ossidazione

Il trattamento biologico delle acque reflue, costituisce il principale insieme di processi finalizzati alla rimozione del carico inquinante organico e dell'azoto. Nello schema generale adottato per questi reflui il comparto biologico detiene un ruolo critico ed essenziale, in quanto consente, se implementato e gestito con opportuni criteri, di massimizzare i rendimenti di rimozione con costi in assoluto più contenuti.

Denitrificazione. Il primo stadio del trattamento biologico è costituito dalla fase di denitrificazione (PL 11), che avviene nei due comparti indipendenti di una vasca dalla volumetria complessiva di 11.000 m³.

La vasca di denitrificazione è dotata di apposita copertura e le emissioni odorigene sono inviate all'impianto di trattamento centralizzato. Mixer sommersi garantiscono la miscelazione del fango

attivo. L'effluente chiarificato in uscita dalla sezione di sedimentazione primaria viene immesso in ingresso alla denitrificazione sul flusso di ricircolo dall'ossidazione nitrificazione, fornendo in questo modo il carico di sostanza organica rapidamente biodegradabile (espresso in termini di bCOD) necessario per la rimozione dell'azoto.

Il refluo urbano a prevalenza domestica, proveniente dalla sezione dei trattamenti preliminari di grigliatura e dissabbiatura, viene immesso al comparto biologico tra la fase di pre-denitrificazione e quella di nitrificazione. La sezione dei trattamenti preliminari è stata completamente ridefinita e potenziata a seguito degli interventi oggetto del Lotto n° 1 del 1° Stralcio dell'Accordo di Programma, già sottoposte a valutazione nel procedimento di VIA postuma conclusosi con parere positivo nel 2018. L'adeguamento dell'impianto si è integrato con l'esistente stazione di pretrattamento dei liquami civili, composta da ricezione, grigliatura e dissabbiatura, adeguandola per raccogliere tutta la portata prevista fino alla portata massima di punta di 2.850 m³/h (2° stralcio). In particolare le griglie fini hanno una luce di filtrazione di 1 mm, tale scelta progettuale è determinata dalla necessità di allontanare i solidi trasportati dalle acque reflue che potrebbero determinare riduzione di efficienza del successivo processo di filtrazione a membrane previsto sulla nuova sottolinea di trattamento Biologico (MBR).

La sezione di pretrattamento dei liquami civili risulta attualmente composta dalle seguenti apparecchiature:

- una griglia a tamburo con luce di filtrazione di 2 mm, avente portata massima di 600 m³/h;
- una coclea compattatrice del materiale grigliato;
- un dissabbiatore tipo pista (idrociclone) avente portata massima di 600 m³/h;
- un separatore di sabbie.

L'intervento di ampliamento, reso necessario per adeguare la sezione alle portate previste nell'Accordo di Programma, consta di una nuova struttura costruita con travi di acciaio su cui installare le nuove apparecchiature. Tale struttura è posizionata nella zona immediatamente adiacente a quella che ospita l'esistente sezione di pretrattamento (modificando la viabilità attuale), ed è già predisposta per la installazione delle apparecchiature del 2° stralcio. Sulla struttura è stata realizzata una linea attrezzata con una griglia grossolana a pettine (luce di filtrazione 6 mm), portata 1.425 m³/h, per la rimozione dei solidi di grandi dimensioni; una griglia fine a tamburo ruotante (luce di filtrazione 1 mm), portata 1.125 m³/h, necessaria per allontanare dalle acque reflue quelle particelle solide di piccole e piccolissime dimensioni che potrebbero determinare riduzione di efficienza del successivo processo a membrane (MBR); un dissabbiatore tipo pista. È presente, inoltre, una coclea compattatrice, che raccoglie e disidrata il materiale rimosso dalle griglie fini, comune ai due rotostacci e un separatore di sabbie, di adeguata potenzialità, asservito ad entrambe le linee per la disidratazione delle sabbie.

Ossidazione-Nitrificazione. Dalla stazione di sollevamento della denitrificazione, il mixed liquor viene inviato all'ossidazione biologica. Questa è suddivisa in 7 vasche da 3.750 m³ ciascuna, per un totale di 26.250 m³, disposte su due gruppi (singolarmente escludibili) di 4 unità (vasca 12A) e 3 unità (vasca 12B) rispettivamente, alimentate secondo lo schema del reattore plug-flow.

La portata di aria necessaria (circa 20.000 Nm³ h⁻¹) è fornita da tre compressori attraverso un sistema di diffusori a bolle fini posizionati sul fondo vasca (1.500 unità per vasca). I compressori disponibili sono cinque, di cui generalmente due in servizio, due di scorta e uno in manutenzione, e non lavorano al massimo della loro potenza; in caso di rottura/guasto di uno dei compressori, si possono utilizzare gli altri due per garantire la portata di aria necessaria per l'ossidazione-nitrificazione. Il livello di ossigeno nel mixed liquor viene mantenuto intorno ai 2 mg/l (set point di regolazione), attraverso un controllo delle portate d'aria in ciascuna vasca, regolate in funzione delle misure in continuo effettuate con sonde a chemiluminescenza.

All'attività biologica di ossidazione-nitrificazione corrisponde un tempo medio di residenza idraulico di circa 50 ore, pressoché i 2/3 del tempo medio di residenza idraulico relativo al trattamento biologico complessivo, che è di circa 70 ore, considerando la portata giornaliera affluente in tempo asciutto. La temperatura media in vasca di ossidazione è di 22 – 23 °C, che d'estate può salire fino a 29 – 31 °C e d'inverno scendere fino a 16 – 18 °C. Nelle normali condizioni di processo le elevate temperature sono favorite dal fatto che il refluo industriale è relativamente caldo (~ 22 – 28 °C) rispetto alle più fredde acque reflue civili.

Mediamente la concentrazione dei solidi sospesi nel fango biologico si aggira intorno agli 8.000 mg/l con un contenuto in volatili (SSV) circa del 80%. Da stime effettuate mediante tecniche respirometriche si è potuto valutare che la frazione attiva di biomassa eterotrofa si aggira tra il 15 – 20% degli SSV. Relativamente a questi aspetti e in funzione delle portate medie giornaliere, il comparto biologico lavora in condizioni di bassi carichi specifici sia per quanto concerne l'ossidazione dei composti carboniosi (0,09 – 0,11 Kg COD/kg SST giorno) che per l'azoto biodegradabile (0,002 – 0,005 kg N/kg SST giorno).

La scelta di adottare un'elevata età del fango (40-50 d) e tempi di residenza idraulica molto alti (50 h in ossidazione e 20 h in denitrificazione), rientra nel presupposto di incrementare e favorire la rimozione biologica dei composti lentamente biodegradabili [frazione idrolizzabile del COD (SH)] e di portare a una maggiore disponibilità di batteri autotrofi, così da aumentare le prestazioni della biomassa nitrosante e nitratante, assicurando il raggiungimento di limiti ottimali di ossidazione dell'azoto nell'effluente.

Un sistema di paratoie regolabili consente di operare una parzializzazione della portata nella quota parte da inviare ai sedimentatori biologici e in quella da utilizzare come ricircolo interno nitrificazione-denitrificazione. Quest'ultima risulta pari a circa 5 – 7 volte la portata complessiva trattata nel comparto biologico (portata totale refluo urbano e refluo industriale conciarario).

Prima dell'invio del refluo alla sedimentazione, in impianto è prevista anche una fase di post-denitrificazione e di post-aerazione (vasca n.44).

Al comparto biologico di ossidazione-nitrificazione segue la sezione di sedimentazione secondaria (sedimentazione biologica, n. 14A, 14B, 14C, 14D e 15), costituita da due vasche indipendenti (n. 14 e n. 15), una circolare dal diametro di 22 m (vasca n. 15 di volume 1000 m³) e l'altra rettangolare, di dimensioni 33 m x 22 m, suddivisa in quattro bacini indipendenti (14A, 14B, 14C, 14D), di cui due aventi volume di 1.800 m³ ciascuno (14A, 14B) e gli altri di recente realizzazione di 1.665 m³ ciascuno (14C, 14D). Queste ultime sono inerenti agli interventi previsti nel Lotto n° 2 del 1° Stralcio dell'Accordo di Programma, e già sottoposte a valutazione nel procedimento di VIA postuma conclusosi con parere positivo nel 2018. Tale ampliamento ha consentito di poter incrementare le portate di esercizio, migliorando i carichi idraulici e i carichi di solidi specifici della sezione di sedimentazione biologica, nonché la qualità del fango biologico e quindi l'efficienza della linea dei trattamenti biologici; questo garantirà di avviare al trattamento mediamente circa il 30 – 40% in più di reflui civili. Inoltre migliorerà la qualità dell'effluente, prevenendo eventuali trascinamenti di solidi, aumentando perciò l'efficienza dei trattamenti terziari. Dalla sedimentazione biologica il fango sedimentato, con un tenore in secco mediamente del 1,0 - 1,4%, viene ricircolato nella denitrificazione.

I prodotti chimici che vengono impiegati nel comparto e stoccaggio:

- Soluzione di acido fosforico (H₃PO₄) al 8 - 10%; viene occasionalmente utilizzata come fonte supplementare di fosforo per garantire un appropriato rapporto C:N:P nel refluo che deve essere trattato, quando questo risulta carente o limitante.

Il prodotto è stoccato in un idoneo serbatoio in PRFV della capacità massima di 10 m³, posto in un idoneo bacino di contenimento impermeabilizzato, in locale chiuso in prossimità delle vasche di ossidazione - nitrificazione (PL 67).

- Prodotti antischiiuma a base di esteri di acidi grassi; gli antischiiuma vengono occasionalmente dosati sul *mixed liquor* in uscita dalla sezione di denitrificazione, al fine di limitare la formazione di schiume nelle vasche di ossidazione - nitrificazione.

Il prodotto è stoccato in un serbatoio in acciaio inox, della capacità massima di 3 m³, posto in prossimità del pozzetto di alloggiamento delle idrovore di sollevamento del *mixed liquor* di ricircolo denitrificazione - ossidazione (PL 49).

- Carboni attivi in polvere (PAC); impiegati in passato con sistematicità per il mantenimento di un adeguata concentrazione nel fango attivo, ad oggi impiegati soltanto in condizioni di eccezionalità, relativamente al contenimento di potenziali fenomeni di inibizione della componente nitrificante del fango attivo.

Il prodotto è stoccato in due silos in ferro verniciato della capacità massima di 15 T ciascuno, posti in prossimità del pozzetto (PL 13) di alloggiamento delle idrovore di sollevamento del *mixed liquor* per l'invio alla sedimentazione secondaria. Il caricamento avviene con linea di

aggancio al sistema pneumatico dei mezzi con cui viene trasportato; ciascun silo è munito di sistema di filtri a manica per contenere le polveri in fase di caricamento. Adiacente ai silos è posto anche il sistema di preparazione e dosaggio del PAC, costituito da un doppio sistema di coclee, serbatoi (2 m³) e pompe (tipo mono) per il dosaggio. Il dosaggio del prodotto viene fatto sul sistema di ricircolo nitrificazione - denitrificazione.

- Soluzioni a base metanolica/idroalcolica ad elevato carico organico biodegradabile; impiegate in passato come fonte supplementare di COD rapidamente biodegradabile per favorire il processo di denitrificazione.

Sono presenti due serbatoio in acciaio inox della capacità massima di 10 m³ ciascuno. I serbatoi sono posti all'interno di un idoneo bacino di contenimento impermeabilizzato (ciascun con bacino indipendente) in prossimità della vasca di post aereazione (PL 68). Il caricamento del prodotto avviene con pompe dedicate poste nel bacino.

Controllo e gestione avanzati del processo di nitrificazione: titrimetria differenziale on line



Il Consorzio Cuoiodepur Spa, nel progetto i-SWAT (Innovative in Systems for Water Analysis), ha rivestito il ruolo di capofila e si è occupato di coordinare 9 partner con competenze e prerogative diverse al fine di promuovere e sviluppare gli strumenti tecnologici necessari a superare il gap che separa attualmente gli impianti di depurazione dai più moderni approcci di gestione e di controllo, introducendo in tal modo i presupposti per sviluppare e implementare quanto riconducibile ai principi dell'Industria 4.0 nel settore del trattamento dei reflui con particolare riferimento all'automazione. Il progetto si è svolto dal 2018 al 2020 ed è stato cofinanziato con il programma POR CREO 2014 – 2020 Fondi Comunitari Regione Toscana. Il progetto ha previsto la realizzazione di tre obiettivi: in primo luogo, è stato sviluppato un innovativo sistema sensoriale, *titrimetro differenziale online*, (figura 38) collegato idraulicamente alla vasca di nitrificazione e connesso alla supervisione; in grado di misurare in modo automatico il rateo di ossidazione dell'ammonio, fornendo una nuova tipologia di informazioni integrate ed avanzate, che consentono di verificare l'effettivo stato di avanzamento dei processi biologici che sottintendono all'ossidazione dell'azoto nella nitrificazione. La tecnologia sviluppata a Cuoiodepur consente di ottimizzare la gestione dei processi biologici, massimizzando i rendimenti e consentendo un'importante riduzione dei consumi energetici (> 15%). Il sistema di monitoraggio integrato nella supervisione dell'impianto agisce nella regolazione delle portate di aria immessa nelle vasche di ossidazione nitrificazione.

