



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA
DI BARI

DEPURAZIONE PRIMARIA E SECONDARIA



Bari 18.04.2018

La normativa UE e Nazionale

ACQUE REFLUE

Le acque reflue, che vengono convogliate agli impianti di depurazione biologica dalla rete fognaria, contengono gli scarichi delle attività domestiche, dei servizi igienici, delle attività industriali (previo eventuale pretrattamento) e le acque meteoriche urbane

Dal punto di vista legislativo il trattamento delle acque reflue è regolamentato dalla prima importante legge nazionale in materia di scarichi idrici che è la cosiddetta **legge Merli (319/76)**, corredata da successive integrazioni e modifiche (690/76, 650/79, 172/95, 152/99 e 258/2000)



Tale materia è stata più volte rielaborata nel corso del tempo e infine disciplinata nel **D.lgs. 152/2006**, il corposo testo unico che rielabora e unifica le normative riguardanti i vari comparti ambientali quali, suolo, acqua, aria, risorse idriche, siti contaminati ecc.

Decreto legislativo n°152/99. Legge abrogata, modificata e sviluppo del nuovo decreto n°258/2000

Decreto Legislativo 152/2006

LA TUTELA DEI CORPI IDRICI DALL'INQUINAMENTO il D.lgs. 152/1999 e il D.lgs 152/2006

Oggetto dei Decreti:

- ❖ la **protezione** e il **risanamento** dei corpi idrici e la **regolamentazione** delle reti fognarie e dei sistemi depurativi.

Principio di base dei Decreti:

- i **limiti degli scarichi**, e quindi i conseguenti livelli di trattamento, vanno fissati con l'obiettivo di garantire voluti **obiettivi di qualità** per il **corpo idrico**, nell'ambito di un bilancio globale di tutti gli **apporti**, naturali e antropici, che ad esso pervengono e che contribuiscono a formarne lo stato di salute;
- vanno tuttavia rispettati i **limiti minimi inderogabili** riportati nella parte 3^a, All.5 del D.lgs. 152/06 (art.101, D.lgs. 52/06); per reflui industriali i limiti inderogabili sono quelli per le sostanze pericolose della Tab.5.

Decreto Legislativo 152/2006

IL RISANAMENTO DEI CORPI IDRICI SECONDO I D.LGS. 152/99 e 152/06

Le fasi attraverso cui si sviluppano le attività di risanamento dei corpi idrici sono:

- a) la definizione di *obiettivi di qualità* per specifica destinazione d'uso (potabile, balneare, etc.) e ambientale, che si vogliono garantire per il corpo idrico;
- b) il *monitoraggio* delle caratteristiche dei corpi idrici e delle possibili fonti di inquinamento;
- c) l'identificazione dello *stato di qualità* dei corpi idrici e la loro conseguente *classificazione*, secondo un criterio quantitativo basato sui risultati del monitoraggio;
- d) il *risanamento* dei corpi idrici, con l'individuazione dei provvedimenti atti a raggiungere l'obiettivo di qualità voluto o a mantenere quello già posseduto.

Decreto Legislativo 152/2006.

GLI OBIETTIVI DI QUALITÀ DEI CORPI IDRICI

Sono definite due classi di "obiettivi di qualità" che devono essere garantite per i "corpi idrici significativi":

- a) l'*obiettivo di qualità per specifica destinazione* individua lo stato dei corpi idrici idoneo a una particolare utilizzazione;
- b) l'*obiettivo di qualità ambientale* è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Decreto Legislativo 152/2006.

OBIETTIVI DI QUALITA' DEI CORPI IDRICI PER SPECIFICA DESTINAZIONE D'USO

Acque definite a specifiche destinazione d'uso:

- acque dolci superficiali destinate **all'uso potabile;**
- acque destinate alla **balneazione;**
- acque idonee per la **vita dei pesci;**
- acque destinate alla **vita dei molluschi.**

Nessuna sostanziale novità rispetto a normative già in vigore o abrogate dal Decreto.

Decreto Legislativo 152/2006.

STATI DI QUALITA' AMBIENTALE DEI CORPI IDRICI

<i>Corpi idrici superficiali</i> (rif. Tab.2 del'All.1 del D.dls. 152/99)	<i>Acque sotterranee</i> (rif. Tab.3 del'All.1 del D.dls. 152/99)
Elevato	Elevato
Buono	Buono
Sufficiente	Sufficiente
Scadente	Scadente
Pessimo	Naturale particolare

Decreto Legislativo 152/2006.

OBIETTIVI DI QUALITÀ AMBIENTALE DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI (D.lgs. 152/2006)

Entro il **31/12/2015** deve essere raggiunto lo stato di qualità ambientale **"buono"**

Le misure per il raggiungimento di tali obiettivi sono contenute nel **"Piano di Tutela"**, che costituisce piano stralcio del Piano di bacino, previsto dalla legge **183/89**.

Decreto Legislativo 152/2006.

I CORPI IDRICI "SIGNIFICATIVI"

Con tale termine sono definiti i corpi idrici che vanno monitorati e classificati al fine di raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale.

I criteri per l'individuazione dei corpi idrici significativi sono riportati nell'All.1 del Decreto e riguardano:

- corsi d'acqua superficiali
- laghi
- acque marine costiere
- acque di transizione
- corpi idrici artificiali
- acque sotterranee

I Piani di Tutela.

IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

Il Piano di Tutela deve contenere:

- i risultati dell'**attività conoscitiva**;
- l'individuazione degli **obiettivi di qualità** ambientale e per specifica destinazione d'uso;
- l'**elenco dei corpi idrici** a specifica destinazione d'uso e delle aree che richiedono **misure di prevenzione** dall'inquinamento e di risanamento;
- le **misure di tutela** per ogni bacino idrografico;
- l'indicazione della **cadenza temporale** degli interventi e delle priorità;
- il programma di **verifica** dell'efficacia degli interventi previsti;
- gli interventi di **bonifica** dei corpi idrici.

I Piani di Tutela.

LE AREE SENSIBILI

Le "aree sensibili" sono così identificate:

- a) **laghi naturali, estuari e acque del litorale** già eutrofizzati, o probabilmente esposti a prossima eutrofizzazione;
- b) **acque dolci superficiali** destinate alla produzione di acqua potabile, che potrebbero contenere, in assenza di interventi, una concentrazione di nitrato superiore a 50 mg/l;
- c) aree che necessitano di un **trattamento complementare al trattamento secondario** al fine di conformarsi alle prescrizioni previste dal Decreto.

Sono da considerare "sensibili" i **laghi** posti ad un'altitudine sotto 1.000 m s.l.m. e aventi una superficie dello specchio liquido di almeno 0,3 km², nonché i **corsi d'acqua** ad essi afferenti per un tratto di 10 km dalla linea di costa.

I Piani di Tutela.

LE AREE VULNERABILI

Sono "aree vulnerabili" da **nitrati** di origine agricola le zone di territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati di origine agricola o zootecnica in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali tipi di scarichi.

La politica Comunitaria.

LA POLITICA COMUNITARIA SULLE ACQUE

Direttiva 2000/60/CE (*"Direttiva quadro sulle acque"*).

La Direttiva identifica il "**distretto idrografico**" come unità principale per la gestione delle risorse idriche.

Esso è costituito da uno o più bacini idrografici limitrofi; per ciascun distretto deve essere predisposto un "**Piano di gestione**", che contenga le valutazioni sullo stato di qualità attuale dei bacini e i provvedimenti ritenuti necessari per il loro recupero fino a uno stato di qualità "**buono**" entro il 2015.

Il Piano di gestione deve contenere tutti i riferimenti per un **uso sostenibile** delle risorse idriche, con riferimento ai vari tipi di uso (potabile, irriguo, industriale) e alla salvaguardia dei corpi idrici.

Esso quindi **sostituisce** i Piani di bacino e di tutela già previsti dalle normative nazionali vigenti.

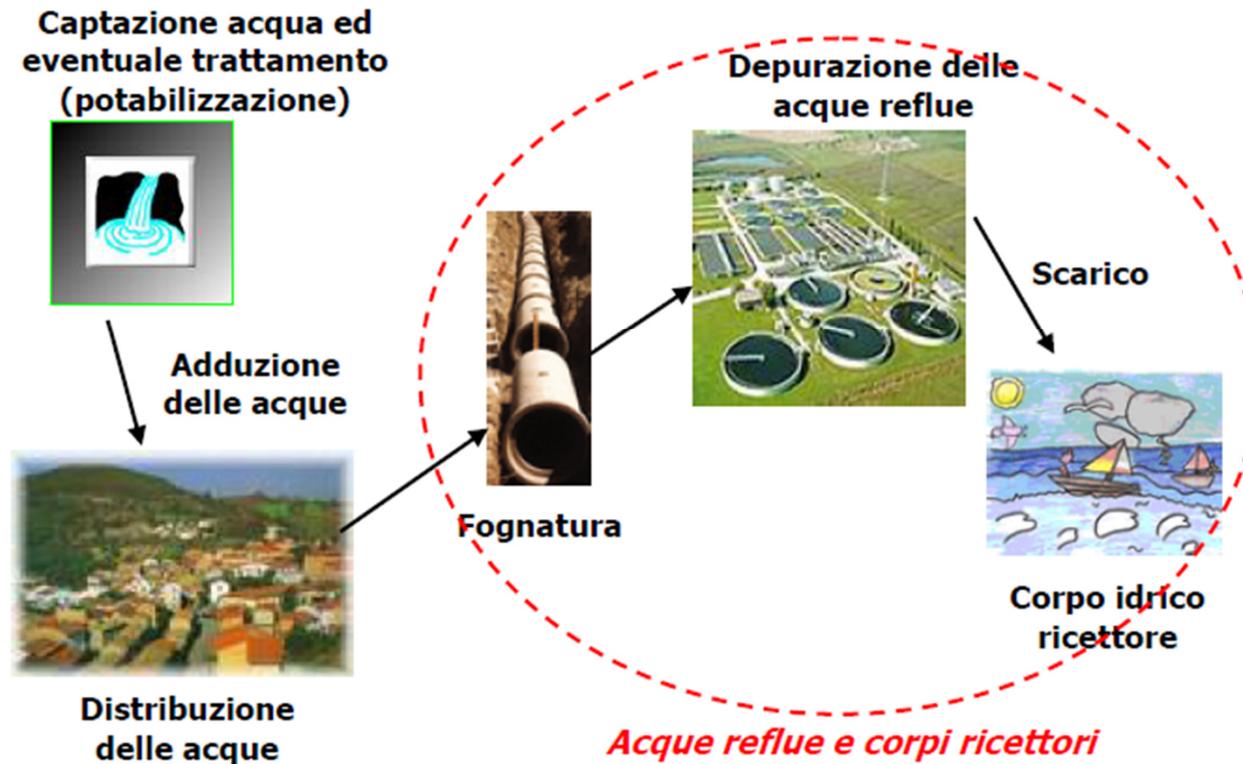
Sintesi normativa

Le norme sul trattamento e lo scarico delle acque reflue

- a) Legge 319/76 (“Legge Merli”). Abrogata
- b) Delibera C.I.T.A.I. 4/2/77
- c) D. Lgs. 152/99. Abrogato
- d) D.M. 185/2003 (Riuso acque reflue)
- e) D. Lgs. 152/06 (“Norme in materia ambientale”)

Il Ciclo Idrico Integrato.

Le opere che fanno parte del ciclo integrato delle acque (L. 36/94)



Disciplina degli scarichi.

LA DISCIPLINA DEGLI SCARICHI IN AMBITO URBANO

Nell'ambito degli "scarichi" di origine urbana viene fatta differenza tra le varie emissioni prodotte, a cui sono applicati differenti limiti secondo un duplice criterio:

- a) **natura** delle acque veicolate (caratteristiche quali-quantitative);
- b) **provenienza** degli scarichi (domestici, produttivi, meteorici).

Classificazione degli scarichi urbani.

CLASSIFICAZIONE DEGLI SCARICHI URBANI

- **ACQUE REFLUE DOMESTICHE**
- **ACQUE REFLUE INDUSTRIALI**
- **ACQUE REFLUE URBANE**
- **ACQUE METEORICHE**
- **ACQUE REFLUE ASSIMILATE ALLE DOMESTICHE**

Definizioni.

Gli effluenti liquidi/1

Definizioni/1

D.lgs.
152/2006
art. 74

- ➔ **ACQUE NATURALI SUPERFICIALI:** le acque interne (correnti o stagnanti), ad eccezione di quelle sotterranee, le acque di transizione e le acque costiere;
- ➔ **INQUINAMENTO IDRICO:** l'introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze o di calore nell'acqua, che possono nuocere alla salute umana o alla qualità degli ecosistemi acquatici;
- ➔ **ACQUE REFLUE DOMESTICHE:** acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche;
- ➔ **ACQUE REFLUE INDUSTRIALI:** qualsiasi tipo di acque reflue provenienti da edifici od installazioni in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, differenti qualitativamente dalle acque reflue domestiche e da quelle meteoriche di dilavamento;

Definizioni.

Gli effluenti liquidi/2

Definizioni/2

D.lgs.
152/2006
art. 74

- ➔ **ACQUE REFLUE URBANE:** il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali, e/o di acque meteoriche di dilavamento, convogliate in reti fognarie e provenienti da agglomerato;
 - ➔ **AGGLOMERATO:** l'area in cui la popolazione o le attività produttive sono concentrate in misura tale da rendere ammissibile, sia tecnicamente che economicamente in rapporto anche ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento in fognatura delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale;
-

TIPOLOGIE DI ACQUE REFLUE



- **Reflue domestiche:**

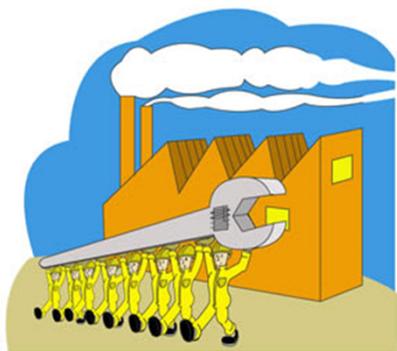
- Grigie → lavaggi
- Nere → organismo umano

- **Reflue industriali:** sostanze inquinanti dipendenti dallo scopo dell'industria

- Pericolose
- Non pericolose.

