

Sommario argomenti trattati

1. Trattamento acque reflue principi, tecniche e applicazioni

- Cenni sugli Impianti Trattamento Reflui
- Impianti Trattamento Reflui Anaerobici
- Impianti Trattamento Reflui Aerobici
- Sistemi di Areazione

2. Trattamento acque primarie principi tecniche e applicazioni

- Sistemi di Filtrazione
- Sistemi di Ultra Filtrazione
- Sistemi a Osmosi Inversa
- Resine a Scambio Ionico e adsorbenti

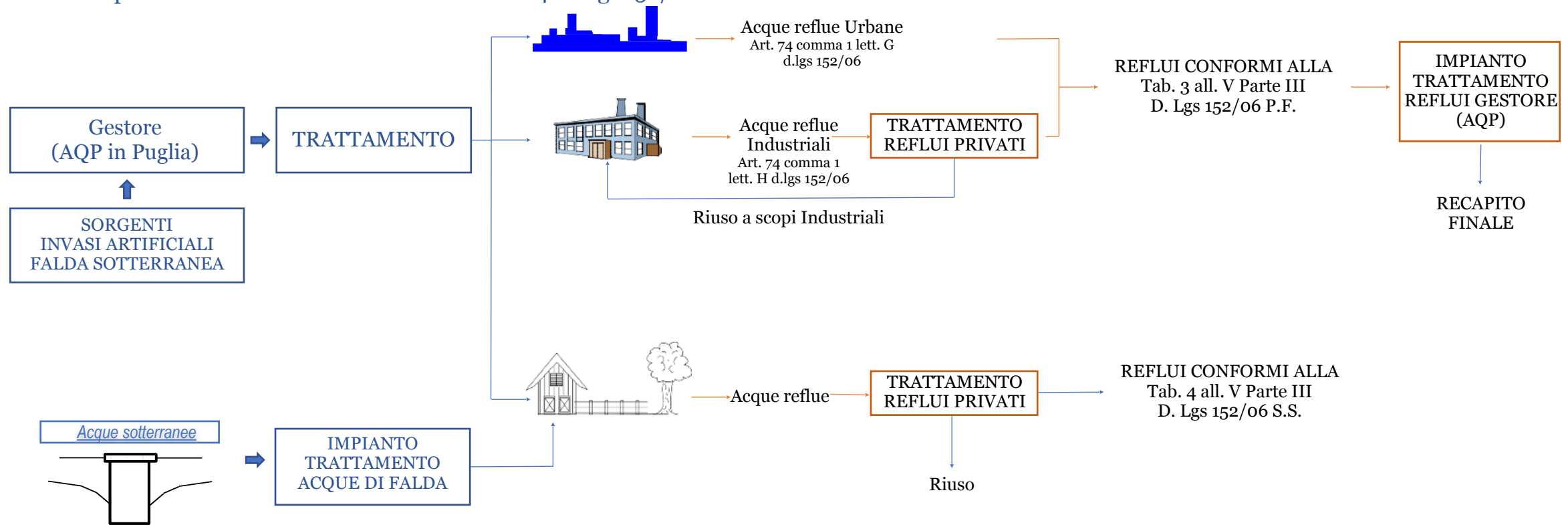
3. Ecosistemi: esperienze applicative a confronto

- Impianti realizzati
- Quadri PLC Touch e Gestione da remoto
- Transizione 4.0

1. Trattamento acque reflue principi, tecniche e applicazioni

Servizio Idrico - L'acqua potabile viene fornita alle utenze dal Gestore tramite la rete acquedottistica, le acque reflue vengono convogliate attraverso la rete fognante agli impianti di depurazione reflui del Gestore, dopo essere state opportunamente trattate, sono inviate nell'ambiente.

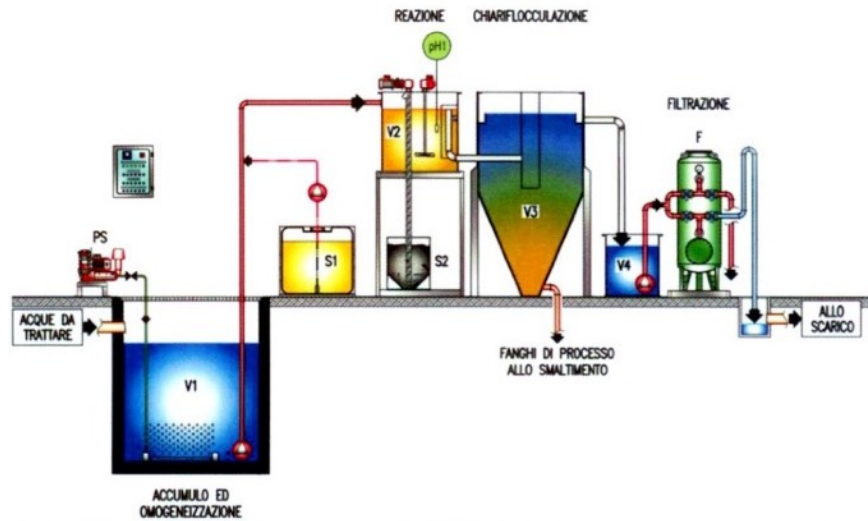
- Corpi idrici recettori: fiumi, canali, torrenti mare in conformità Tab. 3 Acque Superficiali D. Lgs 152/06
- Spandimento sul suolo in conformità Tab. 4 D. Lgs 152/06



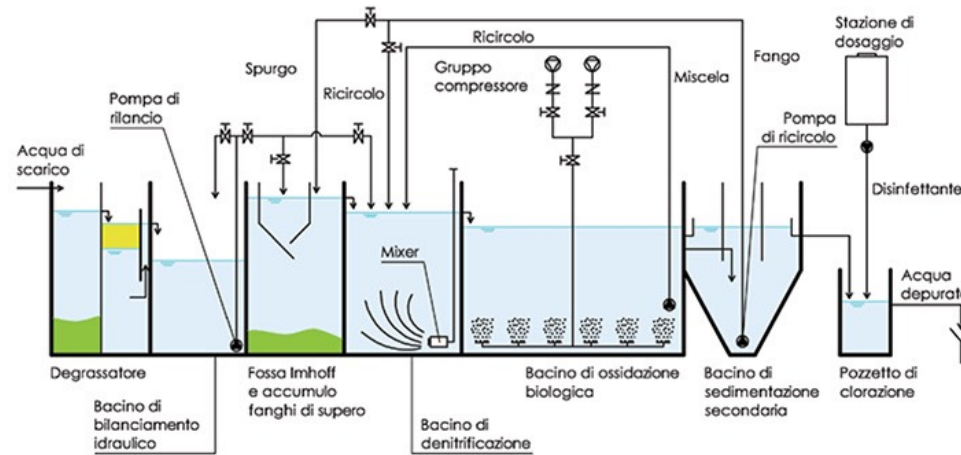
Impianti Trattamento Reflui

Cos'è un Impianto Trattamento Reflui?

