

An aerial photograph of a wastewater treatment plant, showing various circular and rectangular tanks, buildings, and infrastructure. A large green circular graphic is overlaid on the left side of the image, containing the text 'COME FUNZIONA UN DEPURATORE?'.

COME
FUNZIONA UN
DEPURATORE?



COS'É UN DEPURATORE ?

—

Un depuratore è un sistema tecnologico che si attiva per eliminare dalle acque reflue urbane o industriali (cioè contaminate da inquinanti organici e/o inorganici) sostanze chimiche di rifiuto.

—

ACQUE REFLUE

Le acque reflue sono acque risultanti da un utilizzo domestico, industriale o agricolo, contaminate con sostanze dannose per l'uomo e per l'ambiente: per questo prima di essere reinserite nell'ambiente devono essere correttamente depurate. Le acque reflue si distinguono in acque nere e acque bianche.

ACQUE NERE

Acque di scarico industriale

Acque fecali

Acque bionde (doccia, bidet)

Acque grigie (cucina e lavatrici)

Acque saponate grasse (olio e detersivi)

ACQUE BIANCHE

Acque di raffreddamento (industrie)

Acque utilizzate per lavare le strade

Acque superficiali, ossia quelle pluviali

PRE-TRATTAMENTI:

GRIGLIATURA

Un **pettine** o una **griglia** trattengono, dall'acqua reflua, parti più grossolane (stracci, plastiche...), che sono poi avviate allo smaltimento.



DISOLEATURA

Oli e grassi in sospensione, vengono raccolti mediante lama di superficie e trasferiti per lo smaltimento.



DISSABBIATURA

Sedimentazione sul fondo della vasca di **sabbie e solidi inerti** che, asportati, vengono inviati allo smaltimento.



Ogni impianto di depurazione, in genere, è composto da varie sezioni in cui le acque reflue subiscono numerosi processi fisici, biologici e chimici, alla fine dei quali è possibile ottenere acque depurate (parametri di qualità: Parte III All. 5 D.lgs.152/06), non solo ecocompatibili con il corpo recettore, ma anche idonee al loro riutilizzo (irrigazione, destinazione civile/industriale) e fanghi, dai quali è possibile recuperare materia (fertilizzanti) ed energia (biogas).

LINEA ACQUE



In ogni depuratore il refluo, dopo i pretrattamenti, intraprende due strade, linea acque e linea fanghi.

LINEA FANGHI



LINEA ACQUE

L'acqua reflua, dopo aver superato i pretrattamenti, inizia il suo viaggio nella sezione di **sedimentazione primaria**, dove si ha la decantazione di sostanze organiche sedimentabili, i fanghi primari. Dopodichè il percorso prosegue nelle vasche di predenitrificazione e successivamente in quelle di ossidazione biologica. L'**ossidazione biologica** consente la demolizione delle sostanze organiche ad opera di batteri aerobi, nitrificazione(fanghi attivi). I fanghi attivi in sospensione nel liquame sono trasferiti alle vasche di **sedimentazione secondaria**, dove vengono raccolti sul fondo conico delle vasche spesso circolari e avviate alla linea fanghi. L'effluente finale è quindi sottoposto a **filtrazione finale** e **disinfezione**.





SEDIMENTAZIONE PRIMARIA

- Avviene in vasche poco profonde, per decantazione di sostanze organiche sedimentabili.
- Si ha riduzione del BOD5 intorno al 30%
- Tutto avviene in circa 3 ore.
- I fanghi primari sedimentati vengono spazzati verso il pozzetto centrale e convogliati nella linea fanghi.
- L'effluente chiarificato esce da una canaletta e prosegue verso il trattamento biologico.

BOD5: Richiesta di ossigeno dai microorganismi aerobi per degradare la sostanza organica.

TRATTAMENTO BIOLOGICO

DEFOSFATAZIONE/DEFOSFATAZIONE BIOLOGICA:

- Batteri eterotrofi anaerobi denitrificanti (*Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*) convertono i Nitrati (NO_3) in N_2 , CO_2 (che si liberano in atmosfera) e H_2O .
- Batteri eterotrofi Fosfoaccumulatori, Phosphorus Accumulating Organisms, sottoposti a stress aerobio- anaerobio (full stream), accumulano fosforo sottoforma di polifosfati.

OSSIDAZIONE/NITRIFICAZIONE:

- Batteri saprofiti aerobi (*Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*), protozoi, amebe e altri microorganismi, utilizzano per il proprio metabolismo, il contaminante organico (proteine, carboidrati, ...).
- Il fango attivo (biomassa e microorganismi) si presenta sottoforma di fiocchi.
- I microorganismi, in condizioni controllate aerobiche (O_2), trasformano la sostanza organica in CO_2 (che si libera in atmosfera), H_2O e trasformano l'ammoniaca in ossidi di azoto NO_2 (Nitriti) e questi ultimi in NO_3 (Nitrati) che rimangono disciolti. Particolato ed altre sostanze rimangono inoltre intrappolate all'interno dei fiocchi di fango.



