

**Impianto di trattamento di rifiuti nel comune di Anzola  
dell'Emilia (BO)**



---

***RELAZIONE TECNICA SPECIFICA DI PROCESSO***

---

Luglio 2021

## Sommario

PREMESSA .....	3
1. CICLO FUNZIONALE DELL'IMPIANTO .....	4
2. PROCESSO DI TRATTAMENTO CHIMICO-FISICO .....	6
2.1. Suddivisione aree dell'impianto.....	6
2.1.1. Zona di accumulo e di travaso.....	6
2.1.2. Zona di trattamento chimico-fisico .....	6
2.1.3. Zona di stoccaggio dei reagenti.....	7
2.1.4. Zona di stoccaggio per la messa in riserva di emergenza .....	7
2.2. Descrizione del processo.....	7
2.3. Descrizione dei trattamenti secondari.....	9
2.4. Descrizione dell'unità evaporativa.....	9
2.5. Zona di accumulo finale delle acque di processo .....	12

## PREMESSA

La presente relazione descrive i lavori da eseguire per la costruzione di un impianto di depurazione con trattamento chimico fisico di reflui industriali.

La relazione sarà articolata in due parti: nella prima parte verrà descritto in modo schematico il ciclo funzionale dell'impianto, mentre nella seconda parte verrà illustrato il processo di trattamento chimico fisico applicato e verranno dettagliati i parametri necessari.

# 1. CICLO FUNZIONALE DELL'IMPIANTO

L'impianto avrà il seguente ciclo funzionale:

Ricevimento

Trattamento chimico fisico

Linea fanghi

Linea acque

## **Dati base di progettazione:**

Portata 60 mc/g

Portata media: 8 mc /ora

Di seguito si descrivono i vari comparti dell'impianto e il loro funzionamento.

### **Ricevimento**

Arrivo cisterne e scarico in vasca.

### **Trattamento chimico-fisico**

Il comparto dedicato al trattamento sarà costituito da n. 8 serbatoi (a fondo conico e a cielo aperto del D di 3 m e altezza 4 m circa), per una portata complessiva di circa 60 mc/giorno.

Verrà prevista anche un'area con n. 4 serbatoi (a fondo piano e chiusi del D di 3 m e altezza di 7 m circa) che serviranno per la messa in riserva di emergenza.

Ogni rifiuto verrà gestito singolarmente individuando, attraverso campionamento, i reagenti idonei, il dosaggio appropriato e il verificando il risultato ottenuto.

### **Linea fanghi**

Condizionamento: una volta sedimentati nella fase di trattamento chimico fisico, i fanghi verranno sottoposti a condizionamento con aggiunta di calce e polielettrolita, presso n. 2 serbatoi (a fondo conico e a cielo aperto del D di 3 m e altezza 4 m circa)

Disidratazione: tramite filtropressa, verrà generato un fango con in media il 60% di secco che sarà stoccato in cassoni

Smaltimento fanghi: il fango accumulato verrà smaltito in discariche autorizzate, generalmente come rifiuto non pericoloso

### **Linea Acque**

Affinamento (vasca pretrattati): i liquidi chiarificati derivanti dal trattamento chimico-fisico e la frazione acquosa derivata dalla disidratazione dei fanghi verranno sottoposti a trattamento secondario finalizzato principalmente alla riduzione della componente organica disciolta tramite adsorbimento su carbone attivo o compost specifici.

Equalizzazione (Vasca d'accumulo finale) al fine di inviare il refluo all'evaporatore con portata omogenea in

termini qualitativi e quantitativi.

Evaporazione: verrà impiegato un evaporatore al fine di separare la componente acquosa dai concentrati altobollenti costituiti prevalentemente da soluzioni ad elevata salinità. Da prevedere eventualmente l'installazione di una unità di microfiltrazione e di una unità di osmosi inversa nel caso si intenda abbattere ulteriormente la concentrazione degli inquinanti dell'evaporato.

Scarico acque depurate: avverrà in pubblica fognatura

## 2. PROCESSO DI TRATTAMENTO CHIMICO-FISICO

### 2.1. Suddivisione aree dell'impianto

L'impianto sarà caratterizzato da un funzionamento in modalità batch, cioè a lotti, imposto dalla variabilità delle caratteristiche chimico-fisiche dei rifiuti in ingresso, che possono richiedere di essere processati in maniera diversa.