- **Industriali assimilabili alle domestiche** (con caratteristiche simili alle domestiche)

- **Agricole** (liquami degli allevamenti e pesticidi)



Il Concetto di Abitante Equivalente

.L'Abitante Equivalente è l'unità di misura basilare per il dimensionamento e la scelta dell'idoneo Sistema di Depurazione delle Acque Reflue domestiche e/o assimilate

.Nelle abitazioni come nelle attività produttive o di servizio, sarebbe necessario valutare l'effettiva produzione di liquame da smaltire per dimensionare correttamente i sistemi di trattamento dei reflui, secondo i seguenti parametri indicati nel Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, "Norme in materia ambientale" art. 74 parte terza : **1 Abitante Equivalente = al carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno.**

.La quantità di sostanze organiche biodegradabili viene misurata indirettamente tramite il quantitativo di ossigeno necessario affinché i batteri possano modificare le sostanze organiche biodegradabili presenti rendendole innocue nell'arco di 5 gg (BOD5).

Il Concetto di Abitante Equivalente

.Il valore di riferimento, secondo il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, “Norme in materia ambientale”,(art. 74), è dato dall’equivalenza:

.1 (a.e.) abitante equivalente = 60 gr di ossigeno al giorno.

Trattandosi di soluzione spesso impraticabile, si deve fare riferimento al numero di ABITANTI EQUIVALENTI (a. e.) unità di misura standardizzata, che si può determinare anche nei seguenti modi.

.CASA DI CIVILE ABITAZIONE, conteggio dei posti letto:

1 a. e. (abitante equivalente) per camere da letto con superficie fino a 14 m²;

2 a. e. (abitante equivalente) per camera superiore a 14 m².

.ALBERGO O COMPLESSO RICETTIVO, come per le case di civile abitazione: aggiungere 1 a. e. ogni qual volta la superficie di una stanza aumenta di 6 m² oltre i 14 m²; per le case di vacanza o situazioni particolari in cui l’utilizzo stagionale consente forti densità abitative è opportuno riferirsi alla potenzialità massima effettiva prevedibile.

.FABBRICHE O LABORATORI ARTIGIANI. 1 a. e. (abitante equivalente) ogni 2 dipendenti, fissi o stagionali, durante la massima attività.

Il Concetto di Abitante Equivalente

.DITTE E UFFICI COMMERCIALI. 1 a e (abitante equivalente) ogni 3 dipendenti, fissi o stagionali, durante la massima attività.

.RISTORANTI E TRATTORIE, per il calcolo degli abitanti equivalenti è necessario quantificare la massima capacità recettiva delle sale da pranzo considerando che una persona occupa circa 1,20 m². Al numero dei clienti si somma il personale dipendente. 1 a. e. ogni 3 persone così risultanti.

.BAR, CIRCOLI E CLUBS, come al punto precedente ma calcolando 1 abitante equivalente ogni 7 persone.

.CINEMA, STADI E TEATRI. 1 abitante equivalente ogni 30 utenti

.SCUOLE. Ad ogni 10 frequentanti calcolati sulla massima potenzialità corrisponde 1 a. e. Casi particolari dovranno essere valutati di volta in volta.

Il Concetto di Abitante Equivalente

È possibile calcolare gli Abitanti Equivalenti anche secondo i parametri ARPA come qui di seguito indicati :

- Abitazione civile:** Ab.Eq.(1 ogni 35 mq).
- Alberghi, case riposo e simili:** Ab.Eq.(1 ogni 2 letti).
- Ristoranti e trattorie:** Ab.Eq.(1 ogni 5 posti).
- Attrezzature ospedaliere:** Ab.Eq.(1 ogni 2 letti).
- Uffici:** Ab. Eq.(1 ogni 5 addetti).
- Insedimenti commerciali:** Ab. Eq.(1 ogni 5 addetti).
- Industrie, laboratori:** Ab. Eq.(1 ogni 5 addetti).
- Edifici scolastici:** Ab.Eq.(1 ogni 5 alunni).
- Musei, teatri, impianti sportivi:** Ab.Eq.(4 ogni WC).

Il Concetto di Abitante Equivalente.

Le regioni successivamente hanno dato ulteriori indicazioni come ad esempio la Regione Puglia con il Regolamento Regionale 26/2011 che definisce :

Art. 5 (*Calcolo degli abitanti equivalenti*)

1. I sistemi di trattamento dei reflui devono essere individuati e dimensionati in base al numero degli abitanti equivalenti (nel seguito A.E) da servire.

Il concetto di abitante equivalente viene utilizzato come unità di misura del carico inquinante di natura biodegradabile veicolato dalle acque reflue.

2. Gli A.E. sono definiti attraverso i seguenti parametri:

- richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) ai sensi dell'art. 74 - comma 1 - lett.a) del D. Lgs. 152/2006

- richiesta chimica di ossigeno (COD)

- volume di scarico

- vengono determinati numericamente mediante applicazione dei seguenti valori unitari:

- 1 A.E. = richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) = 60 grammi di ossigeno al giorno;

- 1 A.E. = richiesta chimica di ossigeno (COD) = 130 grammi di ossigeno al giorno;

- 1 A.E. = volume di scarico = 200 litri al giorno.

Il numero di A.E. da assumere a riferimento per il dimensionamento e la scelta del sistema di trattamento

Caratterizzazione delle acque reflue

Gli inquinanti che si trovano nelle acque reflue possono essere raggruppati in classi diverse, secondo la loro natura e gli effetti che producono

Materiali in sospensione: materiali **sedimentabili** (sabbie) **non sedimentabili** (grassi, oli, schiume)

Sostanze disciolte: le sostanze organiche e inorganiche possono essere distinte dal punto di vista fisico (solubilità) in disciolte, colloidali e sospese e dal punto di vista biologico (biodegradabilità) in velocemente e lentamente biodegradabili

La composizione dei reflui dipende in larga misura dalla provenienza degli stessi: domestici, civili e industriali ed è comunque fortemente variabile in funzione della stagionalità e del tipo di lavorazioni adottato. Dal punto di vista compositivo, le acque reflue sono costituite all'incirca dal 99,9% di acqua e sostanze solubili, dallo 0,02-0,03% di sostanze solide in sospensione (sostanze organiche e inorganiche insolubili)

Caratterizzazione delle acque reflue.

INDICE DI INQUINAMENTO DI UN REFLUO

Fra i diversi metodi per valutare il grado di inquinamento di un corpo idrico, quelli normalmente utilizzati misurano la domanda di ossigeno del campione di acqua. Questo dato viene espresso dai seguenti parametri:

BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand) (mg/l): quantità di ossigeno consumato dai batteri aerobi per mineralizzare le sostanze organiche presenti nel campione d'acqua in 5 giorni

COD (Chemical Oxygen Demand) (mg/l): quantità di ossigeno necessaria per ossidare chimicamente le sostanze presenti in un litro di acqua

Abitante equivalente (AE): indice per esprimere il carico organico biodegradabile di uno scarico. Viene definito con modalità diverse: richiesta biochimica di ossigeno a 5 gg (BOD₅) pari a 60 g al gg e richiesta chimica di ossigeno (COD) di 130 g al gg, oppure volume di scarico di 200 l per abitante per giorno

Indice di biodegradabilità (I_b): BOD₅/COD va da 0 a 1

Velocità di biodegradabilità (I_{vb}): BOD₅/BOD₂₀

Caratterizzazione delle acque reflue.

Gli effluenti liquidi/3

Parametri di carico/1

(A) PARAMETRI DI CARICO AUTOCTONO	(C) PARAMETRI DI CARICO ANTROPICO	(E) PARAMETRI DI CARICO TOSSICO
A1) pH		
A2) temperatura	C1) BOD ₅	E1) arsenico
A3) conducibilità elettrica	C2) COD	E2) cadmio
A4) durezza totale	C3) fosforo totale (come P)	E3) cromo totale e cromo esavalente
A5) solfati	C4) azoto ammoniacale	E4) mercurio
A6) cloruri	C5) azoto nitroso	E5) nichel
A7) azoto nitrico	C6) sostanze estraibili in etere di petrolio (oli minerali, grassi animali e vegetali)	E6) piombo
A8) ossigeno disciolto		E7) rame
A9) sodio	C7) tensioattivi anionici	E8) zinco
A10) ferro	C8) ortofosfati solubili	E9) cianuri
A11) manganese		E10) solfuri
(B) PARAMETRI DI CARICO OTTICO	(D) PARAMETRI DI CARICO BATTERICO	E11) solfiti
B1) torbidità		E12) fenoli totali
B2) materiali grossolani	D1) coliformi totali	E13) pesticidi
B3) materiali sedimentabili	D2) coliformi fecali	E14) fluoruri
B4) materiali in sospensione totali	D3) streptococchi fecali	E15) cloro libero
B5) materiali in sospensione volatili	D4) clostridi solfito-riduttori	

Caratterizzazione delle acque reflue.

Gli effluenti liquidi/4

Parametri di carico/2

PARAMETRI	ACQUA NATURALE	LIQUAME DOMESTICO	REFLUI INDUSTRIALI
pH	7,5-8,5	6,8-7,5	2-12
solidi sospesi totali (mg/l)	5-80	200-50000	10-50000
BOD5 (mgO ₂ /l)	1-15	80-20000	5-20000
COD (mgO ₂ /l)	5-50	200-100000	50-100000
azoto ammoniacale (mgN/l)	0-7	10-300	0-700
azoto nitroso (mgN/l)	0-0,3	0-0,5	0-10
azoto nitrico (mgN/l)	0,5-10	0-1	0-50
azoto totale (mgN/l)	5-10	20-500	0-1000
fosforo totale (mgP/l)	0-3	1-100	1-50
cloruri (mgCl/l)	20-100	50-1000	10-100000
coliformi totali (ufc/ml)	1-200	10 ⁵ -10 ⁷	-
tensioattivi totali (mg/l)	0-1	5-50	0-1000

D.lgs.
152/2006
art. 74



ABITANTE EQUIVALENTE (AE): il carico organico biodegradabile, avente una richiesta di BOD₅ pari a 60gO₂/giorno;

Limiti allo scarico.

LA DISCIPLINA DEGLI SCARICHI

La disciplina degli scarichi contenuta nel D.lgs. 152/06 (sostanzialmente equivalente a quella del D.lgs. 152/99) prevede un doppio canale di controllo degli scarichi:

- a) quello **tabellare**, riportato nell'**All.5 alla parte terza** del decreto, i cui limiti sono differenziati in funzione della provenienza degli scarichi; essi costituiscono valori inderogabili, di cui quindi non può essere concesso il superamento (limitatamente ai parametri nelle Tabb. 1, 2 e 5);
- b) quello individuato dalle **Regioni** nell'ambito della redazione del **Piano di Tutela delle Acque (PTA)**, finalizzato al rispetto degli obiettivi di qualità che si vogliono raggiungere e garantire per i corpi idrici ricettori, da cui dipende la scelta dei limiti su concentrazioni e carichi massimi ammissibili per gli scarichi che in essi trovano recapito;

Limiti allo scarico.

Limiti sulle acque reflue depurate (Tab.1 All.5 parte 3^a D.lgs. 152/06)

Potenzialità impianto in A.E.	2.000 – 10.000		>10.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
BOD ₅ (mg/l)	≤25	70-90	≤25	80
COD (mg/l)	≤125	75	≤125	75
Solidi Sospesi (mg/l)	≤35	90	≤35	90

Limiti per lo scarico in "aree sensibili" (Tab.2 All.5 parte 3^a D.lgs. 152/06)

Parametri (conc. media annua)	Potenzialità impianto in AE			
	da 10.000 a 100.000		> 100.000	
	concentrazione	% di riduzione	concentrazione	% di riduzione
Fosforo totale (mgP/l)	≤ 2	80	≤ 1	80
Azoto totale (mgN/l)	≤ 15	70 - 80	≤ 10	70 - 80

Limiti da applicare al campione "medio"

Limiti allo scarico.

Limiti per lo scarico di reflui da attività produttive per lo scarico in pubbliche fognature e in corpi ricettori (Tab.3 All.5 parte 3^a D.lgs. 152/06):

parametro	SOSTANZE	unità di misura	Scarico in acque superficiali	Scarico in rete fognatura (*)
1	pH		5,5-9,5	5,5-9,5
2	Temperatura	°C	(1)	(1)
3	colore		non percettibile con diluizione 1:20	non percettibile con diluizione 1:40
4	odore		non deve essere causa di molestie	non deve essere causa di molestie
5	materiali grossolani		assenti	assenti
6	Solidi sospesi totali (2)	mg/L	≤ 80	≤ 200
7	BOD ₅ (come O ₂) (2)	mg/L	≤ 40	≤ 250
8	COD (come O ₂) (2)	mg/L	≤ 160	≤ 500
9	Alluminio	mg/L	≤ 1	≤ 2,0
10	Arsenico	mg/L	≤ 0,5	≤ 0,5
50	<i>Escherichia coli</i> (4)	UFC/100mL	Nota	
51	Saggio di tossicità acuta (5)			

Limiti allo scarico.

Limiti per gli scarichi di acque reflue urbane e industriali che recapitano sul suolo (Tab.4 All.5 parte 3^a D.lgs. 152/06):

1	pH		6 – 8
2	S&R		10
3	Materiali grossolani	-	assenti
4	Solidi sospesi totali	mg/L	<u>25</u>
5	BOD5	mg O ₂ /L	<u>20</u>
6	COD	mg O ₂ /L	<u>100</u>
7	Azoto totale	mg N /L	15
8	Fosforo totale	mg P /L	2
9	Tensioattivi totali	mg/L	0,5
31	Fenoli totali	mg/L	0,1
32	Aldeidi totali	mg/L	8,5
33	Solventi organici aromatici totali	mg/L	0,01
36	Solventi organici ozotati totali	mg/L	0,01
37	Pesticidi fosforati	mg/L	0,01
38	Saggio di tossicità su <i>Daphnia magna</i> (vedi nota 3 di tabella 3)	LC50 ^{24h}	il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale
39	<i>Escherichia coli</i> (1)	UFC/100 mL	

Limiti allo scarico.

I LIVELLI MINIMI DI TRATTAMENTO

Ulteriore limitazione introdotta dalla norma riguarda la tipologia minima di trattamento a cui i reflui devono essere sottoposti:

Tipo di corpo ricettore		Potenzialità del centro urbano (ab.)		
		< 2.000	da 2.000 a 10.000	> 10.000
acque dolci ed estuari	aree normali	TA	TS (1)	TS (1)
	aree sensibili	TA	TS	TSP
mare	aree normali	TA	TA	TS
	aree sensibili	TA	TA	TSP

Legenda: RF: rete fognaria; TA: trattamento appropriato; TS: trattamento secondario; TSP: trattamento spinto;
(1) TA per centri oltre 1.500 m s.l.m.

