

Acqua: la depurazione delle acque

Prof. Ersilia Conte

Acque reflue

- Sono acque di scarico provenienti dalle abitazioni o da altre attività umane che hanno modificato in modo sostanziale le caratteristiche chimico-fisico-biologico.
- Queste acque non possono essere reimmesse nei bacini idrici naturali per l'inattuabilità di processi auto depurativi ma devono essere convogliate tramite la fognatura ai depuratori.

Autodepurazione

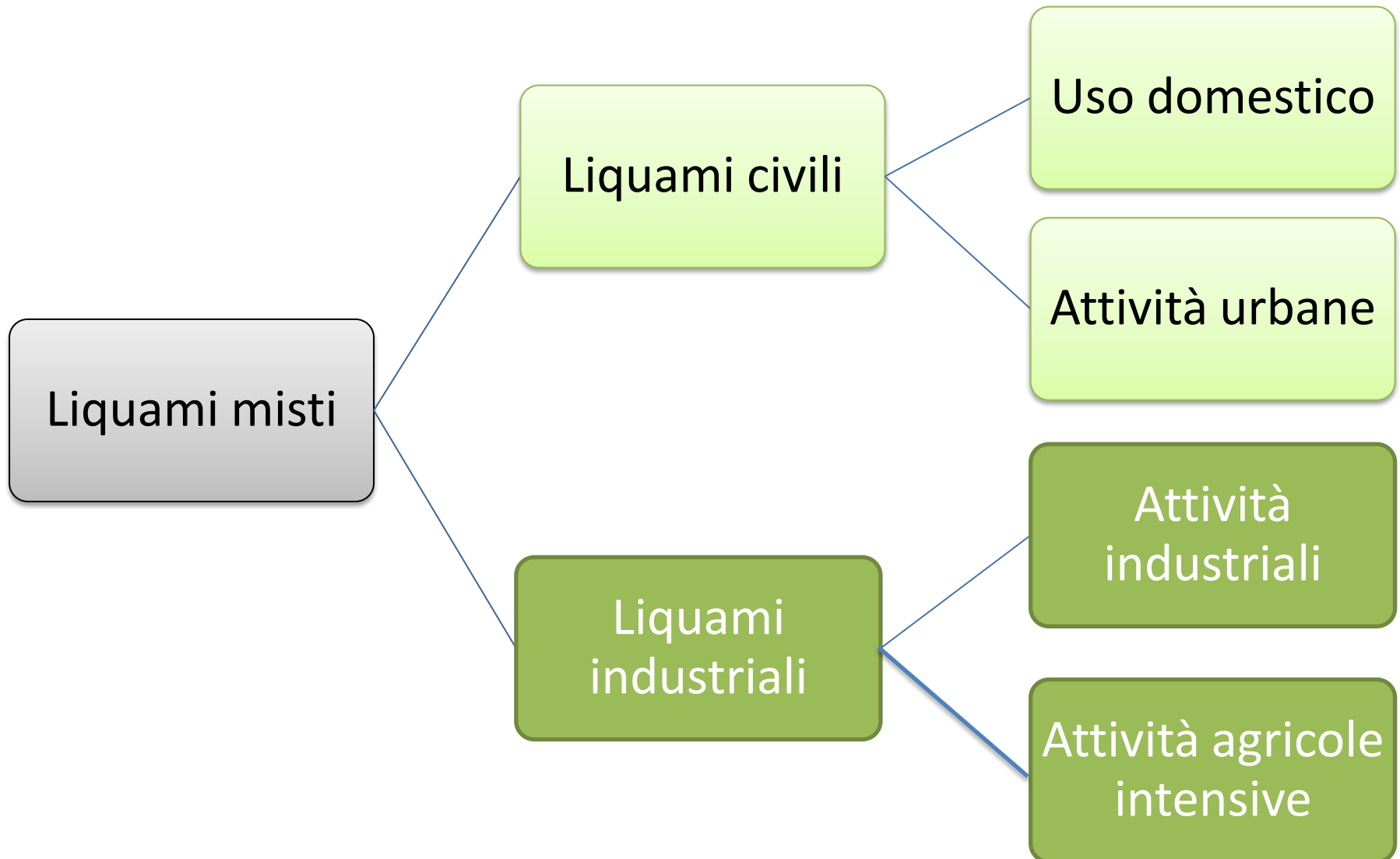
- È un processo naturale che trasforma sostanze di rifiuto in sostanze utili ad opera di microrganismi presenti nel sistema in un intervallo di tempo relativamente breve.
- E' inattuabile quando la concentrazione dei materiali di rifiuto è così elevata da richiedere tempi troppo lunghi



La funzione dei Depuratori

- Le acque Reflue arrivano ai depuratori, dove subiscono dei trattamenti artificiali che hanno il compito di abbreviare i tempi di depurazione.
- fino ad ottenere un'acqua che possa essere scaricata nei corpi idrici esistenti senza danneggiarne l'ecosistema e rispettando i limiti stabiliti dalla legge.