A servizio dell'impianto saranno presenti le seguenti opere:

1. zona di accumulo e di travaso
2. zona di trattamento chimico-fisico
3. zona di stoccaggio dei reagenti
4. zona di stoccaggio per la messa in riserva di emergenza

che vengono di seguito descritte.

#### 2.1.1. Zona di accumulo e di travaso

In questa area saranno presenti:

- Area di scarico delle autobotti di superficie pari a circa 12 m<sup>2</sup>, pavimentata con cemento armato, dotata di pozzetto di raccolta degli sversamenti e successivo rilancio alla vasca di accumulo, di seguito descritta, tramite elettropompa. Detta area sarà dotata di pendenze sagomate che favoriranno il convogliamento di eventuali sversamenti e delle acque di bonifica delle autobotti nel pozzetto di raccolta sopra richiamato.
- Area di pretrattamento posta a quota 0,5 m; su detta area è prevista l'installazione di un filtro a griglia posto all'interno della vasca di accumulo e travaso, il cui scopo è quello di consentire la separazione dei solidi sospesi più grossolani dal refluo.
- N°1 vasca di accumulo e travaso in acciaio inox 304, immessa in una vasca prefabbricata di cemento armato, interrata ad una profondità di -1,0 m dal piano stradale interno, di capacità volumetrica pari a circa 10 m<sup>3</sup> e provvista di sistema di monitoraggio visivo dell'intercapedine tra la vasca in acciaio ed il manufatto in cemento armato di contenimento.

La vasca sarà completamente coperta tramite una struttura leggera prefabbricata e sarà circondata da un parapetto metallico di altezza pari a 1,3 m con arresto al piede.

#### 2.1.2. Zona di trattamento chimico-fisico

In quest'area sarà operato il travaso di tutti i rifiuti liquidi e fangosi pompabili dall'autobotte nella vasca attraverso il filtro a griglia.

Il refluo, chiarificato dai solidi sospesi più grossolani, passerà per caduta idraulica nella vasca da cui, tramite pompa, verrà inviato nelle vasche di trattamento chimico fisico; la vasca poi dovrà essere bonificata tramite canal jet ad alta pressione.

L'area destinata al trattamento chimico-fisico (dosaggio e miscelazione dei reagenti, flocculazione,

decantazione) verrà realizzata all'interno di un bacino in calcestruzzo armato di capacità pari a circa 75 m<sup>3</sup>, che conterrà al suo interno n.8 serbatoi in P.R.F.V. (vetroresina) ed i serbatoi di stoccaggio dei reagenti. Tale bacino, costruito con le opportune pendenze, sarà dotato di canaletta grigliata di scolo per la raccolta delle acque meteoriche ed eventuali sversamenti in seguito rilanciati o in vasca di scarica o nelle vasche di trattamento con pompa sommersa.

Gli 8 serbatoi serviranno per la miscelazione del refluo da trattare con i reagenti chimici e i flocculanti. Saranno di forma cilindrica a fondo piano di altezza pari a 4.25 m e diametro interno pari a 3 m (capacità totale 12.75 m<sup>3</sup>), e saranno dotati di 3 bocchelli flangiati laterali posti al fondo, a 0,5 m e a 1 m, di rivestimento interno in resina bisfenolica e di finitura esterna translucida con protezione UV. Per le caratteristiche tecniche dei serbatoi si allega preventivo Ditta Naldi n. 001-01/20 del 03/06/2020.

Le vasche saranno poste su struttura metallica sollevata dalla platea di calcestruzzo armato di circa 0,5 m; saranno collocate ai due lati di una passerella centrale in grigliato metallico posta a 1,5 m di altezza per permettere di seguire in modo agevole le operazioni di trattamento.

La posizione sollevata delle vasche consentirà di effettuare una efficace bonifica del bacino evitando ristagni sotto il fondo delle stesse.