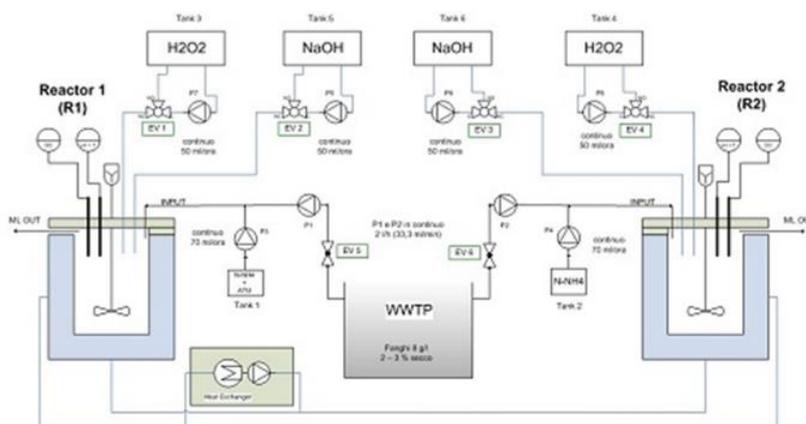


Figura 38. Il titrimetro differenziale: sulla sinistra un'immagine dello strumento nel suo complesso e a destra lo schema funzionale.

Trattamenti chimico-fisici terziari

I processi terziari nelle filiere di trattamento dei reflui conciari hanno un ruolo fondamentale nella maggior parte delle applicazioni su scala reale, alla luce del fatto che difficilmente, un trattamento biologico in quanto tale, anche realizzato con le più avanzate tecnologie risulta capace di ridurre la frazione solubile del COD al di sotto di valori accettati comunemente dalla normativa per lo scarico.

In questo contesto è opportuno sottolineare nuovamente come la frazione di COD biorefrattario risulta più elevata nei reflui derivanti dalla concia al vegetale, dove alla presenza del cromo si sostituisce quella del tannino, come nel caso appunto del refluo trattato nell'impianto in questione.

Il carico organico presente all'uscita del biologico, vede ancora la presenza di una discreta quantità di tannini, sia naturali che sintetici, che in termini di TOC (Total Organic Carbon) arrivano a costituire ciascuno circa il 15 – 20%. Il trattamento terziario dell'effluente consiste in un processo chimico-fisico di coagulazione – chiariflocculazione, ottenuto mediante il dosaggio di cloruro ferroso - FeCl_2 (coagulante) e polielettroliti organici (flocculanti) in ambiente basico (pH intorno a 10,5 - 11). L'alcalinità necessaria è fornita con il dosaggio di calce (idrossido di calce), in forma di soluzione concentrata con densità intorno ai 9-10 gradi Bè. Mediamente si può stimare un consumo di calce idrata di $0,8 - 1,2 \text{ kg m}^{-3}$ relativamente ad un dosaggio di ferro (Fe_2^+) pari a circa $120 - 180 \text{ g m}^{-3}$. L'effluente in uscita ha conseguentemente un pH elevato, intorno a $10,5 \div 11$ unità. Per riportare il pH ai valori consentiti dalla normativa per lo scarico delle acque depurate nei corpi idrici superficiali, occorre effettuare quindi una correzione dell'alcalinità. Questa operazione di neutralizzazione è

ottenuta con dosaggio di CO₂, effettuato mediante diffusori a bolle fini in una vasca di contatto. L'effluente finale depurato viene immesso nel tratto terminale del fosso di scolo campestre Rio Malucco² tramite cui confluisce nel fiume Arno. La portata media dello scarico è stata paria a circa 3.000.000 – 3.500.000 m³ all'anno (la portata media annua dello scarico relativa al triennio 2017 - 2019 è stata pari a circa 3.383.538 m³/anno), con valori dei principali parametri analitici che rientrano nei limiti imposti dalle vigenti normative. Il trattamento terziario consente di rimuovere la componente organica recalcitrante residua, con rendimenti medi nell'ordine del 65 – 70% in termini di TOC.

I prodotti chimici che vengono impiegati nel comparto e stoccaggio:

- Calce idrata [Ca(OH)₂] in polvere; viene impiegata per la preparazione della soluzione (latte di calce) necessaria a portare a livelli elevati il pH del refluo da trattare. Il prodotto in polvere fine viene stoccato in due silos in ferro verniciato (PL 38) della capacità massima rispettivamente di 80 T e 60 T, posti in prossimità del locale stoccaggio e preparazione reagenti trattamenti terziari (PL 58). Il caricamento avviene con linea di aggancio al sistema pneumatico dei mezzi con cui viene trasportata; ciascun silos è munito di sistema di filtri a manica per contenere le polveri in fase di caricamento. Nell'adiacente locale stoccaggio e preparazione reagenti è posto anche il sistema di preparazione e dosaggio del latte di calce, costituito da un doppio sistema di coclee, serbatoio di dissoluzione (5 m³) e pompe (tipo centrifuga) per l'invio alla vasca di contatto del trattamento terziario. La superficie ove è posto il sistema di preparazione della soluzione è adeguatamente impermeabilizzata e attrezzata per contenere eventuali perdite e sversamenti, che confluiscono in un sistema di canalette di raccolta.
- Soluzioni di Cloruro Ferroso (FeCl₂) al 9 - 10%; prodotto impiegato come coagulante nel trattamento terziario. Lo stoccaggio viene fatto in due serbatoi in PRFV della capacità di 100 m³ ciascuno. I serbatoi sono localizzati nel locale stoccaggio e preparazione reagenti trattamenti terziari (PL 58), posti in idonei bacini di contenimento (separati) impermeabilizzati. Il caricamento dei serbatoi avviene con pompe centrifughe dedicate (una per ciascun serbatoio), poste all'esterno del locale; le pompe sono poste in apposito pozzetto impermeabilizzato, atto a raccogliere eventuali sversamenti nelle operazioni di scarico del prodotto.

Mediante pompe peristaltiche il cloruro ferroso viene immesso nella linea di dosaggio collegata con la vasca di contatto del trattamento terziario.

² Il Rio Malucco è un *fosso di scolo campestre* che si origina nella zona di Pruneta e attraversa la zona industriale di Romaiano costeggiando il lato della linea ferroviaria Pisa – Firenze, per poi attraversarla e svilupparsi lungo il perimetro dell'impianto CuoioDepur. Il regime delle sue acque è tale che in tempo secco può avere portata pressoché nulla e in tempo di pioggia può arrivare ai limiti dell'esondazione. L'impianto CuoioDepur scarica in questo fosso a gravità con una tubazione in acciaio, nel tratto terminale del fosso (cementato). Dopo circa 80 metri, dal punto di immissione, il fosso attraversa l'argine ed entra in alveo (sul punto di attraversamento è disposta una paratoia che viene attivata in caso di piena del fiume Arno). Oltre allo scarico finale, questo può ricevere anche il flusso di troppo pieno dei reflui civili dalla vasca di accumulo dell'impianto (quando attivo), in cui vengono convogliati i flussi delle tre linee (San Romano, San Minato e San Donato) in carico al Gestore del SII Acque SpA.

- Polielettrolita anionico a base poliacrilammide; prodotto impiegato in soluzione acquosa come flocculante nel trattamento terziario. Confezionato in sacchi da 25 Kg su pallets, viene stoccato in area dedicata nel locale stoccaggio e preparazione reagenti trattamenti terziari (PL 58). La soluzione del flocculante viene fatta in un apposito dissolutore, con serbatoio annesso, da cui poi viene dosato alla vasca di contatto del trattamento terziario mediante pompe peristaltiche.
- Diossido di Carbonio (CO₂) gas sottopressione liquefatto refrigerato; prodotto impiegato in forma gassosa per neutralizzazione del pH post trattamento terziario, insufflato mediante sistema di diffusori a setto poroso. É presente un serbatoio di stoccaggio refrigerato della capacità massima di 30.000 Kg, posto in apposita piattaforma in area dedicata (PL 37), dotato di sistema scambiatore per il riscaldamento del gas durante l'erogazione. Il serbatoio è di proprietà della SOL Group che ne cura gli aspetti di funzionalità e manutenzione.

Di seguito si riporta un riepilogo dei volumi delle vasche di processo attive:

SEZIONE	VASCHE DI PROCESSO	VOLUMETRIA TOTALE m ³
Pretrattamenti	Dissabbiatura (47)	255
Trattamenti Primari	Preaccumulo (2A e 2B)	7.500
	Sedimentazione Primaria (4A, 4B, 4C) n° 3 vasche da 1.100 m ³	3.900
Trattamenti Biologici	Denitrificazione (11)	11.000
	Ossidazione - Nitrificazione (12A, 12B) n° 7 vasche da 3.714 m ³	26.000
	Sedimentazione Biologica (14A, 14B, 14C, 14D, 15)	7.650

	n° 2 vasche da 2.032 m ³ n° 2 vasche da 1.665 m ³ n° 1 vasche da 252 m ³	
Trattamenti Terziari	Chiariflocculatori finali (18A, 18B)	2.650
	Vasca di contatto calce-ferro (17)	135
	Neutralizzazione dosaggio CO ₂ (30)	250
TOTALE		59340

Linea trattamento Biologico a Membrane (MBR) reflui urbani a prevalenza domestica

Questa è stata realizzata attraverso il recupero delle preesistenti vasche costituenti la vecchia sezione chimico-fisica intermedia (ormai completamente dismessa da oltre 20 anni), per l'implementazione della prima linea di trattamento di acque reflue urbane a prevalenza domestica, con una capacità per circa 2.500.000 m³/anno ($Q_m = 300 \text{ m}^3/\text{h}$; e $Q_p = 450 \text{ m}^3/\text{h}$) [ossidazione/nitrificazione con membrane di ultrafiltrazione³ (0,02 µm) FibrePlate™ a fibra cava supportata assemblate in fogli, della Fibracast® – denitrificazione], finalizzata anche al recupero per il riuso interno dell'acqua depurata.

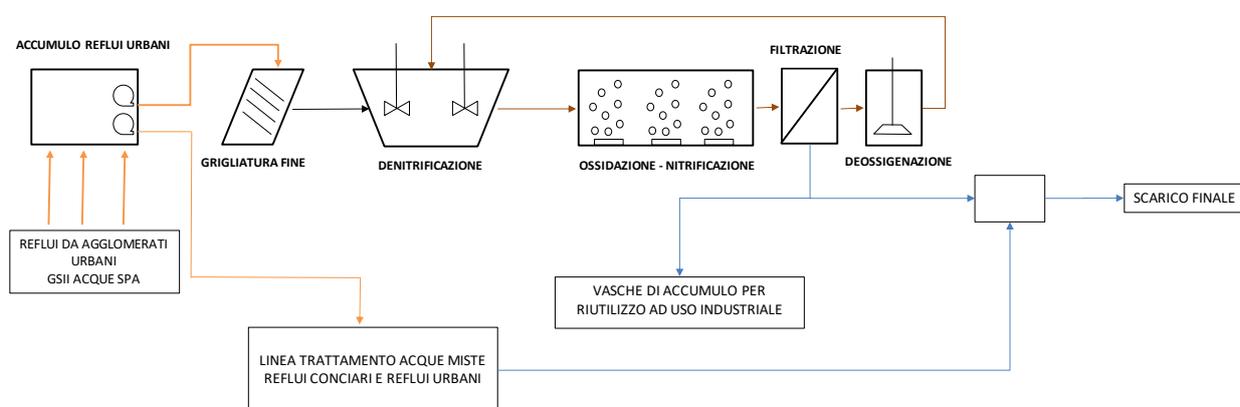
L'impianto è stato completato ai primi di settembre 2020 e successivamente sono state fatte le necessarie verifiche di funzionalità idraulica, elettromeccanica nonché di tutti i sistemi di controllo del processo e della relativa supervisione. A seguire si è proceduto all'avvio dei processi biologici, caratterizzato da una prima fase di inoculo dei fanghi attivi e di successiva crescita di questi. A fronte delle verifiche di funzionalità dei sistemi idraulici, meccanici ed elettrici, avendo valutato l'effettivo avvio dei processi biologici (ossidazione, nitrificazione e denitrificazione); quindi nel mese di ottobre 2020, si è potuto procedere a dare inizio alla fase di esercizio per la messa a regime dell'impianto. La linea è costituita da una sezione di denitrificazione, una di ossidazione - nitrificazione (suddivisa in due vasche indipendenti), una sezione di filtrazione in cui sono disposte le membrane e una di deossigenazione.

Una vasca a pianta circolare (10A), avente diametro interno 22 m, altezza 3,50 m, con fondo inclinato, è adibita a vasca per la denitrificazione. Questa è dotata di due miscelatori sommergibili

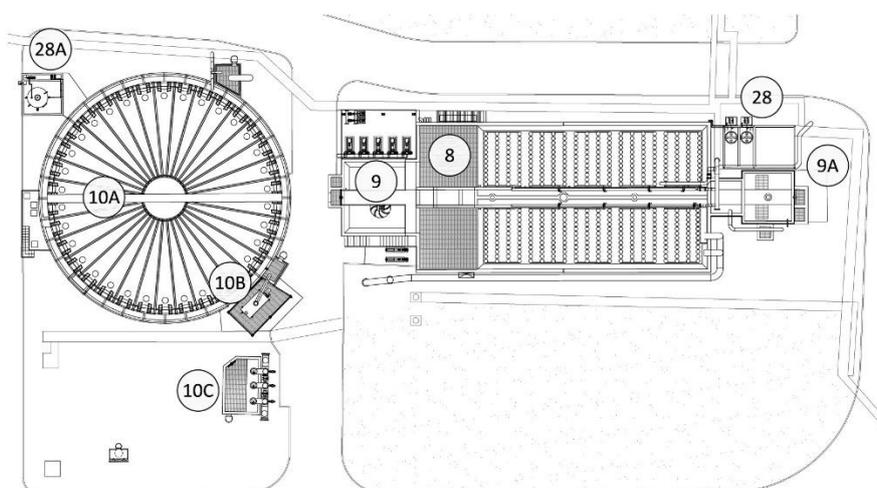
³ Le membrane FibrePlate™ sono membrane a fibra cava supportata assemblate in fogli. Ogni fibra cava supportata è unita lungo il suo asse longitudinale alla due fibre cave adiacenti formando così un foglio. Grazie a questa soluzione, le membrane FibrePlate™ uniscono ai tradizionali e riconosciuti vantaggi delle membrane a fibra cava supportata, anche quelli delle membrane piane, assicurando allo stesso tempo una elevata densità di impaccamento (superficie di filtrazione/volume occupato) con costi operativi molto contenuti sia dal punto di vista energetico che da quello dei consumi di reagenti per la loro pulizia.

che provvedono a mantenere in agitazione il mixed liquor; un gruppo di sensori: di potenziale redox, di ossigeno disciolto, di temperatura e di livello, permetteranno il monitoraggio in continuo delle condizioni operative della vasca sia dal punto di vista fisico che da quello analitico. La vasca è munita di copertura (originaria) e tenuta sotto aspirazione dal sistema centralizzato di trattamento aria dell'impianto.