Osservazioni:

- sui reflui urbani non sono applicati limiti, nel caso di agglomerati di potenzialità inferiore a 2.000 AE (inferiore a 10.000 AE per i nutrienti), a meno di quelli che potrebbero essere introdotti dalle Regioni nei PTA, anche se i reflui devono essere sottoposti a un "trattamento appropriato";
- oltre tali soglie di potenzialità, sono previsti sia limiti di concentrazione, sia trattamenti secondari (deN+deP per scarico oltre 10.000 AE in aree sensibili).

Limiti allo scarico.

I LIVELLI MINIMI DI TRATTAMENTO

- c) Le tecnologie che possono essere considerate "trattamenti appropriati" non sono definite dalla norma; tuttavia si può fare riferimento al manuale ANPA 1/2001:

Potenzialità agglomerato [AE]	Tipologia trattamento
< 50	vasca Imhoff
50 - 500	vasca Imhoff, fitodepurazione
500 - 2.000	trattamenti biologici a basso carico (fanghi attivi, letti percolatori), lagunaggi, fitodepurazione
2.000 - 10.000	trattamenti biologici a basso carico (fanghi attivi, letti percolatori)



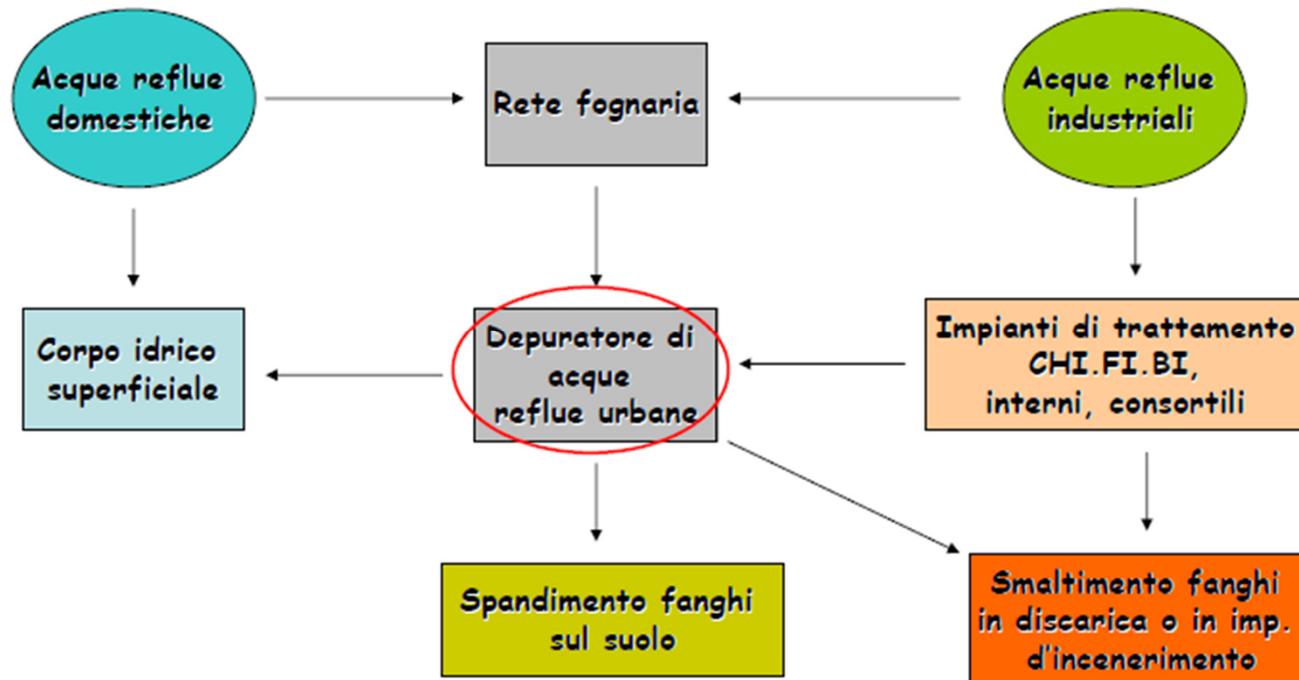
Impianto di depurazione

Insieme di strutture e reattori in cui possono realizzarsi processi di tipo fisico, chimico e biologico che portano a rimuovere gli inquinanti dalle acque reflue in varia misura

Il modello concettuale.

I sistemi di trattamento/2

Modello concettuale/1



Trattamenti depurativi.

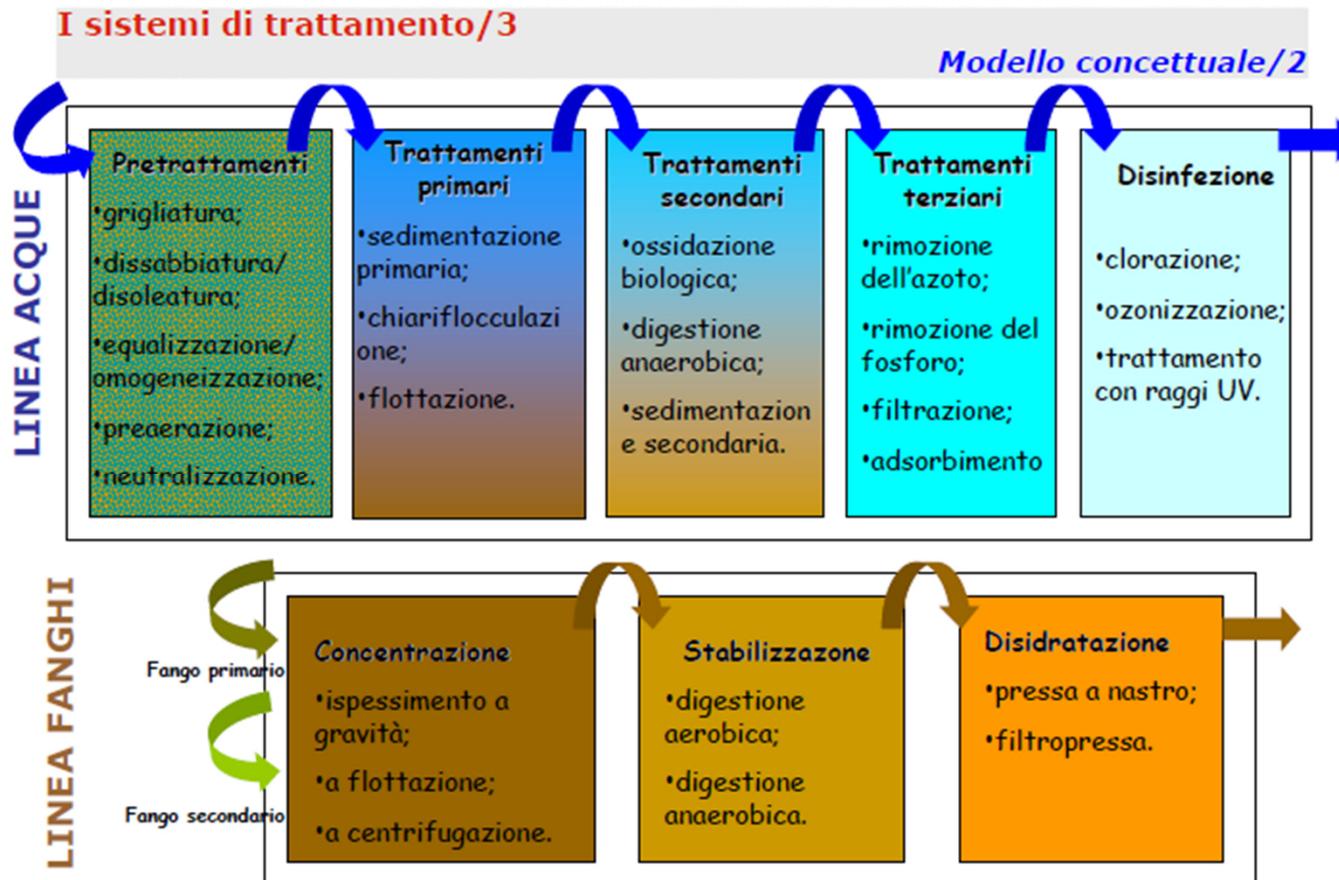
DEPURAZIONE BIOLOGICA DELLE ACQUE REFLUE

Gli obiettivi di un impianto per il trattamento delle acque reflue sono quelli di ridurre, attraverso il metabolismo microbico, il contenuto in materiali organici e inorganici a un livello che non consenta più la crescita microbica e di eliminare altri materiali potenzialmente tossici. Ciò da permettere il successivo sversamento degli effluenti depurati nei corpi idrici naturali

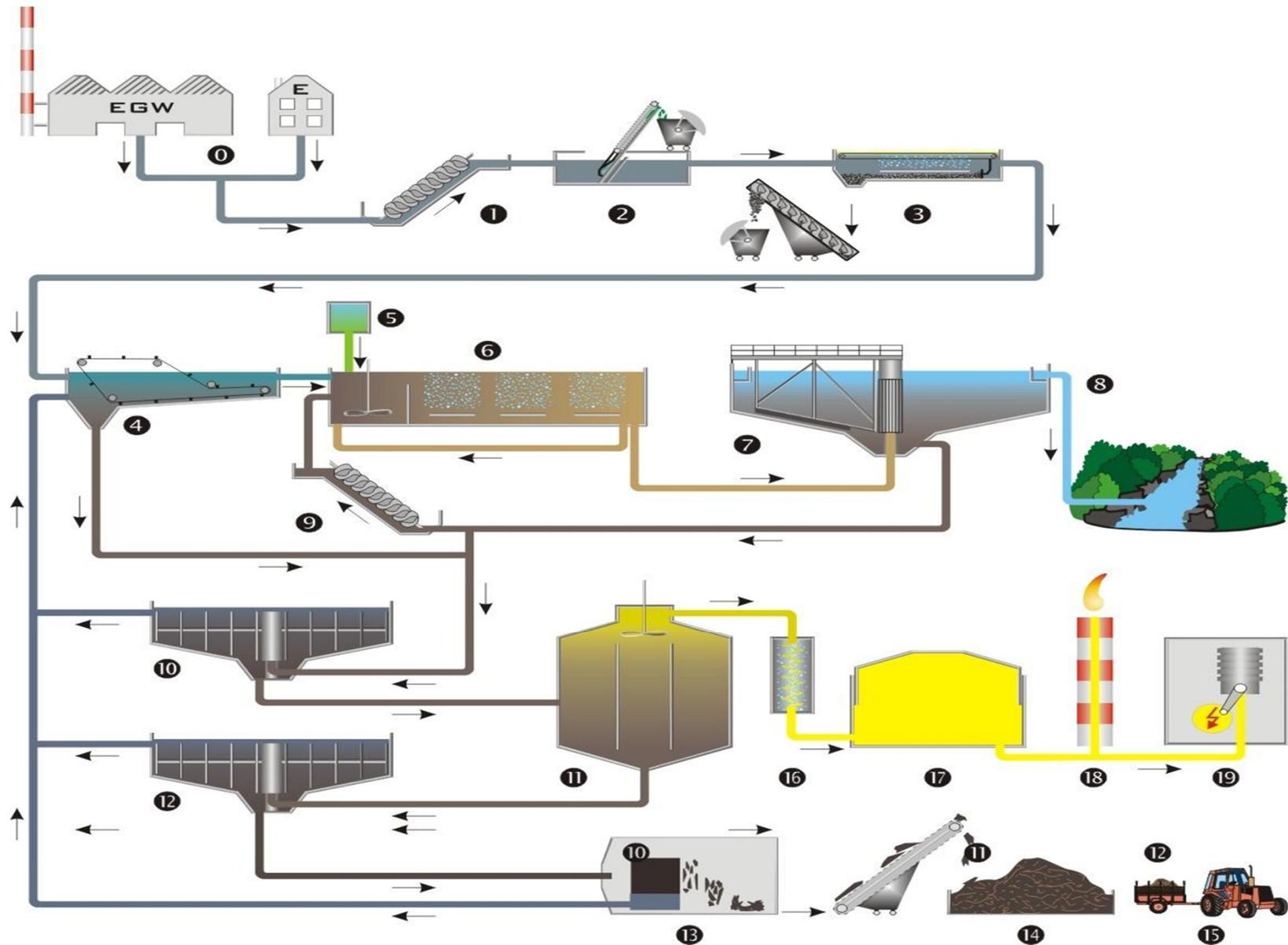
I tipi di trattamento adottabili possono essere suddivisi:

Trattamenti primari (meccanici)	Grigliatura Dissabbiatura Disoleatura Sedimentazione I	→	Eliminazione nel refluo quegli inquinanti che possono essere allontanati con semplici procedimenti di tipo fisico
Trattamenti secondari (biologici) aerobi/anaerobi	Fanghi attivi Filtri percolatori Biodischi Lagunaggio Digestione anaerobica	→	Abbattimento di larga parte delle sostanze organiche sospese e disciolte e di materiali colloidali
Trattamenti terziari (chimici)	Clorazione Ozono	→	Rimozione o riduzione delle sostanze residue a un livello più spinto di quanto ottenibile con i precedenti trattamenti

I sistemi di trattamento.



schema riassuntivo di un impianto di depurazione



Trattamenti interni.

I sistemi di trattamento/4

Trattamenti interni

*I **trattamenti interni** sono procedure, utilizzate all'interno di processi industriali o negli impianti consortili, per l'abbattimento di particolari sostanze presenti nel refluo generato da quel determinato ciclo produttivo.*

*Sono trattamenti **preliminari** grazie ai quali si ottiene un refluo che può essere inviato all'impianto di trattamento reflui urbani.*

- ➔ **METALLI:** ossidoriduzione, precipitazione, filtrazione;
- ➔ **COMPOSTI ORGANICI O INORGANICI:** ossidazione, adsorbimento su GAC (es. fenoli, cianuri, solfiti, ecc.);
- ➔ **COMPOSTI VOLATILI:** strippaggio ad aria o vapore (es. H₂S, NH₃, solventi, acidi organici, ecc...);

Rimozione dei solidi.

I sistemi di trattamento/5

Sistemi solido-liquido

Tipi di solidi	Solidi grossolani	Sabbie	Argille	Colloidi	Particelle
Dimensione delle particelle (mm)	$\Phi < 100$	$\Phi \sim 1$	$\Phi \sim 10^{-2}$	$10^{-6} < \Phi < 10^{-3}$	$\Phi < 10^{-7}$
Tipo di miscela solido-liquido	sospensione eterogenea	sospensione eterogenea	sospensione eterogenea	sospensione colloidale	soluzione omogenea
Tipo di separazione	grigliatura	sedimentazione per gravità	sedimentazione per gravità	coagulazione, flocculazione	reazione chimica

➔ **SOSPENSIONE:** quando la concentrazione dei solidi è $< 10-20$ g/l;

➔ **FANGO:** quando la concentrazione dei solidi è $\geq 10-20$ g/l;

La grigliatura.