#### 2.1.3. Zona di stoccaggio dei reagenti

I reagenti chimici da impiegare nella fase di trattamento (acido solforico, soda, polielettrolita) verranno stoccati in serbatoi di PEHD di circa 5 m<sup>3</sup> dotati di bacini di contenimento e di pompe dosatrici per il loro dosaggio nelle vasche di lavorazione.

#### 2.1.4. Zona di stoccaggio per la messa in riserva di emergenza

Sono previsti anche n. 4 serbatoi che serviranno per la messa in riserva di emergenza. Saranno a fondo piano e chiusi del D di 3 m e altezza di 7 m circa, in P.R.F.V. (vetroresina) e verranno realizzati all'interno di un bacino in calcestruzzo armato di capacità pari a circa 100 m<sup>3</sup>. Per le caratteristiche tecniche dei serbatoi si allega preventivo Ditta Naldi n. 001-01/20 del 03/06/2020.

### 2.2. Descrizione del processo

In base alle caratteristiche chimiche dei rifiuti verrà effettuato il trattamento depurativo più idoneo, in particolare è prevista la correzione del pH, l'aggiunta di flocculanti ( $\text{FeCl}_3$   $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) e l'aggiunta di polielettrolita anionico per indurre la formazione dei fiocchi di fango e favorirne la precipitazione.

I principali reagenti utilizzati nella prima fase di trattamento chimico fisico saranno:

acido solforico per destabilizzare gli equilibri chimici presenti nel rifiuto (ad esempio solubilizzazione metalli)

cloruro ferrico per innescare azione flocculante mediante formazione di composti in soluzione.

I decantatori dove avviene la depurazione saranno dotati di sistema di agitazione a pale per consentire un efficace contatto tra rifiuto e reagenti.

Dopo il tempo di contatto ottimale (stabilito dal campionamento effettuato in laboratorio) verrà aggiunto il latte di calce (idrossido di calcio in sospensione), che avrà lo scopo di

neutralizzare l'acidità della soluzione

favorire la precipitazione delle sostanze organiche e dei metalli pesanti e anche, in un range di pH adeguato, dei fosfati

favorire la coagulazione e la flocculazione

Una volta stabilizzata la soluzione, verrà aggiunto il polielettrolita anionico che ha la funzione di aggregare i fiocchi sospesi e renderli facilmente separabili dal veicolo liquido mediante sedimentazione o filtrazione.

Altri reagenti chimici, adeguatamente stoccati, che potranno essere utilizzati saranno il solfato ferroso (con proprietà riducenti) e il carbone attivo (con alto potere adsorbente).

Al termine del trattamento l'acqua depurata sarà inviata alla fase di affinamento mentre il fango estratto dal fondo sarà inviato alla filtropressa.

Per lo stoccaggio dei fanghi saranno previste due differenti aree a seconda della tipologia del rifiuto: una vasca, già descritta, per i fanghi pompabili, ed un'area coperta all'interno del capannone per i fanghi palabili.

Il capannone avrà una superficie lorda di circa 200 mq ed un'altezza a filo di travi di 5 m; la struttura sarà in elementi prefabbricati in c.a. comprendente un locale chiuso ed un'area chiusa su tre lati.

Quest'ultima è adibita allo stoccaggio dei fanghi filtropressati che avverrà in cassoni, e sarà caratterizzata da una pendenza della pavimentazione del 3%, in modo che l'ulteriore percolato in uscita dai fanghi stessi venga convogliato verso una canalina di raccolta.

Il locale chiuso ospiterà due filtropresse a piastre realizzate in acciaio al carbonio verniciato e dotate di scalette di accesso da ambo i lati.

L'aria ambiente del locale, al fine di evitare esalazioni maleodoranti verso l'esterno nonché problemi connessi alla permanenza degli operatori all'interno del locale stesso, sarà mantenuta in depressione mediante apposito sistema di aspirazione dotato di tubazioni di convogliamento e di ventilatore con portata regolabile da 1500 m<sup>3</sup>/h a 3850 m<sup>3</sup>/h che, a fronte di un volume del locale chiuso pari a 500 m<sup>3</sup>, consentirà un numero di ricambi orari da un minimo di tre ad un massimo di sette.