Uno schema semplificato di processo dell'impianto viene riportato di seguito.



Di seguito si riporta un estratto della Planimetria Generale dell'Impianto dove si evidenzia il comparto di ossidazione biologica con MBR.



Nella vasca a pianta rettangolare (8) di m 28 x 14 profonda 4,45 m, W.L. 3,45 m, è stata realizzata la sezione di ossidazione biologica e nitrificazione, che include anche un comparto (suddiviso in quattro pozzetti) in cui alloggiare i moduli delle membrane di filtrazione. La sezione di ossidazione – nitrificazione è suddivisa longitudinalmente in due semivasche per realizzare due linee di trattamento indipendenti uguali e parallele al fine di permettere gli interventi di manutenzione, ordinaria e straordinaria, senza dover interrompere completamente il trattamento; infatti, in caso di manutenzioni, sarà possibile mantenere in esercizio una semivasca e intervenire sull'altra. Il comparto di filtrazione è costituito da quattro pozzetti indipendenti, escludibili mediante sistema di paratoie, in cui sono immersi le cassette di filtrazione. Ciascuna cassetta è costituita da tre stack, ciascuno dei quali può contenere 26 moduli membrana FPM 500, con una superficie di 46,47 m². Sull'impianto sono installate quattro cassette, per un totale di 312 moduli, per una superficie filtrante totale pari a 14.498 m² (figure 39a, 39b e 39c).

FIBRACAST

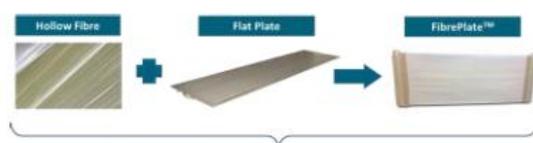


Figura 39. a) Membrana FibrePlate; b) schema di rappresentazione della cassetta; c) installazione di una cassetta nel relativo pozzetto di filtrazione sull'impianto.

Le membrane sono sottoposte ad una pressione leggermente negativa (pressione massima di filtraggio di circa 250 mbar, negativa) per mezzo di pompe autoadescanti e la pressione è costantemente monitorata da dei pressostati posti rispettivamente sui collettori di raccolta del permeato delle semivasche 1 e 2. Sul collettore di raccolta del permeato, di ognuna delle due semivasche, è realizzato un sistema di rimozione dell'aria dalle linee di estrazione del permeato, esso si rende necessario in quanto, a causa della depressione necessaria per aspirare il permeato, dal liquido contenuto nelle tubazioni si possono liberare delle bolle d'aria che rischierebbero di intasare l'aspirazione dalle tubazioni stesse. Infatti, a causa della presenza di aria nella parte delle tubazioni poste a quota maggiore, si rischia di avere una parzializzazione della sezione del collettore, che all'aumentare del volume d'aria arriva a rendere impossibile l'aspirazione stessa del permeato. Il sistema consente di raccogliere l'aria presente nelle tubazioni e di rimuoverla. Il flusso di permeato, raccolto nei collettori, è aspirato da pompe centrifughe autoadescanti e da esse inviato al pozzetto di uscita dall'impianto, per mezzo di un collettore, da dove l'acqua inviata allo scarico. L'aspirazione del permeato non è continua, essa, infatti, è periodicamente interrotta per permettere il rilassamento delle membrane e favorire al contempo il distacco dello strato di fango che vi si è formato sopra. Ad intervalli di tempo è previsto un ciclo di pulizia per gli ugelli del diffusore dell'aria e per la tubazione dell'aria detto "flush". Esso sfrutta l'effetto di depressione generato dal rapido passaggio d'aria all'interno del diffusore stesso.

Periodicamente si rende necessario una pulizia più spinta delle membrane a causa dell'intasamento dei pori dovuto allo strato di fango che si deposita sulla superficie della membrana. Tale pulizia si effettua per mezzo di un sistema che permetta il lavaggio chimico periodico in situ dei moduli di microfiltrazione utilizzando ipoclorito di sodio e acido citrico. L'ipoclorito di sodio e l'acido citrico in soluzione sono stoccati ciascuno separatamente in un serbatoio in PRFV collocato all'interno di un bacino di contenimento in c.a.

Il permeato prodotto dal trattamento di ossidazione biologica-nitrificazione ha caratteristiche tali da permettere il suo utilizzo come acqua allo scarico in corpi idrici superficiali (pozzetto di scarico finale – sollevamento di emergenza), oppure come acqua per alimentare il circuito di acqua per usi industriali al servizio di tutto l'impianto di depurazione (rete acque di servizio). Il permeato proveniente dalle due semivasche, aspirato dalle pompe di raccolta, è raccolto nel collettore di invio del permeato allo scarico; da tale collettore si dirama una tubazione da cui prelevano due pompe centrifughe che funzionano una di scorta all'altra. Tali pompe aspirano acqua trattata per inviarla rispettivamente o alle vasche esistenti di accumulo dell'acqua pompata dai pozzi, o al serbatoio esistente SRD01, in modo tale da rifornire la rete dell'acqua di servizio interna all'impianto, oppure allo scarico finale (uscita impianto). La portata massima totale di estrazione permeato dalla vasca di ossidazione nitrificazione (8) è pari a 450 m³/h (alla Q_p, tot), ovvero 225 m³/h per linea (alla Q_p, per linea), mentre la portata media totale di estrazione permeato è pari a 300 m³/h (alla Q_m, tot), ovvero 150 m³/h per linea (alla Q_m, per linea). In questa condizione si prevede un recupero di acqua per uso interno fino 120 m³/h, che permette di ridurre ed azzerare gli attuali prelievi da pozzo. Il ricircolo del fango attivo (*mixed liquor*) dalla denitrificazione (10A) alla sezione di ossidazione –

nitrificazione (8), viene garantito da tre pompe sommerse (P1004, P1005, 1006, di cui due in servizio e una di riserva) poste in una vasca (10C) adiacente alla denitrificazione e collegata idraulicamente a questa mediante tubazione (\varnothing 1.000 mm).

Il refluo urbano di alimentazione dell'impianto, proviene con una linea dedicata, dalla vasca di accumulo dei reflui (43A), dove nel secondo scomparto sono poste tre pompe (P1001, P1002 e P1003) poste sotto inverter per modulare la portata, verificata da uno specifico misuratore sulla tubazione di mandata. La linea porta il refluo fino ad una griglia a tamburo forato (\varnothing 2 mm) posta su una struttura (10B) in prossimità della vasca di denitrificazione in prossimità del pozzetto di ingresso in questa. La grigliatura supplementare si rende necessaria per un finissaggio ulteriore, per una maggiore rimozione dei materiali grossolani, eventualmente residuati nel refluo, impedendo che finiscano nel *mixed liquor*, a garanzia delle membrane installate.

Il fabbisogno di aria complessivo di tutta la sezione di ossidazione nitrificazione (due semivasche) è di 10.546 m³/h circa, 8.640 m³/h per il settore MBR più 1.906 m³/h per il settore diffusori a bolle fini. L'aria ai diffusori e ai moduli MBR è fornita per mezzo di una nuova linea di aria compressa, alimentata dai compressori esistenti sull'impianto, che si diramerà dall'esistente tubazione di distribuzione che attualmente alimenta i vari comparti dell'impianto. Il collettore DN600, che si stacca dalla tubazione esistente, trasporta la portata di aria necessaria per alimentare sia la vasca di ossidazione-nitrificazione 8 (1° stralcio) che la futura vasca di ossidazione-nitrificazione 5A (2° stralcio). In prossimità della vasca di ossidazione 8, dal collettore principale, si dirama la tubazione, che trasporta il flusso di aria necessaria per l'ossidazione biologica in vasca 8, pari a circa 10.546 mc/h totali. Tale tubazione arriva all'ingresso della vasca di ossidazione 8 e si suddivide in 4 rami, che vanno ad alimentare i settori (settore MBR e settore diffusori) delle due semivasche. Per i diffusori a bolle fini la portata dell'aria sarà misurata su ognuno dei rami di alimentazione dell'aria per mezzo di misuratori termico-massici posti sulle linee e regolata per mezzo di valvole modulanti, sulla base della concentrazione di ossigeno disciolto presente nelle semivasche e misurato dagli appositi sensori. Il sistema di aerazione a bolle fini, vista la minima dimensione delle bolle d'aria, permette un'elevata efficienza di trasmissione ossigeno. Le piastre dei diffusori sono unite a tre a tre su un telaio, poggiato sul fondo della vasca, dotato di un sistema che permette la sua estrazione anche a vasca piena. La pressione d'esercizio è monitorata per mezzo di misuratori di pressione.

Tenendo conto delle caratteristiche dei reflui trattati (a basso contenuto di solidi sospesi), non è prevista una fase di sedimentazione primaria (assenza di fanghi primari) a monte del trattamento biologico e nel complesso i fanghi potenzialmente prodotti saranno solo ed esclusivamente quelli derivanti dall'estrazione del supero. La tecnologia MBR consente di operare tendenzialmente con alte concentrazioni dei solidi sospesi nel fango attivo (7.000 - 9.000 mg/L) e una conseguente età del fango più elevata (> 20 giorni), in condizioni di bassi carichi specifici [rapporto F/M (KgCOD/KgSSV)]. Tali condizioni consentono di ridurre al minimo la produzione giornaliera di fango attivo che da previsione in applicazione della modellistica sviluppata si stima attestarsi intorno ai 300 - 400 Kg/giorno. Al fine di limitare ad un minimo residuale (> 100 Kg/giorno) la produzione dei fanghi di supero, è stata prevista l'implementazione di un trattamento di ozonolisi sui fanghi di

ricircolo, il cui effetto si concretizza in un'azione di lisi cellulare che riduce la concentrazione del fango, associata alla liberazione di composti organici biodegradabili che vanno ad incrementare la frazione del bCOD propedeutico favorire il processo di rimozione dell'azoto nel processo di denitrificazione. Tali accorgimenti consentiranno di ridurre significativamente la produzione specifica di fanghi biologici a parità di carichi trattati.

Per una maggiore efficienza della rimozione del fosforo, è prevista la possibilità di dosaggio, nella vasca di denitrificazione, di un reagente che ne provochi la precipitazione. Il reagente scelto per questo dosaggio è il cloruro ferrico (FeCl_3).

Il permeato in uscita dalle membrane, in relazione alla corretta funzionalità dei processi biologici (anossici e aerobici) implementati, nonché del processo di filtrazione, a seguito delle verifiche effettuate nelle prime fasi di avvio dell'impianto, presenta caratteristiche chimico-fisiche idonee e conformi alla sua destinazione al riutilizzo industriale nel rispetto delle previsioni qualitative della normativa vigente⁴, per quanto questa non disciplini il riutilizzo presso il medesimo stabilimento o consorzio industriale che le ha prodotte.

I prodotti chimici che vengono impiegati nel comparto e stoccaggio:

- Acido citrico in soluzione al 40%; la soluzione viene impiegata per effettuare i lavaggi di mantenimento o di recupero delle membrane di filtrazione presenti sull'impianto. Il prodotto in liquido viene stoccato in un serbatoio in HDPE della capacità massima di 2 m³, posto in prossimità della sezione di ossidazione - nitrificazione dell'impianto MBR (PL 28), in apposito bacino di contenimento impermeabilizzato. Il caricamento avviene con pompa dedicata. Il dosaggio avviene per mezzo di una pompa, con linee specifiche per i diversi treni di membrane.
- Ipoclorito di sodio in soluzione al 16%; la soluzione viene impiegata per effettuare i lavaggi di mantenimento o di recupero delle membrane di filtrazione presenti sull'impianto. Il prodotto in liquido viene stoccato in un serbatoio in HDPE della capacità massima di 2 m³, posto in prossimità della sezione di ossidazione - nitrificazione dell'impianto MBR (PL 28), in apposito bacino di contenimento impermeabilizzato. Il caricamento avviene con pompa dedicata. Il dosaggio avviene per mezzo di una pompa con linee specifiche per i diversi treni di membrane.
- Cloruro ferrico (FeCl_3) in soluzione al 40%; il prodotto viene impiegato per la rimozione del fosforo dalle acque reflue. Il prodotto viene stoccato in un serbatoio in PRFV, posto in un apposito bacino di contenimento impermeabilizzato; il serbatoio è localizzato in prossimità

⁴ Le norme di riferimento sono quelle dettate dal decreto 12 giugno 2003, n. 185 *Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152* (GU n. 169 del 23 luglio 2003). Con il decreto 185/2003 – denominato in seguito decreto – è stato disciplinato il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane e industriali attraverso la regolamentazione delle destinazioni d'uso e dei relativi requisiti di qualità.

della vasca di denitrificazione (10A). Mediante pompe dosatrici il reagente viene inviato al nuovo pozzetto di alimentazione della denitrificazione (10B).

