



scienza attiva[®]

**EDIZIONE 2015/2016
AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E SOSTENIBILITA'**

La depurazione delle acque reflue

Silvano Iraldo

Società Metropolitana Acque Torino (SMAT)



Documento di livello: B

Un progetto di


agorà scienza
centro interuniversitario



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO


scienza attiva[®]

Impianti trattamento acque reflue

Esistono di fatto solo due grandi tipologie di impianti di trattamento per le acque di scarico:

- Impianti trattamento acque civili o assimilabili alle civili di tipo biologico
- Impianti di trattamento delle acque industriali di tipo chimico/fisico

All'interno di queste due maxi categorie esistono infinite tipologie di trattamento, a volte combinate tra di loro

Chi controlla gli inquinamenti ?

- I controlli vengono effettuati dall' ARPA Agenzia Regionale per l' ambiente.
- In provincia di Torino esistono vari dipartimenti: Torino, Ivrea, Venaria.....
- Tutti i campioni prelevati vengono esaminati nel laboratorio ARPA di Grugliasco.
- Esiste anche un organismo sovraregionale, ovvero di carattere nazionale.
- Sono il reparto speciale del Corpo dei Carabinieri denominato NOE, ovvero NUCLEO ECOLOGICO OPERATIVO.
- Si occupa essenzialmente di fenomeni di interesse nazionale, trattamento rifiuti e documentazione inerente gli smaltimenti (ECOMAFIA)

Chi autorizza gli scarichi ?

- Per gli scarichi in fognatura, l' autorizzazione è rilasciata dal Comune o dall' Ente gestore del servizio idrico.
- Per gli scarichi in corpi d' acqua superficiali, viene rilasciata dalla Provincia.
- In questo caso ha una durata di 4 anni ed è soggetta a tutta una serie di prescrizioni in funzione della tipologia dello scarico e del corpo ricettore.

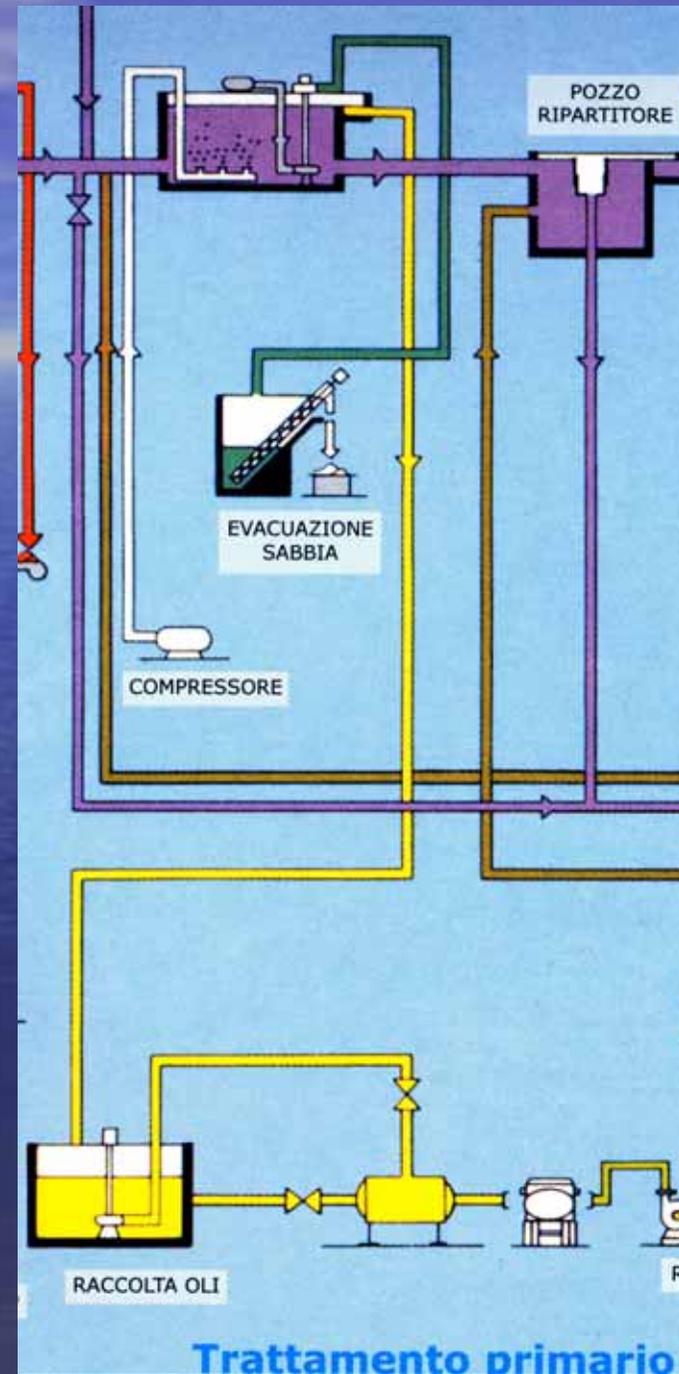
Griglie automatiche



Griglie manuali



Dissabbiatore Disoleatore



Effettosabbia



Cosa si intende per fango attivo ?