I pretrattamenti/1

Grigliatura

Lo *scopo* è separare i **solidi grossolani** dal refluo per impatto.

- ➔ La griglia può avere la forma di **barre** o **maglie** metalliche e può essere piana, verticale, inclinata o curva.
- ➔ In base alla luce del vaglio, la grigliatura può essere:
 - **grossolana** (separa solidi con $\Phi > 30-60$ mm);
 - **fine** (separa solidi con $\Phi > 10-20$ mm);
 - **microgrigliatura** (separa solidi con $\Phi > 1-15$ mm);
- ➔ La **velocità** del refluo non dovrebbe mai scendere sotto 0,5-0,7 m/s.
- ➔ Il materiale trattenuto dalla griglia deve essere periodicamente asportato e la **pulizia** può essere **automatica** o **manuale**.
- ➔ Il materiale grigliato è raccolto tal quale in tramogge e cassonetti o pressato e inviato a smaltimento.





La dissabbiatura/ disoleatura.

I pretrattamenti/2

Dissabbiatura/Disoleatura

Lo **scopo** è separare le **sabbie** per sedimentazione e gli **oli** per galleggiamento.

- ➔ Avviene la separazione delle **sabbie** in virtù della differenza di densità acqua-solido:
 $\rho \text{ acqua} \cong 1000 \text{ kg/m}^3$
 $\rho \text{ sabbia} \cong 2500 \text{ kg/m}^3$
- ➔ Le tipologie di dissabbiatori sono due:
 - gravità** (canale sagomato attraversato dal refluo, insufflazione laterale di aria a creare un moto spiroidale che separa dalle sabbie, olii, ecc...);
 - centrifuga** (vasca di forma tronco-conica, dove il liquame è immesso tangenzialmente originando un moto circolare);
- ➔ La **velocità** del refluo dovrebbe essere di circa 0,3 m/s.
- ➔ Con la disoleatura avviene la separazione, per galleggiamento, di **oli** e **grassi** in virtù della densità inferiore a quella dell'acqua.

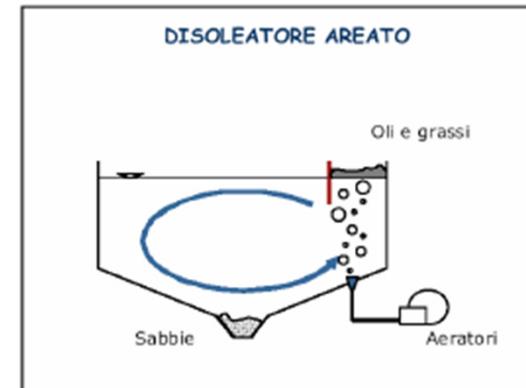
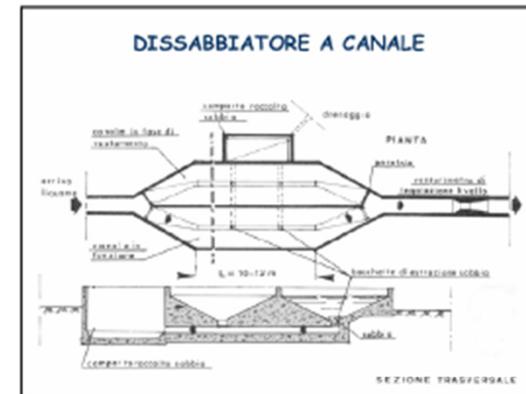




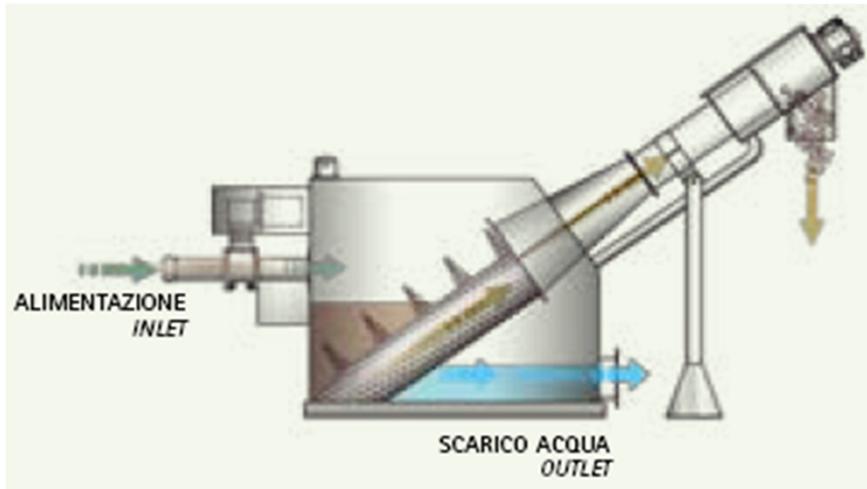
La dissabbiatura /disoleatura.

I pretrattamenti/2

Dissabbiatura/Disoleatura



TRATTAMENTI PRELIMINARI

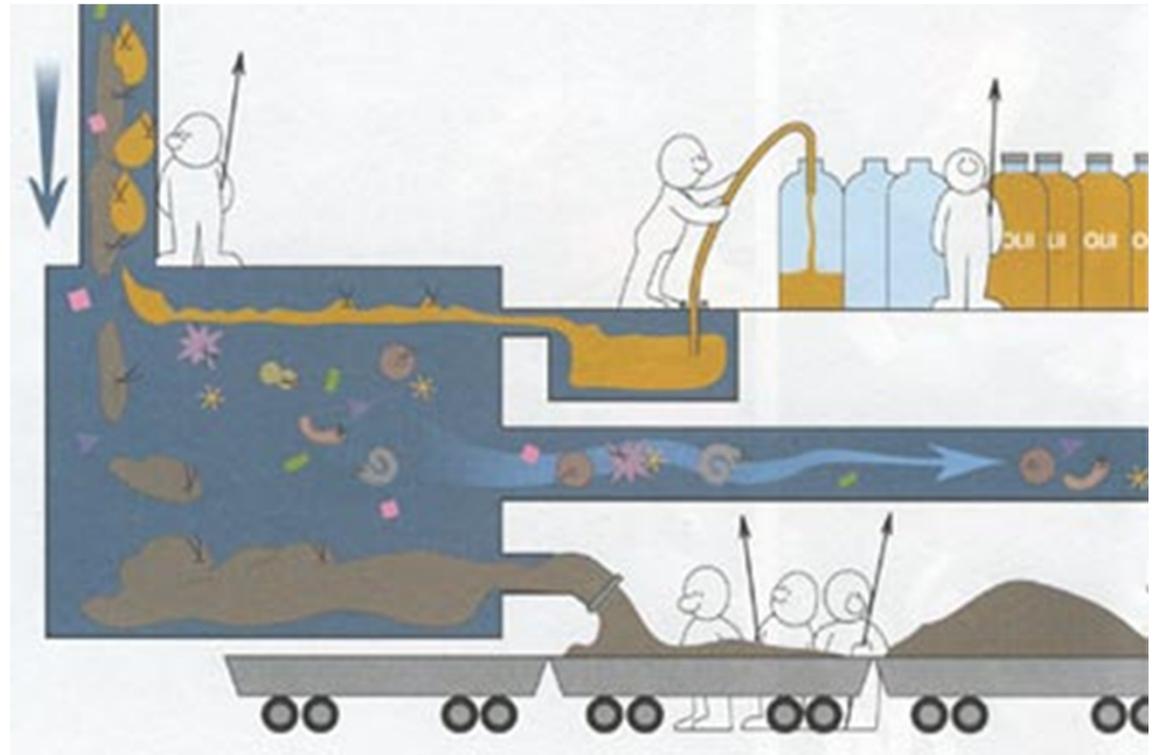


GRIGLIATURA

·Eliminazione di oggetti di grossa dimensione

DISSABBIAMENTO e DISOLEATURA

·Eliminazione solidi sabbiosi
·Eliminazione sostanze oleose



Equalizzazione.

I pretrattamenti/3

Equalizzazione/Omogeneizzazione/Preaerazione

Lo **scopo** è alimentare l'impianto di trattamento con un refluo dalla **portata costante** e dai **carichi inquinanti omogenei**.

- ➔ **Equalizzazione** è l'operazione di regolazione delle portate.
- ➔ **Omogeneizzazione** è l'operazione di regolazione dei carichi inquinanti.
- ➔ Il liquame è raccolto in una **vasca di accumulo** di capacità adeguata ad assorbire variazioni di portate e dotata di sistemi di miscelazione.

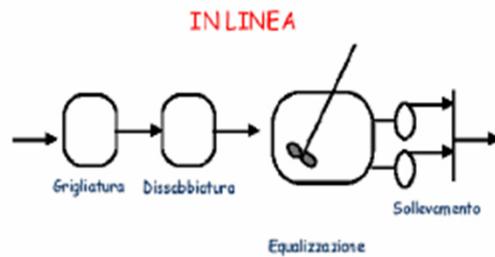
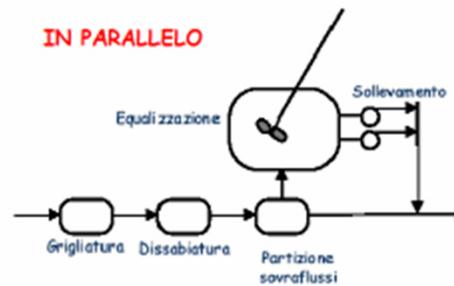
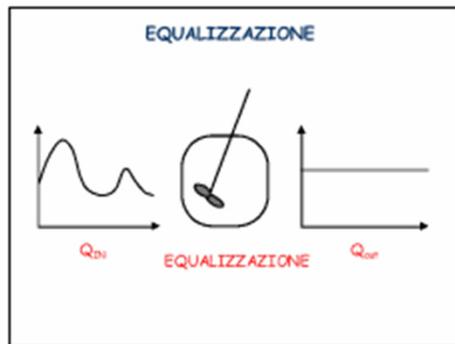
Lo **scopo** è controllare l'emissione di **cattivi odori** e migliorare la **trattabilità** del refluo.

- ➔ **Preaerazione** è l'operazione di immissione di aria compressa nel refluo.
- ➔ Generalmente questa fase dura **30-45 min.**

Equalizzazione.

I pretrattamenti/3

Equalizzazione/Omogeneizzazione/Preaerazione



Neutralizzazione.

Lo **scopo** è aggiustare il pH del refluo alla **neutralità**.

- Perchè occorre correggere il pH?
- favorire i processi biologici successivi, che avvengono tra **pH 6,5-7,5**;
 - il refluo trattato non dovrà alterare il pH dell'ambiente in cui viene scaricato;
 - il refluo non deve essere corrosivo nei confronti dell'impianto.

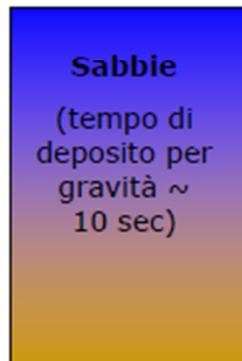
- I **reattivi** usati sono:
- per acque alcaline, si usa H_2SO_4 , CO_2 ;
 - per acque acide, si usa calce (CaO , $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$), latte di calce, $NaOH$.

- ➔ Attenzione alla formazione di **idrossidi** di metalli **insolubili**!

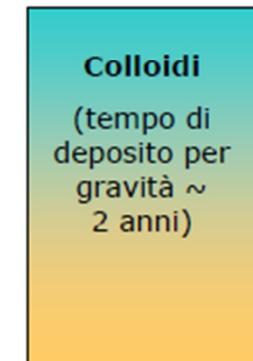
Separazione solido - liquido.

I trattamenti primari/1

Separazione solido-liquido



Sedimentazione per gravità
(dissabbiatori e sedimentatori primari)



Coagulazione, flocculazione, sedimentazione
(chiariflocculatori)



Filtrazione
(letti a sabbie)

Sedimentazione primaria.

I trattamenti primari/2

Trattamenti chimico-fisici/1

Lo **scopo** è separare i **solidi sospesi sedimentabili** che non si sono fermati nei precedenti trattamenti.

SEDIMENTAZIONE PRIMARIA

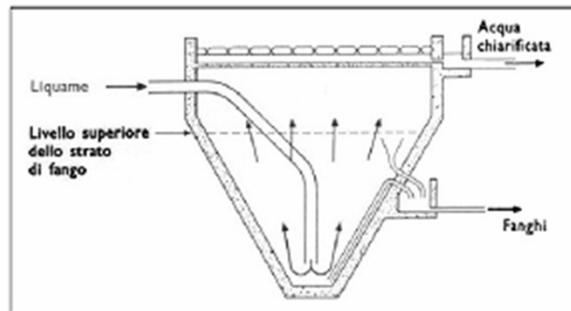
- ➔ Avviene in **bacini** in cui si crea una zona di **calma** che permette la sedimentazione di materia per gravità.
- ➔ I **bacini** si distinguono in base alla **direzione** di **flusso** del refluo tra ingresso e uscita:
 - . *flusso verticale;*
 - . *flusso orizzontale longitudinale;*
 - . *flusso orizzontale radiale.*
- ➔ Il **tempo** di **permanenza** del refluo, scelto per il dimensionamento del bacino, è generalmente di 2h.
- ➔ Questa fase porta all'abbattimento di solidi sospesi compreso tra 50-60% e di BOD₅ tra 25-30%.



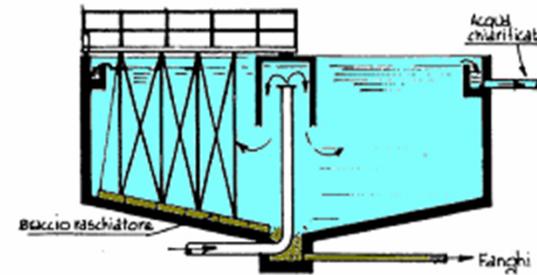
Sedimentazione primaria.