Linea Fanghi

Nel ciclo completo di trattamento delle acque reflue, la produzione dei fanghi derivanti dalle varie fasi di processo, può essere considerata come un indicatore dell'effettiva efficienza dei processi di depurazione, con specifico riferimento alla capacità di rimozione del carico organico inquinante derivante dalle acque reflue trattate. Tenendo in considerazione questi aspetti, ne consegue come nel complesso la produzione dei fanghi derivanti dalla depurazione dei reflui è strettamente condizionata e correlata al suo relativo carico inquinante riconducibile alla componente solida presente e al carico organico, esprimibile in termini di COD. In tal senso risulta determinante non solo il contenuto dei solidi sospesi presenti nelle acque reflue stesse, ma anche la frazione di sostanze organiche disciolte biodegradabili, che nel complesso concorrono alla specifica produzione dei fanghi. Dal ciclo completo di trattamento presso l'impianto di Cuoidepur, limitatamente alle portate dei reflui industriali conciari (a cui si associa il carico organico prevalente), si ottiene una relativamente elevata produzione specifica di fango, pari a circa 37 - 40 Kg per metro cubo di acqua industriale (dato medio ponderato nel periodo 2017 - 2019). La produzione dei fanghi è da considerarsi esclusivamente associata al trattamento dei reflui conciari, date le loro prerogative, considerando che il contributo derivante dalle acque reflue urbane a prevalenza domestica è residuale, per quanto il loro rapporto sia circa paritetico in termini di portate trattate sull'impianto. Nel complesso è infatti possibile evidenziare come il carico, sia in termini di solidi sospesi che di COD, derivante dai reflui urbani a carattere prevalentemente domestico, costituisca soltanto circa l'1% del carico totale influente in impianto, riducendosi ulteriormente a seguito dell'azione di degradazione biologica che ne limita l'apporto a livelli decisamente residuali (< 0,5%).

Il trattamento dei fanghi si rende necessario per la riduzione del loro volume nonché per bloccarne la putrescibilità dovuta alla sostanza organica biodegradabile presente.

Nell'impianto allo stato attuale i fanghi derivano in quantità pressoché esclusiva dai processi della **linea trattamento misto reflui conciari e reflui urbani a prevalenza domestica**. In particolare la loro produzione è riconducibile alle seguenti sezioni:

- sedimentazione primaria (fanghi primari; circa il 75-80% della produzione totale);
- sedimentazione biologica (fanghi biologici di supero; circa il 10-15% della produzione totale);
- sedimentazione terziaria (fanghi terziari; costituiscono il 10-15% della produzione totale).

I fanghi prodotti nelle tre sezioni vengono così inviati alla specifica filiera di trattamento, che si compone delle fasi di ispessimento, disidratazione ed essiccamento, dove a livello di quest'ultima si realizza anche la produzione dei fertilizzanti, come sinteticamente schematizzato nelle figure 40 e 41. Le diverse fasi del processo di trattamento dei fanghi vengono di seguito sinteticamente descritte per completezza di trattazione e conoscenza dell'impianto di depurazione. La sezione di essiccamento e produzione di fertilizzanti è soggetta ad autorizzazione AIA⁵.

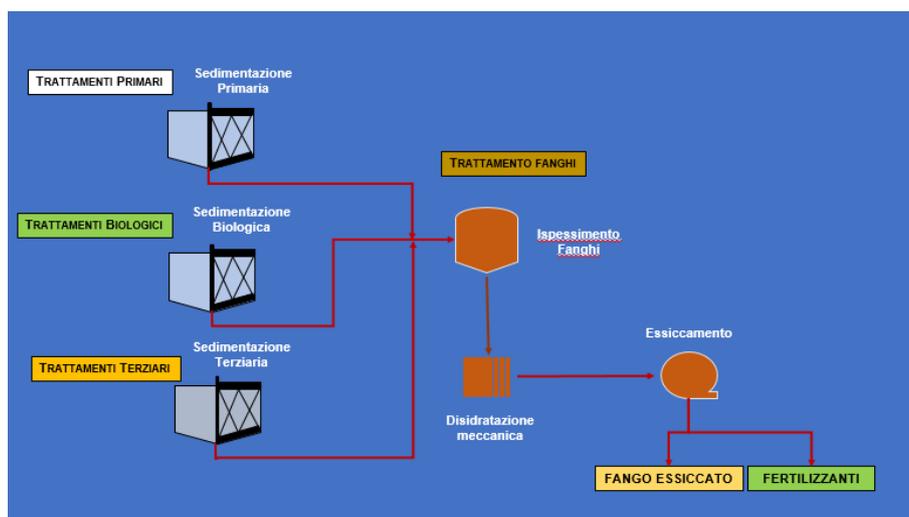


Figura 40. Diagramma schematico del processo di trattamento dei fanghi.

⁵ L'autorizzazione AIA codice IPPC 4.3 "Impianti chimici per la produzione di fertilizzanti a base di fosforo, azoto o potassio" è stata rilasciata con Determina Dirigenziale n. 4200 del 18/09/2012, dalla Provincia di Pisa, per l'esercizio nel proprio impianto delle attività definite all'Allegato VIII di cui all'art. 6, comma 12 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., al codice IPPC 4.3 dell'Allegato VIII alla parte seconda del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

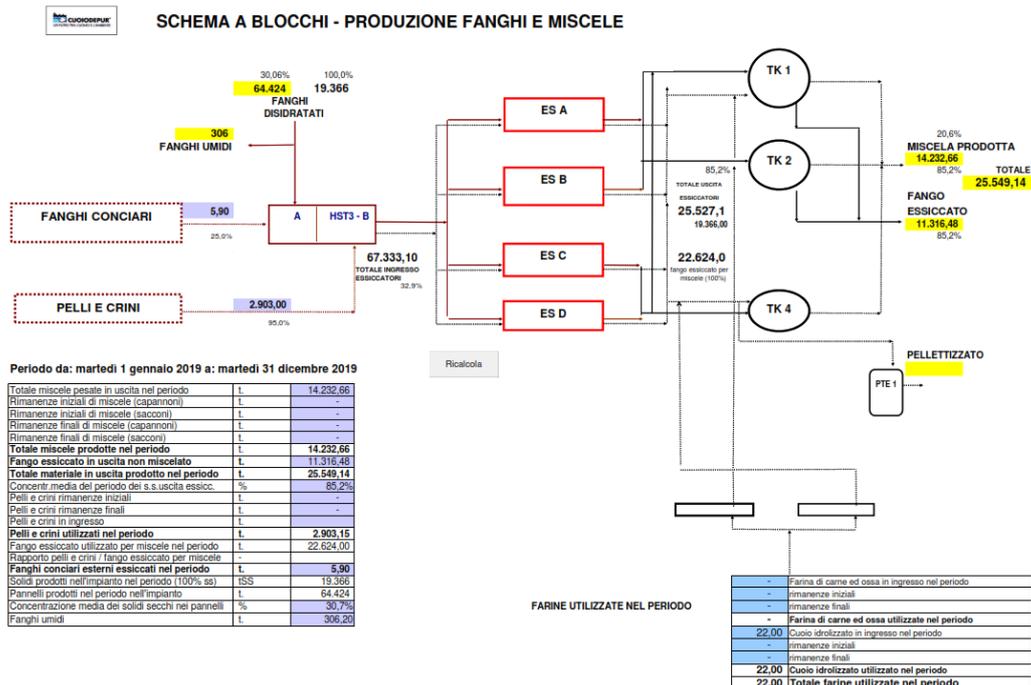


Figura 41. Diagramma schematico del processo di trattamento dei fanghi e produzione fertilizzanti (2019)

Ispezzimento

La fase di ispezzimento è necessaria in quanto generalmente i fanghi prodotti nei processi depurativi presentano inizialmente una concentrazione di acqua molto elevata (fino al 99%) che non è compatibile con lo smaltimento finale. L'ispezzimento, operazione che quindi è preliminare a tutte le altre, consente di concentrare il fango di due/tre volte pur risultando esso ancora liquido dopo l'operazione.

L'ispezzimento dei fanghi può avvenire per gravità in n. 2 bacini circolari (PL 24 e PL 23) di tipo meccanizzato e coperti, di 25 m e 14 m di diametro ciascuno (volumi 1.750 e 615 m³ rispettivamente). Entrambi i bacini sono provvisti di collegamenti di interscambio e di by-pass tali da garantire (intervenedo manualmente) una migliore elasticità durante particolari fasi della conduzione dell'impianto.

Attualmente tutte le correnti di fango vengono trasferite nell'unico ispezzitore in esercizio (il bacino di 25 m di diametro). Da questo sono estratti mediamente 1.000 – 2.000 m³ d⁻¹ di fango ispezzito avente una concentrazione del 3,2 – 6,0 % in sostanza secca pari ad un quantitativo totale medio giornaliero di 40.000 – 50.000 kg.

I fanghi ispezziti sono successivamente inviati mediante pompaggio al condizionamento. I surnatanti di stramazzone dall'ispezzitore vengono rinviati in testa alla linea acque, nelle vasche di preaccumulo.

Condizionamento e disidratazione

L'operazione di disidratazione meccanica deve essere preceduta dal condizionamento chimico per migliorare le caratteristiche di disidratabilità e quindi le prestazioni dell'operazione soprattutto in termini di cinetica (velocità dell'operazione) e di caratteristiche dei liquidi separati (riduzione della concentrazione di solidi sospesi nel surnatante). L'obiettivo principale del condizionamento chimico è di ottenere la coagulazione dei colloidali presenti che interferiscono con l'operazione di separazione solido-liquido.

I fanghi in arrivo dall'ispessimento vengono immessi in una vasca (PL 61) dove è possibile, se necessario, immettere ossigeno puro per l'ossidazione di solfuri eventualmente ancora presenti e per migliorare la filtrabilità dei fanghi stessi. I fanghi vengono successivamente inviati tramite pompe ad alta pressione alla disidratazione meccanica; nelle tubazioni di trasferimento viene dosato il polielettrolita cationico necessario per il condizionamento degli stessi. Il dosaggio medio è di 2,5 kg di polielettrolita per tonnellata di solidi secchi, ma può variare da 1,2 a 3,5 kg/t ss in funzione delle caratteristiche del fango che possono variare sia nel fine settimana che stagionalmente. La disidratazione meccanica consente di trasformare il fango da liquido a solido palabile e di giungere a concentrazioni della sostanza secca fino al 30 – 35 %.

Questa operazione avviene mediante l'impiego di 4 filtropresse a piastre: due di esse (le meno recenti) montano 140 piastre (da 1,5 x 1,5 m) per ciascuna macchina, mentre le altre, più recenti, montano 101 piastre (da 1,5 x 2,0 m) ciascuna (figura 10). Le acque di filtrazione sono rinviate in testa all'impianto (nelle vasche di preaccumulo) mediante pompaggio. Mediamente vengono prodotti 40.000 – 50.000 tonnellate/anno di pannello al 30% di secco pari a circa 150-200 t d⁻¹.



Fig. 42. Filtropressa e locale filtropresse

I prodotti chimici che vengono impiegati nel comparto e stoccaggio:

- Polielettrolita anionico a base poliacrilammide; prodotto impiegato in soluzione acquosa come flocculante coadiuvante per il processo di disidratazione meccanica dei fanghi. Confezionato in sacchi da 25 Kg su pallets, locale chiuso preparazione polielettroliti posto al piano terra dell'edificio (PL 25) dedicato alla disidratazione fanghi. La soluzione del flocculante viene fatta in un apposito dissolutore, con serbatoio annesso (entrambi realizzati in acciaio inox) da cui poi viene dosato alla vasca di contatto fanghi (PL 61) mediante pompa peristaltica. Il dosaggio serve per precondizionare il fango, agendo come coadiuvante alla fase di successiva flocculazione con il polielettrolita cationico.
- Polielettrolita cationico a base poliacrilammide; prodotto impiegato in soluzione acquosa come flocculante del processo di disidratazione meccanica dei fanghi. Confezionato in big-bag da 700 Kg su pallets, viene stoccato in area dedicata nel locale chiuso preparazione polielettroliti posto al piano terra dell'edificio (PL 25) dedicato alla disidratazione fanghi. La soluzione del flocculante viene fatta in un apposito dissolutore (in acciaio inox) della capacità massima di 20 m³, da cui poi viene prelevato con pompe mono (n° 4 pompe dedicate, una per ciascuna filtropressa), che lo inviano ai miscelatori dinamici di ciascuna filtropressa per il condizionamento del fango prima che sia immesso alla fase di disidratazione. Il sistema di dissoluzione del prodotto è posto nel locale chiuso preparazione polielettroliti su superficie specificatamente predisposta, attrezzata con gli idonei sistemi di canalette per la raccolta delle acque di scolo e di lavaggio.
- Acido cloridrico al 32%; prodotto impiegato per la preparazione della soluzione acida di lavaggio delle piastre e delle tele delle filtropresse. Il prodotto è stoccato in un apposito serbatoio da 10 m³ in PRFV, posto in un bacino di contenimento impermeabilizzato, ed è localizzato nella zona retrostante all'edificio dedicato alla disidratazione fanghi (PL 25). Il sistema di pompe di caricamento e di dosaggio del prodotto è posto in apposito bacino per raccogliere le eventuali perdite per rottura o per trafileamento delle pompe. la soluzione viene pompata con una pompa centrifuga sulla linea di lavaggio dedicata per ciascuna filtropressa.