Il **FANGO ATTIVO** di un impianto di depurazione biologico è una coltura microbica arricchita, che cresce aggregata alle particelle organiche ed inorganiche di cui si nutre. In genere, la biomassa che si sviluppa nel fango è costituita al 95% da batteri e per la restante parte da organismi più complessi (protozoi e metazoi).

Il ruolo di questa biomassa nel processo depurativo è duplice:

1. metabolizzare la sostanza organica contenuta nei liquami
2. costruire dei fiocchi di fango capaci di separarsi per gravità dall'acqua all'interno del sedimentatore finale.

Questa seconda fase presenta abbastanza frequentemente delle difficoltà, che possono essere ascritte a differenti "patologie" del fango attivo; l'effetto associato a tali disfunzioni può essere un globale peggioramento della qualità dell'effluente finale, la massiccia formazione di schiume sulla superficie delle vasche aerate o dei sedimentatori secondari, la copiosa fuoriuscita di fango dai sedimentatori, ecc.

Cosa si intende per fango attivo ?

Il processo a fanghi attivi si basa sulla formazione di aggregati batterici (fiocchi di fango) su cui altri microrganismi possono svilupparsi. Nei fanghi attivi la componente biotica è rappresentata dai **decompositori** (batteri, funghi) che prendono l'energia per il loro sviluppo dalla sostanza organica disciolta nel liquame, e dai **consumatori** (flagellati eterotrofici, ciliati, rizopodi e piccoli metazoi) che predano i batteri dispersi e altri organismi. Pertanto, nella vasca di aerazione degli impianti a fanghi attivi si stabilisce una vera e propria catena alimentare in cui popolazioni differenti di microrganismi sono in continua competizione per il cibo. La crescita dei decompositori, prevalentemente batteri, dipende dalla quantità di sostanza organica disciolta nel liquame in ingresso. Per i predatori, invece, la crescita dipende dalla disponibilità di prede. I batteri dispersi sono quindi il cibo per i flagellati e per i ciliati che a loro volta diventano preda degli altri organismi carnivori. Le relazioni di competizione e predazione creano delle oscillazioni e successioni di popolazioni sino al raggiungimento di una stabilità dinamica.

Cosa si intende per fango attivo ?

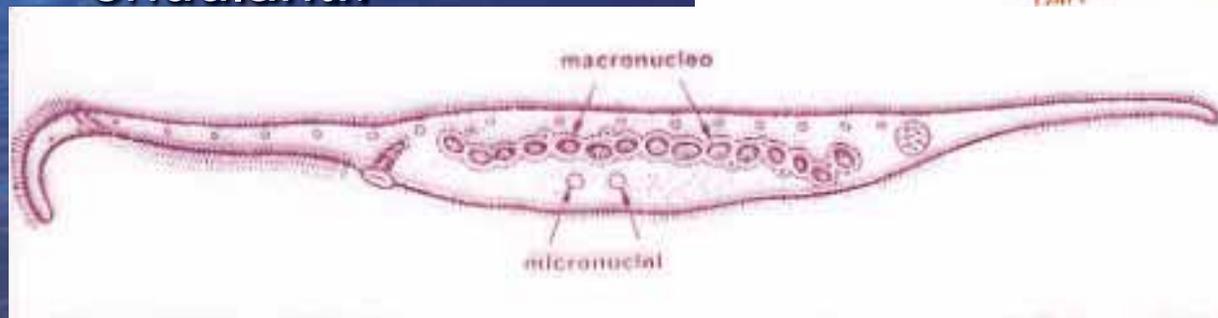
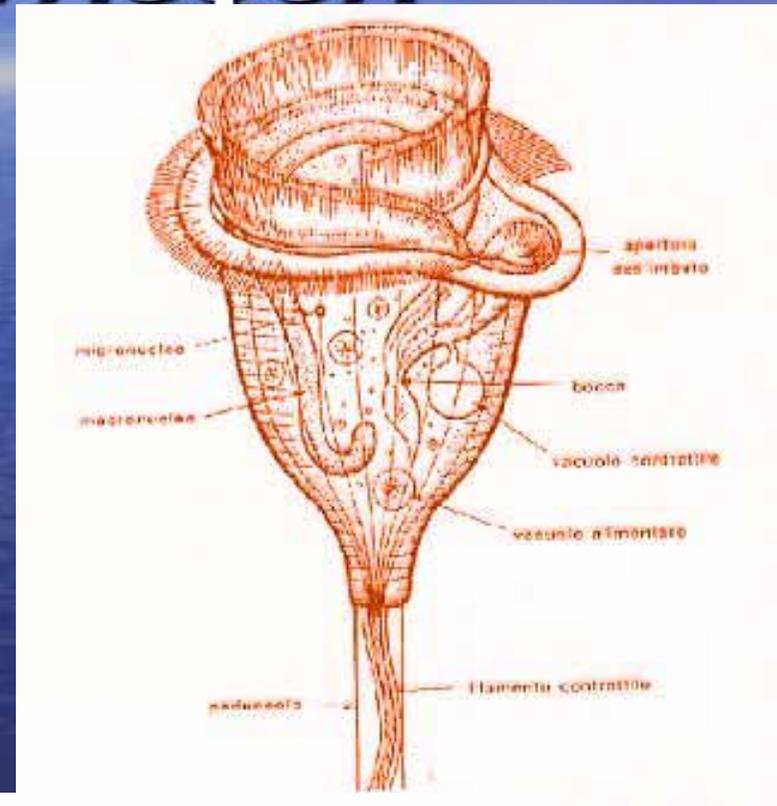
I protozoi ciliati sono molto numerosi in tutti i tipi di processi di trattamento biologico dei liquami; la maggior parte dei ciliati presenti negli impianti di trattamento biologico dei liquami si nutre di batteri dispersi (ciliati batteriofagi). Alcuni ciliati, tuttavia, sono predatori di altri ciliati e altri ancora si alimentano di una varietà di organismi tra cui batteri dispersi, ciliati e flagellati. E' stato dimostrato che i protozoi ciliati migliorano la qualità dell'effluente attraverso la predazione della maggior parte di batteri dispersi che continuamente entrano nel sistema con il liquame da trattare. In assenza di ciliati l'effluente è caratterizzato da BOD più elevato e da alta torbidità per la presenza di molti batteri dispersi.