I trattamenti primari/2

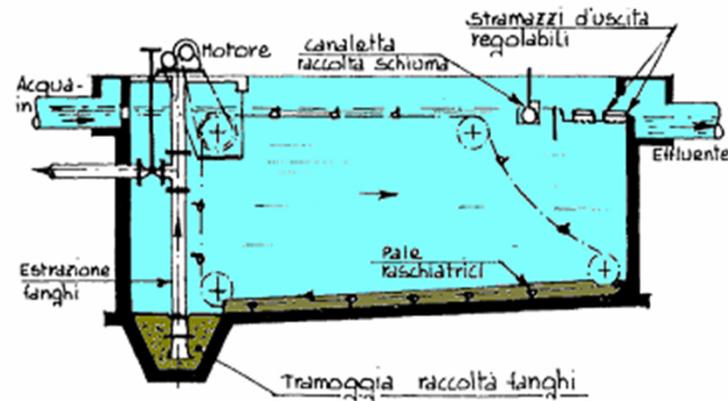
Trattamenti chimico-fisici/1



sedimentatore statico (flusso verticale)



Sedimentatore circolare con braccio radiale



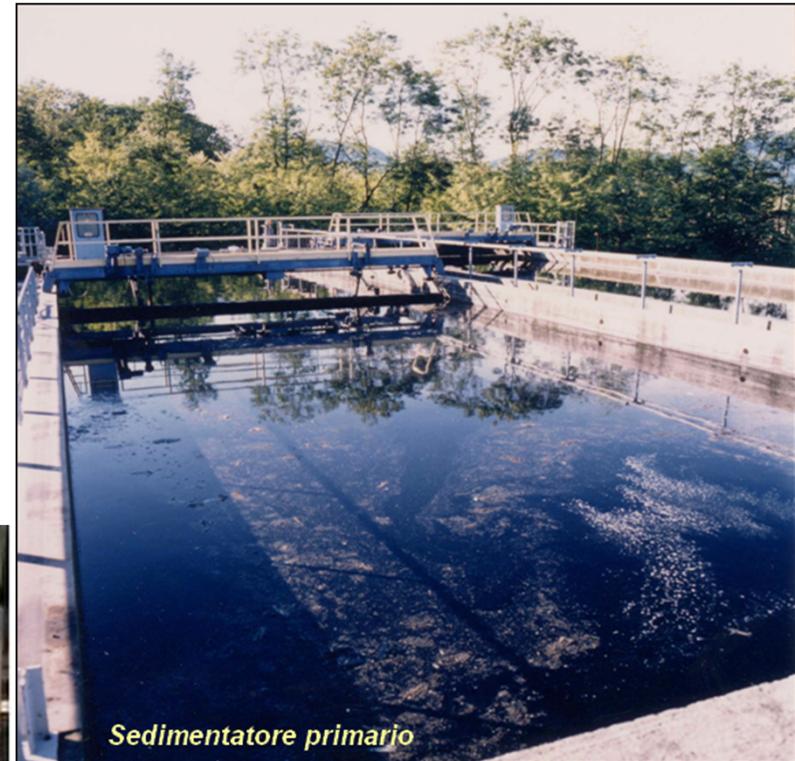
Sedimentatore rettangolare

TRATTAMENTI PRIMARI

SEDIMENTAZIONE

PRIMARIA

- Eliminazione particelle solide che sedimentano, abbattimento parziale del carico organico inquinante.



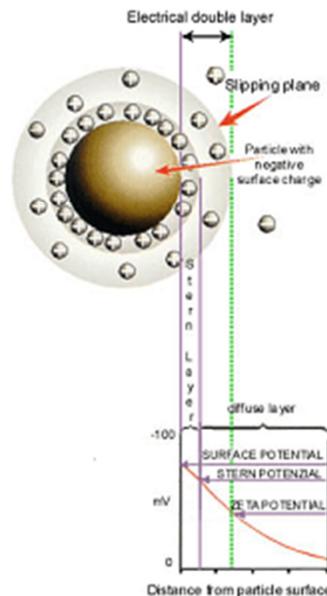
Chiariflocculazione.

I trattamenti primari/3

Trattamenti chimico-fisici/2

Lo **scopo** è abbattere i **solidi sospesi non sedimentabili** (fase colloidale) e alcune **sostanze organiche disciolte**.

CHIARIFLOCCULAZIONE

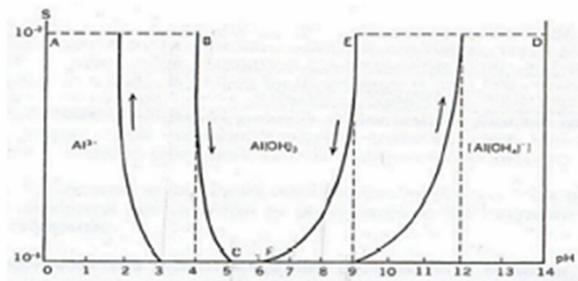
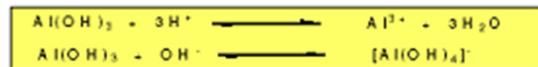
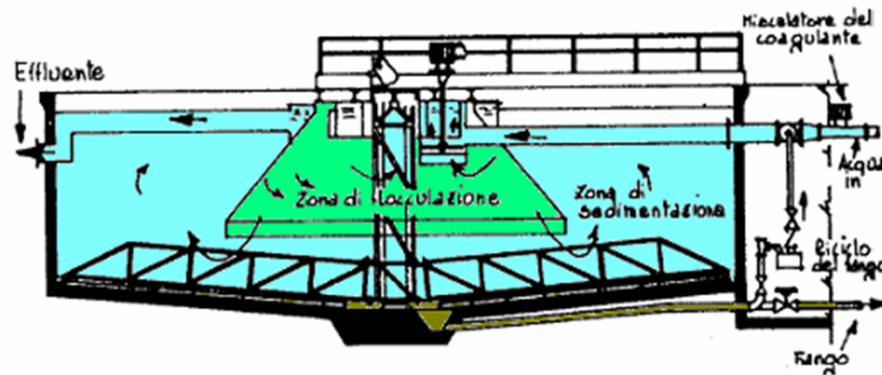


- ➔ **Fase colloidale:** particelle che si trovano in uno stato finemente disperso, intermedio tra la sospensione e la soluzione, in moto browniano. La fase è **stabile** se ha particelle cariche dello stesso segno che si respingono.
- ➔ **Coagulazione:** processo di **destabilizzazione** della fase colloidale tramite aggiunta di un agente coagulante che neutralizza le cariche elettriche superficiali facendo avvicinare i colloid.
- ➔ **Flocculazione:** fase di formazione di grossi **fiocchi** che precipitano per gravità.
- ➔ Per reflui domestici generalmente si usa poliidrossisolfatodialluminio **$Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$** ;

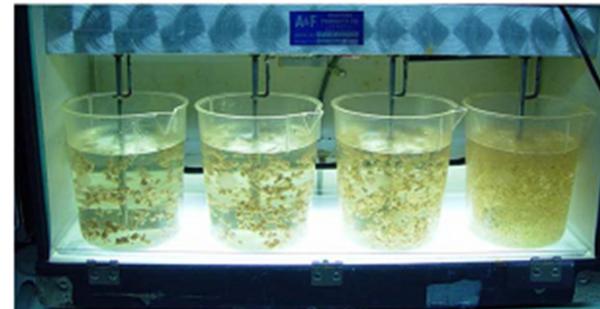
Chiariflocculazione.

I trattamenti primari/3

Trattamenti chimico-fisici/2



Chiariflocculatore

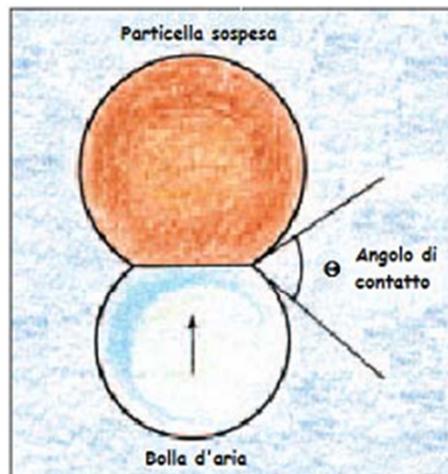


Flottazione

I trattamenti primari/5

Flottazione

Lo **scopo** è separare i **solidi sospesi** mediante **galleggiamento**.



→ Il refluo viene saturato mediante insufflazione di **aria compressa**: man mano che le bollicine salgono aderiscono alle particelle in sospensione abbassandone la densità.

→ Per migliorare il processo si possono aggiungere **additivi chimici** (organici o inorganici) che favoriscano l'adesione delle bolle d'aria alle particelle.

In superficie il materiale galleggiante viene raccolto da un **raschiatore**, mentre in refluo esce da sfiori posti ad una certa profondità.



Trattamento secondario o biologico: biochimica.

- Trasformazione sostanze organiche disciolte o disperse nell'effluente da microrganismi che le utilizzano per le proprie necessità nutritive, le demoliscono e le trasformano in composti semplici.
- Formazione di aggregati di sostanza organica e microrganismi in forma di **fiocchi**.
- Adsorbimento di ulteriore sostanza organica colloidale con progressivo aumento delle dimensioni del fiocco.

Trattamento secondario: risultati e prodotti.

Prodotti

- Refluo chiarificato (alla sedimentazione secondaria)
- Fanghi (alla linea fanghi)

Risultati

- Abbattimento del BOD

Trattamento secondario: processi.

- **Biomassa adesa:** letti percolatori, biodischi, biofiltri.
- **Biomassa dispersa:** fanghi attivi, vasche di ossidazione.
- **Fitodepurazione:** lagunaggio, evapotraspirazione.

Ossidazione biologica.

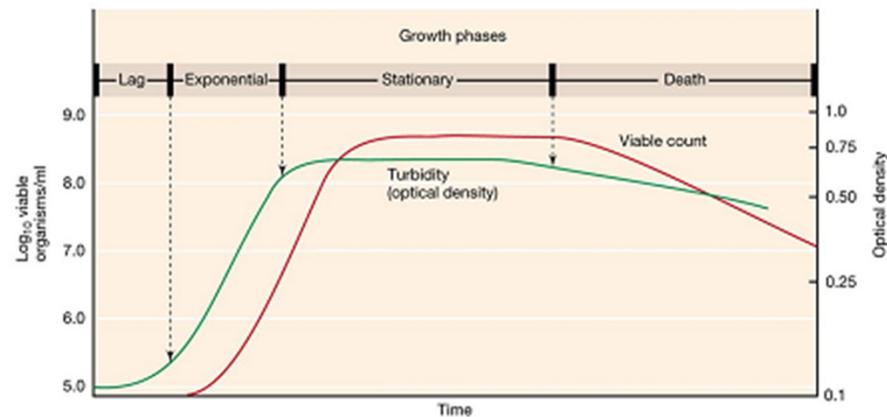
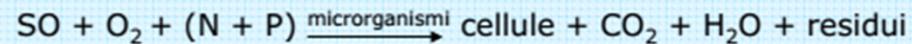
I trattamenti secondari/1

Ossidazione biologica/1

Lo **scopo** è la trasformazione, da parte di **microrganismi**, delle sostanze organiche inquinanti in sostanze più semplici.

➔ **Batteri**: naturalmente presenti nei reflui, possono essere **aerobici**, **anaerobici**, **facoltativi**.

➔ **Ossidazione biologica**: in questo processo di sintesi, la sostanza organica edibile è utilizzata dai batteri come fonte di energia (**respirazione aerobica**) e fonte di materia per la crescita cellulare.

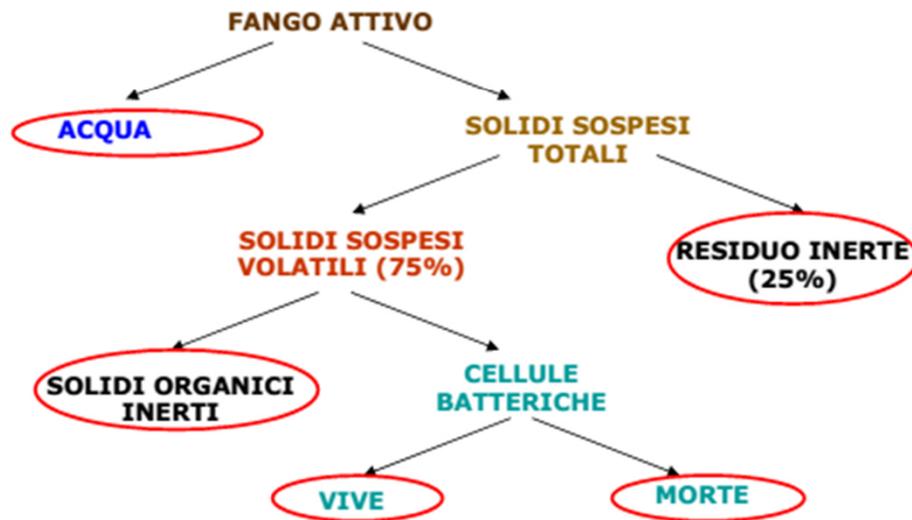


Ossidazione biologica.

I trattamenti secondari/2

Ossidazione biologica/2

- ➔ Questi sistemi possono essere:
 - a **biomassa dispersa** (**fanghi attivi, lagune aerate**);
 - a **biomassa adesa** (**filtri percolatori, biodischi**).
- ➔ **Fango attivo**: materia mucillaginosa in cui vivono grandi quantità di batteri e protozoi.

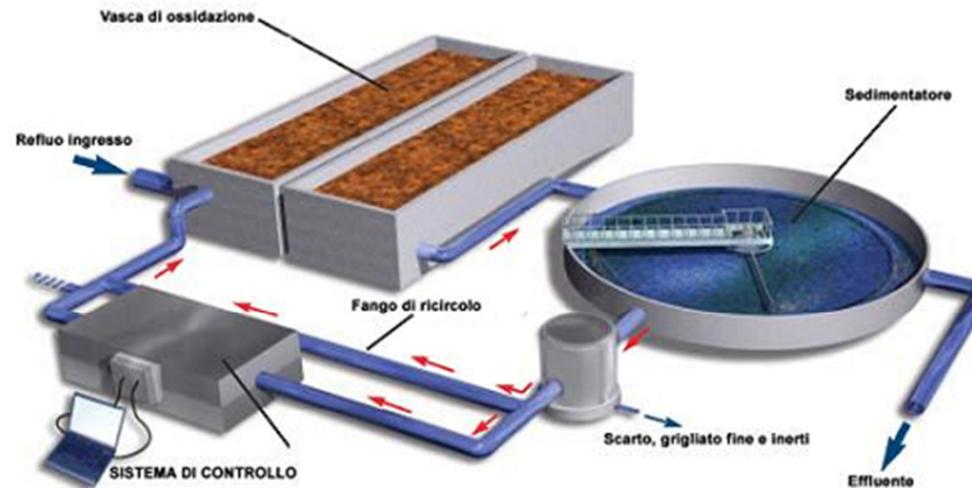


Ossidazione biologica.

I trattamenti secondari/3

Ossidazione biologica/3

IMPIANTO A FANGHI ATTIVI



Lagune areate: sono sistemi a fanghi attivi, formati però da vasche molto estese e poco profonde (50 cm), senza sistemi di aerazione forzata. Sistema di trattamento discontinuo.

Fanghi attivi: microorganismi principali.

BATTERI.