Le filtropresse saranno provviste di coclea verticale ed orizzontale di allontanamento del fango pressato che viene così accumulato all'interno dei cassoni nel bo precedentemente descritto. Inoltre alla filtropressa sarà asservita una vasca di raccolta dei fanghi di spurgo derivante dalla periodica pulizia delle filtropresse e che funzionerà da disoleatore per le acque provenienti dalla filtrazione; tali liquidi saranno rilanciati tramite pompa sommersa al decantatore.



### 2.3. Descrizione dei trattamenti secondari

Le acque provenienti dalle filtropresse e i surnatanti della linea di trattamento chimico-fisico che necessiteranno di affinamento verranno inviati, tramite pompe centrifughe, nei decantatori; qui potrà essere effettuato un trattamento secondario con l'utilizzo di carboni attivi ed altri formulati specifici.

Il surnatante ottenuto dopo decantazione sarà immesso nella vasca di equalizzazione.

Nella vasca di equalizzazione saranno equalizzati i surnatanti provenienti dalla linea di trattamento chimico fisico per essere inviati alla fase di affinamento costituita da un impianto di osmosi inversa.

Il refluo va ad alimentare gli impianti di osmosi inversa, ognuno dei quali è realizzato su skid di acciaio e costituito da due vessel, ognuno contenente 4 membrane caratterizzate da un indice di reiezione del 99,4 %.

L'impianto produrrà:

- un concentrato che viene inviato in 2 serbatoi di stoccaggio collegati fra loro, della capacità complessiva di 16 m3. Questi serbatoi fungono da polmone di alimentazione per l'evaporatore, in maniera da garantirne l'esercizio quando le osmosi sono in manutenzione;
- un permeato che viene inviato nella vasca di accumulo finale; qualora il permeato dell'osmosi non dovesse rientrare nei valori limiti di legge per le acque superficiali può essere previsto, prima dell'immissione nella vasca finale, un finissaggio sui filtri a carbone attivo.

Tutto il processo è completamente automatizzato e ciò consente alle macchine di lavorare in maniera continua per tutte le 24 ore giornaliere.

Qualora i valori analitici riscontrati nella vasca finale non rientrassero nei limiti di legge l'acqua, tramite pompa sommersa, viene rilanciata nella vasca di equalizzazione per essere di nuovo sottoposta al processo di affinamento.

### 2.4. Descrizione dell'unità evaporativa

L'evaporatore installato presso l'impianto di depurazione reflui sarà un evaporatore a 3 stadi il cui scopo è quello di estrarre l'acqua residua dal concentrato proveniente dalla batteria di osmosi inverse operative in impianto. Per le caratteristiche tecniche si può fare riferimento al preventivo della ditta Saita 242/20/lz del 16/10/2020.

#### *Principio di funzionamento*

La tecnica di concentrazione per evaporazione si basa essenzialmente sul fatto che, portando ad ebollizione una soluzione, i primi componenti che abbandoneranno la fase liquida per andare in quella gassosa saranno prevalentemente quelli caratterizzati da temperature di ebollizione più bassa; una separazione pertanto è possibile se la fase gassosa prodotta dall'ebollizione viene estratta dal sistema e fatta condensare, portando in questa maniera ad ottenere una soluzione composta dai componenti bassobollenti della soluzione

originaria (evaporato) e una più ricca dei componenti altobollenti della medesima soluzione (concentrato).

Operando con una soluzione salina acquosa, il componente bassobollente è costituito da acqua mentre il concentrato prodotto sarà costituito da una soluzione caratterizzata da elevata salinità.

La macchina da installare è concepita in maniera tale da assolvere allo scopo cercando di minimizzare la richiesta energetica; questo obiettivo è raggiunto nella seguente maniera:

- abbassando la pressione a cui viene fatta avvenire l'ebollizione: al diminuire della pressione negli stadi diminuisce la temperatura di ebollizione e pertanto diminuisce l'apporto energetico richiesto per il processo. Le pressioni in gioco nei tre stadi dell'evaporatore permettono temperature di ebollizione sensibilmente inferiori a quelle che si riscontrano a pressione atmosferica.
- massimizzando il recupero energetico, sfruttando il calore cedibile dalle correnti calde in uscita dall'impianto per riscaldare le correnti fredde che invece vi entrano.

