

La depurazione delle acque reflue urbane

Le acque reflue urbane o scarichi civili comprendono le acque di rifiuto domestiche e, se la fogna è di tipo unitario, anche le acque cosiddette di ruscellamento. Le acque di origine domestica sono quelle provenienti dalle attività domestiche e dalla defecazione umana, queste ultime ricche di urea, grassi, proteine, cellulosa. Le acque di ruscellamento sono quelle provenienti dal lavaggio delle strade e le acque pluviali. Contengono, in concentrazione diversa, le stesse sostanze presenti nei reflui domestici ma inoltre possono presentare una serie di microinquinanti quali gli idrocarburi, i pesticidi, i detersivi e i detriti di gomma. Una delle principali caratteristiche dei reflui urbani è la biodegradabilità, che ne rende possibile la depurazione attraverso trattamenti biologici.

Composizione dei reflui

Le acque provenienti da scarichi urbani contengono un elevato quantitativo di solidi di natura organica e inorganica che devono essere rimossi mediante il trattamento di depurazione. Tra le sostanze di natura organica vanno ricordati anche i microrganismi; estrema attenzione va dunque data all'abbattimento delle specie patogene. Le sostanze da eliminare si possono dividere in sedimentabili e non sedimentabili. Le prime sostanze sono solide e più pesanti dell'acqua e perciò vanno facilmente a fondo quando la velocità del deflusso si annulla o scende al di sotto di un certo limite. Le sostanze non sedimentabili in parte galleggiano e in parte restano nel liquido: disciolte o allo stato colloidale. Lo stato colloidale si può considerare uno stato intermedio tra quello di soluzione e quello di sospensione propriamente detto.

N.B. Sostanze e composti target della depurazione:

- Materia organica (disciolta e particolata)
- solidi sospesi
- Fosforo e azoto
- metalli
- microrganismi

Settori dell'impianto

In un impianto di trattamento delle acque reflue si distinguono due linee specifiche di lavorazione:

A) La linea delle acque;

B) La linea dei fanghi.

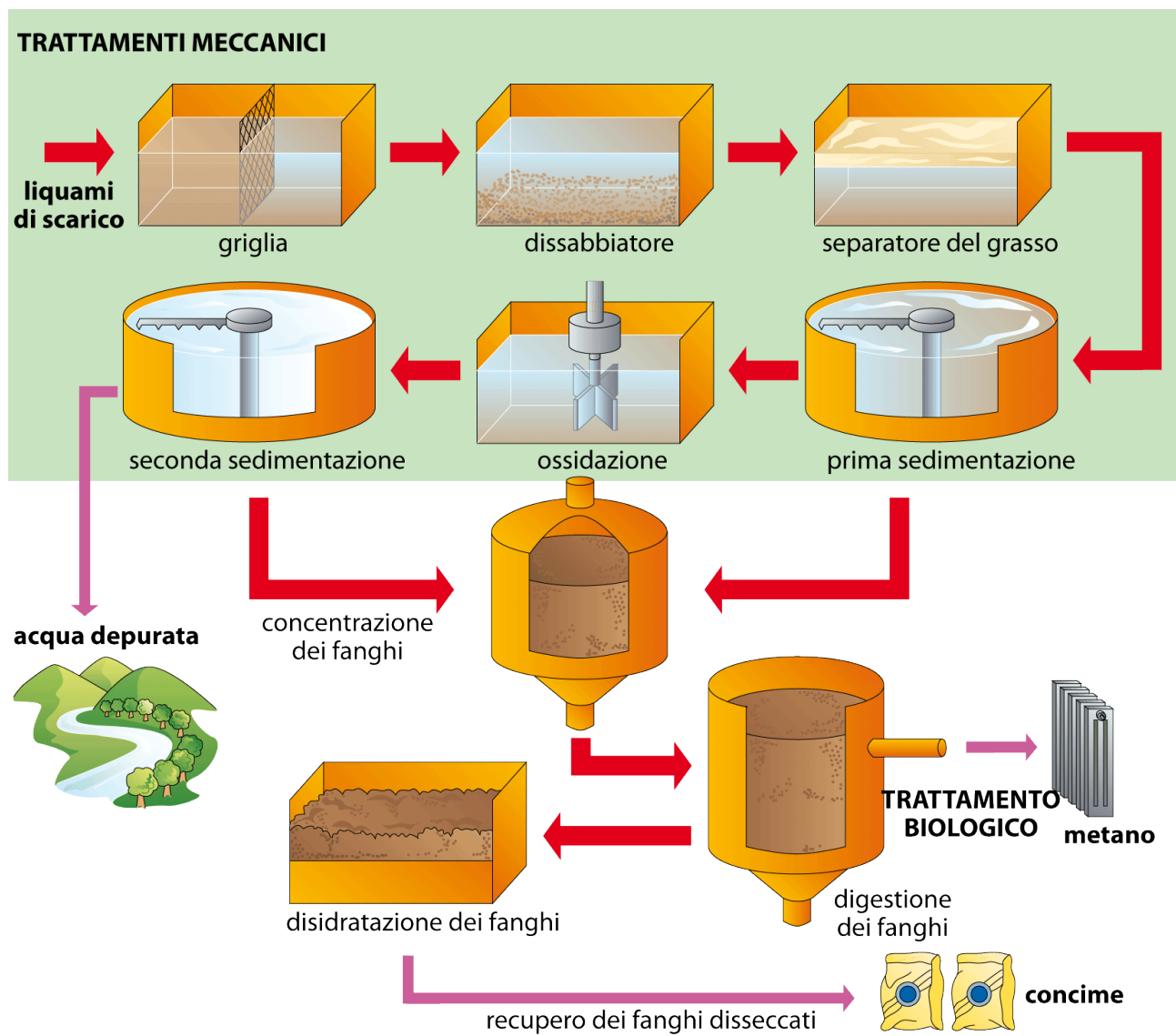
Nella linea acque vengono trattati i liquami grezzi provenienti dalle fognature e di regola comprende tre stadi, chiamati:

pretrattamento: un processo di tipo fisico utilizzato per la rimozione di parte delle sostanze organiche sedimentabili contenute nel liquame comprende la grigliatura, la sabbiatura, la sgrassatura, la sedimentazione primaria;

trattamento ossidativo biologico: un processo di tipo biologico utilizzato per la rimozione delle sostanze organiche sedimentabili e non sedimentabili contenute nel liquame. Comprende l'aerazione e la sedimentazione secondaria:

trattamenti ulteriori: sono tutti quei trattamenti realizzati a monte o a valle dell'ossidazione biologica, permettono di ottenere un ulteriore affinamento del grado di depurazione. Comprende trattamenti speciali per abbattere il contenuto di quelle sostanze che non vengono eliminate durante i primi due trattamenti.

La filiera della depurazione



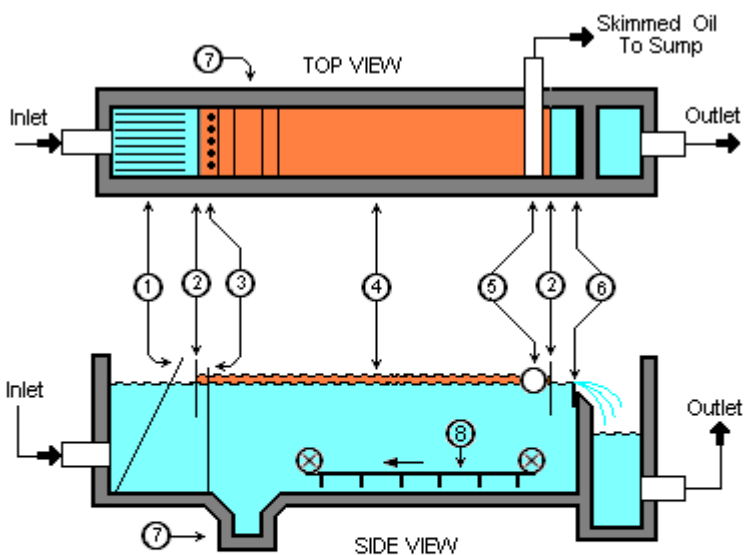
A) Trattamenti preliminari

Grigliatura

Questi processi hanno il compito di intervenire sulla componente più grossolana, sugli oli e sul particolato sabbioso prima che questi possano giungere nelle sezioni successive di depurazione. Inizialmente pompe di risalita o sistemi a coclea consentono il trasporto su griglie con diversa trama, da più grossolana a più fine per evitare il procedere del particolare lungo la filiera. Mediante sistemi con cinghie e nastri trasportatori mobili, i composti più grandi della trama sono eliminati in appositi cassoni.