Classificazione dei liquami



Trattamenti delle acque reflue

Nei depuratori il liquame è sottoposto ad una serie di trattamenti che consentono la rimozione dei fattori inquinanti sia chimici che biologici calibrando gli interventi a seconda della provenienza e della composizione.

Le operazioni effettuate si suddividono in trattamenti PRIMARI, SECONDARIO e TERZIARIO

Trattamenti primari (FISICI), per la rimozione delle particelle solide (sabbie o altri materiali estranei) e di oli, grassi e schiume;

Trattamenti secondari (BIOLOGICI), per la rimozione della sostanza organica

Trattamenti terziari (CHIMICI) per la rimozione di eventuali sostanze chimiche come fosfati, nitrati, nitriti

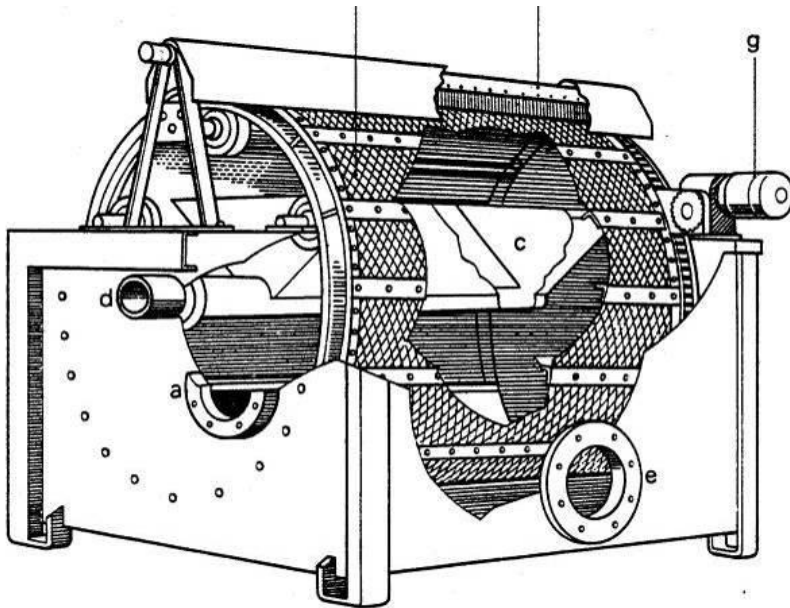
Trattamenti primari- FISICI

Sono quelli che separano dal liquame tutte le sostanze che possono eliminarsi con mezzi meccanici;

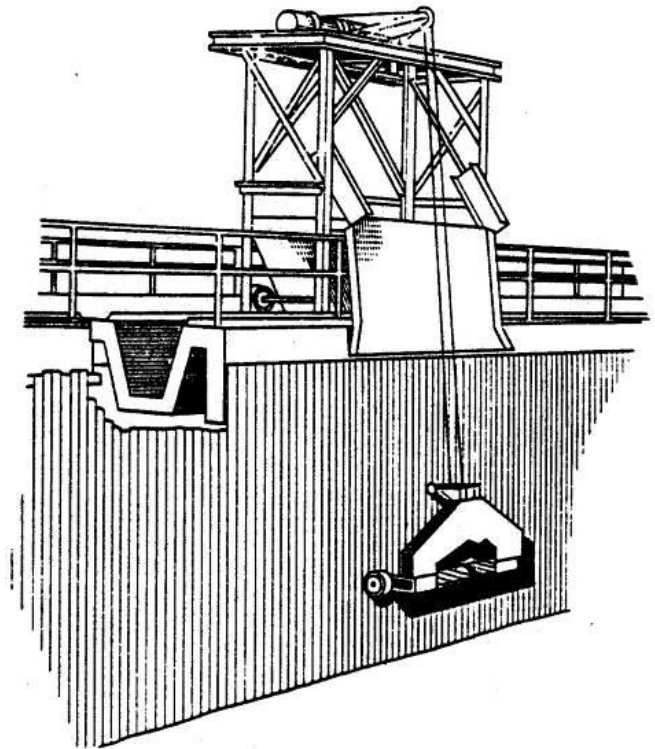
comprendono i ***trattamenti preliminari*** (griglie grosse e sottili, dissabbiatori, eliminatori di grassi) e la ***sedimentazione*** che serve a separare il *fango fresco di fogna*.

Trattamenti primari- Grigliatura

Ha la funzione di intercettare i corpi grossolani presenti nel liquame grezzo. Il grigliato viene smaltito come rifiuto solido urbano.