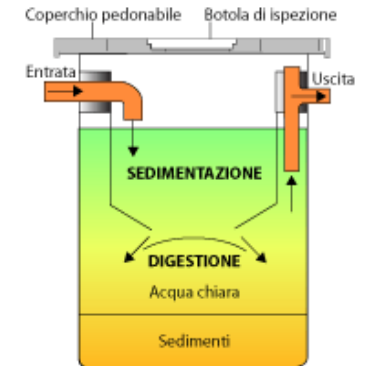
Un Impianto di Trattamento acque reflue è un sistema tecnologico dove, a mezzo di opportune soluzioni impiantistiche, si realizza l'eliminazione (riduzione) delle sostanze estranee e/o inquinanti attraverso un processo composto da una serie di azioni di carattere meccanico, chimico-fisico e biologico.



Impianto Chimico
Fisico



Impianto Biologico



Fossa Imhoff

Le principali caratteristiche dei Reflui

BOD: acronimo di Biochemical Oxygen Demand

Esprime la quantità di ossigeno necessaria ad ossidare biologicamente le sostanze organiche contenute nell'acqua.

Materia organica + batteri + O₂ → nuovi batteri + CO₂ + H₂O

- Il parametro si misura in mg O₂/l.
- frazione carboniosa e azotata
- il valore del BOD dipende anche dal tipo di sostanze presenti;
- determinazione lunga;
- importanza della temperatura.

COD: acronimo di Chemical Oxygen Demand

Esprime la quantità di ossigeno necessaria ad ossidare Chimicamente le sostanze ossidabili contenute nell'acqua.

$C_xH_yO_z + Cr_2O_7 \longrightarrow (x+3) CO_2 + (y/2) H_2O + 2 Cr^{3+}$

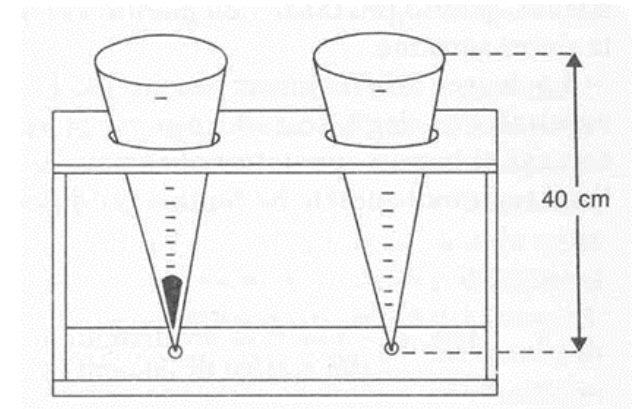
Il parametro si misura in mg O₂/l.

- Vengono ossidate sostanze organiche ed inorganiche;
- per una certa acqua il COD è sempre maggiore del BOD;
- si elimina il problema della tossicità;
- la reazione di ossidazione viene fatta avvenire a 150 °C.

SST: Contenuto di Solidi Sospesi Totali

Per la determinazione si utilizza un filtro a membrana con la porosità di 0,45 µm ed il risultato si esprime in (mg/L di SST).

Può essere determinato in laboratorio, mentre in campo si può determinare il contenuto di solidi sedimentabili per mezzo della prova con il cono di Imhoff che fornisce un'indicazione dei solidi rimuovibili dalle acque reflue per semplice sedimentazione.



Classificazione delle sezioni dei trattamenti depurativi

Un'altra classificazione delle sezioni dei depuratori fa riferimento al trattamento delle acque reflue che avviene gradualmente all'interno degli impianti:

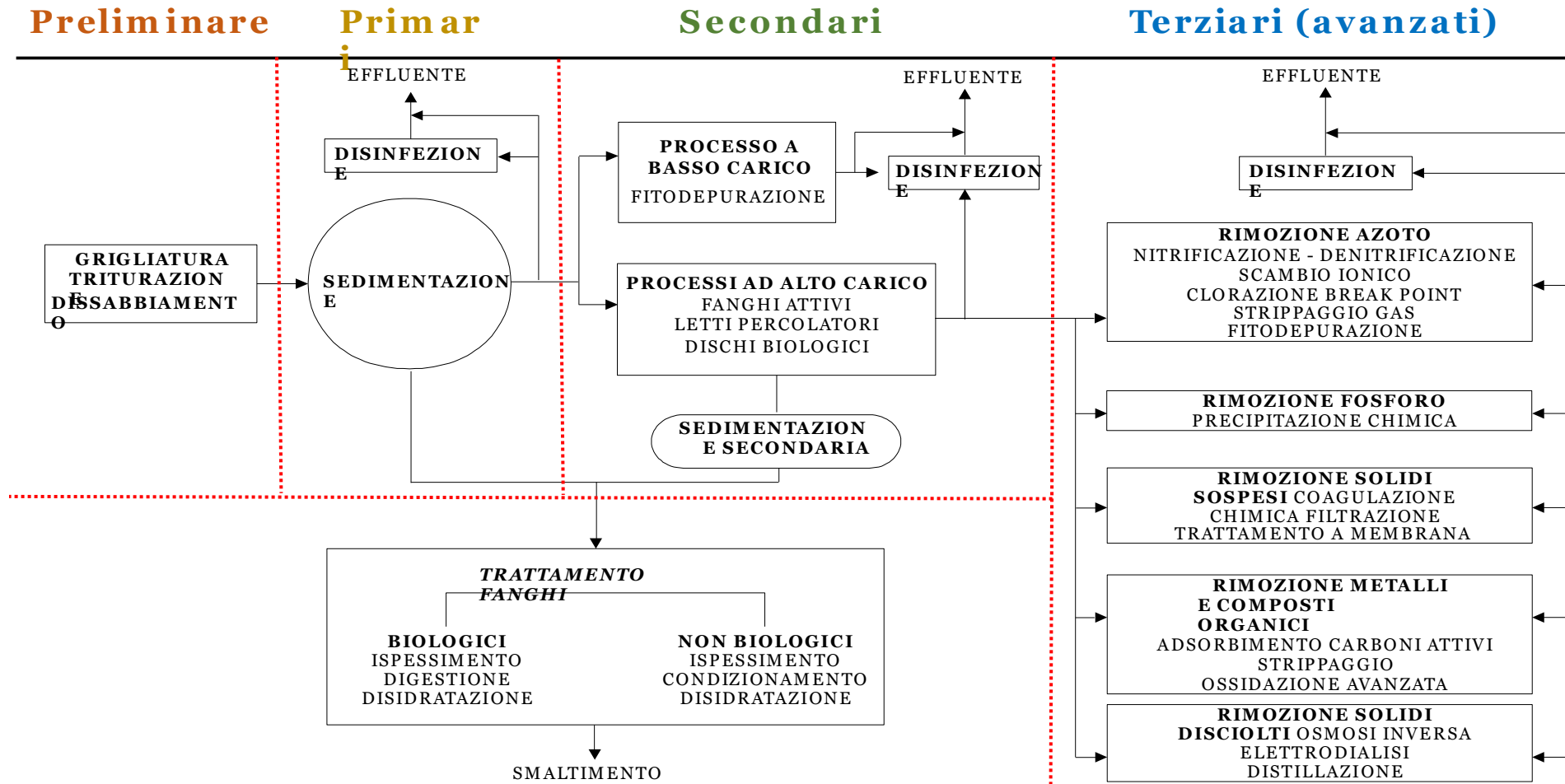
Trattamenti preliminari, finalizzati alla rimozione di materiali grossolani, che si basano su processi fisici;