- **Degradatori che ossidano il carbonio organico:** *Zooglea, Flavobacterium, Alcaligenes, Bacillus, Pseudomonas* e altri
- **Fiocco-formatori (*flock forming*):** molti degradatori (*Zooglea, Flavobacterium, Alcaligenes, Pseudomonas*); *Arthrobacter, Citromonas*
- **Nitrificanti:** *Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrobacter, Nitrococcus*
- **Denitrificanti:** *Thiobacillus, Alcaligenes, Pseudomonas, Xantomonas* e altri generi degradano composti del carbonio utilizzando come accettori di elettroni l'ossigeno o anche nitrati e nitriti (**respirazione anaerobia**).

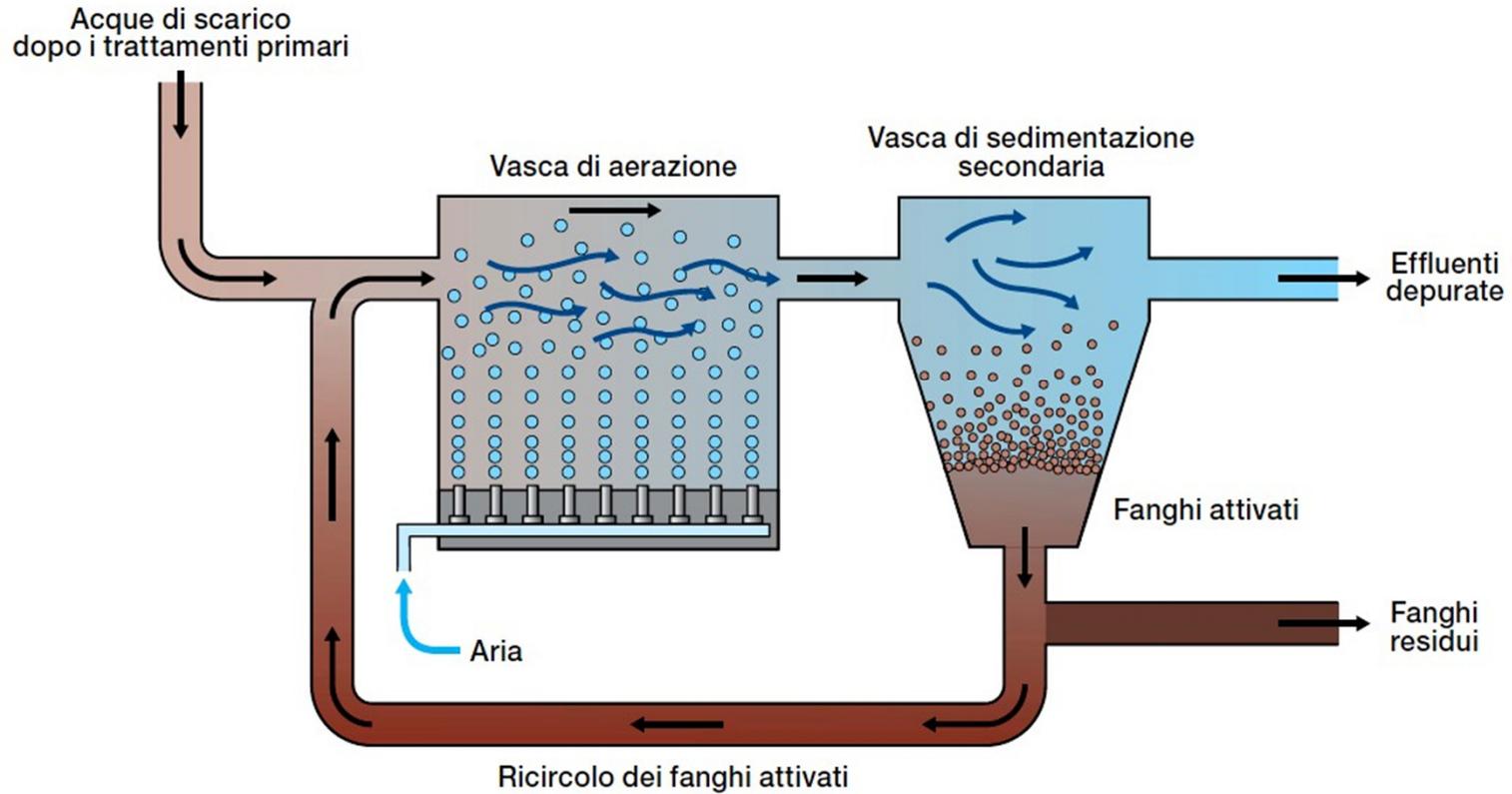
Fanghi attivi: microorganismi principali.

BATTERI.

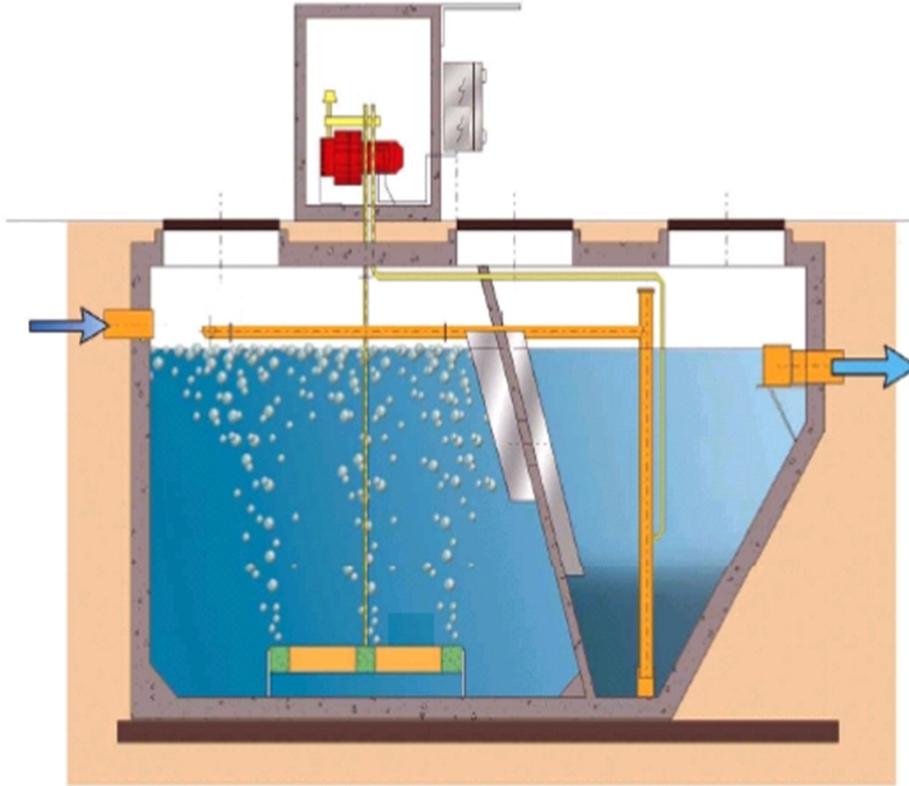
- **Fosforo-accumulanti:** *Acinetobacter, Acromonas, Klebsiella, Moraxella, Pseudomonas*
- **Filamentosi**
- **Filamentosi e solfo-ossidanti:** *Thiobacillus, Beggiatoa, Thiotrix*

PROTOZOI CILIATI.

Fanghi attivi: impianto.



TRATTAMENTI SECONDARI



FANGHI ATTIVI

◦ Rimozione sostanze organiche, tramite ossidazione batterica aerobica

AEREAZIONE

Metodo mediante il quale l'acqua viene a contatto con i fanghi attivi.



Fanghi attivi: possibili inconvenienti.

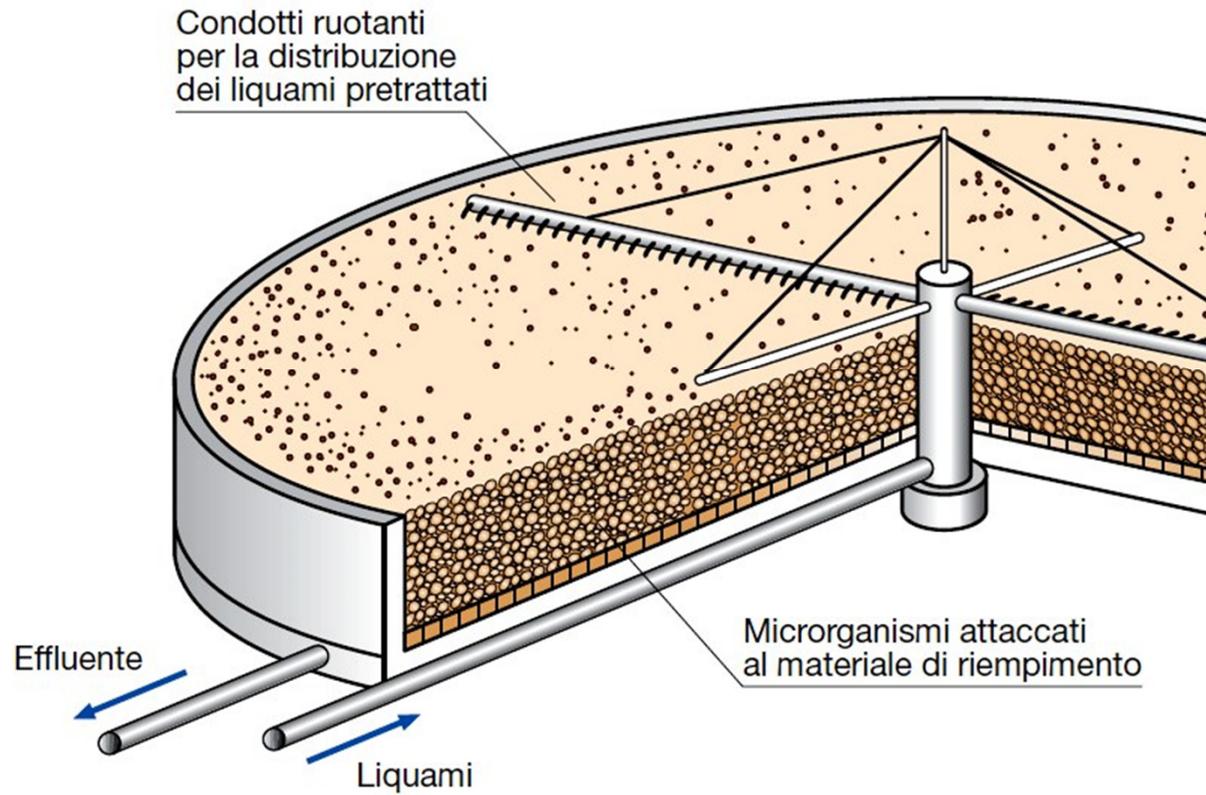
·**Rigonfiamento dei fanghi (*bulking filamentoso*)** da eccessiva presenza di batteri filamentosi (*Microthrix parvicella*, *Thiothrix nivea*, *Nostocoida limicola*, *Sphaerotilus natans*, *Beggiatoa*, *Flexibacter*)

·**Schiume biologiche** prodotte da *Microthrix parvicella*, *Nocardia amarae* e batteri simili (*NALO=Nocardia Amarae Like Organisms*), *Nocardia pinensis*, attinomiceti, *Rhodococcus*, *Mycobacterium*

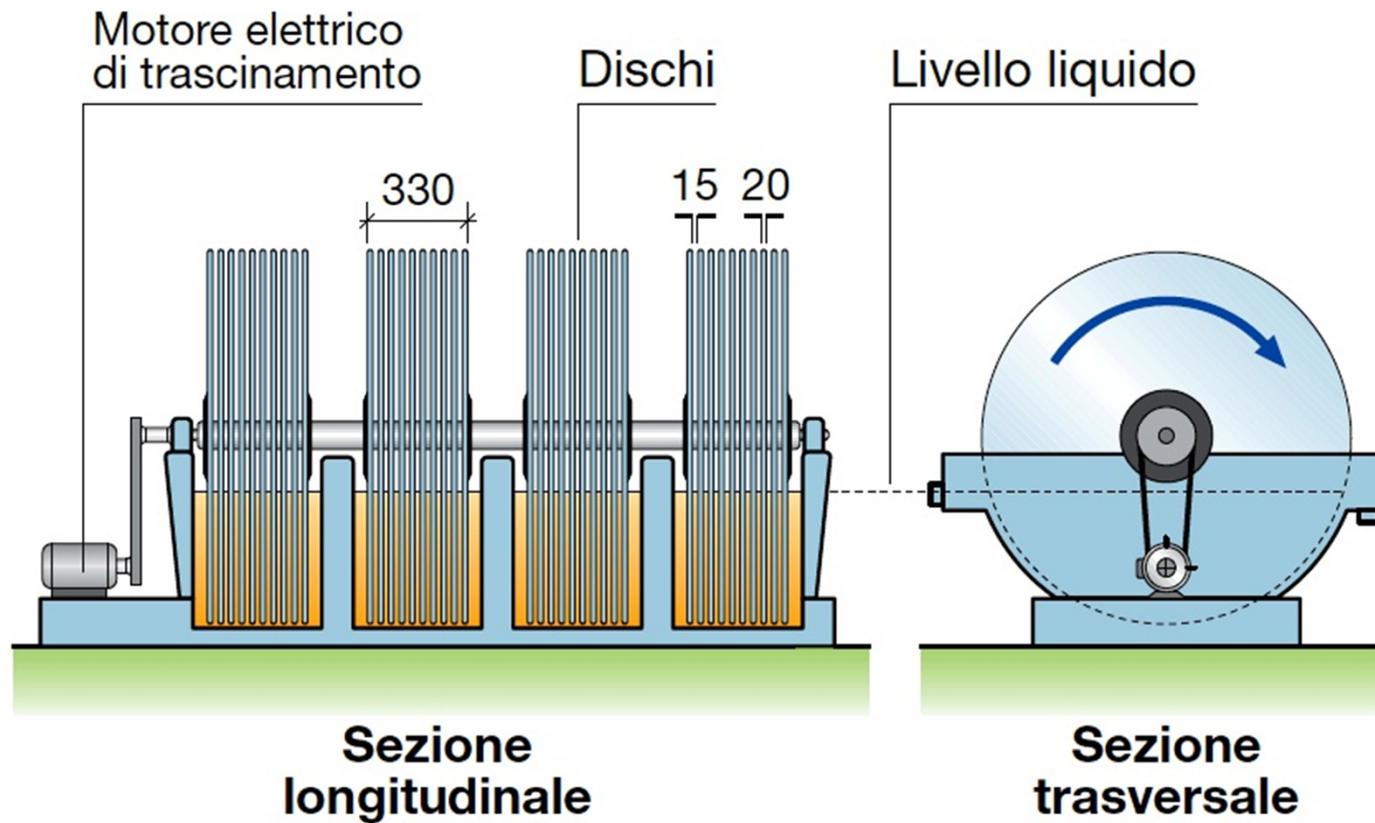
Effluente torbido con elevato BOD

Schiume maleodoranti

Trattamento secondario: letti percolatori.