Essiccamento termico e produzione dei fertilizzanti - sezione in AIA categoria IPPC 4.3

Questa sezione dell'impianto, è autorizzata in regime di AIA, come definito nella DD n. 4200 del 18/09/2012 della Provincia di Pisa, inquadrandola alla categoria IPPC 4.3 "Impianti chimici per la produzione di fertilizzanti a base di fosforo, azoto o potassio", con specifico riferimento alla produzione del *Pellicino integrato* e delle Miscele di Concimi Organici azotati e NP derivati.

Per tutti gli aspetti prescrittivi di questa sezione si rimanda a quanto descritto e definito nella suddetta determina autorizzativa. Si descrive di seguito brevemente l'impianto nei suoi aspetti tecnici di rilievo essendo comunque questo integrato nel contesto generale dell'impianto di depurazione.

Il riconoscimento del fertilizzante *Pellicino integrato* è stato ottenuto a seguito di uno specifico percorso di studi e di verifiche, da cui gli innovativi risultati che ne emersero, costituirono nell'insieme i presupposti e gli elementi chiave, dal punto di vista scientifico e applicativo, che concorsero nell'insieme alla definizione del fascicolo che, con l'ottenimento del parere favorevole

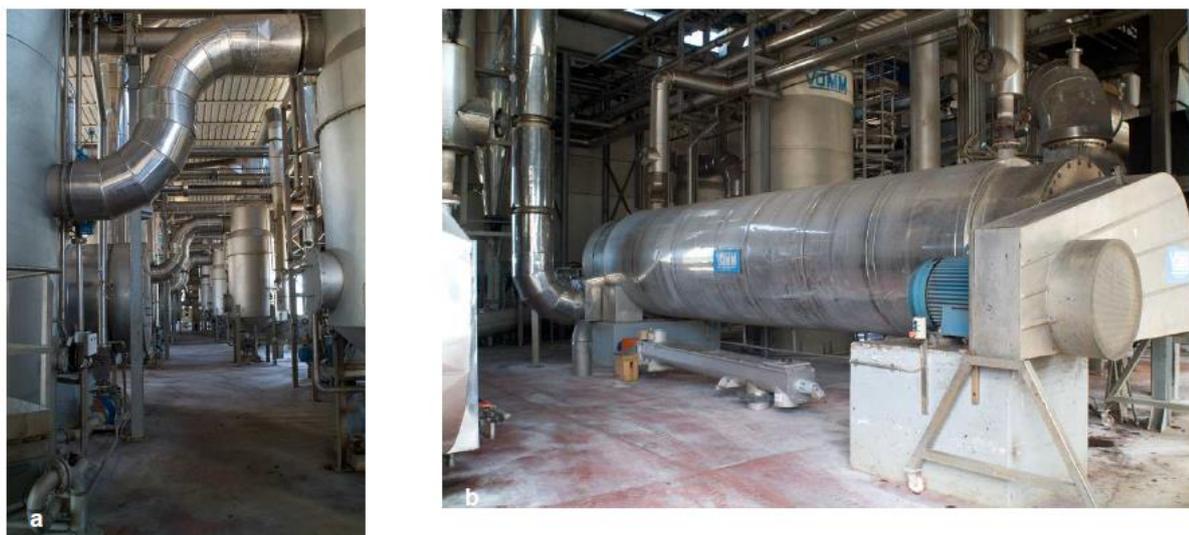
delle Commissione Interministeriale (Ministeri delle Politiche Agricole, dell'Ambiente, della Sanità e dell'Industria), ha condotto al riconoscimento del "*Pellicino integrato*" come concime organo - azotato e al suo inserimento nell'elenco dei fertilizzanti allegato all'allora Legge 748/84. Il relativo Decreto Ministeriale di recepimento fu pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana il 1° marzo 2002. Ad oggi i fertilizzanti prodotti dal Consorzio Cuoiodepur sono riconosciuti ed inseriti all'allegato I (sezione 5 Concimi organici azotati) del D.Lgs 75/2008 e s.m.i.

Dall'inizio delle attività di produzione del *Pellicino integrato*, il mercato degli utilizzatori si è rilevato particolarmente sensibile ed interessato all'utilizzo oltre che di detto prodotto, anche di concimi organici con valori più elevati di azoto e fosforo derivati dal pellicino integrato, fatto questo che ha comportato la necessità di una ottimizzazione delle fasi del processo di produzione. Il processo di produzione del *Pellicino integrato* consiste quindi in una miscelazione in fase umida del pellicino e del pelo con i fanghi a monte delle linee dedicate all'essiccamento. Dopo un'analisi quantitativa delle singole matrici, esse vengono accuratamente miscelate in fase umida al fine di garantire una piena uniformità di composizione della massa; la presenza, a monte della fase di essiccazione, di tramogge dotate di celle di carico permette di effettuare i dosaggi del materiale da essiccare in quantità volute e controllate. La miscela in breve tempo si stabilizza; l'unione del pellicino con i fanghi proteici appare determinante nel conferire stabilità al concime e nell'abbassare la velocità di mineralizzazione dell'azoto.

La fase di essiccazione viene condotta nell'impianto di essiccazione, suddiviso su 4 linee a volta a volta dedicate. I fanghi disidratati aventi mediamente il 70 % di umidità sono immessi in un silo di stoccaggio (volume 150 m³) e da qui inviati nella tramoggia di carico a 4 linee di essiccamento. Il comparto di essiccamento dei fanghi è costituito da quattro turboessiccatori VOMM (figura 43), aventi ciascuno una capacità evaporativa di 2.000 kg h⁻¹ di acqua ed un consumo energetico medio di 3.300 – 3.600 MJ (800 - 850 kcal) per kg di acqua evaporata.

Quattro caldaie da 8,4 GJ h⁻¹ (2.000.000 kcal h⁻¹) alimentate a metano di rete riscaldano l'olio diatermico che viene fatto ricircolare nella camicia di riscaldamento che riveste i cilindri dei turboessiccatori in tutta la loro lunghezza e negli scambiatori di preriscaldamento di quell'aria che viene fatta ricircolare all'interno dei turboessiccatori. L'aria riscaldata viene immessa in equicorrente al fango per asportare rapidamente il vapore d'acqua che in continuo si sviluppa per scambio termico del fango con la parete calda dell'essiccatore. Il fango dopo essiccazione termica, viste le basse temperature (105 – 110 °C) raggiunte negli evaporatori, mantiene la stessa composizione chimica, riferita alla quantità di sostanza secca, posseduta in ingresso agli essiccatori. L'aria umida ed il fango essiccato vengono separati in un ciclone dove il fango secco (mediamente al 20% di umidità) viene scaricato da una rotocella di fondo. La miscela aria – vapore d'acqua viene prima lavata in un sistema scrubber e successivamente entra in un condensatore dove viene condensato il vapore. Le condense e l'acqua di raffreddamento vengono suddivise e rimandate in parte in testa al depuratore ed in parte vengono riciclate, dopo ulteriore raffreddamento mediante transito in appositi scambiatori,

e riutilizzata nella condensazione dove perviene anche l'acqua di reintegro proveniente dal sistema di purificazione ad osmosi inversa. L'acqua usata viene raccolta in una stazione di rilancio dove due pompe sommerse provvedono ad inviarla alle vasche di preaccumulo iniziale. L'aria deumidificata e raffreddata raggiunge invece lo scambiatore olio diatermico / aria prima di rientrare nel turboessiccatore.



*Figura 43. a) Locale impianto essiccamento fanghi e produzione fertilizzanti;
b) Dettaglio di un turboessiccatore VOMM.*

Una volta completate le operazioni di essiccamento e con l'aggiunta di prodotti di origine animale trasformati (pelli e crini, SOA e cuoio idrolizzato), il prodotto finito (concime organico), sia che si tratti di fango essiccato (CER 190805) che di prodotto fertilizzante (*Pellicino integrato* o miscele organo azotate 3N/3P 5N/3P), viene inserito all'interno di silos di stoccaggio denominati TK1-TK2 e TK4 (ognuno del volume di 150 m³), specificatamente deputati alle diverse tipologie di prodotto finito (Fig. 44); da qui, mediante automezzi, il prodotto viene scaricato e trasportato all'esterno dell'impianto per essere inviato all'utilizzo.



Figura 44. a) Immagine del materiale in uscita dagli essiccatori; b) silos di stoccaggio fanghi essiccati e fertilizzanti

I fanghi prodotti presso l'impianto a partire dal 2012 (riferimento al rilascio dell'AIA), sono stati avviati prevalentemente alla produzione dei fertilizzanti. I dati relativi ai fanghi prodotti, nonché ai quantitativi impiegati per la formulazione dei fertilizzanti, sono stati costantemente comunicati alle Autorità Competenti nei relativi Piani di Monitoraggio e Controllo, previsti dalla DD n. 4200 del 18/09/2012. La quota residua di fanghi (non trasformata in fertilizzante), è stata destinata al recupero (fino al 2018) o allo smaltimento fuori impianto. Relativamente agli esercizi dal 2017 al 2019, si riportano di seguito i dati di riepilogo dei quantitativi di fanghi non avviati alla produzione dei fertilizzanti e che identificati con il CER 190805 sono stati avviati al recupero o allo smaltimento⁶.

ANNO	Fanghi <u>non impiegati</u> per la produzione di Fertilizzanti (ton/anno)		
	TOTALE	RECUPERO	SMALTIMENTO
2017	3.795,5	3.795,5	-
2018	4.690,1	1.527,9	3.162,2
2019	11.316,5	-	11.316,5

I fanghi destinati al recupero sono stati conferiti ad aziende autorizzate (nel territorio regionale e fuori regione) per l'impiego degli stessi finalizzato alla produzione di compost (ammendante compostato con fanghi) ai sensi del D.Lgs. 99/92. A questo scopo si è proceduto alla caratterizzazione analitica degli stessi secondo quanto specificatamente previsto, al fine di garantirne la conformità, in riferimento alle seguenti normative: D.Lgs. 99/92 (conformità dei limiti relativi ai parametri dell'allegato 1B); D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. (verifica della concentrazione degli

⁶ I dati riportati in tabella sono coerenti con quanto dichiarato nel MUD relativo all'anno di competenza.

idrocarburi totali con eventuale ricerca dei *markers* di cancerogenicità, come definito all'art. 6quater Legge n. 13 del 28/02/2009); D.Lgs. 75/2010, allegato 2 (rispetto dei limiti per i PCBs); Delibera del Comitato Interministeriale 27 luglio 1984, come previsto all'art. 4, comma 2, del D.Lgs. 99/92 (riferimento alle sostanze elencate nell'allegato al DPR n. 915 del 1982). I fanghi avviati alla produzione di compost sono sempre risultati idonei e conformi al loro utilizzo secondo i criteri normativi vigenti al momento del loro impiego.

Fino al 2017 il totale dei fanghi prodotti, non impiegati per produrre fertilizzanti, relativamente alle loro specifiche caratteristiche nonché alle prerogative agronomiche e alla conformità rispetto alle prescrizioni normative per il loro riutilizzo, non sono stati destinati allo smaltimento. Un mutamento sostanziale, e l'inversione di tale trend, si è venuto a determinare a partire dall'ultimo quadrimestre del 2018, a seguito delle sfavorevoli condizioni di mercato, che hanno portato a dover ridurre le quantità prodotte fino ad allora. In tale contesto di ciò si è reso necessario ricorrere in tempi molto rapidi a ricercare soluzioni per lo smaltimento dei fanghi, che comunque si continuava a produrre come conseguenza dell'attività di depurazione delle acque reflue conciarie. Tra il settembre 2018 e il 2019 circa 14.400 ton di fanghi essiccati, con prerogative totalmente conformi alla trasformazione in fertilizzante, sono state avviate ad impianti di smaltimento o allocate in discariche anche fuori dal territorio della Toscana.

Sistema trattamento acque di falda

L'approvvigionamento idrico per gli usi industriali necessari all'espletazione dei principali processi di trattamento sulla linea acque, sulla linea fanghi e per l'abbattimento delle emissioni, avviene ad oggi principalmente ricorrendo all'uso delle acque di falda emunte dai quattro pozzi presenti sull'area dell'impianto (P1, P2, P5 e P6) Tutti i pozzi sono autorizzati con concessione al prelievo (Provincia di Pisa n.358 del 1996); il volume totale della concessione è pari a 384.658 m³/anno.

Nel corso del triennio 2017 - 2019, le quantità di acqua complessivamente prelevata, sono risultati inferiori al quantitativo massimo definito dalla concessione, con una riduzione dei prelievi che si è concretizzata a partire dal 2018 a seguito dell'attivazione del sistema di recupero di una se pur ridotta quota parte dello scarico finale dell'impianto, come definito nell'ambito del procedimento di VIA. Nella successiva tabella, vengono riportati i dati relativi agli emungimenti dai quattro pozzi (derivazioni della concessione).