I ciliati batteriofagi dei fanghi attivi possono essere suddivisi in tre gruppi funzionali sulla base del loro comportamento:

1. *natanti* che nuotano nella frazione liquida e rimangono in sospensione nella vasca di sedimentazione (dilavati con l'effluente). Es. Paramecium
2. *mobili di fondo* che abitano la superficie del fiocco di fango. Es. Aspidisca, Chilodonella
3. *sessili* che sono stabilmente fissati mediante un peduncolo, al fiocco di fango e quindi precipitano con esso durante la sedimentazione. Es. Vorticella, Opercularia.

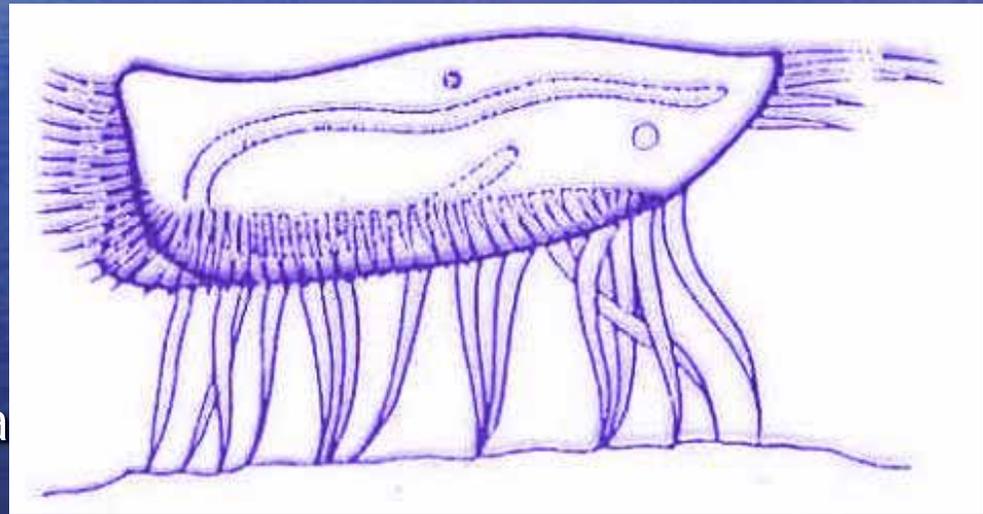
NOSTRI PROBLEMI: MUOVERCI NELL'ACQUA

- E' un problema per chi non ha scheletro e muscoli per nuotare. **Un accorgimento**, sia per mangiare che per muoversi, è quello di agitare velocemente ciglia e flagelli o membrane ondulanti.



I NOSTRI PROBLEMI: MUOVERCI NELL'ACQUA

- **Ecco un altro accorgimento.**
- Siamo molto piccoli, così l'attrito dell'acqua sulla superficie del corpo ci impedisce di affondare velocemente.
- Ci conviene essere molto leggeri e magari possedere bolle d'aria, così sfruttiamo la spinta di Archimede per la quale
- ...un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del volume di liquido spostato....