Trattamento secondario: biodischi.



Processi a biomassa adesa.

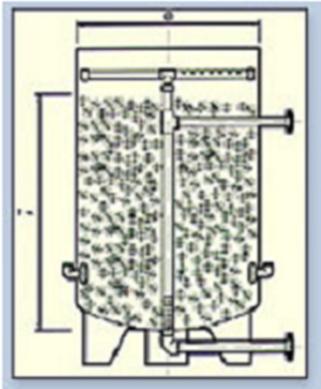
I trattamenti secondari/4

Ossidazione biologica/4

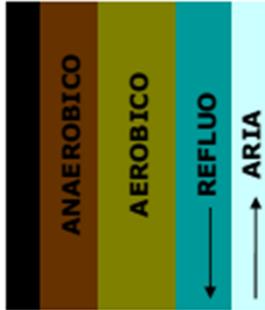
BIODISCHI



**LETTI
PERCOLATORI**



BIO-BALL
(4-8 cm)



BIOFILM

SEDIMENTAZIONE SECONDARIA

.Separa i fanghi sedimentabili, prodotti nella fase aerazione dell' acqua chiarificata

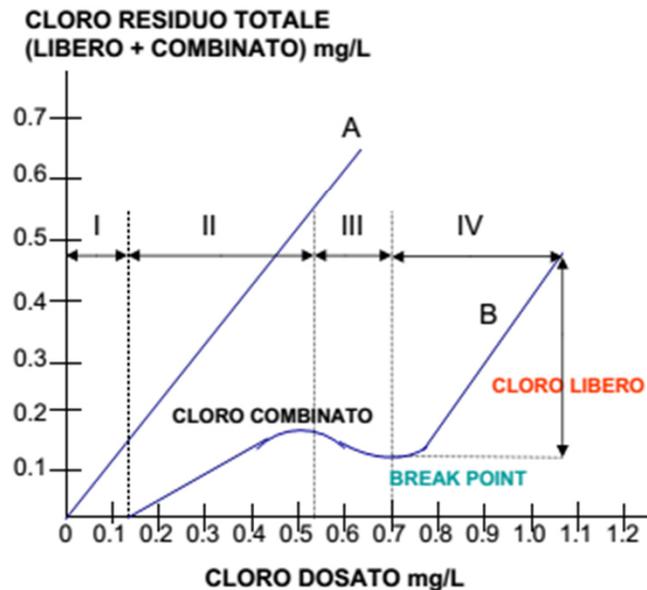


Trattamento terziario.

- Coagulazione chimica: favorisce e accelera la sedimentazione delle microparticelle in sospensione nel refluo.
- Neutralizzazione: correzione pH.
- Eliminazione dei patogeni: clorazione o ozonizzazione.
- Rimozione azoto: nitrificazione e denitrificazione.
- Rimozione fosforo: chimica o biologica.
- Filtrazione (su sabbia, tela, carboni attivi).

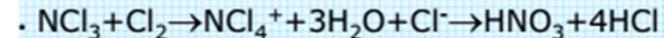
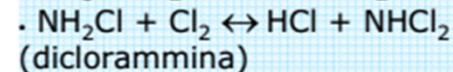
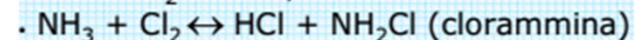
La rimozione dell'azoto

Lo **scopo** è l'abbattimento dell'azoto ammoniacale (NH_4^+) che si forma per **ammonificazione**.



➔ **1) Chimico-fisico:** basato sull'equilibrio
 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

➔ **2) Chimico:** clorazione al break-point (vedi curva della domanda di cloro), mediante l'uso di Cl_2 o HClO/NaClO :

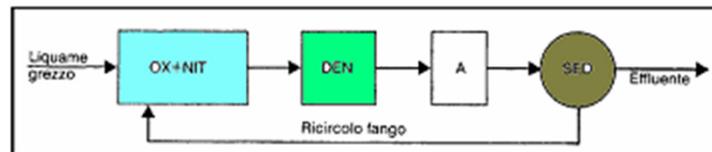


Problema: formazione dei THM (cancerogeni per l'uomo).

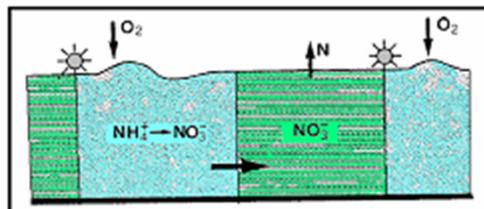
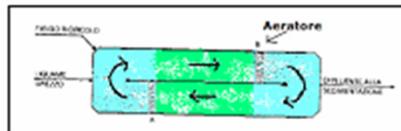
La rimozione dell'azoto



Schema del processo di pre-denitrificazione.

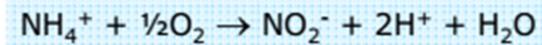


Schema del processo di post-denitrificazione.

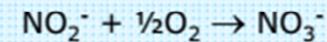


3) Biologico: ad opera di diversi tipi di batteri aerobici:

Nitrosazione (Nitrosomonas)

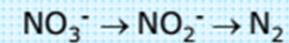


Nitrificazione (Nitrobacter)



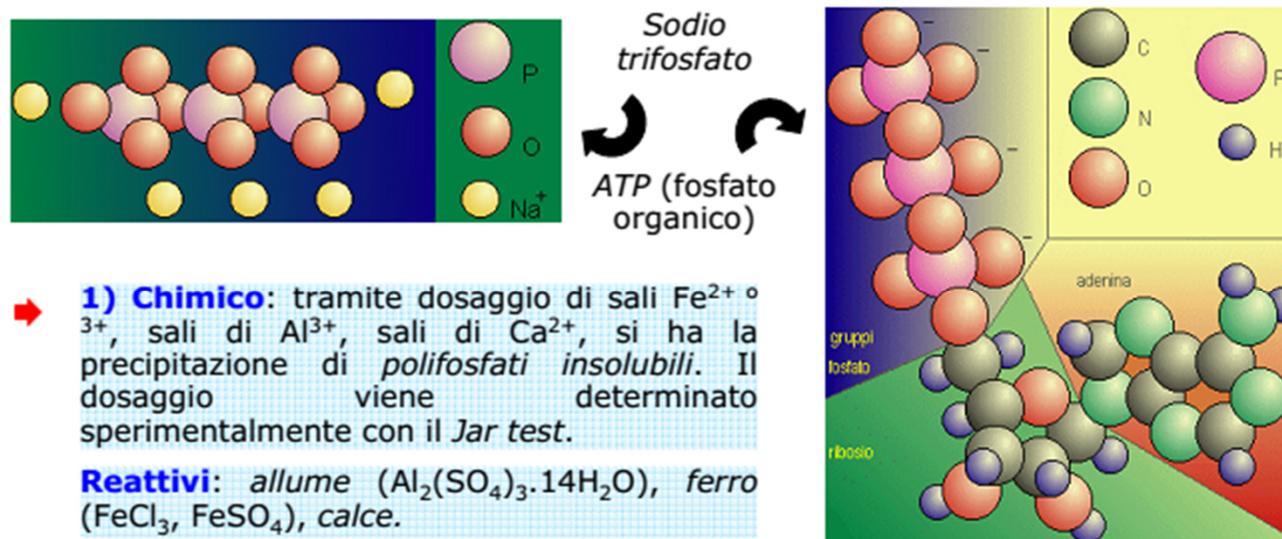
e anaerobici:

Denitrificazione (batteri eterotrofi)



La rimozione del fosforo.

Lo **scopo** è l'abbattimento del fosforo presente in forma di **ortofosfati solubili** (PO_4^{3-}), **polifosfati e fosfati organici**.



➔ **1) Chimico:** tramite dosaggio di sali Fe^{2+} o $^{3+}$, sali di Al^{3+} , sali di Ca^{2+} , si ha la precipitazione di *polifosfati insolubili*. Il dosaggio viene determinato sperimentalmente con il *Jar test*.

Reattivi: *allume* ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$), *ferro* (FeCl_3 , FeSO_4), *calce*.

➔ **2) Biologico:** mediante l'utilizzo di ceppi batterici fosfo-accumulanti, come ad es. *Acinetobacter*, in grado di accumulare polifosfati all'interno della cellula.

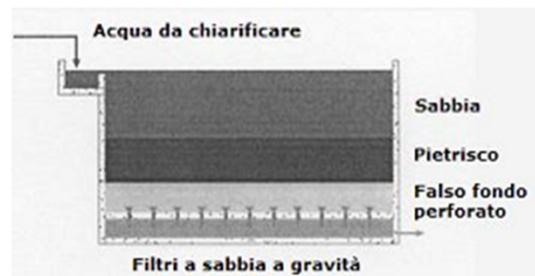
La filtrazione.

I trattamenti terziari/4

Filtrazione

Lo **scopo** è l'abbattimento delle **particelle sospese**, sfuggite ai processi di sedimentazione precedenti, mediante l'attraversamento di un **mezzo permeabile** che trattiene il solido.

- ➔ **1) Su STRATO**: il reflujo attraversa il letto filtrante mentre le particelle sono trattenute all'interno del mezzo.
- ➔ **2) Su SUPERFICIE**: il reflujo attraversa il letto filtrante mentre le particelle si depositano sulla superficie formando un *pannello* di materiale che trattiene le successive particelle.
- ➔ Dopo un certo periodo di tempo i filtri necessitano di un **controlavaggio** con fluido pulito o la rimozione meccanica del pannello, al fine di ripristinarne la capacità filtrante.



Filtri a sabbia a pressione

L'adsorbimento.

I trattamenti terziari/5

Adsorbimento

Lo **scopo** è l'abbattimento di sostanze organiche residue, tensioattivi, metalli pesanti, composti del cloro (clorammine, THM).

- ➔ **CARBONE ATTIVO**: è un solido poroso con una struttura grafitica, all'interno della quale vi sono una miriade di canalini, fori e tasche dove le sostanze adsorbite formano *legami fisici* con la superficie del carbone. Le sue caratteristiche sono:
 - elevata superficie specifica (800-1200 m²/g);
 - piccole dimensioni del granulo (qualche mm);
 - controlavaggio con vapore a 120°C;
 - rigenerazione in atmosfera inerte a 800°C.

- ➔ **PAC** (*polverized activated carbon*): carbone attivo in polvere che viene dosato nella vasca di aerazione di un trattamento secondario oppure nella vasca di chiariflocculazione. Funzione *adsorbente* e funzione *coadiuvante* dei fiocchi.

- ➔ **GAC** (*granular activated carbon*): carbone attivo granulare viene usato come riempimento in letti di filtrazione, orizzontali o verticali. E' uno stadio terziario di trattamento.

Filtrazione ed adsorbimento.

I trattamenti terziari/5

Adsorbimento



Batterie di filtri **verticali**

Batterie di filtri **orizzontali**



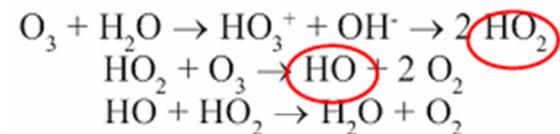
Disinfezione.

Disinfezione/1

Ozonizzazione

Lo **scopo** è l'eliminazione di **organismi patogeni** (es. salmonelle, coliformi,...).

- ➔ **Ozonizzazione:** l'ozono (O_3) distrugge i microrganismi agendo come ossidante protoplasmatico. Reagisce con l'acqua a dare radicali liberi, forti ossidanti:



Ad es. 1,5 mg/l di O_3 , in 5 min, riducono i batteri in sospensione da 70000 ufc/ml a 0 ufc/ml.

Svantaggi:

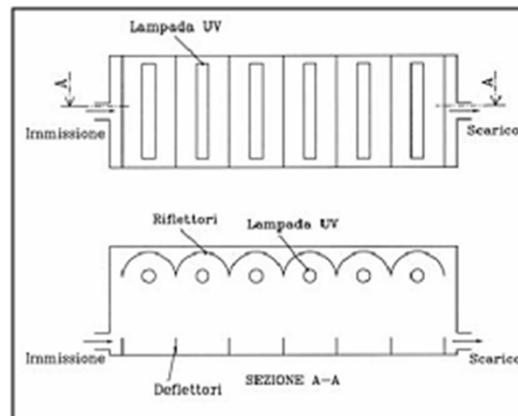
- . è molto **instabile**, non può essere stoccato né trasportato per cui deve essere prodotto direttamente in loco con un ozonizzatore;
- . è **corrosivo** e **tossico** per cui va iniettato all'interno della colonna d'acqua e ben miscelato.

Disinfezione.

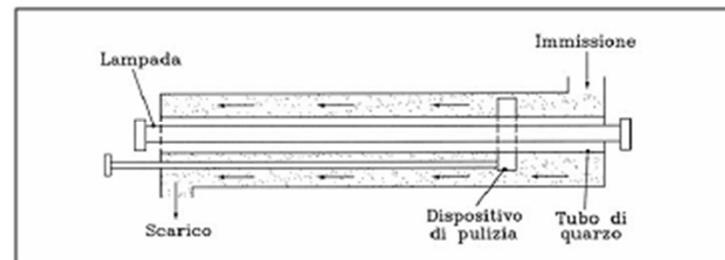
Disinfezione/2

Irraggiamento UV

- ➔ **Raggi UV:** radiazione elettromagnetica di lunghezza d'onda compresa tra 10 e 390 nm. Sono potenti germicidi perchè rompono i legami insaturi, in particolare attaccano le molecole del nucleo cellulare (DNA, RNA,...).



Schema di sistema sospeso di disinfezione a raggi ultravioletti.



Schema di sistema sommerso di disinfezione a raggi ultravioletti di tipo longitudinale.

Svantaggi:

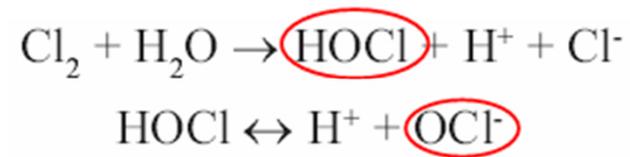
- la loro efficacia è legata alla **limpidezza** dell'acqua (SST < 30 mg/l).

Disinfezione.