Griglia fine a tamburo rotante

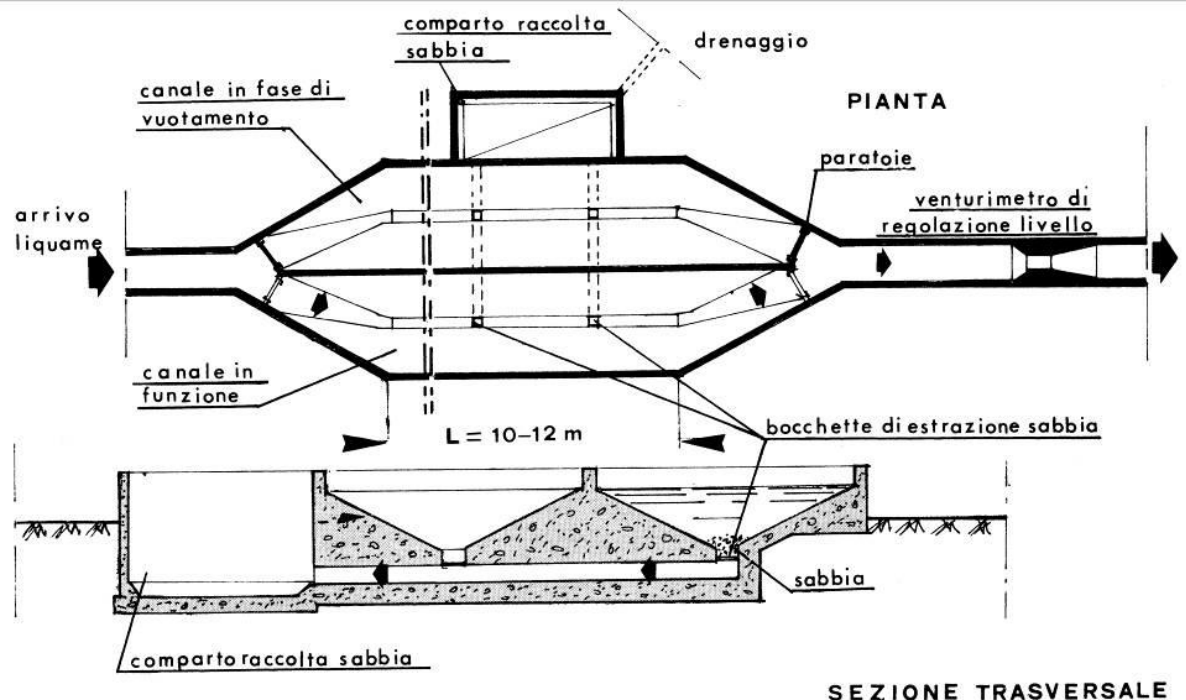


Griglia grossolana con rastrello di pulizia montato su ponte viaggiante

Trattamenti primari- Dissabbiatura

E' indispensabile a valle dei sistemi fognari per eliminare le sabbie sospese. Si utilizzano dissabbiatori a canale,

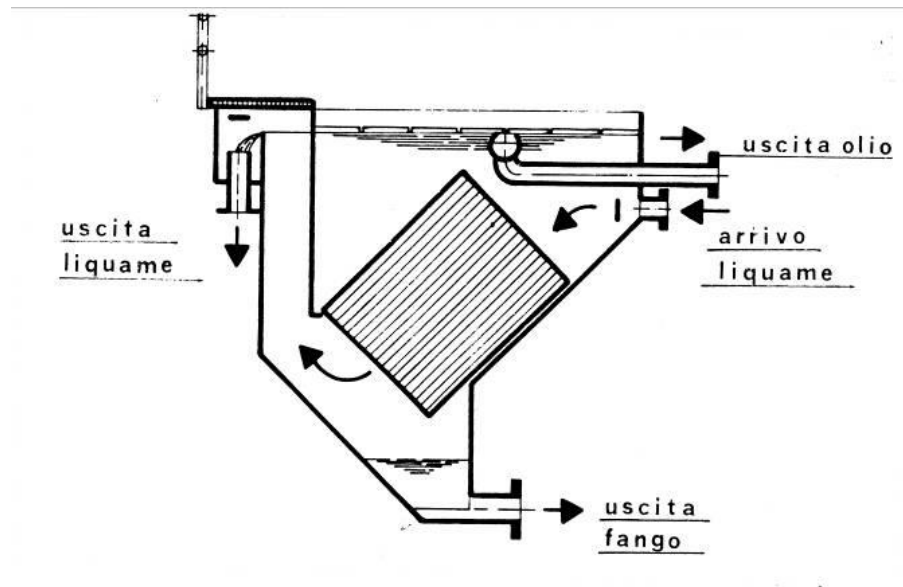
con lo scopo di creare in tutta la sezione liquida una velocità costante, permettendo la sedimentazione della sabbia.