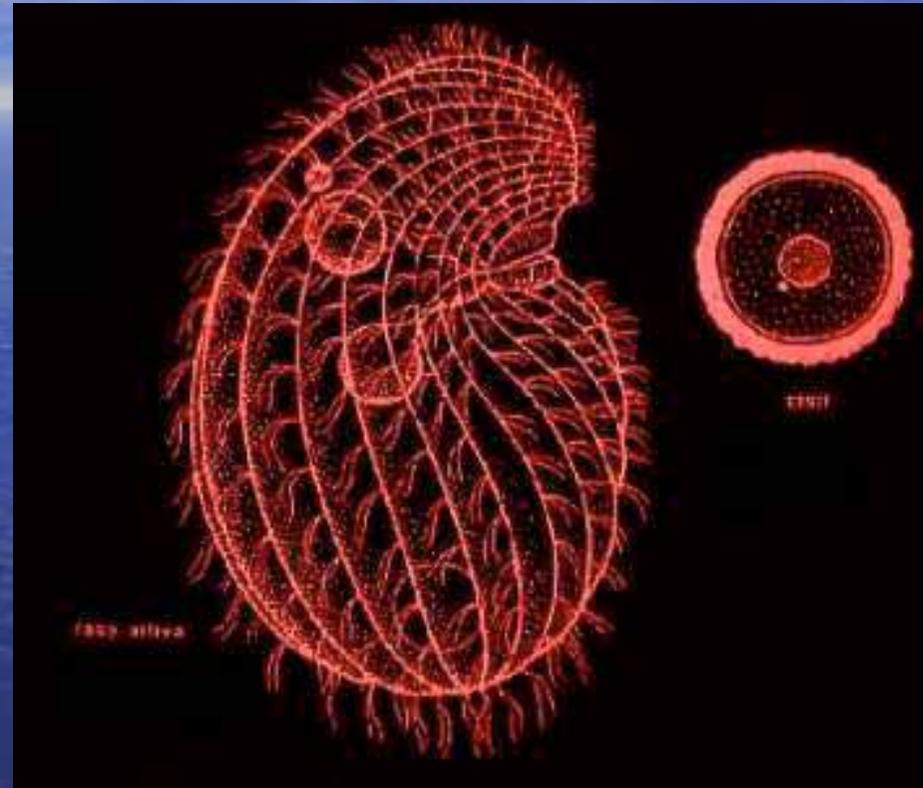


Cosa si intende per fango attivo ?

- Come già detto, la maggior parte dei ciliati si nutre di batteri dispersi. Tuttavia i ciliati mobili di fondo, avendo la bocca posta in posizione ventrale, possono “raschiare” i batteri adagiati sulla superficie del fiocco. Tutti i ciliati batteriofagi creano delle correnti ciliari per incanalare i batteri dispersi verso la bocca. Così, mentre ciliati natanti e sessili entrano in competizione per i batteri dispersi nella frazione liquida, i mobili di fondo occupano una differente nicchia ecologica, nutrendosi di particelle che sono solo lievemente adagate sul fiocco.

NOSTRI PROBLEMI: PROTEGGERCI

- Quando le condizioni ambientali sono sfavorevoli:
- perchè non c'è più cibo disponibile
- perchè non c'è più acqua disponibile
- perchè ci piaceva l'ospitalità di una pancia e siamo stati scacciati....
- ...ci mettiamo una corazza e ci chiudiamo proteggendoci da tutto quello che non ci piace: diventiamo UNA CISTE e siamo allora molto resistenti e duraturi.
- Solo ogni tanto ci **riproduciamo** sessualmente con un compagno scambiandoci parte dei micronuclei; di solito ci dividiamo frequentemente in due e da un vecchietto diventiamo due ragazzini!
- Perchè siamo sopravvissuti fino ad oggi?
- Perchè nel nostro **PICCOLISSIMO** sappiamo fare di **tutto!**



Cosa si intende per fango attivo ?

Le relazioni di competizione e predazione creano delle oscillazioni e successioni di popolazioni sino al raggiungimento di una stabilità dinamica. Si possono identificare tre fasi che si susseguono dalla fase di innesco del sistema sino alla fase di stabilizzazione. La fase iniziale dell' impianto è caratterizzata dalla presenza di specie tipiche del liquame da trattare. Queste specie "pioniere" sono rappresentate principalmente da ciliati natanti, che sono indipendenti dalla presenza del fango. Con il formarsi del fango attivo, esse devono competere con specie meglio adattate all' ambiente e rapidamente declinano. La seconda fase è caratterizzata dal forte sviluppo delle forme sessili e mobili di fondo, mentre le forme natanti vanno progressivamente scomparendo nella terza fase di stabilizzazione del sistema, poiché dilavate con l' effluente (restano in sospensione nella vasca di sedimentazione). Nella fase di stabilizzazione si crea un bilanciamento tra carico organico e fango prodotto, rimosso e riciclato.

Un impianto a regime non dovrebbe ospitare specie caratteristiche della prima fase di formazione del fango, a meno di malfunzionamenti che provochino un regresso nelle condizioni ambientali, come perdite di fango, carenze di ossigenazione, variazioni nel tempo di ritenzione del liquame e nell' età del fango, variazioni importanti nel carico in ingresso, presenza di sostanze tossiche. La composizione della microfauna è quindi un valido strumento diagnostico ad integrazione dei parametri con cui solitamente si valuta l' efficienza biologica di depurazione del fango attivo.

In sintesi, un efficiente fango attivo presenta le seguenti caratteristiche:

1. alta densità della microfauna
2. microfauna composta principalmente da forme sessili e mobili di fondo
3. comunità altamente diversificata, dove nessun gruppo o specie domina sugli altri.