Trattamenti primari, finalizzati alla rimozione di materiali in sospensione, che si basano su processi fisici e chimico-fisici;

Trattamenti secondari, finalizzati alla rimozione di sostanza organica in forma disciolta e colloidale, che si basano su processi biologici, e fisici (in alcuni casi anche con l'ausilio di processi chimici);

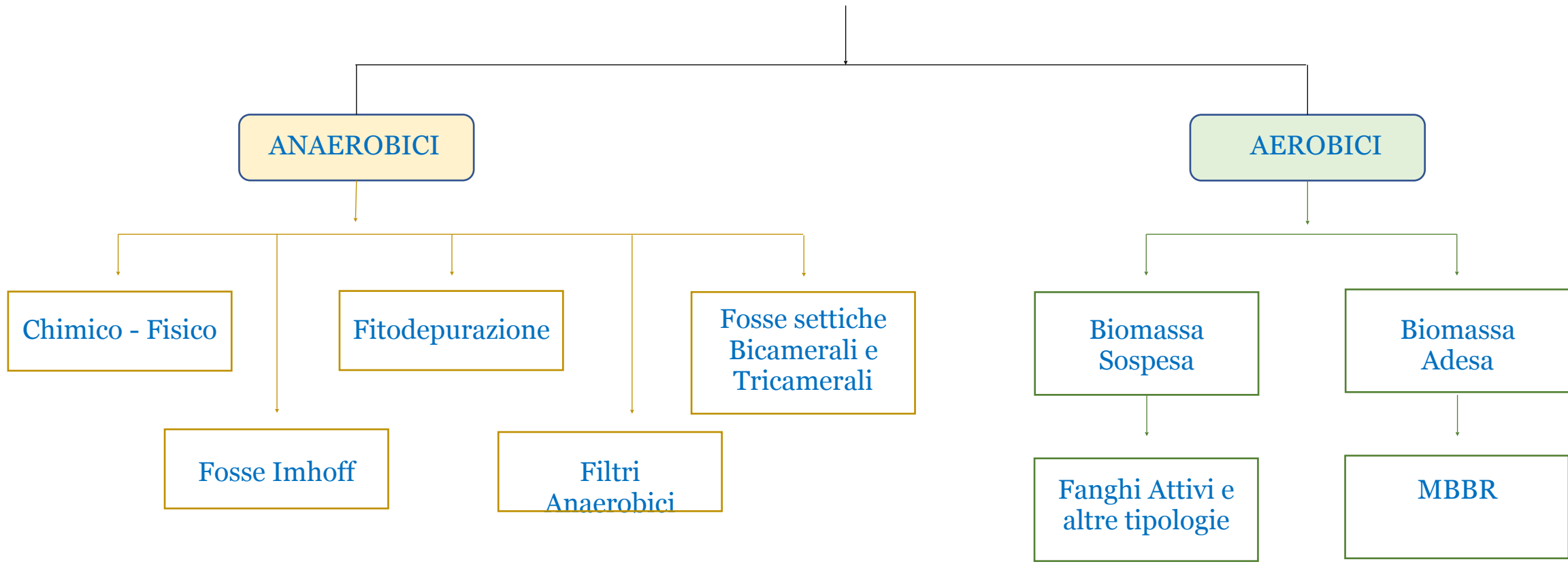
Trattamenti terziari e/o sistemi avanzati, finalizzati alla rimozione di specifici inquinanti e che possono sfruttare processi chimici, fisici e biologici.