Dissabbiatore a canale per piccoli impianti

Trattamenti primari- **Disoleazione**

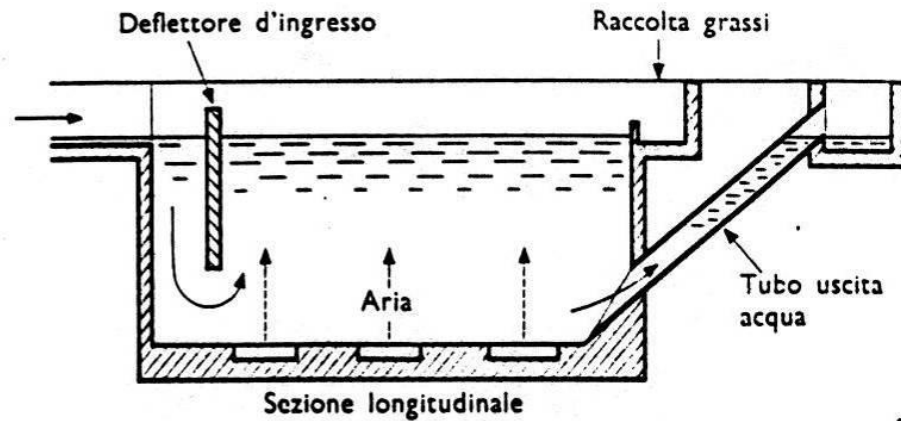
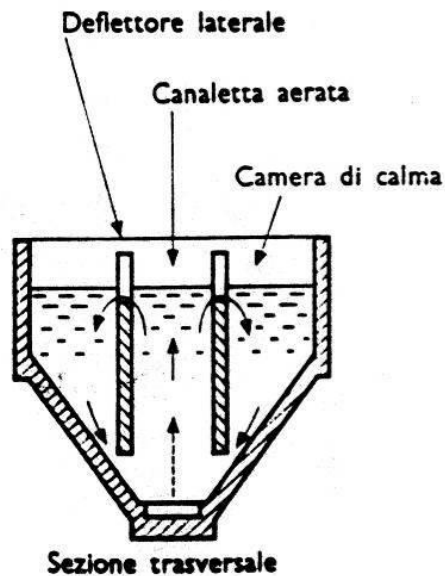
L'abbattimento degli oli e dei grassi mediante particolari tipi di **vasche di disoleatura**, dotate di un pacco di lamelle metalliche.



Disoleatore con pacco lamellare

Disoleazione e Flottazione

- Questa fase di trattamento comporta anche l'eliminazione dei residui leggeri ("schiume").



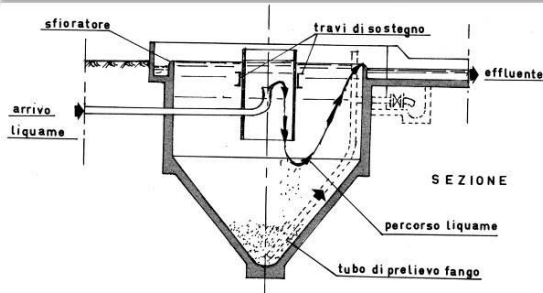
Trattamenti primari- Sedimentazione

Nella sedimentazione si sfrutta la forza di gravità per separare dall'acqua le particelle solide "sedimentabili", con peso specifico maggiore di quello dell'acqua. Essa si realizza in vasche appositamente conformate, in modo da facilitare:

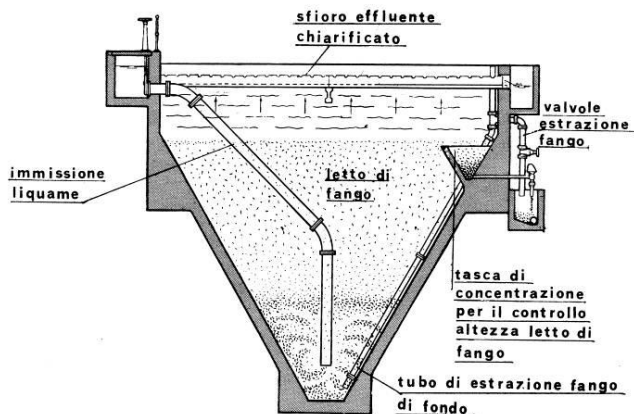
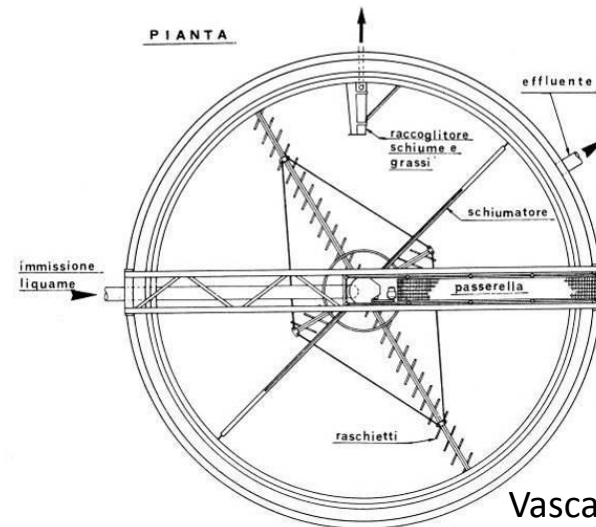
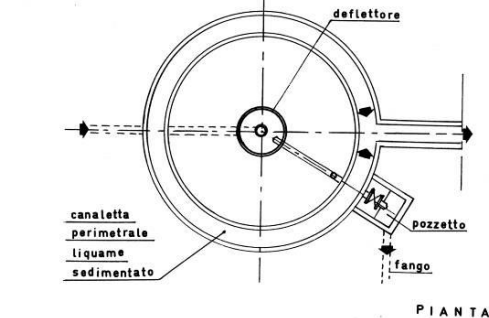
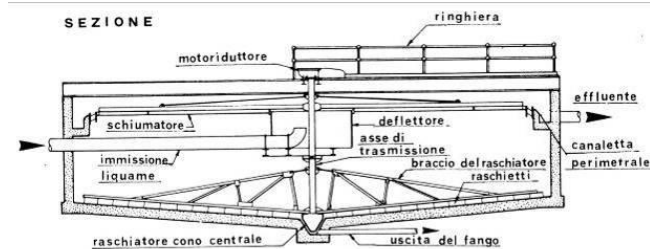
- la separazione delle particelle dal mezzo liquido;
- la raccolta delle particelle, come fango;
- la concentrazione del fango;
- l'allontanamento del fango.