Cosa si intende per fango attivo ?

Un esempio di disfunzioni dovute alla predominanza di un gruppo sugli altri è il **bulking**.

Per bulking si intende la presenza di un fango gonfio che si compatta poco e lentamente e che fatica a sedimentare.

Nella formazione del fiocco di fango sono normalmente presenti sia batteri “fiocco-formatori” capaci di produrre una matrice gelatinosa, che batteri filamentosi, che conferiscono al fiocco un’ossatura, per dare al articolato organico, inorganico e agli altri batteri una struttura portante. In presenza di un corretto rapporto tra questi due gruppi, il fiocco avrà dimensioni medio-grandi e sarà abbastanza pesante per separarsi dalla frazione liquida. Quando invece i batteri filamentosi si accrescono eccessivamente, si protendono al di fuori del fiocco creando ponti tra i fiocchi oppure dando origine a fiocchi a maglia larga, leggeri che sedimentano con difficoltà.

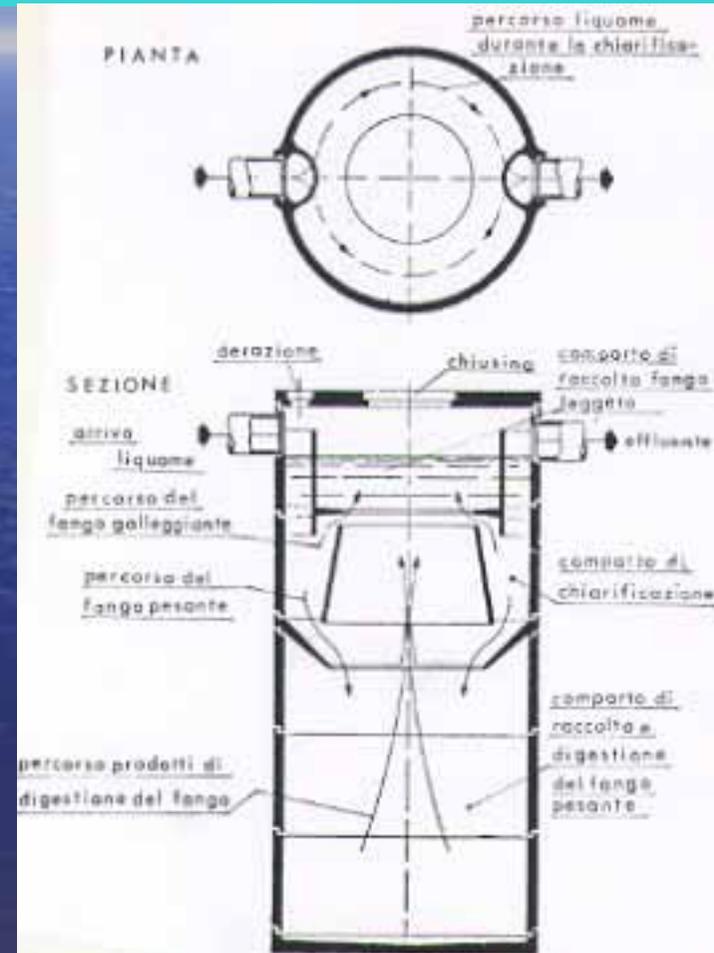




Fossa Imhoff



Fossa Imhoff



Container



Impianto di depurazione in container

Percolatore



Fanghi attivi

Impianto di depurazione biologico



Diffusori a bolle fini



Ossigeno liquido



Turbina superficiale



Biorulli

Impianto di depurazione biologica a biorulli



Sedimentatore circolare



Sedimentatore rettangolare tipo “va e vieni”