Classificazione delle sezioni dei trattamenti depurativi



Tipologie e Sistemi di depurazione

TRATTAMENTI DEPURATIVI

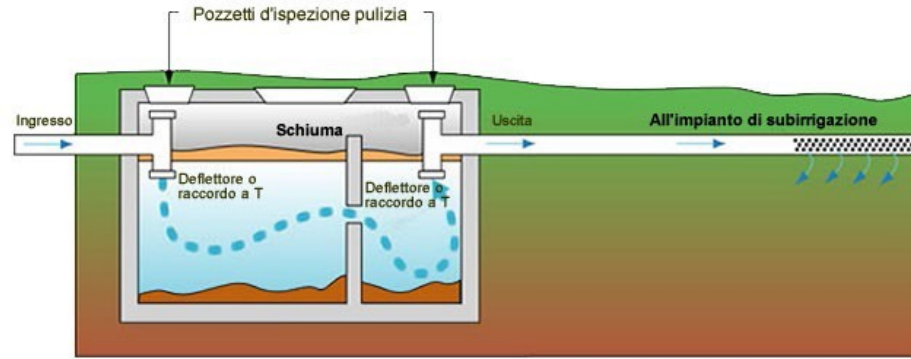


Trattamenti depurativi Anaerobici

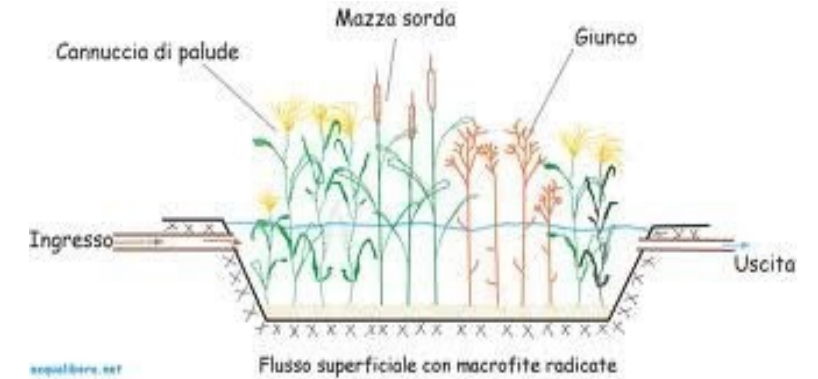
Fossa Imhoff



Fossa Settica Bicamerale - Tricamerale



Fitodepurazione



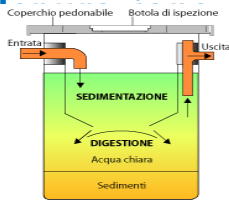
Filtro percolatore Anaerobico



Trattamento Chimico Fisico

Trattamenti depurativi Anaerobici

Fossa Imhoff Fossa Settica Bicamerale - Tricamerale Fitoc



Apparecchiature idonee per trattamento reflui con basso Carico Inquinante < 50

A.E.

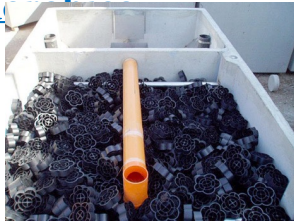
VANTAGGI

- ✓ Semplice gestione
- ✓ Costi esercizio ridotti
- ✓ Gestione con personale non particolarmente qualificato

SVANTAGGI:

- Grado di depurazione non elevato
- Elevata superficie d'ingombro
- Emanazione di odori sgradevoli

Filtro percolatore Anaerobico



Apparecchiature idonee per trattamento reflui civili o assimilabili con Portate Idrauliche non elevate.

VANTAGGI

- ✓ Semplice gestione
- ✓ Costi esercizio ridotti
- ✓ Grado di depurazione più spinto
- ✓ Ingombri ridotti

SVANTAGGI:

- Necessità di Pre-Trattamento e Post-Trattamenti
- Avvio non immediato
- Emanazione di odori sgradevoli

Trattamento Chimico Fisico



Apparecchiature idonee per trattamento reflui Industriali con alto carico inquinante e basso carico Organico.

VANTAGGI

- ✓ Depurazione Istantanea
- ✓ Basso consumo energetico
- ✓ Grado di depurazione elevato
- ✓ Ingombri ridotti

SVANTAGGI:

- Consumo prodotti Chimici
- Formazione personale
- Necessità di Pre-Trattamenti

Trattamenti depurativi Aerobici

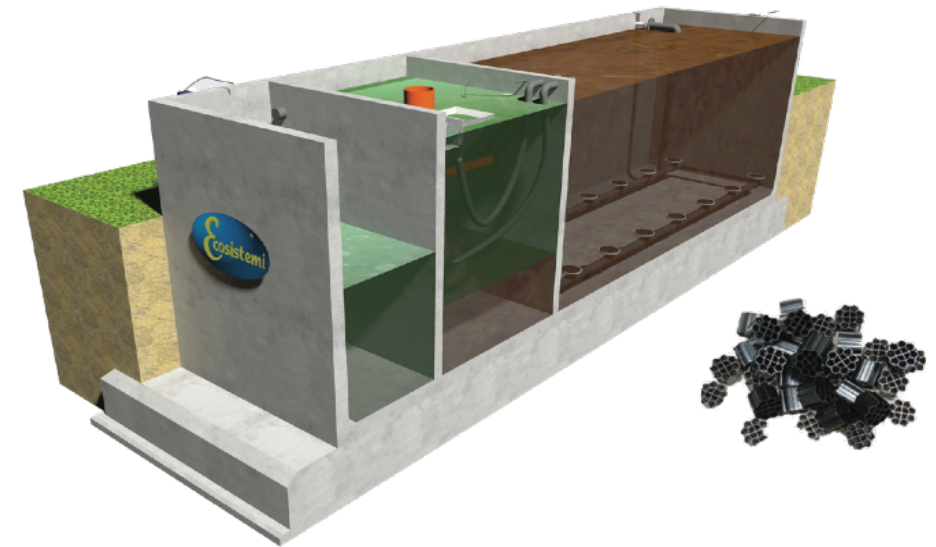
Nella categoria dei trattamenti depurativi che utilizzano macchine soffiatrici abbiamo quelli che vengono considerati dei veri e propri impianti di depurazione ovvero:

- Impianti a biomassa adesa (MBBR);
- Impianti a biomassa sospesa (Fanghi Attivi);

Queste tipologie di trattamenti hanno una maggiore efficacia depurativa, ma necessitano di notevoli oneri di investimento iniziali e di maggiori costi gestionali: oltre all'energia elettrica è necessario l'impiego di personale specializzato, un sistema di teleallarmi e/o telecontrollo e sovente risulta conveniente ricorrere a sistema di automazione per agevolare la corretta gestione.

Impianti a biomassa Adesa (MBBR)

Gli impianti del tipo MBBR sono formati da vasche (reattori biologici) in cui i microrganismi attecchiscono su mezzi di supporto dispersi e sospesi nel refluo oggetto del trattamento. Il biofilm che si forma su tali supporti è funzione del carico organico associato al refluo in ingresso. I supporti sono liberi di muoversi e la crescita di un biofilm su un supporto è dovuta principalmente alla crescita delle cellule microbiche e alla produzione di polimeri extracellulari. Lo sviluppo della pellicola varia quindi in funzione della composizione del refluo e dei processi di trasporto. Il progressivo ispessirsi della pellicola, da una parte influenza la diffusione dei substrati organici e dell'ossigeno, dall'altra determina, in funzione delle caratteristiche idrodinamiche del reattore, il parziale distacco delle pellicole dai supporti, attraverso il fenomeno che viene solitamente indicato come “distacco delle pellicole di spoglio”.