Per facilitare la sedimentazione occorre che sia assicurato un sufficiente tempo di detenzione del liquido nella vasca.

Sedimentazione



Vasca di sedimentazione a flusso ascendente tipo "Dortmund" di forma cilindrica



Vasca di sedimentazione a "letto di fango"

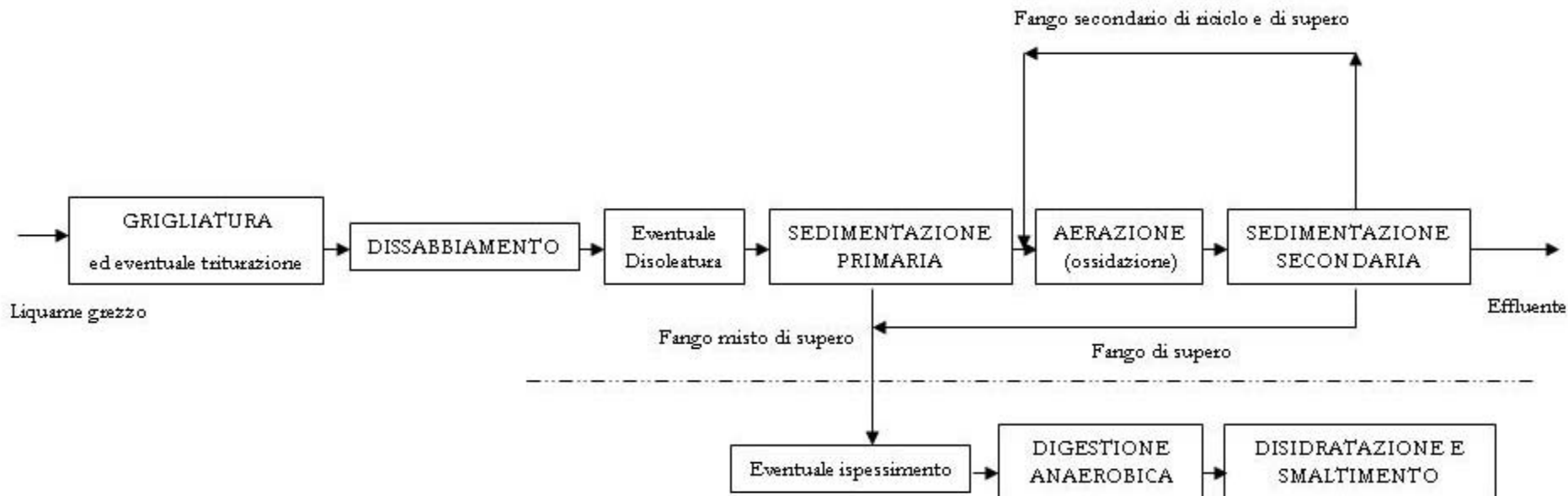
Vasca di sedimentazione a pianta circolare, flusso radiale, con raccolta meccanica del fango.

Trattamenti secondari- BIOLOGICI

- Detti anche ***trattamenti ossidativi***, valgono ad eliminare dal liquame le sostanze organiche semidisciolte e disciolte; vengono trasformate, per mezzo dell'azione dei ***microrganismi aerobi***, in sostanze sedimentabili, ed una parte minore rimane nell'effluente in forma disciolta, dopo essere stata ossidata e perciò resa imputrescibile.
- Ogni trattamento biologico richiede quindi una successiva sedimentazione, detta ***sedimentazione finale***.

Impianti a FANGHI ATTIVI

Il processo a fanghi attivi è un trattamento biologico aerobico in cui si separa in un sedimentatore secondario l'effluente chiarificato dalla biomassa estratta sotto forma di fango attivo.



Fanghi attivi

La biomassa attiva è prodotta nella vasca di aerazione per degradazione aerobica del substrato organico e assimilando parte della sostanza organica e dei nutrienti.

La biomassa accumulata in vasca viene mantenuta in sospensione e reintegrata mediante l'apposito ricircolo dei fanghi.

Solo i fanghi prodotti in eccesso rispetto alle esigenze di stabilità del processo vengono periodicamente allontanati sotto forma di fanghi di supero.