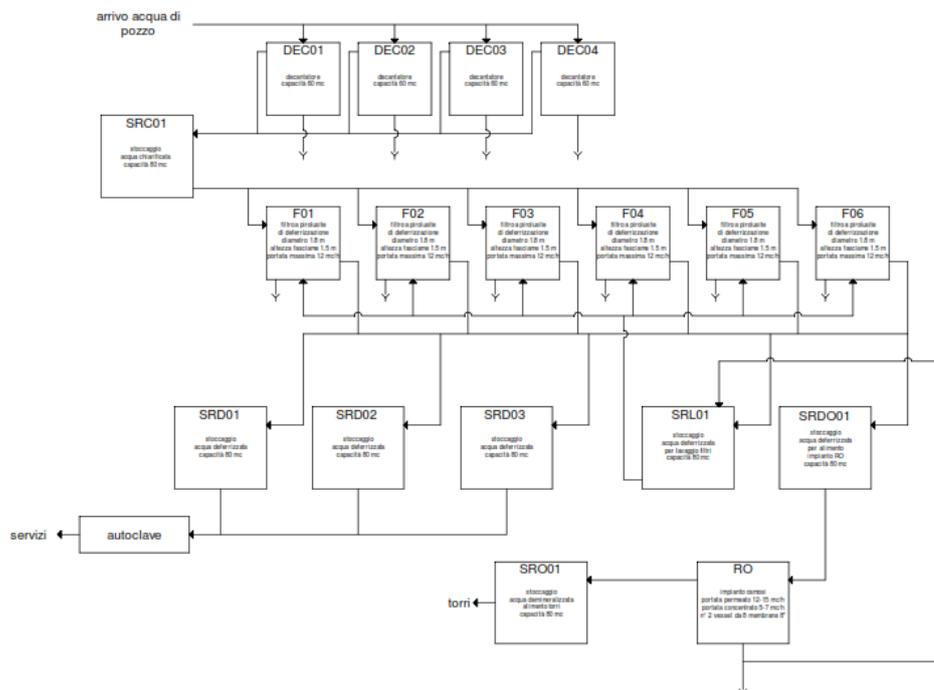
Pozzi	n° derivazione	Coordinate geogr.		2017	2018	2019
		X	Y			
P1	2235	1642684.2	4839644.4	90.527	65.783	135.060

P2	2236	1642583.6	48339623.4	47.273	90.878	68.378
P5	2238	1642564.8	4839583.8	190.296	117.834	39.431
P6	2239	1642741.5	4839698.4	7.729	65.420	58.113
			Totale	335.825	339.915	301.002

Ai fini della destinazione d'uso di tali acque, date le loro caratteristiche chimico-fisiche, con specifico riferimento ai parametri Ferro e Manganese, si rende necessario uno specifico trattamento, prima di avviarle ai relativi stoccaggi per gli impieghi sugli impianti. Per quanto riguarda il Ferro i valori tipici sono nel range 0,5 – 1,5 ppm, mentre per il Manganese si aggira tra 0,1 – 0,2 ppm.

Le acque prelevate dai pozzi in esercizio (non tutti i pozzi operano generalmente contemporaneamente), vengono stoccate in un primo sistema di vasche di accumulo da cui poi sono avviate all'impianto per la rimozione del ferro e del manganese. Il primo step è costituito da una fase di decantazione, con 4 serbatoi conici da 60 m³ ciascuno, a cui segue la fase di filtrazione con 6 filtri di deferrizzazione demanganizzazione, a pirolusite (capacità 12 m³/h). Le acque vengono poi stoccate in diversi serbatoi, da cui poi sono inviate ai vari sottoservizi dell'impianto. Uno di questi serbatoi è dedicato all'impianto di trattamento ad osmosi inversa (RO), per la produzione di acqua osmotizzata (portata permeato 12 – 15 m³/h) necessaria per i sistemi di raffreddamento dell'impianto di essiccamento fanghi/produzione fertilizzanti, nonché per l'impianto di produzione ossigeno.

La configurazione e le sezioni dell'impianto di trattamento sono indicate nel successivo schema.



Recupero dell'acqua dallo scarico finale dell'impianto

Nell'ottica di contenere ulteriormente i consumi della risorsa idrica della falda, in attesa che si completi il periodo di messa a regime della nuova linea di trattamento con MBR esclusivamente dei reflui urbani a prevalenza domestica, dal settembre 2018 si è proceduto al recupero di una quota dello scarico finale per l'impiego come acqua ad uso industriale. Quest'azione ha visto l'installazione di un punto di captazione sull'uscita mediante una pompa e il successivo invio di questo flusso verso le vasche di accumulo e decantazione dei flussi d'acqua che provengono dai pozzi, ponendosi in una condizione di pre-miscelazione del flusso più salino, in modo che le caratteristiche della miscela siano, dal punto di vista chimico-fisico, non particolarmente critiche per i successivi impieghi. Il sistema di recupero e miscelazione è gestito e controllato in modo tale da limitare la concentrazione finale dei cloruri in un range di massimo 300 – 350 mg/L, derivante da un rapporto di diluizione di circa 1:10. Questo permette di utilizzare circa 80 - 100 m³/giorno di acqua di scarico pari ad un quantitativo annuo intorno ai 25.000 - 30.000 m³.

Sistema Centralizzato di trattamento delle emissioni di H₂S e composti solforati

La convivenza delle attività di un impianto di depurazione con le persone che vivono ad esso vicine non sempre è facile, e le lamentele della popolazione sono principalmente incentrate sull'aspetto odori.

Per risolvere le suddette problematiche, l'impianto Cuoidepur si è dotato, fin dalla sua costruzione e completamento nel tempo, di un sistema di copertura delle vasche (la superficie complessiva delle

vasche coperte risulta maggiore di quella delle vasche scoperte) e di un relativo impianto centralizzato per il trattamento dell'aria proveniente da queste ultime, con lo scopo di ridurre e controllare le emissioni (puntiformi o diffuse) in atmosfera di composti odorigeni (idrogeno solforato, mercaptani, ecc.), che potenzialmente si possono sviluppare nel processo di trattamento del refluo conciario.

L'impianto tratta nel complesso tutte le correnti d'aria aspirate e collettate dalle seguenti sezioni del depuratore: **A.** grigliatura, preaccumulo, vasca acque civili ed ispessitori fango; **B.** ossidazione solfuri; **C.** vasca uscita primari, sedimentazione primaria e denitrificazione linea MBR; **D.** accumulo (ex ossidazione catalitica)⁷, denitrificazione; **E.** locali disidratazione ed essiccamento fanghi.

Nel complesso, riferendosi alla superficie totale di processo dell'impianto, circa il 56%, riconducibile alle vasche o ai locali da cui si possono generare emissioni, è munito di apposita copertura e tenuto sotto aspirazione; mentre la porzione di vasche prive di copertura, rispetto al totale è pari a circa il 44% ed è afferente a sezioni del processo biologico e dei trattamenti terziari sulla linea acque, dalle quali non si originano emissioni.

Il processo viene espletato mediante abbattimento ad umido con una soluzione basica (soluzione diluita di idrossido di sodio). Tale sistema garantisce la rimozione sia dell'acido solfidrico che di altre sostanze inorganiche (ammoniaca, mercaptani, disolfuri, ecc.) ed organiche maleodoranti presenti nell'aria proveniente dalle vasche. L'impianto ha una potenzialità complessiva di trattamento pari a 70.000 Nm³ h⁻¹ ed attualmente utilizzato con una portata di circa 50.000 Nm³h⁻¹ e la sua efficienza di abbattimento garantisce il rispetto dei seguenti valori di concentrazione e di flusso di massa all'uscita del camino di immissione in atmosfera:

Parametro	mg/Nm ³	Kg/h
Acido solfidrico	< 1,5	< 0,08 (b); < 0,12 (c)
Ammoniaca	< 5,0	< 0,25

(b) i valori limite assegnati per l'inquinante H₂S sono da riferire alla media giornaliera delle misurazioni registrate in continuo.

(c) i valori limite assegnati per l'inquinante H₂S sono da riferire alla media oraria delle misurazioni registrate in continuo ed alle misurazioni di tipo discontinuo. I livelli emissivi su media oraria o di tipo puntuale superiori a 1,5 mg/Nm³ e 80 g/h saranno in ogni caso da ritenere condizioni anomale rispetto al funzionamento ottimale, con conseguente necessità di verifica del sistema per il ripristino delle prestazioni attese.

⁷ Ad oggi la completa dismissione di questa vasca dal ciclo dalla linea trattamento misto reflui conciari e reflui urbani a prevalenza domestica, ha comportato una modifica alle portate di aria aspirata da questa sezione. In considerazione della sua prossima trasformazione di uso, tenendo conto che tale volumetria è destinata alla realizzazione di un ulteriore impianto di trattamento biologico delle acque reflue urbane a prevalenza domestica (4.500.000 m³/anno) e ad un'adiacente vasca di equalizzazione delle stesse, si renderà necessario un'ulteriore modifica. Nella nuova configurazione le vasche che saranno munite di copertura saranno il comparto di denitrificazione e la vasca di equalizzazione.

L'impianto è nel suo insieme localizzato in un'unica area denominata piattaforma di abbattimento ed è costituito da n° 6 torri di lavaggio e da n° 2 scrubber a doppio stadio, di cui uno sempre in servizio e l'altro di riserva. Alle torri viene collettata l'aria, contenente le emissioni gassose maleodoranti, proveniente dalle vasche provviste di coperture in vetroresina, di diversi settori dell'impianto di depurazione (1° livello di abbattimento a cui di recente è stato aggiunto il trattamento BIOSUR), la quale poi confluisce nello scrubber finale (2° livello di abbattimento) per essere immessa infine in atmosfera attraverso un camino di altezza pari a 20 metri (emissione **E1**). L'aspirazione dell'aria dalle vasche coperte è garantita da n° 2 aspiratori di potenza pari a 110 KW, (controllati da un inverter che consente di modulare la potenza) di cui uno sempre in marcia e l'altro di scorta. L'aspiratore è posto tra le torri e lo scrubber, di modo tale che le torri operano in depressione, mentre il secondo in pressione. Sulla linea proveniente dall'ispessitore grande è stato posizionato un aspiratore supplementare (potenza pari a 15 KW), per garantire una più efficiente estrazione su questa vasca dove si hanno condizioni che comportano una maggiore produzione di H₂S. Complessivamente le portate attualmente trattate sono nell'ordine dei 45.000 - 50.000 Nm³ h⁻¹ ed i flussi in ingresso alle singole torri sono attualmente all'incirca così ripartiti:

TORRE	VASCA/EDIFICIO (riferimento planimetria)	SUPERFICIE COPERTA m ²	RIPARTIZIONE PER SUB COMPARTI Nm ³ /h	VOLUME ARIA ASPIRATA Nm ³ /h
1	Sed. Primario Vecchio (PL 4A)	360	2.500	3.200
	Denitrificazione linea MBR (PL 10A)	380	600	
	Vasca miscelazione uscita sedimentatori Primari (PL 7)	30	100	
2 3	Accumulo (PL 5A)	3.015	7.000	13.000
	Ispessitore grande (PL 4)	490	5.000	
	Ispessitore piccolo (PL 23)	150	1.000	
4	Preaccumulo vecchio (PL 2A)	706	3.800	4.700
	Vasca accumulo reflui urbani (PL 43)	350	800	
	Dissabbiatore (PL 47)	60	100	

5	Sedimentatore primario nuovo (PL 4B)	360	2.500	8.000
	Sedimentatore primario nuovo (PL 4C)	360	2.500	
	Preaccumulo Nuovo (PL 2B)	706	3.000	
6	Disidratazione fanghi (PL 25) ^b		16.000	22.000
	Essiccamento fanghi (PL 26)		5.400	
	Denitrificazione (PL 11)	2.800	600	
TOTALE				50.900

Note

^b L'elevata portata relativa a questa sezione si rende necessaria in relazione al fatto che in questi locali deve essere mantenuto un idoneo ricambio dell'aria per garantire l'assenza di H₂S (potenzialmente liberato nella lavorazione dei fanghi) a cui potrebbe essere potenzialmente esposto il personale addetto alla conduzione delle filtropresse e degli essiccatori.

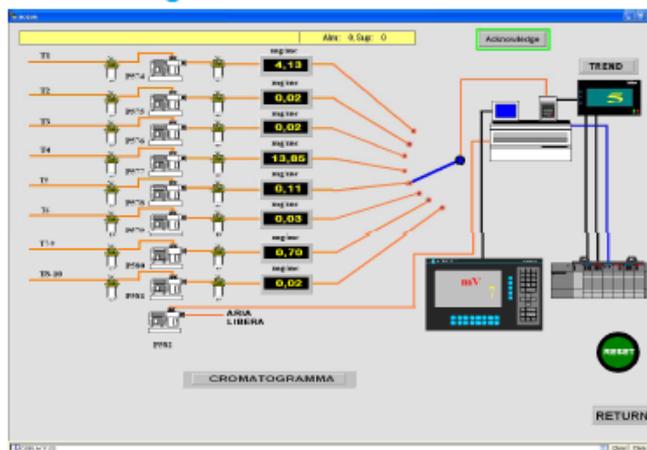
Le portate sui vari tronconi del sistema di captazione dell'aria aspirata (flussi in ingresso alle singole torri) sono monitorate da misuratori di portata, posti in linea sulle tubazioni, in prossimità dei diversi comparti dell'impianto. Periodicamente, nel corso dell'anno, vengono effettuati specifici controlli della portata nelle diverse sezioni del sistema di collettamento aria, impiegando un anemometro portatile a tubo di Pitot. Un ulteriore controllo della portata totale al camino di immissione in atmosfera (emissione E1), viene regolarmente fatto due volte all'anno, in occasione del monitoraggio periodico sulle emissioni di H₂S e NH₃, effettuato dalla società esterna incaricata, i cui valori misurati vengono in seguito indicati nelle relative certificazioni rilasciate dalla stessa. L'aspirazione sulle singole vasche può essere regolata mediante valvole manuali, operando in loco a livello delle singole sezioni e in funzione delle relative condizioni di processo. Qualora alcune vasche siano temporaneamente escluse dal processo di trattamento dell'acqua (previo svuotamento e pulizia delle stesse) la portata d'aria estratta può essere ridotta o esclusa a seconda delle necessità, assicurando maggiore aspirazione in altri settori del sistema di captazione.

Visione della piattaforma di trattamento aria con gli scrubber per l'abbattimento ad umido con soluzione basica di idrossido di sodio.