Impianti a biomassa Adesa (MBBR)

APPLICAZIONI

Le principali applicazioni riguardano i trattamenti delle acque reflue, sia civili che industriali. I sistemi MBBR sono particolarmente efficaci per la rimozione di azoto e fosforo e del carbonio organico (COD).

Le fasi sono:




- rimozione della sostanza organica: sgrossatura e affinazione;
- nitrificazione: ossidazione dei composti organici dell'azoto allo stato ridotto svolta da batteri autotrofi;
- denitrificazione: rimozione dei composti dell'azoto presenti in soluzione sotto forma di NO_3^- e NO_2^- (prodotti dalla nitrificazione precedente) ad opera di batteri denitrificanti.

Le tecnologie MBBR messe a punto trovano impiego negli impianti municipali intensivi, allevamenti ittici, industrie alimentari, aziende ortofrutticole.

In alcuni casi vengono affiancati a sistemi di più ampia diffusione per potenziarne l'effetto di depurazione.

La tecnologia MBBR è ancora poco diffusa in Italia, mentre aumentano le applicazioni soprattutto in Nord Europa: è indicata per l'adeguamento di impianti esistenti grazie soprattutto alla semplicità di realizzazione e gestione che la caratterizza.

VANTAGGI

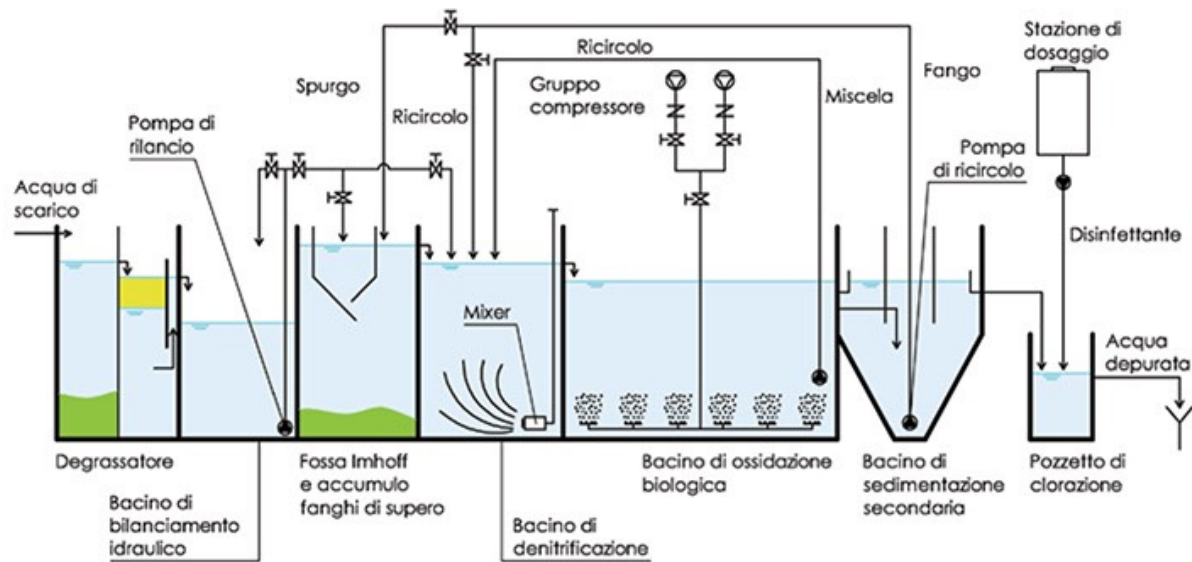
-  Upgrade di impianti a fanghi attivi esistenti
-  Ingombri minori rispetto a un impianto a fanghi attivi
-  Minore produzione di fanghi

SVANTAGGI:

- Se malfunzionamento i corpi di riempimento possono presentarsi nelle sezioni post biologico
- Avvio non immediato
- Non adatto ad acque reflue con basso carico inquinante

Impianti a biomassa Sospesa (Fanghi Attivi)

In un impianto di depurazione a fanghi attivi, la biomassa batterica in sospensione all'interno delle vasche di ossidazione deve essere necessariamente separata dall'effluente depurato generalmente tramite una sedimentazione finale (sedimentazione secondaria). Data l'importanza della sedimentazione secondaria, devono essere assunti valori molto prudenti nel dimensionamento per tenere conto dei possibili fenomeni di scarsa efficienza della sedimentabilità e di aumento della portata nei periodi di picco.



Layout impianto trattamento reflui biologico



Foto impianto trattamento reflui biologico

Impianti a biomassa Sospesa (Fanghi Attivi)

APPLICAZIONI




Nel trattamento biologico a fanghi attivi si realizza nelle vasche un sistema dinamico aerobico controllato, che riproduce in ambiente artificiale gli stessi meccanismi biologici che avvengono in natura per la depurazione delle acque inquinate da sostanze organiche biodegradabili. Ulteriori trattamenti, oltre all'ossidazione biologica, consentono anche l'abbattimento di sostanze azotate e fosfati.

Le fasi sono:

- Trattamenti preliminari: grigliatura e sedimentazione primaria;
- nitrificazione: ossidazione dei composti organici dell'azoto allo stato ridotto svolta da batteri saprofiti, protozoi e altri microrganismi;
- denitrificazione: rimozione dei composti dell'azoto presenti in soluzione sotto forma di NO_3^- e NO_2^- (prodotti dalla nitrificazione precedente) ad opera di batteri denitrificanti;
- Sedimentazione: separazione gravimetrica tra flora microbica e chiarificato.

Le tecnologie a Fanghi Attivi messe a punto trovano impiego negli impianti municipali intensivi, aziende con scarico refluo ad alto contenuto di sostanze organiche. La tecnologia a Fanghi Attivi è la più diffusa e la più consolidata in Italia, grazie soprattutto alla semplicità di realizzazione e gestione che la caratterizza.