Impianti a FILTRI PERCOLATORI

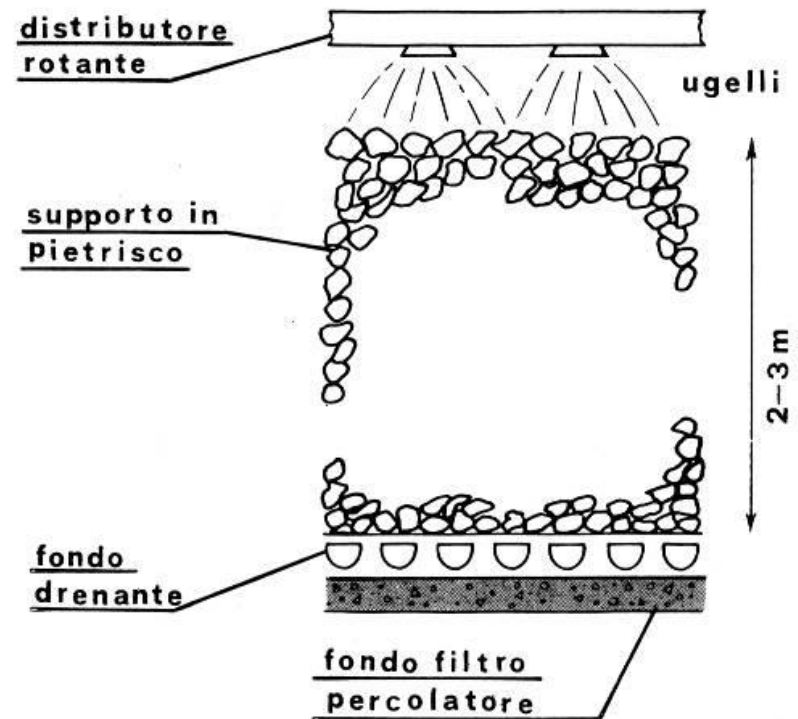
Il trattamento biologico può essere condotto utilizzando l'azione di colonie batteriche adese che si sviluppano in pellicole su idonei supporti. A differenza dei processi a fanghi attivi, la biomassa non risulta più sospesa nell'effluente.

Vantaggi:

- *una maggiore capacità dei filtri percolatori di riprendersi rapidamente da punte improvvise di carico organico;*
- *la scarsa formazione di schiume;*
- *il funzionamento molto più tranquillo della fase di sedimentazione finale, dato il carico superficiale di solidi sospesi assai più ridotto;*
- *la produzione di un fango di supero comunque più facilmente sedimentabile ed ispessibile;*
- *l'assenza o comunque la ridotta presenza di apparecchiature elettromeccaniche.*

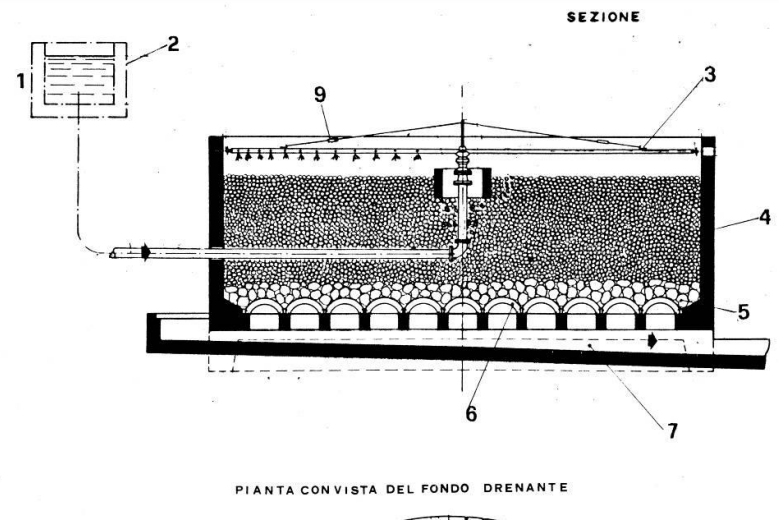
Letti percolatori

- Tra i processi a biomassa adesa si possono menzionare i **letti percolatori**. Il letto percolatore è costituito da una massa di materiale (pietrisco, pezzi di carbone coke, scorie di altoforno, ecc) dell'altezza di alcuni metri (2÷3 m) contenuto in una parete perimetrale generalmente cilindrica .



Letti percolatori bis

Il liquame viene spruzzato sopra la superficie del filtro e percola attraverso lo strato di pietrisco. Il liquame si raccoglie alla base dello stesso, dove un sistema di canalette lo convoglia fuori dal letto percolatore.