Disabbiatura e Disoleatura

Nelle vasche seguenti viene immessa dell'aria attraverso un apposito impianto. Questa consente la precipitazione delle sabbie (diametro superiore a 0,2 mm.) e il galleggiamento degli oli. Apposite pompe sul fondo asportano le sabbie, mentre gli oli, che formano una specie di emulsione superficiale sono eliminati manualmente o mediante sistemi meccanici



- 1 Trash trap (inclined rods)
- 2 Oil retention baffles
- 3 Flow distributors (vertical rods)
- 4 Oil layer
- 5 Slotted pipe skimmer
- 6 Adjustable overflow weir
- 7 Sludge sump
- 8 Chain and flight scraper

B) Trattamenti primari

Sedimentazione primaria

Questi trattamenti si basano sul principio della sedimentazione, ossia nelle vasche si ha la decantazione per la separazione dei solidi sospesi sedimentabili (SSS). Le vasche sono profonde al massimo 180 cm per evitare che condizioni meteo ambientali possano causare il rimescolamento delle acque. Le vasche vengono dimensionate per garantire un tempo di permanenza (o tempo di detenzione T) del liquame compreso fra 1 e 3 ore (in genere si assumono valori attorno alle 2 ore); tali tempi di detenzione non devono essere inferiori a 20 minuti per fognie miste, in caso di pioggia (di regola si considera pari a 50 minuti). Le vasche possono essere circolari a sezione conica, circolari meccanicizzate con pale (in immagine riassuntiva sopra) o rettangolari. Particolari dispositivi di raschiamento del fondo spingono il fango sedimentato verso la tramoggia di raccolta. Questo fango prenderà la via del trattamento dei fanghi.

C) Trattamenti secondari

Processo ossidativo

Consiste nell'immissione di aria all'interno del bacino al fine di attivare il metabolismo dei microrganismi aerobi. ove sostanze organiche complesse vengono convertite in sostanze inorganiche più semplici, quali: CO₂, H₂O, NH₄⁺, NO₂⁻ NO₃⁻. I parametri ottimali per l'attivazione dei microrganismi (fanghi attivi) sono: pH tra 6 e 8, concentrazione di O₂ disciolto maggiore di 2 mg/l e temperature comprese tra 25 °C e 32 °C, evitando di farle scendere troppo durante l'inverno. I fanghi formano fiocchi che possono essere così rimossi dal sistema

N.B. I fanghi attivi o attivati sono una sospensione in acqua di biomassa attiva (batteri saprofiti, protozoi, amebe, rotiferi e altri microrganismi), solitamente sotto forma di fiocchi. Tali fanghi sono alla base dei sistemi di ossidazione biologica a fanghi attivi, che sono i più diffusi nei tradizionali impianti di depurazione o meglio impianti di trattamento delle acque reflue. Il ruolo di questa biomassa (presente soprattutto sotto forma di fiocchi sedimentabili costituiti da materia organica e dalle colonie di batteri che di essa si nutrono) nel processo depurativo è quello di utilizzare le sostanze organiche biodegradabili presenti nel refluo, degradandole a composti più piccoli e meno pericolosi che in parte vengono utilizzati dai microrganismi stessi per il proprio nutrimento e la riproduzione.

Seconda sedimentazione

La sedimentazione secondaria segue la fase ossidativa e ha il compito di separare i fanghi biologici dal resto del refluo chiarificato o trattato. Infatti, dopo un tempo opportuno di permanenza nella vasca di ossidazione, i fanghi biologici o attivi passano al sedimentatore secondario dove, sedimentando, si separano dal refluo trattato o chiarificato. I fanghi secondari o biologici sono diversi dai fanghi primari i quali vengono separati dal liquame grezzo senza subire alcuna trasformazione da parte dei batteri. I fanghi secondari sono costituiti principalmente da biomassa e sono composti da:

- ✓ solidi sospesi sedimentabili (SSS) sfuggiti alla sedimentazione primaria (i decantatori primari non hanno mai un rendimento del 100%)
- ✓ solidi sospesi non sedimentabili (SSNS) e non biodegradabili: cioè quelle sostanze che non vengono attaccate dai batteri ma rimangono comunque incorporate nella biomassa
- ✓ solidi sospesi non sedimentabili (SSNS) biodegradabili: cioè quelle sostanze colloidali che vengono attaccate dai batteri e da questi trasformate in biomassa;
- ✓ solidi disciolti (SDV) biodegradabili: cioè quelle sostanze disciolte che vengono attaccate dai batteri e da questi trasformate in biomassa

Trattamenti aggiuntivi

- Trattamenti chimico-fisici (chiariflocculazione)
- Trattamenti meccanici (filtrazione su carboni attivi o su filtri a sabbia)
- Trattamenti biologico-naturali (fitodepurazione, lagunaggio)
- Trattamenti biologici (nitrificazione, denitrificazione e defosfatazione)

Nei reflui in arrivo nell'impianto, una buona parte della sostanze organiche a base d'azoto se completamente biodegradata si trova sotto forma di ammonio NH_4^+ , mentre ai fini della denitrificazione servono soprattutto i nitrati NO_3^- .

Pertanto per attuare la rimozione completa delle sostanze azotate è necessario preventivamente effettuare una nitrificazione (che avviene principalmente nella vasca di aerazione) mediante la quale, in condizioni aerobiche e in presenza di O_2 avviene l'ossidazione biologica di NH_4^+ a NO_2^- (nitrito) e di NO_2^- a NO_3^- (nitrato).

Successivamente, nella vasca non ossigenata o anossica di denitrificazione, i nitrati NO_3^- vengono convertiti in azoto molecolare gassoso N_2 dai batteri anaerobi.

La defosfatazione si ottiene aggiungendo composti chimici come idrossido di calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, solfato di alluminio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, cloruro di alluminio AlCl_3 . In alternativa è possibile una defosfatazione biologica. Il sistema di defosforazione biologico, sfrutta l'intervento di batteri eterotrofi fosfo-accumulanti (Phosphorus Accumulating Organisms - PAOs) come *Acinetobacter sp.* che tendono naturalmente ad accumulare fosforo, sotto forma di polifosfati, ma che se sottoposti a stati alternati di stress aerobico-anaerobico accumulano, molto più fosforo del necessario.

L'abbattimento biologico dei fosfati organici consiste in due fasi distinte: una aerobica e l'altra anaerobica
- Trattamenti di disinfezione.

Al termine dei trattamenti si ottengono due prodotti: **acqua chiarificata e fanghi**

I fanghi prima di essere utilizzati vengono addensati per ridurre il volume finale, digestione, disidratazione ed essiccamento. Dopo tali trattamenti, il fango viene inviato allo smaltimento finale (discarica controllata o incenerimento) oppure può essere riutilizzato (impiego agricolo, compostaggio, recupero prodotti – ad es. Fe e Cr da fanghi di origine industriale – ecc.). In Italia il 55% dei fanghi finali viene smaltito in discarica, il 33% riutilizzato in agricoltura.

L'acqua chiarificata, con bassa carica batterica è reimmessa nei sistemi idrici naturali.

N.B. principi per il posizionamento degli impianti

La scelta del sito ove realizzare un nuovo impianto di depurazione è vincolata alla scelta di una serie di parametri tra i quali:

idonea posizione plano-altimetrico rispetto al sistema/i fognario/i da servire. Si deve preferire il convogliamento delle acque reflue all'impianto per gravità;

dimensioni dell'area destinata alla realizzazione dell'impianto, che dovrà essere sufficiente per tutte le necessità connesse con il funzionamento ottimale dell'impianto stesso;

presenza di un idoneo recapito finale dove convogliare la portata depurata;

presenza di falda freatica e del relativo livello ed escursioni;

presenza di aree soggette a rischio di inondazione;

presenza di preesistenze di carattere archeologico e storico-culturale, e di particolari valenze naturalistiche e paesaggistiche;

idonea distanza dai centri abitati in modo da proteggerli da rumori e odori molesti. Intorno all'impianto, una volta costruito deve essere realizzata una fascia inedificabile di rispetto di larghezza non inferiore a 100 metri;

distanza dai siti per lo smaltimento dei prodotti finali (sabbie, fanghi e ceneri);

idonea distanza dalle opere di adduzione dell'acqua potabile per scongiurare inquinamenti;

aspetti ambientali.