VANTAGGI

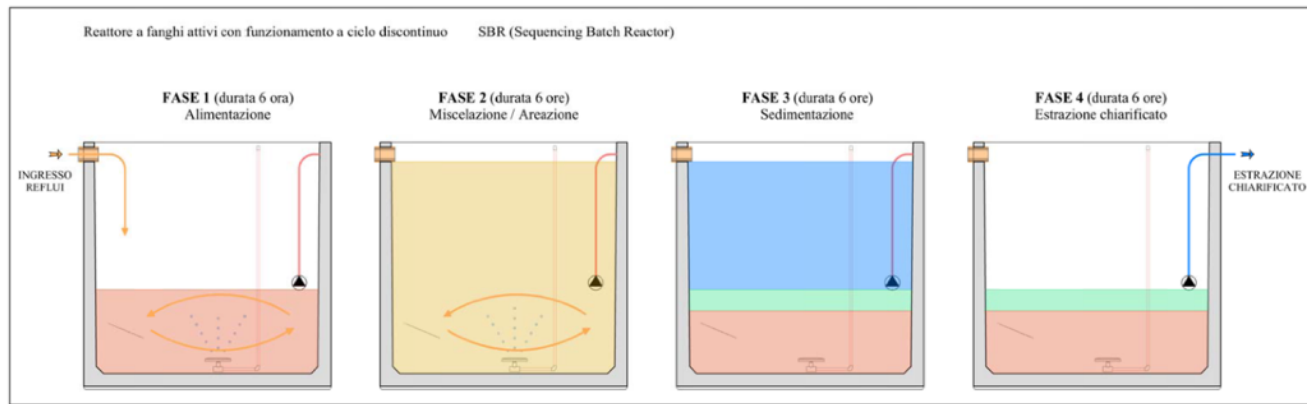
-  Schemi impiantistici e tecnologia consolidata
-  Buona flessibilità e capacità di assorbimento delle punte di carico
-  Schemi di controllo e automazione consolidati

SVANTAGGI:

- Possibili disfunzioni nelle sezioni di sedimentazione
- Difficoltà nel processo per tipologie di scarico non previste
- Non adatto se le portate di scarico sono basse

Impianti a biomassa Sospesa (SBR)

Gli impianti biologici SBR (Sequencing Batch Reactor) sono sistemi di trattamento a flusso discontinuo in grado di incorporare ed unificare le diverse fasi di trattamento in un unico bacino. Esse non si sviluppano nello spazio, come i sistemi a fanghi attivi tradizionali in cui il flusso passa da una vasca alla successiva, ma sono sistemi orientati nel tempo che permettono variazioni del flusso e del volume della vasca in accordo con le diverse strategie operative. La grande flessibilità di questi reattori consente di soddisfare differenti esigenze, lo stesso sistema, è infatti in grado di operare a regime intensivo, con elevati carichi in ingresso o a regime minimo presentando una notevole resistenza agli shock dovuti agli improvvisi innalzamenti del carico organico durante la fase di alimentazione. Gli impianti realizzati con tecnologia SBR (reattori Batch)



Impianti a biomassa Sospesa (SBR)

APPLICAZIONI

La tecnologia SBR (Sequencing Batch Reactor) è una variante applicativa degli impianti a fanghi attivi in cui il flusso è discontinuo con fasi sequenziali opportunamente programmate. La durata delle fasi del processo dipende dalla portata in ingresso, dalle caratteristiche del substrato e dalla tipologia di immissione. I processi biologici iniziati durante la fase di immissione/riempimento vengono completati durante quella di reazione miscelata e aerata. Concludono il ciclo le fasi di sedimentazione, scarico e stasi/pausa.




Le fasi sono:

- Trattamenti preliminari: grigliatura e sedimentazione primaria;
- Alimentazione, Ossidazione, Sedimentazione, Estrazione chiarificato: Fasi che si alternano nel tempo in un unico;

Le tecnologie SBR trovano impiego nelle aziende che scaricano Reflui con alto contenuto di sostanze organiche, e basse portate idrauliche.

La tecnologia SBR è molto diffusa nelle piccole aziende vinicole, grazie soprattutto alla semplicità di realizzazione e gestione che la caratterizza.

VANTAGGI

-  Elevata affidabilità e durata nel tempo
-  Impianto che si concretizza in un'unica sezione
-  Schemi di controllo e automazione consolidati

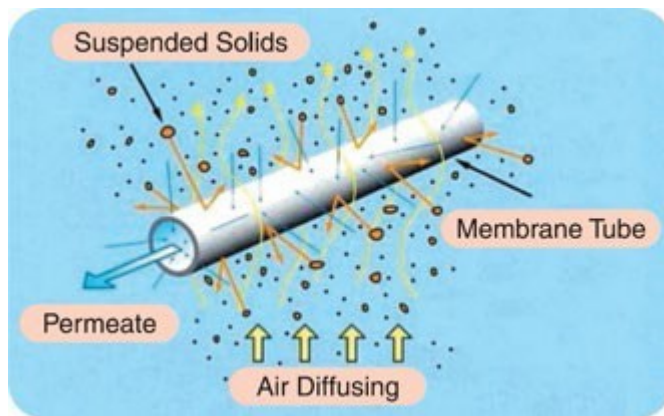
SVANTAGGI:

- Scarico fuori programma se assente sezione di Equalizzazione
- Difficoltà nel processo per tipologie di scarico non previste
- Non adatto se le portate di scarico sono elevate

Impianti a biomassa Sospesa (MBR)

Gli impianti biologici MBR (Membrane Biological Reactor) sono sistemi di trattamento ibridi in grado di combinare la tecnologia della depurazione a fanghi attivi con la tecnologia dell'Ultrafiltrazione del fango attraverso membrane che si sostituiscono ai tradizionali sedimentatori secondari. L'alta efficacia filtrante delle membrane permette il mantenimento di concentrazioni di fanghi notevolmente superiori ai valori possibili nei sistemi tradizionali, accrescendo quindi la capacità depurativa del sistema con l'aumento dell'età del fango.

Consente il rispetto dei limiti batteriologici per il riuso dell'acqua reflua senza dover ricorrere ai trattamenti di disinfezione.



Impianti a biomassa Sospesa (MBR)

APPLICAZIONI




La tecnologia MBR (Membrane Biological Reactor) è una variante applicativa degli impianti a fanghi attivi in cui il flusso è continuo con funzionamento dell'impianto h24. Le membrane sono immerse all'interno della vasca di ossidazione a contatto diretto con il refluo, tramite una pompa volumetrica, viene creata una lieve depressione all'interno del modulo filtrante che obbliga l'effluente trattato a passare attraverso le membrane e si ottiene un'efficiente separazione dei solidi (trattenuti sulla superficie esterna delle membrane) dalle acque filtrate (permeato) senza ulteriori trattamenti di sedimentazione ed affinamento.