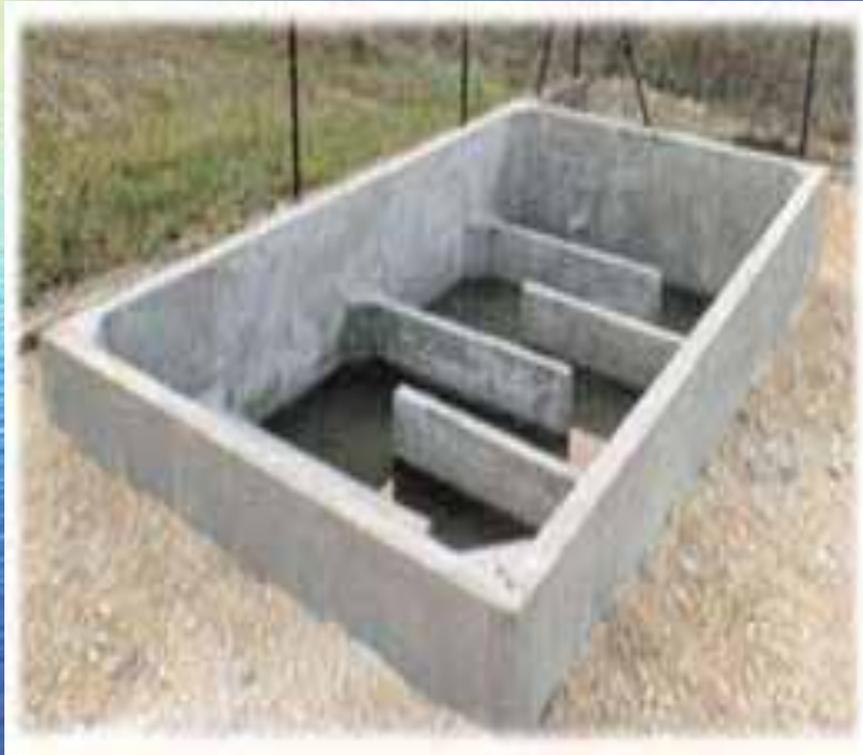


Filtrazione finale



Impianto di affinamento

Clorazione



Clorazione

L'acqua prodotta da un depuratore civile tradizionale, non è di certo utilizzabile direttamente per gli scopi umani e tanto meno come acqua potabile.

La percentuale di abbattimento dei parametri inquinanti varia infatti da un massimo del 90-95% per alcune sostanze, fino ad un 50 % su altri componenti come i tensioattivi (detersivi domestici e industriali).

Per alcune altre sostanze come i metalli pesanti, idrocarburi, pesticidi ecc. il loro rendimento è praticamente nullo.

Le acque reflue contengono inoltre una elevata carica batterica residua composta da coliformi fecali, escherichia coli ecc...

Per eliminare queste ultime sostanze, l'unico sistema è la disinfezione mediante aggiunta di disinfettanti chimici tra i quali il più importante è l'ipoclorito di sodio (commercialmente conosciuta come conegrina o varechina).

Questa sostanza, fortissimo ossidante, distrugge il nucleo dei vari microrganismi impedendone la riproduzione.

Approfonditi studi chimico/biologici hanno tuttavia evidenziato come il cloro, combinandosi con le sostanze disciolte ancora presenti nello scarico quali fenoli, composti ammoniacali, composti alogenati, crei delle sostanze riconosciute come cancerogene.

Tali sostanze sono inoltre capaci di fissarsi in modo persistente sugli organismi viventi andando a pregiudicare la salute di tutta la filiera agroalimentare.

Di conseguenza la clorazione avviene solo sotto autorizzazione e diretto controllo delle Autorità Pubbliche (ARPA E ASL): in particolari condizioni ed in caso di superiore rischio per la salute pubblica.

Altri composti sono usati per la disinfezione degli scarichi, come l'acido peracetico ma per problemi di costo non hanno ancora preso piede