L'evaporatore da installare è una macchina che funziona con un regime semibatch:

- durante l'esercizio la produzione di evaporato è continua;
- il refluo da concentrare in ingresso all'evaporatore viene integrato in maniera semicontinua (il refluo viene immesso automaticamente e periodicamente in modo da mantenere costante il volume di liquido in ebollizione all'interno dell'apparato)
- il concentrato viene espulso al termine del ciclo di evaporazione.

#### *Gruppo generazione del vapore*

L'evaporatore multistadio richiede una sorgente di calore per funzionare. A questo scopo sarà presente un generatore di vapore a bassa pressione (1 bar) da 650 KW, alimentato a metano. Il generatore di vapore porta ad ebollizione l'acqua stoccata al suo interno; il vapore prodotto abbandona il generatore e viene indirizzato verso il fascio tubiero del primo stadio dove, condensando, cede calore alla soluzione in concentrazione. Al fine di minimizzare le perdite energetiche presenti lungo il circuito del vapore andranno adottate le seguenti precauzioni:

- coibentazione di tutte le linee del circuito vapore
- predisposizione di dispositivi che permettono un notevole risparmio di combustibile quando viene raggiunta la temperatura di set point nel primo stadio dell'evaporatore.

#### *Circuito del rifiuto/concentrato*

Il concentrato prodotto dalle osmosi inverse dell'impianto viene inviato in 2 serbatoi di stoccaggio collegati fra loro, della capacità complessiva di 16 m<sup>3</sup> ca. Questi serbatoi fungono da polmone di alimentazione per l'evaporatore, in maniera da garantirne l'esercizio quando le osmosi sono in manutenzione. Da qui una pompa di rilancio invia il concentrato accumulato in un serbatoio da 1 m<sup>3</sup>, in cui viene effettuata una correzione del pH per portare il concentrato in condizioni di neutralità o lieve basicità.

All'avvio dell'evaporatore il gruppo del vuoto presente nella macchina crea la depressione all'interno delle camere di evaporazione; questa depressione permette anche il caricamento del refluo da concentrare prelevato dal serbatoio di correzione del pH. Durante il percorso di caricamento il refluo passa in un

preriscaldatore nel quale subisce (una volta raggiunto lo stato di funzionamento di regime stazionario) un aumento di temperatura sfruttando il calore residuo della corrente di evaporato prodotta dallo stadio.

L'operazione di caricamento termina una volta raggiunto il livello di lavoro (1 m<sup>3</sup> per ogni camera di evaporazione per un totale di 3 m<sup>3</sup> di reflu presenti nella macchina). Ha inizio quindi la fase di riscaldamento dell'impianto con il passaggio di vapore all'interno del fascio tubiero. L'innalzamento di temperatura innesca l'ebollizione della soluzione da concentrare, producendo la corrente di evaporato che viene estratta dal sistema e abbassando il livello della fase liquida presente nella camera di evaporazione; questo calo di livello viene compensato immettendo nuova soluzione da concentrare in maniera da mantenere costante il livello di lavoro.

Negli stadi successivi al primo il meccanismo di funzionamento è il medesimo, con la differenza che la corrente riscaldante non è più vapore acqueo prodotto allo scopo come nel primo stadio, ma vapore prodotto dall'ebollizione nello stadio precedente.

Lo scarico della soluzione concentrata avviene al termine del ciclo di evaporazione; si imposteranno cicli della durata di approssimativamente 24 ore, suscettibili comunque di variazioni in quanto la non omogeneità del reflu in ingresso (tipica degli impianti di smaltimento conto terzi) non consente di trovare impostazioni dei parametri di processo ottimali per ogni tipo di rifiuto che ci si trova a trattare.

Il concentrato espulso dalla macchina sarà inviato in opportuna vasca.

#### *Circuito dell'evaporato*

Il sistema del vuoto provvede a estrarre il vapore generato nelle camere di evaporazione e a convogliarlo nel fascio tubiero dello stadio successivo a quello di provenienza. Di fatto l'evaporato dello stadio a monte funge da corrente riscaldante per lo stadio a valle, in maniera da:

- consentire l'ebollizione nello stadio successivo; questo meccanismo consiste di fatto in un recupero di energia termica che si traduce in un risparmio di combustibile.
- raffreddarsi fino ad arrivare alla temperatura di condensazione in maniera da ottenere una corrente liquida.