Le fasi sono:

- Trattamenti preliminari: grigliatura e sedimentazione primaria;
- Nitrificazione: ossidazione dei composti organici dell'azoto allo stato ridotto svolta da batteri saprofiti, protozoi e altri microrganismi;
- Denitrificazione: rimozione dei composti dell'azoto presenti in soluzione sotto forma di NO_3^- e ad opera di batteri denitrificanti;
- Filtrazione: separazione tra fango e chiarificato attraverso membrana di Ultrafiltrazione.

Le tecnologie MBR trovano impiego nelle Piccole comunità urbane e rurali, aziende artigiane e commerciali, residenze unifamiliari, insediamenti turistici, centri commerciali, Enti Pubblici con scarico Reflui ad alto contenuto di sostanze organiche con recapito finale idoneo al riuso o Spandimento sul Suolo.

VANTAGGI

-  Possibilità di potenziare eventuali impianti a fanghi attivi esistenti
-  Riduzione ingombri
-  Possibilità di riuso dell'acqua trattata

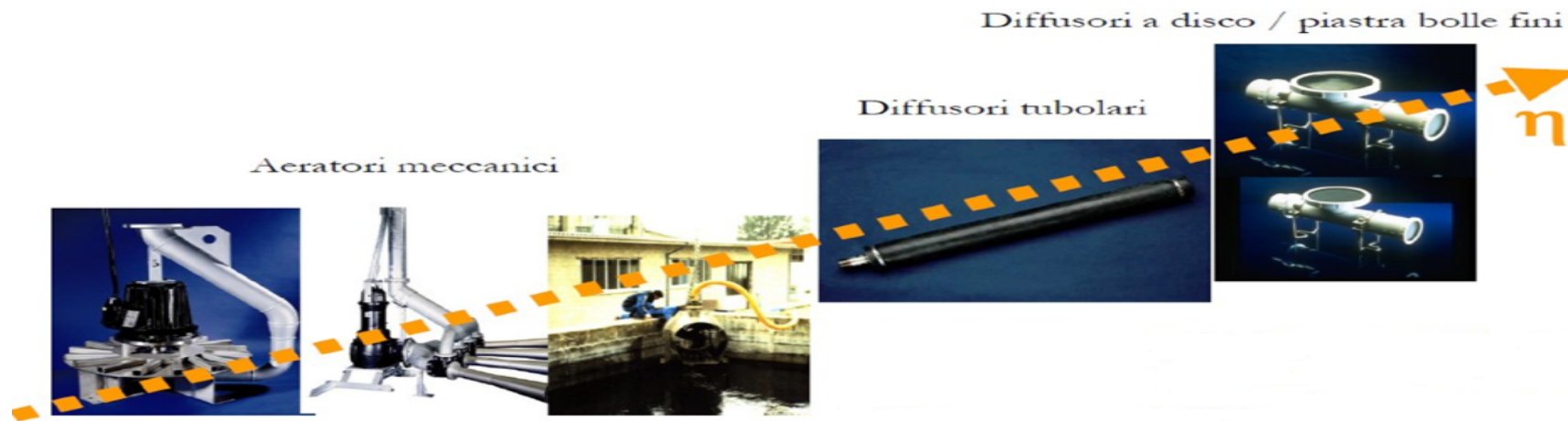
SVANTAGGI:

- Maggiore costo d'investimento iniziale e di gestione
- Possibilità di rottura frequente membrane se di bassa qualità
- Personale altamente istruito per gestione lavaggi membrane

Sistemi di areazione per impianti a Fanghi Attivi

La concentrazione dell'ossigeno disciolto necessaria per il metabolismo della biomassa batterica deriva essenzialmente dalla ricerca di un compromesso tra la convenienza di mantenere alti deficit di ossigeno per favorire il trasferimento, e sufficienti livelli di ossigeno per non ridurre eccessivamente le cinetiche biologiche. I livelli ottimali variano, quindi, in funzione della tipologia delle reazioni biologiche (rimozione del solo BOD, nitrificazione ecc.) e delle modalità di aggregazione dei batteri (cellule isolate, fiocchi, pellicole) per le conseguenti diverse modalità di diffusione e di disponibilità di ossigeno al loro interno. Il coefficiente di trasferimento dell'ossigeno attraverso il mixed liquor, a parità delle altre condizioni, risente delle caratteristiche del liquame da depurare (soprattutto presenza di solidi e di tensioattivi). Nella pratica il tenore ottimale dell'ossigeno all'interno delle vasche di ossidazione varia tra 1 e 2 mg/l.

Al fine di avere confronti omogenei della capacità di ossigenazione tra un sistema e l'altro è necessario che la stessa sia riferita a specifiche condizioni operative (condizioni standard) alle quali devono essere riferite le prestazioni indicate dai fornitori delle apparecchiature. Nella realtà i sistemi di aerazione opereranno in condizioni diverse da quelle standard e di conseguenza anche la loro capacità di ossigenazione sarà differente. E' quindi necessario poter mettere in relazione la capacità di ossigenazione in condizioni standard che sono definite come segue: acqua pulita; T dell'acqua pari a 20°C; concentrazione nulla di ossigeno disciolto; pressione barometrica pari ad 1 atm; umidità relativa dell'aria pari al 100%.



Sistemi di areazione con ROTOSPAZZOLE

Il trasferimento dell'ossigeno avviene principalmente sulla superficie della massa liquida per effetto del movimento e della turbolenza indotta dall'agitatore meccanico, che pone in contatto con l'atmosfera ampie superfici liquide. Sono utilizzati prevalentemente in vasche di ossidazione di tipo "carousel".