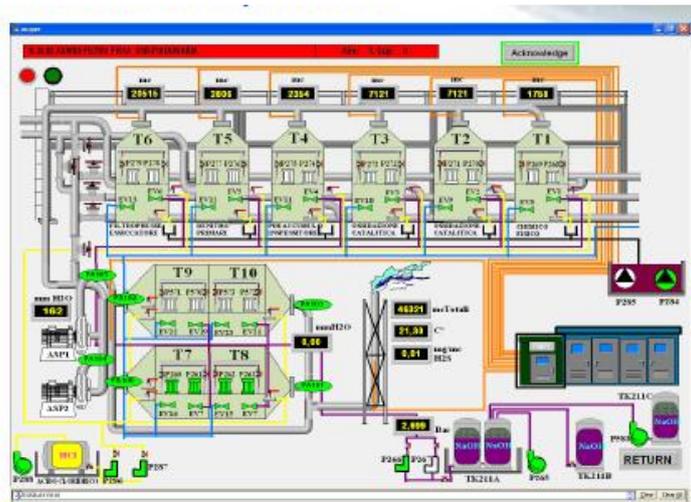


Il livello di H₂S in uscita dai singoli stadi e l'emissione finale al camino viene monitorato in continuo mediante gascromatografia (Agilent 7890B) e un sistema di campionamento delle emissioni all'uscita delle singole torri (scrubber) da T1 a T6, nonché all'ingresso dello scrubber a due stadi finale e in uscita al camino (emissione **E1**).

Gascromatografia



Il processo di trattamento nel complesso è controllato e gestito mediante un *sistema informatizzato di supervisione*.



I prodotti chimici che vengono impiegati nel comparto e stoccaggio:

- Soluzione di idrossido di sodio (NaOH) al 30%; prodotto impiegato per alcalinizzare le soluzioni di ricircolo negli scrubber chimici per l'adsorbimento dell'idrogeno solforato. Il prodotto è stoccato in due gruppi di serbatoi, posti in prossimità della piattaforma di trattamento aria (PL 64):
 - n° 2 serbatoi in PRFV da 20 m³ ciascuno collegati tra loro in parallelo, posti in un unico bacino di contenimento impermeabilizzato, con asservita la relativa pompa di carico. Mediante pompa centrifuga il prodotto prelevato viene immesso in un anello di ricircolo da cui partono le derivazioni di dosaggio su tutti gli scrubber della piattaforma trattamento aria.
 - n° 4 serbatoi da 20 m³ in HDPE ciascuno collegati tra loro in parallelo, posti in un unico bacino di contenimento impermeabilizzato. Questi hanno una funzione di stoccaggio di riserva del prodotto, che viene successivamente trasferito, mediante una pompa dedicata, ai serbatoi di dosaggio (vedi sopra).
- Acido cloridrico al 32%; prodotto impiegato per il lavaggio ad acido dei letti degli scrubber chimici. Il prodotto è stoccato in un serbatoio da 10 m³ in PRFV posto in un bacino di contenimento impermeabilizzato, posti in prossimità della piattaforma di trattamento aria (PL 64). Il sistema di pompe di caricamento e di dosaggio del prodotto è posto in apposito bacino per raccogliere le eventuali perdite per rottura o per trafileamento delle pompe. L'acido viene dosato mediante linee dedicate su ciascun scrubber.

Nella ricerca di soluzioni innovative di trattamento dell'aria e per raggiungere gli obiettivi di abbattimento degli inquinanti (in particolare H₂S) senza l'uso dei reagenti chimici, è stato sviluppato ed installato nell'anno 2014 un apposito prototipo in grado di trattare quota parte dell'aria con

modalità biologiche, con una capacità massima di 12.000 Nm³/h, ubicato in parallelo agli scrubber di trattamento 1° fase.

Integrazione del bioreattore per la rimozione biologica di H₂S nella piattaforma trattamento aria: “progetto BIOSUR LIFE+ ENV/IT/075”:

BIOSUR (Rotating Bioreactors for sustainable hydrogen sulphide Removal) è un progetto cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma UE LIFE+ BIOSUR project ENV/IT/075. I partner del progetto sono il Consorzio Cuoiodepur Spa, il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Firenze, il Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa e Italprogetti Spa. Il progetto nasce dalla necessità di mitigare l'impatto ambientale del solfuro prodotto nel processo industriale conciario, in particolare prevede l'applicazione di una tecnologia innovativa per il trattamento ed il controllo delle emissioni odorigene.

L'innovazione tecnologica consiste nell'utilizzo di un bioreattore a letto mobile rotante RBBR (Rotating Bed Biofilm Reactor) per la rimozione biologica dell'idrogeno solforato dagli effluenti gassosi.

Nel contesto del progetto è stato ideato, costruito e implementato un prototipo di un reattore biologico a letto mobile (RBBR) con l'obiettivo di utilizzare la rotazione dei biodischi come strategia innovativa per rimozione della biomassa in eccesso grazie agli sforzi di taglio tra i biodischi e all'acqua presente nella parte inferiore del RBBR superando in questo modo i limiti dei BTF statici.

Si tratta del primo prototipo al mondo operativo di un letto rotante applicato al trattamento degli effluenti gassosi. L'RBBR è stato installato ed integrato nella piattaforma di trattamento aria che tratta gli effluenti gassosi dell'impianto.

I Biotrickling Filters (BTFs) sono bioreattori nei quali i flussi gassosi vengono fatti passare attraverso un letto filtrante, in grado di permettere l'immobilizzazione ed il mantenimento della biomassa solfuro-ossidante. I BTFs tradizionali non richiedono dosaggio di chemicals e raggiungono un'elevata capacità di rimozione ma subiscono frequenti intasamenti con conseguenti perdite di carico che si ripercuotono sui costi gestionali. L'RBBR ha una forma cilindrica ed è suddiviso in quattro settori. Il flusso d'aria attraversa orizzontalmente i settori e ogni settore è idraulicamente separato dagli altri attraverso un setto (figura 45 di seguito). Questa suddivisione permette la pulizia differenziale dei settori senza compromettere la funzionalità del sistema e fornisce la possibilità di mantenere condizioni differenti in ogni settore. I biodischi hanno un diametro di 2,38 metri e sono spessi 32 cm; l'ultimo settore è composto da un solo biodisco con uno spessore di 64 cm. L'acqua di ogni settore viene pompata ad un serbatoio esterno e ricircola nei biodischi per mantenere l'umidità necessaria per il corretto funzionamento della biomassa. Poiché l'ossidazione biologica dell'idrogeno solforato produce acidità, viene aggiunta acqua di make up ai fini di mantenere il setpoint del pH; il livello dell'acqua nel RBBR viene mantenuto costante e l'acqua in eccesso viene scaricata.

La biomassa si sviluppa sui dischi rotanti (parzialmente immersi in acqua) costituiti da schiuma poliuretanic, che essendo resistente a pH fortemente acidi permette l'adesione della biomassa solfuro ossidante. Il volume totale del letto filtrante è di 8 m³. La rotazione dei dischi causa sforzi di taglio tra i supporti plastici e l'acqua presente sul fondo del reattore, permettendo il distacco dei solidi in eccesso e limitando le perdite di carico. Il prototipo è stato progettato per trattare fino a 12.000 m³h⁻¹ di gas proveniente da comparti coperti dell'impianto di depurazione. Il prototipo è stato integrato nell'attuale piattaforma degli scrubber chimici ed intercetta il flusso di gas attraverso una derivazione del sistema di tubazioni preesistente, atto a convogliare l'aria agli scrubber chimici. Successivamente, dopo essere stato trattato nel RBBR, il flusso di gas viene raccolto dagli scrubber chimici. In questo modo il prototipo opera come pretrattamento a cui segue un'ulteriore fase di affinazione con l'obiettivo di massimizzare la rimozione del H₂S e di ridurre i consumi di NaOH.

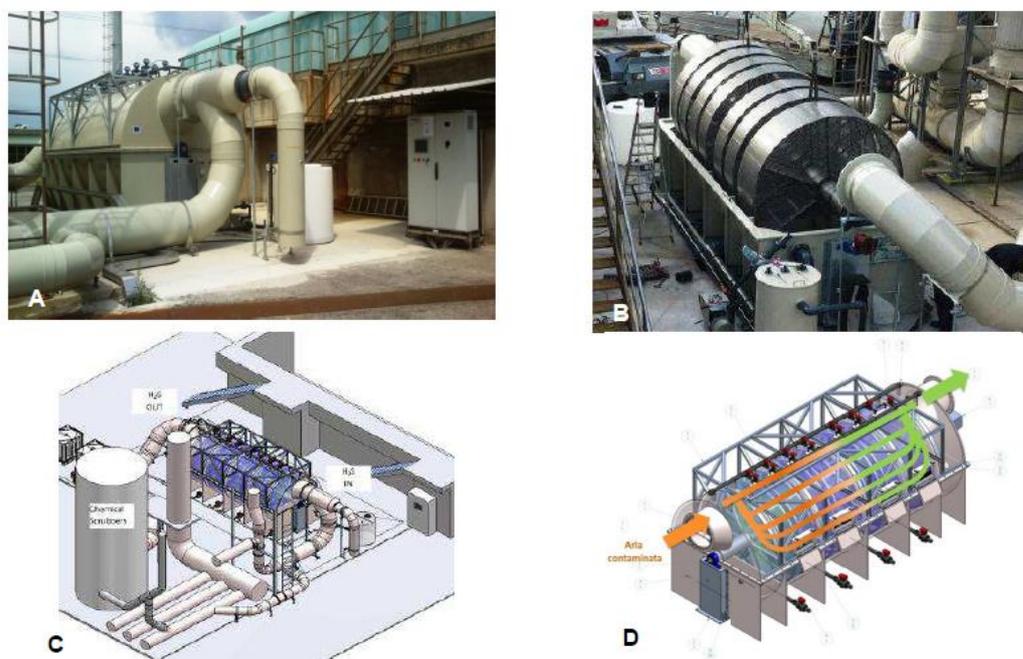


Figura 45. - L'impianto RBBR. A) Visione del prototipo. B) Configurazione interna dei biodischi rotanti. C) Schema di implementazione nella piattaforma trattamento aria preesistente. D) Schema di funzionamento del RBBR.

Il prototipo tratta flussi a concentrazioni di idrogeno solforato comprese tra 10 e 600 mg S/m³. L'evoluzione del processo è controllata mediante l'analisi delle concentrazioni di idrogeno solforato in entrata e in uscita dal RBBR tramite un gascromatografia. L'efficienza di rimozione si è dimostrata mediamente superiore all'80 %, e la capacità di rimozione ha raggiunto valori di 90 g H₂S m³h⁻¹ corrispondente a circa 20 Kg S-H₂S d⁻¹.

Grazie alla possibilità di controllare la rotazione dei biodischi, il prototipo ha di fatto consentito di superare i limiti del tradizionale BFTs registrando perdite di carico sempre inferiori a 4 millibar.

Allo stato attuale questo impianto tratta quota parte dei flussi che provengono dai comparti (vasche di processo) che afferiscono alle linee degli scrubber T4e T5. Questi sono caratterizzati mediante dalle concentrazioni di idrogeno solforato più elevate (fino a 350 - 400 mg/Nm³). La portata media su cui opera si aggira intorno agli 8.000 - 10.000 Nm³/h; l'aria trattata viene inviata verso lo scrubber T6 e successivamente agli scrubber di secondo stadio. Il bioreattore opera quindi come stadio sgrossatore dei carichi che provengono dalle sezioni a maggiore emissione di H₂S, garantendo l'afflusso di concentrazioni minori al trattamento con gli scrubber chimici, che di fatto consente di equalizzare i carichi in ingresso e ridurre efficacemente i consumi dei reagenti chimici.

Sull'effluente gassoso relativo all'emissione E1, a seguito della campagna di monitoraggi effettuata nel corso del 2017 e 2018, relativa alle attività svolte per la VIA *postuma*, si è proceduto anche alla verifica delle emissioni di altri composti, con particolare riferimento al COT (Carbonio Organico Totale) e alle diverse SOV (Sostanze Organiche Volatili) ricadenti nella relative classi (come definito all'allegato **1 – Parte V** del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.). Il monitoraggio di tali parametri è stato successivamente recepito come prescrizione al termine del procedimento di VIA ed integrato nel piano di monitoraggio e controllo di Cuoidepur.

I dati analitici evidenziati in tale contesto, così come quelli successivamente emersi nei monitoraggi semestrali (a partire dal 2019), sono sempre risultati inferiori ai limiti normativi.