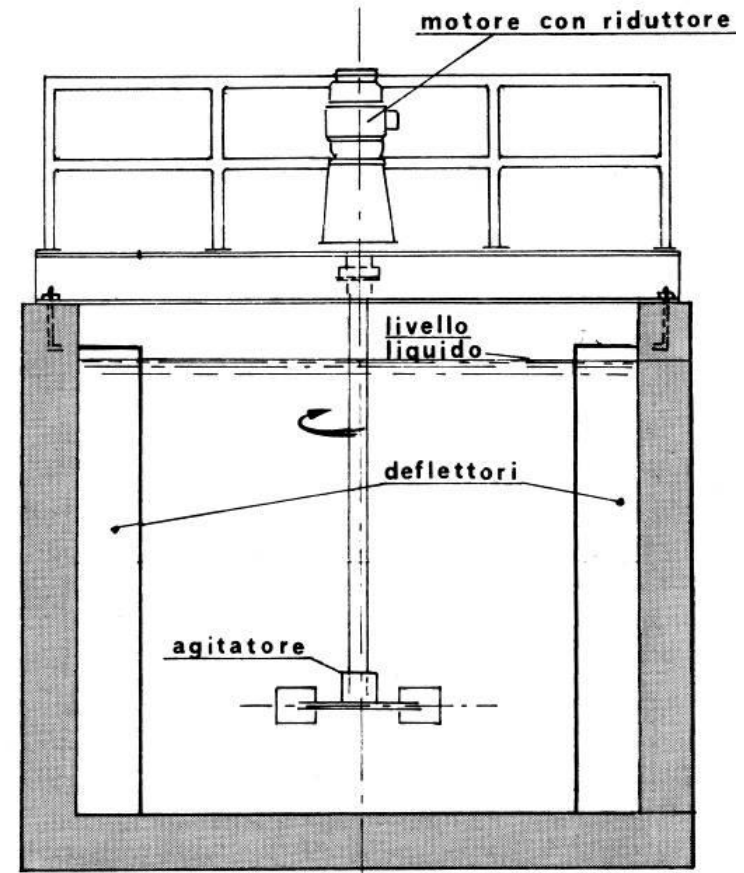
In tal modo il pietrisco viene a costituire un supporto ove attecchiscono i microrganismi che costituiscono la pellicola biologica, alimentata dalle sostanze contenute nel liquame che scorre attraverso il letto in un ambiente ove è assicurata la presenza di ossigeno. Gli organismi costituenti la membrana adsorbono e degradano le sostanze organiche disciolte e colloidali presenti nei liquami.

Trattamenti terziari-CHIMICI

- Sono quelli che prevedono **l'aggiunta di reagenti chimici** che svolgono determinate attività quali la flocculazione con l'utilizzo di cloruro ferrico, o ipoclorito di sodio utilizzato nella disinfezione.
- La necessità di **migliorare la qualità** degli effluenti ossidati ha portato a considerare l'opportunità di sottoporre gli effluenti del trattamento ossidativo ad ulteriori processi: nell'insieme definiti di *terzo stadio o terziari*.

Trattamenti chimici coagulanti

Il liquame grezzo, dopo i trattamenti preliminari, viene mescolato con reagenti chimici: le particelle colloidali (organiche ed inorganiche), in sospensione stabile grazie a repulsioni di cariche elettriche dello stesso segno, vengono destabilizzate dai reagenti chimici aggiunti con conseguente **coagulazione** che avviene in modo rapido.



Nitrificazione

La nitrificazione è un trattamento biologico aerobico a biomassa sospesa o adesa in cui opportune specie batteriche realizzano l'ossidazione dell'azoto ammoniacale (-NH_4^+) ad azoto nitroso (-NO_2) prima e nitrico (-NO_3) poi.

Lo scopo è di ottenere un effluente povero di azoto ammoniacale.

È un processo svolto da batteri autotrofi chemiosintetici aerobi, che utilizzano il carbonio inorganico (CO_2) e l'azoto ammoniacale per la sintesi cellulare ottenendo l'energia per il loro metabolismo dall'ossidazione dell'azoto ammoniacale a nitriti e nitrati e servendosi dell'ossigeno molecolare (O_2) come accettore di elettroni.

Denitrificazione

La denitrificazione è un trattamento biologico a biomassa sospesa o adesa in condizioni anossiche (assenza di ossigeno molecolare con presenza di ossigeno combinato) in cui opportune specie batteriche realizzano la rimozione dell'azoto nitrico ($-\text{NO}_3$) riducendolo ad azoto molecolare (N_2).

Lo scopo è di ottenere un effluente povero di nitriti e nitrati per preservare i corpi idrici soggetti ad uso idropotabile ed i bacini a debole ricambio dai fenomeni di eutrofizzazione.