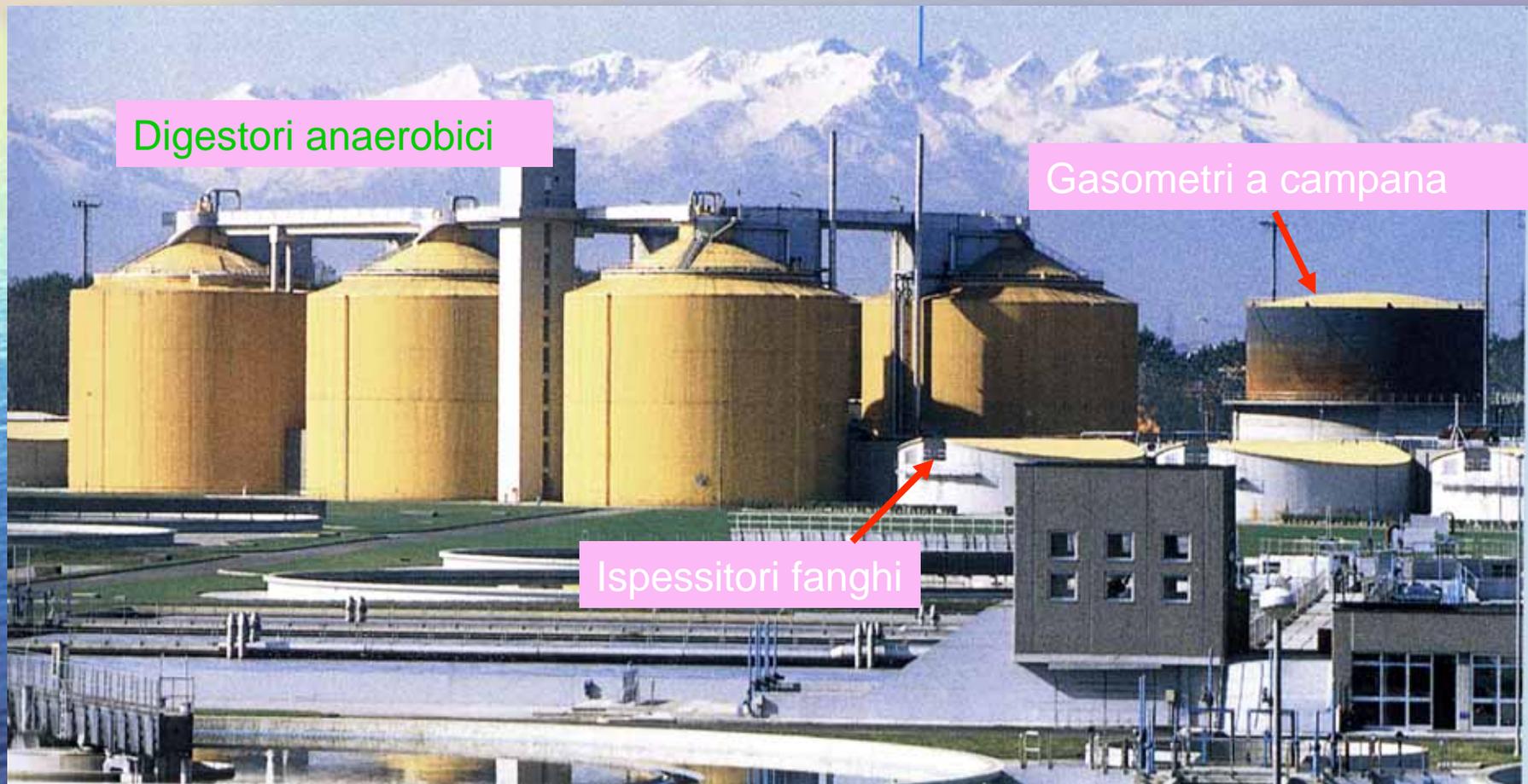
Digestione fanghi

- Come indicato precedentemente, i batteri contenuti nel fango biologico, in assenza di nuovi nutrienti, si “mangiano” tra di loro. Questo processo, chiamato digestione, permette di ridurre il volume dei fanghi e, mineralizzandolo, abbassarne gli effetti di putrescibilità.

Si riducono pertanto gli odori molesti e altri effetti sull'ambiente.

- Se questo fenomeno avviene in vasche aperte con l'apporto di ossigeno esterno, si chiama digestione “aerobica”, cioè in presenza di aria
- Se invece avviene al chiuso ed in assenza di ossigeno, si dice anaerobica. Solo in quest'ultimo caso, abbiamo la formazione di una miscela detta biogas costituita al 65% circa di metano e per il resto da anidride carbonica e altri composti minori.
- Questo biogas può essere bruciato in appositi motori, producendo energia elettrica e acqua calda per il tele riscaldamento
- Vista la complessità ed i costi, queste sezioni vengono realizzate solo per impianti molto grossi

Digestori e gasometri



Smaltimento fanghi

- Dopo la digestione, i fanghi vengono ulteriormente addensati in vasche tronco coniche fino ad una concentrazione del 5-7%. a questo punto sono sottoposti ad un trattamento di disidratazione meccanica (eliminazione dell'acqua) mediante pressatura, centrifugazione, essiccamento ecc .. raggiungendo una percentuale di secco variabile tra il 20% e il 50%.
- Il solido palabile così ottenuto può essere smaltito, a seconda delle sue caratteristiche , principalmente nei seguenti modi:
- Discariche di prima categoria (insieme ai rifiuti urbani RSU)
- Impianti di compostaggio per miscelazione con altri RSU
- Spandimento diretto sul terreno
- Impianti di incenerimento

Tutta la normativa riguardante i fanghi ed i rifiuti è regolamentata dal Decreto Legislativo n° 22/1997, conosciuto come decreto Ronchi.

Gran parte delle violazioni a questo decreto sono di natura **PENALE**

Filtro a nastri confluenti



Impianti industriali

- Tutte le attività industriali che utilizzano e scaricano delle acque residue della propria lavorazione, debbono rispettare dei precisi limiti di legge per le varie sostanze contenute nelle stesse. (legge di riferimento D.Lgs 152/99 e s.m.i. del 11/05/99)
In caso contrario avviene un inquinamento.
- Che cosa è l' inquinamento?
- È lo scarico effettuato direttamente o indirettamente dall' uomo nell' ambiente idrico di sostanze o di energia le cui conseguenze siano tali da mettere in pericolo la salute umana, nuocere alle risorse viventi e al sistema ecologico idrico, compromettere le attrattive o stacolare altri usi legittimi delle acque (D.Lgs. 152/99 art. 2 comma z)
- Quali sono le sostanze inquinanti?
- Tutte le sostanze estranee contenute nell' acqua sono di fatto degli inquinanti.
- Alcune sostanze di tipo organico, in modesta quantità, possono essere più o meno lentamente "smaltite" in modo naturale nei corpi idrici (per effetto del sole, degli animali e fotosintesi)
- Altre sostanze di origine industriale (metalli come il cromo, mercurio, arsenico, olii minerali esausti (1 kg inquina 1 milione di kg), solventi, pesticidi, idrocarburi sono tossici anche in modestissime quantità e producono effetti nocivi duraturi nel tempo)
- Infine alcune sostanze contenute sia negli scarichi industriali che in quelli civili, come il fosforo e l' azoto, portano a un grave fenomeno chiamato eutrofizzazione cioè una proliferazione delle alghe e di forme superiori di vita vegetale, producendo un' indesiderata perturbazione dell' equilibrio degli organismi presenti nell' acqua e nella qualità delle acque interessate

Impianti industriali

Dove scaricano gli impianti industriali?