Sistema di trattamento delle emissioni di composti odorigeni

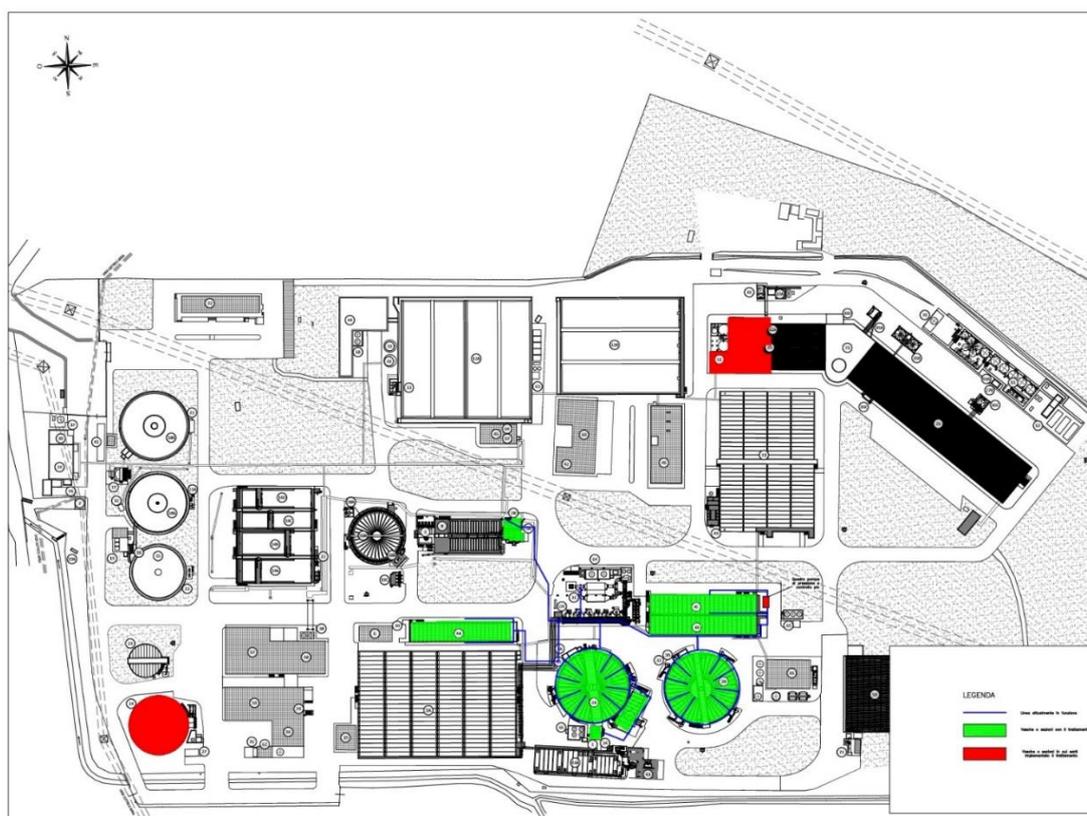
A partire da settembre 2016, presso l'impianto è stato implementato, un nuovo sistema di trattamento deodorizzante, specificatamente mirato ad agire sulle molecole ad effetto odorigeno, che possono potenzialmente svilupparsi nelle vasche munite di copertura, in relazione alle peculiari caratteristiche delle acque reflue industriali e delle diverse condizioni di processo a cui queste sono sottoposte, con un'attenzione maggiormente focalizzata sui settori dove si instaurano condizioni anossiche e/o ai limiti dell'anaerobico (processi fermentativi con produzione di acidi grassi volatili; degradazione degli amminoacidi e sviluppo di mercaptani; solfatoriduzione con sviluppo di idrogeno solforato). Al momento a seguito di due successivi interventi (settembre 2016 e luglio 2017) il sistema è stato allestito per garantire il trattamento nelle seguenti sezioni dell'impianto, come indicato nella tabella successiva.

	SEZIONE	N° ugelli di diffusione
A	Vasche di sedimentazione primaria (PL 4A, 4B, e 4C)	12 per ciascuna
B	Vasche di Preaccumulo (PL 2A e 2B)	12 per ciascuna
C	Dissabbiatore (PL 47)	6

D	Grigliatura fine sull'ingresso del refluo industriale (PL 34)	4
E	Vasca di miscelazione del refluo in uscita dalla sedimentazione primaria (PL 7)	6
F	Collettore Uscita Scrubber finale (PL 37)	6

La scelta dei punti di dosaggio è stata dettata dall'esigenza di agire là dove potenzialmente i livelli di composti odorigeni sono decisamente più elevati, per verificare sia l'efficacia del trattamento stesso, oltre che a esigenze di collegamento con le linee ad alta pressione che partendo dal quadro centralizzato ove è posto il sistema di miscelazione, la pompa di pressione e il plc di controllo, si dirama nelle varie sezioni. Entro l'anno in corso si procederà anche a predisporre il sistema per operare in altre zone, rappresentata come la vasca ispessimento fanghi e la zona del locale pompe per la disidratazione degli stessi.

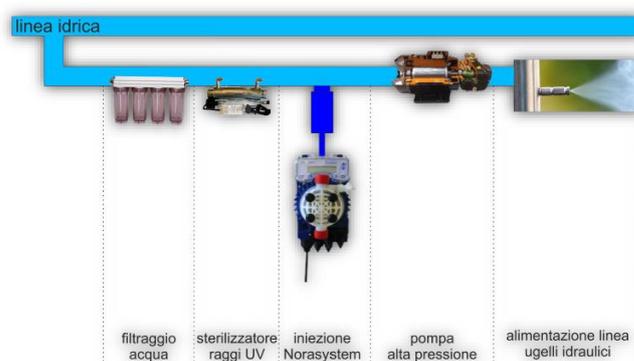
Nello schema di seguito è riportato lo schema di distribuzione del sistema e le relative vasche asservite.



Questo processo di trattamento, specificatamente mirato alla neutralizzazione e abbattimento di sostanze odorogene, si basa sul dosaggio e la diffusione in ambiente confinato, mediante un sistema

ad alta pressione (70 bar) di un aerosol prodotto dalla nebulizzazione⁸ (particelle < 10 µm) di due fluidi opportunamente miscelati, che viene liberato attraverso specifici ugelli inseriti attraverso le coperture delle vasche. Sulla base delle condizioni estremamente aggressive nei confronti dei materiali metallici, che si determinano all'interno delle vasche coperte, si è dovuto optare per la scelta dei materiali più idonei, soprattutto per quanto riguarda gli ugelli, al fine di garantirne sempre la perfetta funzionalità. L'aerosol si sviluppa a partire da una soluzione opportunamente diluita di uno specifico prodotto (NORASYSTEM®)⁹ commercializzato dalla *Phodé*, azienda francese che vanta un'esperienza pluriennale nel settore del trattamento odori e olfattometria (www.phode.com). Questo prodotto agendo come catalizzatore combinato, attiva una serie di reazioni di inertizzazione delle molecole organiche e inorganiche presenti nell'aria.

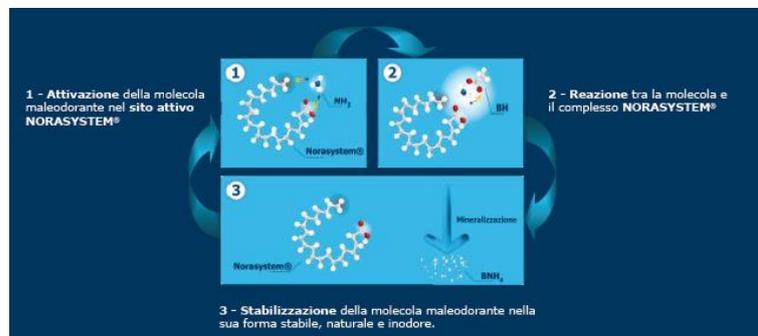
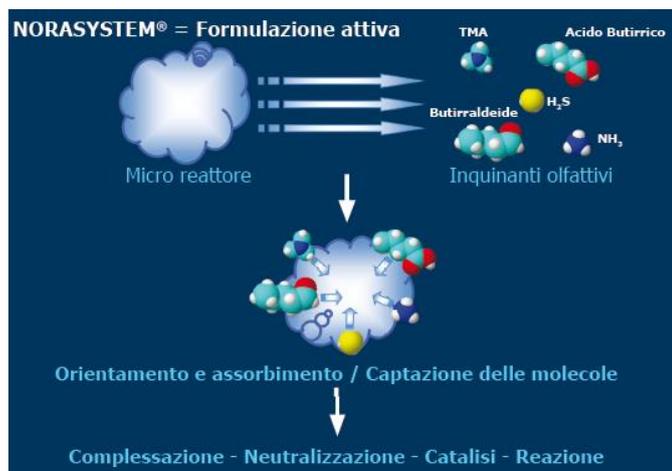
Di seguito viene riportato uno schema semplificato del sistema di deodorizzazione implementato sull'impianto.



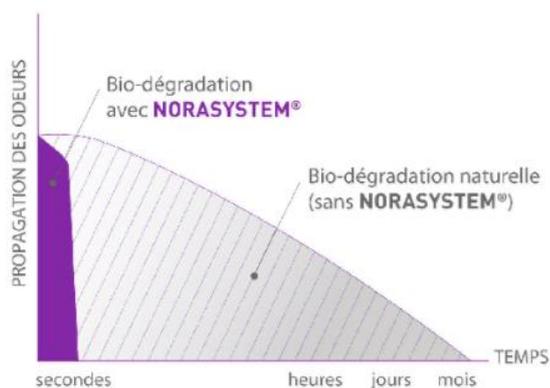
L'aerosol contenente il prodotto espleta la propria azione rispetto alle componenti odorogene presenti nella fase gassosa in cui viene immesso attraverso i meccanismi che di seguito vengono schematicamente sintetizzati.

⁸ Nel processo di nebulizzazione il liquido in questione non varia immediatamente il proprio stato di aggregazione, cioè non passa istantaneamente allo stato di vapore, bensì si ha anzitutto un incremento dell'area interfacciale che separa la fase liquida da quella gassosa. Sebbene nel processo di nebulizzazione le gocce possano risultare molto piccole, esse hanno comunque delle dimensioni macroscopiche, ovvero il loro stato di aggregazione è liquido, non gassoso.

⁹ Prodotto brevettato base di estratti naturali, stabile, non tossico e sicuro per l'uomo e l'ambiente.



La presenza del prodotto catalizzatore determina anche una conseguente accelerazione dei processi degradativi che consente di ridurre efficacemente e in tempi molto brevi (secondi) l'effetto dei composti odoriferi. Nello schema successivo viene evidenziata la rapidità dell'azione di catalisi sulla degradazione rispetto ad una condizione in assenza del prodotto.



L'azione del prodotto, secondo i principali meccanismi sopra indicati, viene riferita estremamente efficace nei confronti di diverse classi di composti come:

Ammoniaca (NH ₃) e ammine (primarie, secondarie e terziarie)	abbattimento > 90%
Idrogeno solforato	abbattimento > 50%
Mercaptani (R-SH)	abbattimento > 40%
Acidi Grassi Volatili	abbattimento > 80%

L'efficacia del prodotto si è dimostrata da subito evidente, con un riscontro diretto ed effettivo di una notevole riduzione dell'impatto odorigeno all'interno di tutte le vasche coperte, successivamente riscontrata e confermata anche attraverso misurazioni analitiche effettuate quotidianamente con i sensori portatili (per H₂S, NH₃, Mercaptani), in dotazione al personale dell'impianto. Le analisi al GC (con rilevatore PFPD per composti solforati) di monitoraggio dell'idrogeno solforato sulla piattaforma di trattamento aria, hanno ulteriormente confermato la riduzione non solo della componente idrogeno solforato proveniente dalle sezioni in cui è stato attivato il trattamento, ma anche una evidente riduzione dei picchi attribuibili a tioli (R-SH) a catena laterale di diversa lunghezza.

Le misurazioni analitiche effettuate sulla medesima vasca coperta, con e senza il trattamento, o in parallelo su vasche identiche (sedimentatori primari) che operano nelle medesime condizioni di processo, hanno messo in rilievo che sui principali *marker* odorigeni (H₂S e R-SH), il dosaggio del prodotto NORASYSTEM®, garantisce una rimozione superiore al 50 - 60%, riducendo notevolmente il carico che successivamente con l'aria che viene estratta dal sistema di aspirazione, raggiunge la piattaforma trattamento aria. L'aspetto sicuramente più rilevante, è comunque la notevolmente ridotta percezione olfattiva che si verifica sull'aria in uscita dalla vasca in cui è attivo il dosaggio del prodotto, rispetto all'assenza di dosaggio.

La scelta di effettuare il trattamento direttamente nello spazio di testa delle vasche coperte (sia a battente fisso che variabile), si è dimostrata la più idonea, in quanto l'azione di contatto dell'aerosol viene ad essere espletata in un contesto dove le concentrazioni delle componenti contaminanti organiche e inorganiche sono maggiori; di conseguenza in virtù della notevole superficie di contatto dell'aerosol che veicola il reagente, le cinetiche che sottintendono ai processi di reazione sono decisamente superiori e l'efficacia del processo nel complesso di maggior rilievo. L'azione diretta all'interno delle vasche coperte comporta di per sé anche il vantaggio di agire sulle possibili fuoriuscite, dovute a potenziali fughe (accidentali e/o temporanee) dalle coperture stesse che potrebbero generare emissioni più diffuse. Come in precedenza indicato è stato anche inserito un ulteriore punto di dosaggio anche sul collettore in uscita allo scrubber finale della piattaforma di trattamento aria, quale elemento di garanzia di finissaggio, prima che l'effluente trattato venga immesso in atmosfera attraverso il camino dell'emissione E1.



Il sistema di trattamento viene mantenuto attivo e funzionante 24 ore al giorno nell'arco dell'intera settimana. L'azione di dosaggio non è continua, ma prevede l'alternanza di cicli di dosaggio e di pausa, dell'ordine di circa 1-2 minuti ciascuno. Il ciclo di lavoro così come i tempi e le quantità di prodotto dosato possono essere modificati e regolati a seconda delle esigenze. Nel periodo invernale in genere i dosaggi necessari tendono ad essere minori rispetto a quanto invece avviene nelle fasi climaticamente più critiche tra la primavera e l'estate. Il sistema presenta nel complesso una discreta flessibilità delle impostazioni che consentono una modulazione dei dosaggi idonea a garantire la massima efficacia di trattamento ottimizzando i consumi del prodotto.

I prodotti chimici che vengono impiegati nel comparto e stoccaggio:

- NORASYSTEM®; prodotto deodorizzante a base di estratti vegetali. Il prodotto è stoccato in un serbatoio da 100 L in HDPE, posto in prossimità dell'impianto di dosaggio, posto al coperto in prossimità dei sedimentatori primari nuovi.