Fosforo

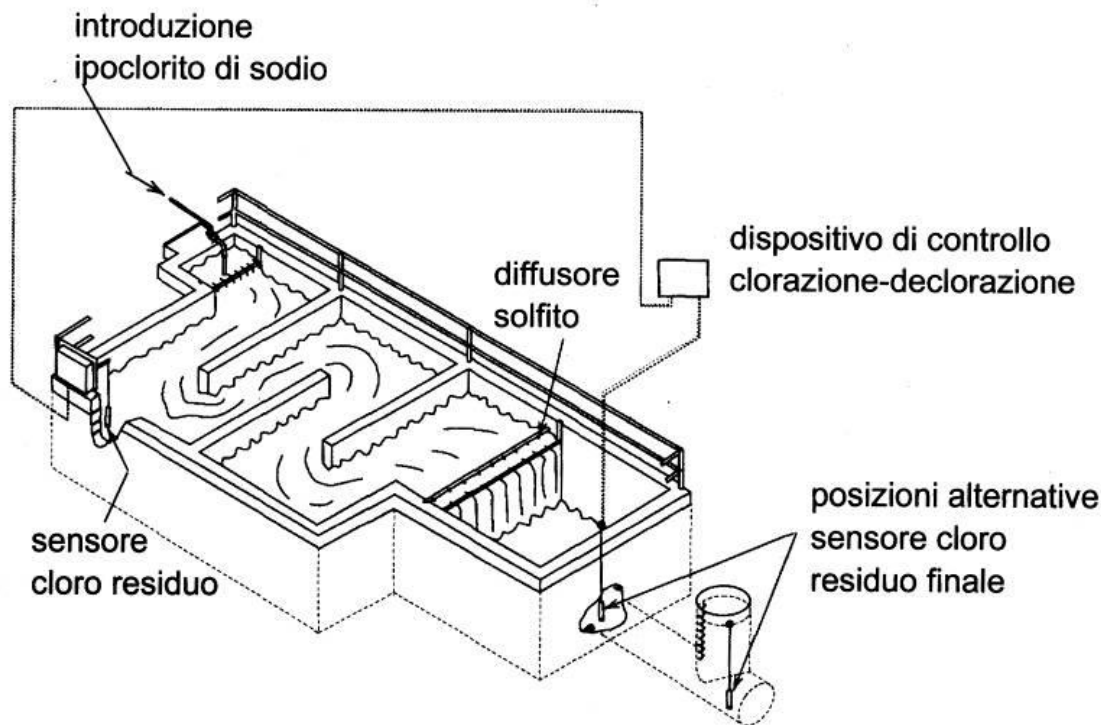
La **precipitazione del fosforo** è un trattamento in cui vengono aggiunti reagenti chimici allo scopo di ottenere un effluente povero di fosforo in modo da preservare i bacini idrici a debole ricambio dai fenomeni di eutrofizzazione. Il trattamento chimico, oltre alla precipitazione di fosfati solubili, può determinare anche un positivo effetto di coagulazione e flocculazione sui solidi sospesi.

TRATTAMENTI DI DISINFEZIONE

La disinfezione è un trattamento chimico (o più raramente fisico) in cui avviene la distruzione dei microrganismi patogeni (batteri, virus e protozoi) presenti.

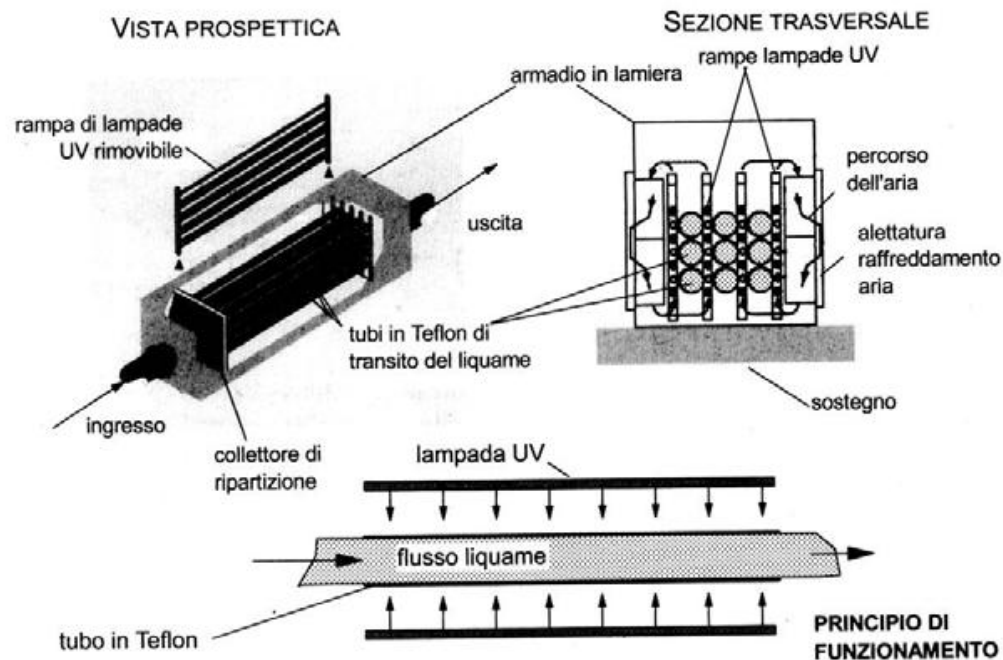
Lo scopo è di produrre un effluente scaricabile nel corpo idrico ricettore senza rischi igienico-sanitari .

Sono stati individuati diversi agenti disinfettanti di tipo chimico (cloro e suoi composti, bromo e suoi composti, ozono, acido peracetico, ecc.) e fisico (raggi ultravioletti, raggi, calore, ecc.).



Vasca di clorazione

Impianto UV con lampade esterne



Schema di trattamento delle acque reflue