SEDIMENTAZIONE SECONDARIA

- Il fango prodotto nelle vasche di ossidazione, sedimenta per gravità
- Una parte viene ricircolato in testa alle vasche di pre-denitrificazione
- Una parte di fango attivo viene estratta e pompata verso la linea dei fanghi.
Il dosaggio di sali di ferro nei fanghi attivi permette la rimozione per via chimica dei fosfati.
- L'effluente depurato e chiarificato viene quindi inviato verso la filtrazione finale e/o disinfezione



FILTRAZIONE FINALE

- Filtrazione dell'effluente con filtri multistrato, in modo da eliminare le particelle residue, ne risulterà un'acqua ecocompatibile, pertanto può essere riversata nel corpo recettore (mare, fiume...)
- Per essere riutilizzata, per scopi irrigui e/o civili...., deve essere sottoposta alla disinfezione.

DISINFEZIONE

In molti impianti, alla sedimentazione secondaria segue direttamente la disinfezione :

- eliminazione di batteri patogeni(**E.coli**, **Salmonella**,...) per l'uomo e l'ambiente, dall'effluente depurato mediante :

Clorazione (ipoclorito di sodio)

Ozonizzazione (O₃)

Attinizzazione (raggi UV)



LINEA FANGHI:



ISPESSITURA



DIGESTIONE



PRESSATURA



DISIDRATAZIONE



ESSICCAZIONE

I fanghi provenienti dalla linea acqua contengono ancora il 90% di acqua, nella fase di **ispessimento**, sono sottoposti ad un trattamento di riduzione di umidità e quindi anche di volume. La fase di **digestione** realizza la trasformazione della sostanza organica ancora presente in inorganica, attraverso l'azione di batteri anaerobi che si sviluppano alla temperatura di 37 - 40 °C. La fermentazione che ne risulta produce biogas. Nella **pressatura** il fango viene quindi sottoposto ad una pressione massima di 16 bar, consentendo di raggiungere un tenore di secco superiore al 40 %, idoneo allo smaltimento in discarica o adatto al recupero in agricoltura. La fase di **disidratazione** avviene in filopresse a camere previo condizionamento mediante l'aggiunta di sale ferrico e latte di calce, il fango viene quindi trattato per mezzo di quattro centrifughe ad alte prestazioni. Parte del fango centrifugato viene pompato alla sezione di **essiccamento** costituita da due essiccatori a riscaldamento. Il prodotto finale si presenta sotto forma di piccoli granuli, idonei al recupero per termovalorizzazione o all'utilizzo come combustibile per cementerie.

ISPESITURA

- Nel preispessimento i fanghi provenienti dalla linea acque, sono sottoposti ad un primo addensamento in vasche di decantazione coperte, dove la stratificazione permette al fango ispessito di separarsi dall'acqua.
- L'estrazione del fango ispessito avviene dal fondo dove, raccolto in un pozzo di accumulo, viene diretto alla successiva fase di digestione anaerobica
- Le acque di risulta, vengono raccolte, analogamente all'acqua separata dalle fasi successive, in una vasca di accumulo, dalla quale sono inviate in testa all'impianto per ricominciare il trattamento di depurazione.



DIGESTIONE ANAEROBICA



- La digestione avviene all'interno di digestori, dove si realizza la degradazione della quasi totalità delle sostanze organiche presenti nei fanghi, in sostanze inorganiche più semplici attraverso l'azione di **batteri anaerobi termofili** che operano e si sviluppano alla temperatura di 37-40 °C.
- L'azione dei microrganismi termofili consente, in 15-20 giorni, la produzione di gas biologico, costituito per il 65 - 70 % da CH₄ e per il restante 30 - 35 % da CO₂ e sottoprodotti secondari quali vapore, ossidi di azoto, solforati, ecc.
- Il **biogas** viene filtrato e stoccato in gasometri per essere successivamente riutilizzato o convertito in **biometano** .

PRESSATURA

Dopo la fase di stabilizzazione il fango viene nuovamente sottoposto ad addensamento nella fase di postispessimento. Per migliorarne le caratteristiche di filtrabilità, in delle vasche di condizionamento vengono aggiunti reattivi chimici quali latte di calce e clorosolfato ferrico.

La disidratazione più spinta si realizza all'interno di filtropresse a piastre, grazie alla quali si ricavano ancora ingenti quantità di acqua. Il fango ottenuto raggiunge un tenore di secco superiore al 40%, con una consistenza solida a forma di lingotto. Il fango estratto può essere così condotto a stoccaggio provvisorio interno, e poi prelevato per l'invio a recupero.



DISIDRATAZIONE

La disidratazione dei fanghi normalmente avviene mediante centrifughe ad alte prestazioni. Al fango in ingresso viene aggiunto il polielettrolita, reagente polimerico organico con ottime proprietà di aggregazione per la sostanza organica residua presente nei fanghi.

- Il fango disidratato viene trasferito ai silos di stoccaggio, da cui viene prelevato per essere destinato ad impianti di compostaggio e per recupero in agricoltura come ammendante organico.
- Parte del fango disidratato può essere ulteriormente concentrato mediante successivo trattamento di essiccazione.



ESSICCAZIONE

L'essiccazione rappresenta la tappa finale dove il fango mineralizzato viene portato all'impianto di **termovalorizzazione fanghi**.

Qui un inceneritore, converte il calore generato dalla combustione dei fanghi, in energia





ELABORATO PRODOTTO
DAGLI ALUNNI DELLA
IVA CLASSICO

Liceo Sciascia-Fermi
Sant'Agata Militello (ME)

A.S. 2021/2022