Acqua prelevata da acquedotti
pozzi, sorgenti, corsi d'acqua



Scarico in pubblica fognatura



mare



Lago



fiume

Impianti industriali

Tutte le sostanze tossico nocive devono essere sempre eliminate dallo scarico, poi....

- Lo scarico in pubblica fognatura prevede la presenza di un depuratore a valle quindi necessita della sola depurazione degli inquinanti industriali
- Lo scarico in mare impone parametri meno restrittivi, viste le caratteristiche e dimensioni del corpo ricettore (alcuni parametri non hanno limiti come i cloruri...)
- Il fiume rappresenta alcune criticità a causa dell' interazione con le falde, per l' uso irriguo e di potabilizzazione delle acque. Limiti più restrittivi
- Il lago rappresenta il bacino più delicato e sensibile all' inquinamento, soprattutto eutrofizzazione, a causa dello scarso ricambio di acqua e dell' elevata profondità dei fondali (sedimentazione di metalli pesanti)

Gli impianti di depurazione industriali vengono progettati tenendo conto di:

tipologia della lavorazione

quantitativo di scarichi prodotti

tipologia del corpo ricettore

possibilità di riutilizzo dell' acqua depurata

possibilità di riutilizzo o modalità di smaltimento dei rifiuti prodotti

Impianti industriali

Tecniche di depurazione

REAZIONE CHIMICO/FISICA

Ovvero aggiungere dei prodotti opportuni (reattivi) allo scarico in modo che i composti tossici si trasformino in sostanze meno aggressive (reazione chimica) facendoli precipitare nella soluzione acquosa e quindi separandoli con diversi sistemi (filtrazione, centrifuga, pressatura, essiccazione ecc.) prima di scaricare l' acqua al corpo ricettore (reazione fisica).

I fanghi così ottenuti saranno riutilizzati o stoccati in apposite discariche a secondo delle loro caratteristiche di pericolosità, stabilità, tossicità ecc

A volte il sistema viene accoppiato, in coda, con un trattamento biologico per aumentare il rendimento della depurazione.

Le industrie che più utilizzano questo sistema sono la galvanica, la tessile/tintoria la siderurgica ed in genere le cosiddette industrie pesanti

FILTRAZIONE PER ADSORBIMENTO

Gli scarichi industriali vengono fatti passare attraverso filtri pieni di un carbone vegetale organico denominato "carbone attivo". Questo materiale, dalla granulometria di 2-5 millimetri circa, è estremamente poroso con un enorme superficie in rapporto al volume.

Il carbone è quindi in grado di trattenere moltissime sostanze organiche, non altrimenti eliminabili, al punto di essere utilizzato come sistema di depurazione anche nelle acque potabili.

Quando il carbone non è più in grado di trattenere adeguatamente gli inquinanti si dice "esaurito". Viene quindi inviato in appositi stabilimenti dove è rigenerato mediante lavaggio con vapore surriscaldato ad alta pressione.

Il carbone è quindi quasi completamente riutilizzato mentre gli inquinanti estratti e concentrati sono trattati da ditte specializzate in impianti specifici: è un sistema di trattamento tipico di ditte chimiche, farmaceutiche, vernici, petrolchimiche ecc.

Impianti industriali

Tecniche di depurazione

FILTRAZIONE SU RESINE A SCAMBIO IONICO O CHELANTI

Gli scarichi industriali vengono fatti passare attraverso filtri riempiti di resine speciali per ogni componente da trattare dette “resine selettive”. Queste resine, dall’aspetto di granuli rotondi con diametro inferiore al millimetro, trattengono le sostanze inquinanti.

Alcune di queste resine possono essere recuperate mediante lavaggi con appositi prodotti (processo di rigenerazione).

In altri casi, dipendenti dalla tipologia, tossicità, pregio del materiale da recuperare, la resina viene smaltita essa stessa come materiale di rifiuto, mediante infustaggio, cementificazione, vetrificazione ecc. È un trattamento tipico per industrie di meccanica di precisione, oreficerie, galvaniche particolari ecc.

IMPIANTI DI DEPURAZIONE BIOLOGICI

Alcune aziende operanti nel settore della trasformazione di prodotti alimentari, generano scarichi per certi versi simili a quelli prodotti da un insediamento civile.

È ad esempio il caso di macelli, salumifici, industrie conserviere, caseifici, lavorazioni enologiche, allevamenti zootecnici e piscicoltura. In questi casi si utilizza un processo depurativo biologico a “fanghi attivi” secondo le modalità e la tipologia costruttiva descritta in precedenza.

Spesso la depurazione biologica è preceduta da un pretrattamento tipico della filiera produttiva, quali degrassatura, stacciatura (eliminazione di materiale grossolano), triturazione, correzione di acidità ecc.

A volte, successivamente alla depurazione biologica, si fa seguire un trattamento di affinamento denominato “terziario” consistente in filtrazione su sabbia, su carbone attivo, decolorazione ,correzione del Ph ecc.