La descrizione qui riportata per uno stadio generico vale per tutti gli stadi della macchina eccetto l'ultimo, dove la differenza è data dalla presenza di una torre di raffreddamento la cui funzione è quella di condensare l'evaporato prodotto dal terzo stadio.

#### *Caratteristiche della corrente di evaporato/condensato prodotta*

In teoria la corrente di evaporato prodotta da ogni stadio dovrebbe essere costituita da acqua distillata. Quello che l'esperienza ha mostrato è che ciò non accade; le cause sono da ricondurre a:

- presenza di tracce di componenti a temperatura di ebollizione inferiore o comunque simile a quella dell'acqua nel reflu alimentato nell'evaporatore: in questo caso l'ebollizione porta in fase gassosa sia il solvente vero e proprio (acqua) che questi componenti, i quali, a causa del raffreddamento che si fa subire all'evaporato e/o per l'equilibrio che comunque si instaura fra una fase gassosa e una liquida miscelate intimamente fra loro durante il processo di estrazione, passano nella fase acquosa che condensa.

– presenza di fenomeni di trascinamento di piccole gocce di refluo in ebollizione nelle camere di evaporazione nella corrente di evaporato estratta, fenomeno tanto più importante quanto più viva è l'ebollizione.

Allo scopo di riportare i parametri qualitativi della corrente di evaporato entro i limiti tabellari questa potrà essere inviata in un serbatoio di accumulo di 5 m<sup>3</sup> da cui poi essere prelevata per alimentare un sistema ad osmosi inversa costituito da 2 membrane da 8" alloggiate in un unico vessel. Le osmosi verranno fatte lavorare alla pressione di 20 bar; la corrente di permeato, costituita da acqua atta allo scarico, sarà inviata nella vasca finale, mentre il concentrato sarà inviato in testa al processo di affinamento.

## 2.5. Zona di accumulo finale delle acque di processo

In tale zona sono presenti i seguenti manufatti:

- vasca di accumulo finale, realizzata in calcestruzzo, fuori terra, di capacità complessiva pari a 100 m<sup>3</sup> in grado quindi di raccogliere un volume superiore alla capacità di trattamento giornaliera dei rifiuti liquidi e fangosi pompabili che è pari a 60 m<sup>3</sup>/giorno. Da questa vasca il refluo, a seconda delle risultanze analitiche di laboratorio, potrà essere reinviato mediante pompa centrifuga ai decantatori, in testa all'impianto di affinamento oppure allo scarico finale. Una parte delle acque reflue depurate è previsto possa essere riutilizzata per il sistema antincendio, andando ad alimentare il serbatoio di accumulo acqua antincendio di capacità **pari a 18 mc**;

- vasca di raccolta delle acque di prima pioggia, realizzata in calcestruzzo armato, con capacità **pari a 30 mc** che consente l'accumulo dei primi 5 mm di acque ricadenti sulle superfici impermeabilizzate dell'impianto. Il contenuto della vasca verrà sollevato tramite pompa sommersa nelle 48/72 ore successive all'ultimo evento meteorico. Tali acque verranno convogliate all'interno dei serbatoi a servizio dell'impianto chimico fisico e trattate opportunamente, per essere poi stoccate in un eventuale serbatoio di accumulo e utilizzate per eventuali servitù interne (lavaggio automezzi, lavaggio serbatoi). Eventualmente, se l'impianto non necessita di tali attività, le acque di prima pioggia verranno convogliate nella vasca di accumulo finale sopra descritta.

Tutte le parti impiantistiche (vasche di accumulo e travaso iniziale, decantatori, serbatoi per la messa in riserva di emergenza, vasche di condizionamento fanghi, filtropressa, ecc...) saranno asservite da un sistema di collettamento di acqua in pressione e di aria compressa proveniente da apposito serbatoio in acciaio, di capacità pari a 3 m<sup>3</sup>, completo di valvole di sicurezza tarate, collocato all'interno del locale adibito alla filtropressa dei fanghi, con funzioni di bonifica e pulizia.