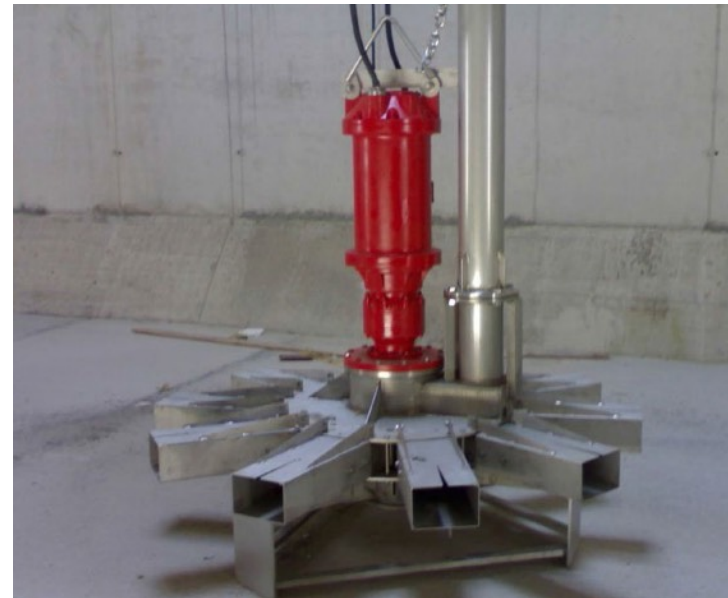
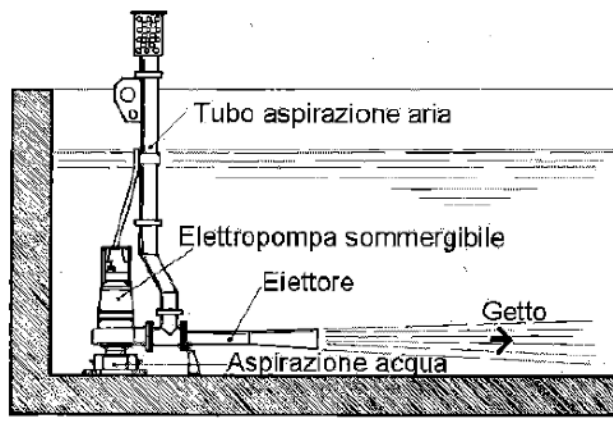


AREATORE SUPERFICIALE
ASSE ORIZZONTALE
"A SPAZZOLA"



Sistemi di areazione con AREATORI SOMMERSI

Il sistema è costituito da un motore elettrico sommersibile direttamente collegato ad una sezione idraulica provvista di condotto di aspirazione e canale di espulsione (eiettore). L'aria viene immessa pressurizzata oppure aspirata dal sistema ad eiettore attraverso un apposito condotto comunicante con l'atmosfera; si miscela quindi con il liquido pompato e viene espulsa nella vasca.



Aeratori sommersi autoaspiranti con reimmissione attraverso canali radiali

- Sono previste tre possibilità di installazione:
- Trasportabile (appoggiato sul fondo vasca);
 - Fissa;
 - Galleggiante (versione mobile va e vieni)

Base del condotto di aspirazione aria collegato con tubazione all'atmosfera



Canali radiali di espulsione miscela

Sistemi di areazione con DIFFUSORI A DISCO

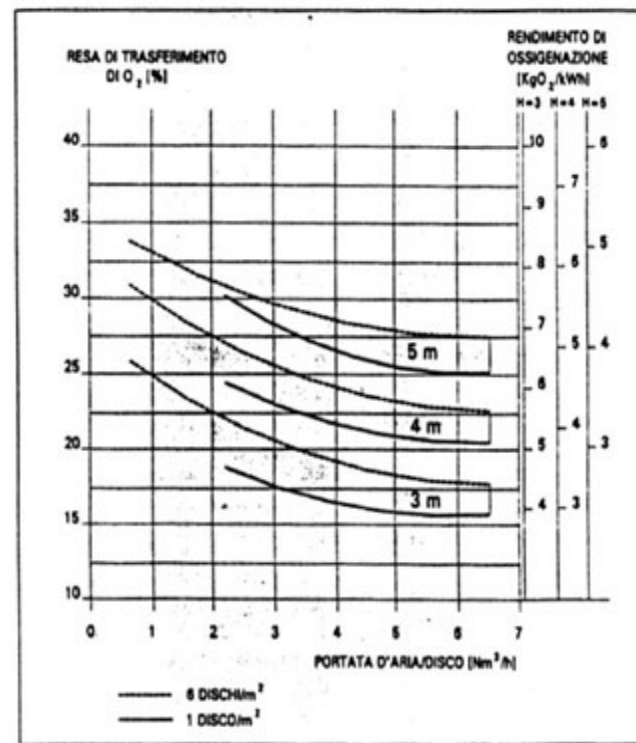
L'aria immessa dai compressori è dispersa da opportuni diffusori nella massa liquida sotto forma di minute bollicine d'aria attraverso le quali avviene il passaggio dell'ossigeno. I massimi rendimenti sono realizzabili con i sistemi a "bolle fini", più adatti a grandi impianti medio-grandi per via della manutenzione connessa al loro possibile intasamento. La suddivisione tradizionale in funzione del diametro prevede:

Bolle fini diam. medio < 3mm

Bolle medie diam. medio > 3mm <

6mm Bolle grosse diam. Medio > 6mm

I diffusori a disco sono disponibili in due versioni: a membrana (gomma sintetica) e ceramici (allumina sinterizzata). I secondi sono particolarmente soggetti ad intasamento e richiedono periodiche pulizie realizzabili introducendo nel condotto un detergente come il gas anidro HCl senza dover svuotare la vasca.



Si noti come il rendimento di ossigenazione aumenta all'aumentare del battente idrico.

Sistemi di areazione con DIFFUSORI A SPUGNA

Sono utilizzati soprattutto negli impianti di depurazione a fanghi attivi, concetto è simile a quello dei diffusori a disco, cioè quello di ottenere una distribuzione dell'ossigeno, spinto attraverso una pompa soffiante quanto più uniformemente possibile per mezzo della spugna, attraverso l'albero di distribuzione d'aria in acciaio. Grazie a questo processo, all'interno del depuratore a fanghi attivi, si sviluppa una flora batterica aerobica che trasforma i composti biodegradabili in CO₂, l'azoto organico in ammoniaca e l'ammoniaca in nitrati.

Il diffusore di scarico, può essere installato a qualsiasi altezza della vasca con supporto tecnico, oppure può essere posato direttamente sul fondo della vasca di ossigenazione sempre ed esclusivamente con supporto tecnico.

I diffusori a spugna emanano Bolle medie $3 \text{ mm} < \text{diam. medio} < 6 \text{ mm}$