Disinfezione/3

Clorazione

➔ **Cloro:** agente ossidante sotto forma di *acido ipocloroso* e *ione ipoclorito*:



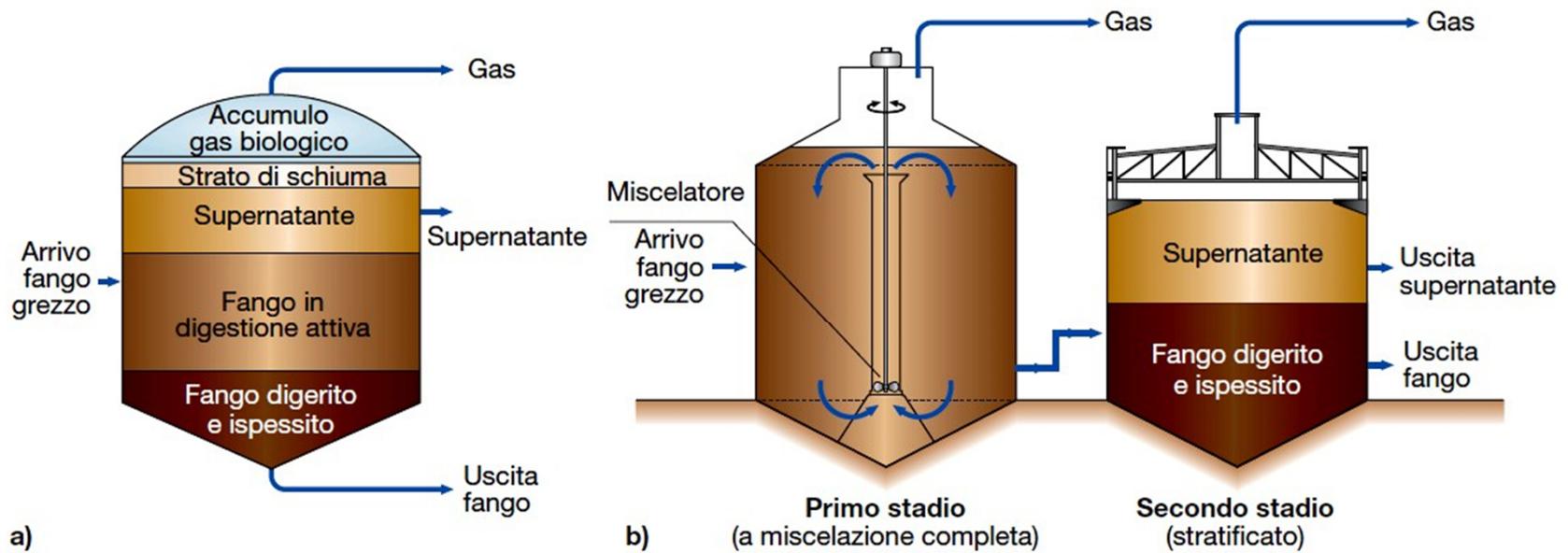
Meccanismo di azione: si pensa che il cloro penetri all'interno della cellula e data la sua reattività con i composti azotati, denatura soprattutto gli enzimi. L'acido ipocloroso si diffonde nella cellula più rapidamente dell'ipoclorito.

Trattamenti anaerobici.

Degradazione anaerobica in **digestore.**

Produzione di biogas.

Digestori.



Digestori anaerobici monostadio (a) e a due stadi (b).

Digestione anaerobica: biochimica

idrolisi delle macromolecole organiche

aminoacidi, monosaccaridi, acidi grassi volatili

batteri acidogeni

acidi grassi, alcoli, acido lattico, CO₂, H₂S, H₂, H₃

batteri acetogeni anaerobi (*Clostridium aceticum*)

acido acetico, CO₂, H₂

Methanobacterium, Methanosarcina, Methanococcus)

CH₄, CO₂, H₂O

Trattamento linea fanghi.

I trattamenti nella linea fanghi/1

Concentrazione

Lo **scopo** è ridurre il volume, stabilizzare il materiale organico, distruggere i patogeni.

- ➔ I **fanghi** di **supero**, che vengono inviati al trattamento che precede lo smaltimento, possono essere primari, chimici, o biologici.

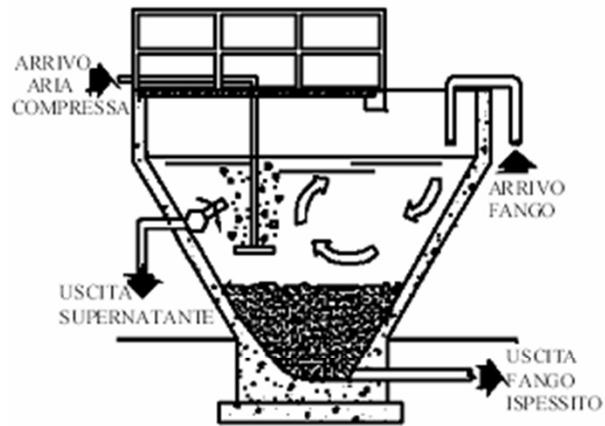
Lo **scopo dell'ispessimento** è ridurre il volume del fango.

- ➔ **1) per GRAVITA'**: in vasche con fondo a pareti molto inclinate dove viene versato il fango. Sul fondo ci sono apparecchi per il rimescolamento del fango in modo da agevolarne la compattazione.
- ➔ **2) per FLOTTAZIONE**: in vasche dove l'ispessimento avviene insufflando aria dal fondo che favorisce la compattazione del fango (rompe le strutture ad arco che si formano).
- ➔ **3) per CENTRIFUGAZIONE.**

Trattamento linea fanghi.

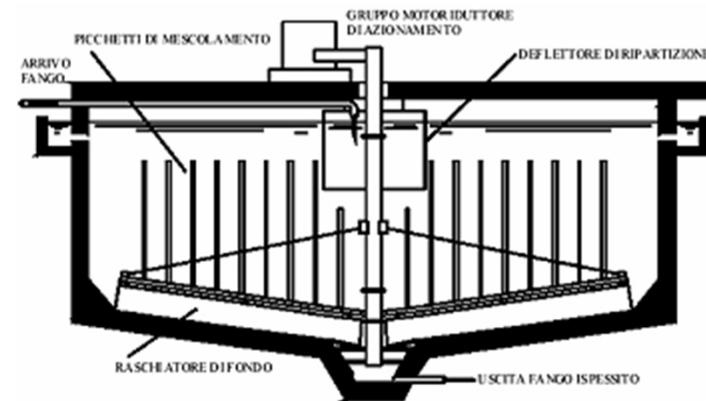
I trattamenti nella linea fanghi/1

Concentrazione



Ispessitore a gravità **discontinuo**

Ispessitore a gravità **continuo**



Trattamento linea fanghi.

I trattamenti nella linea fanghi/2

Stabilizzazione

Lo **scopo** è l'eliminazione del materiale organico putrescibile.

- ➔ **1) DIGESTIONE ANAEROBICA:** la fermentazione avviene in reattori simili ai digestori anaerobici per i reflui, da cui si ottiene **biogas**:
- | | | |
|--------------------|---|----------------------|
| composti solforati | → | H_2S , mercaptani; |
| composti azotati | → | NH_3 ; |
| carboidrati | → | CH_4 , CO_2 ; |

La **temperatura** deve essere alta: attorno 35-38°C se si lavora con batteri mesofili, attorno 55-57 °C per batteri termofili.
Occorre **rimescolare** fango vecchio con nuovo, in modo da creare condizioni omogenee di temperatura e contatto con i batteri.

Un fango si dice **digerito** quando i solidi volatili sono stati ridotti del 50%.

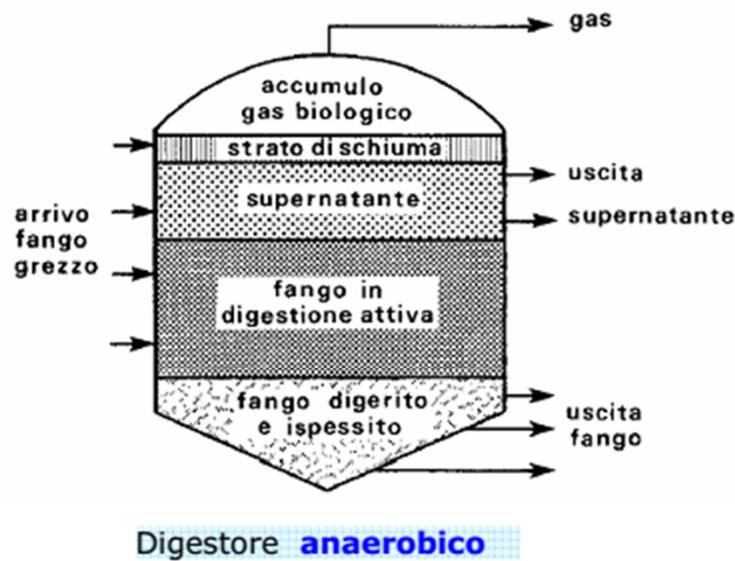
- ➔ **2) DIGESTIONE AEROBICA:** la decomposizione avviene in vasche aperte e ossigenate tramite insufflazione di aria.

Un fango si dice **digerito** quando i solidi volatili sono stati ridotti del 40%.

Trattamento linea fanghi.

I trattamenti nella linea fanghi/2

Stabilizzazione

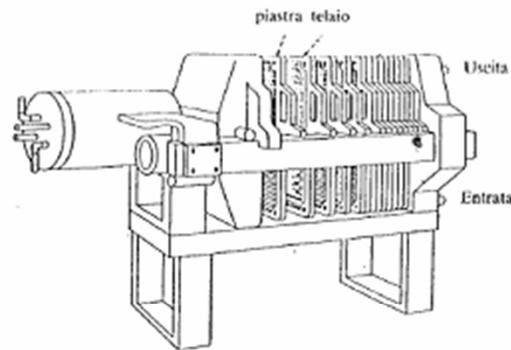


Trattamento linea fanghi.

I trattamenti nella linea fanghi/3

Disidratazione

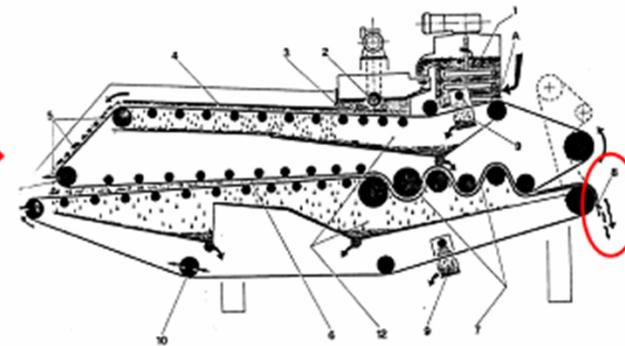
Lo **scopo** è l'eliminazione dell'acqua.



Filtropressa

➔ **1) FILTROPRESSE:** sono costituite da una serie di piastre e telai disposti alternativamente, che scorrono su guide di supporto. A pressa chiusa, viene pompato fango, la parte liquida esce mentre un pannello di solido rimane sulla tela (25-45% di solido secco).

➔ **2) NASTROPRESSE:** sono costituite da una banda continua di tessuto filtrante che passa attraverso dei rulli girevoli. Il fango versato in modo continuo sulla banda, passa tra i rulli e viene compresso. Una raschiatrice stacca il fango disidratato dalla banda (20-22% di solido secco).



Nastropressa

.PREISPESSIMENTO : riduzione umidità e volume del fango



.DIGESTIONE ANAEROBICA:
demolizione di sostanze organiche da parte di batteri con conseguente produzione di **biogas**



.POST-ISPESSIMENTO: ridurre ulteriormente umidità

.DISIDRATAZIONE MECCANICA:
da una consistenza semisolida al fango



Singoli edifici e piccole comunità

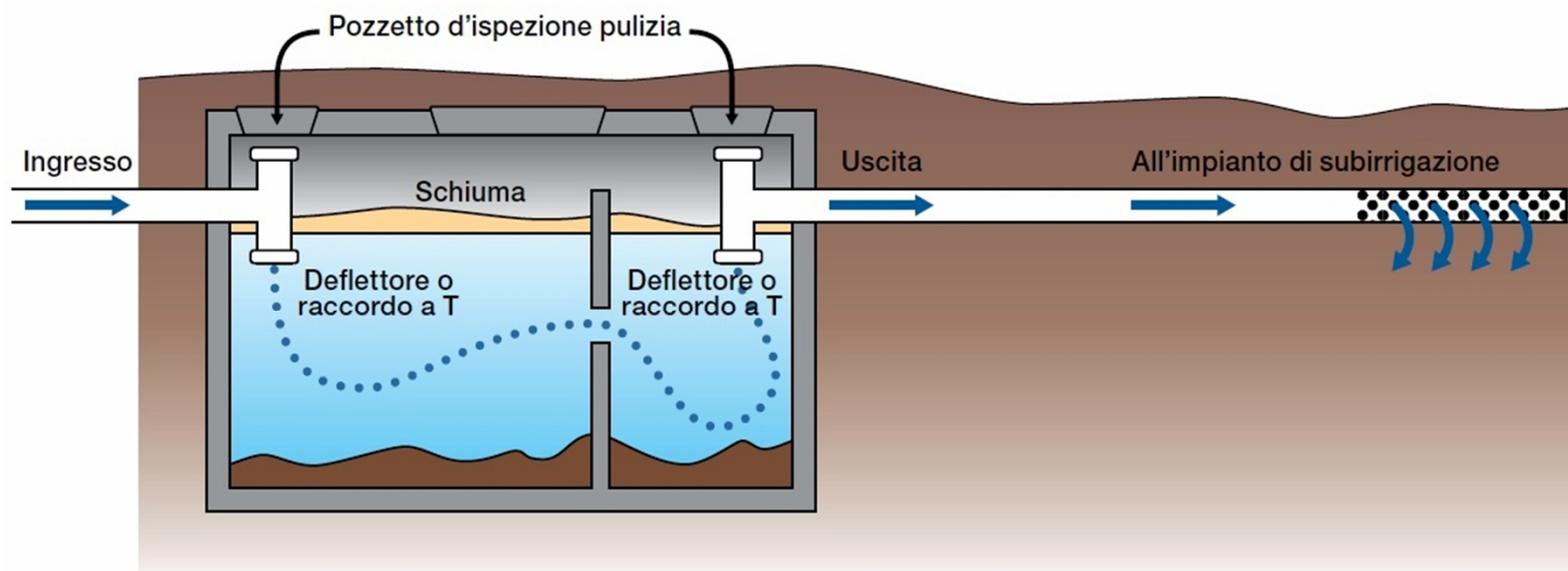
- Fosse settiche**
- Vasche Imhoff**
- Sistemi a evapo-traspirazione**

Fosse settiche. - Vasche Imhoff

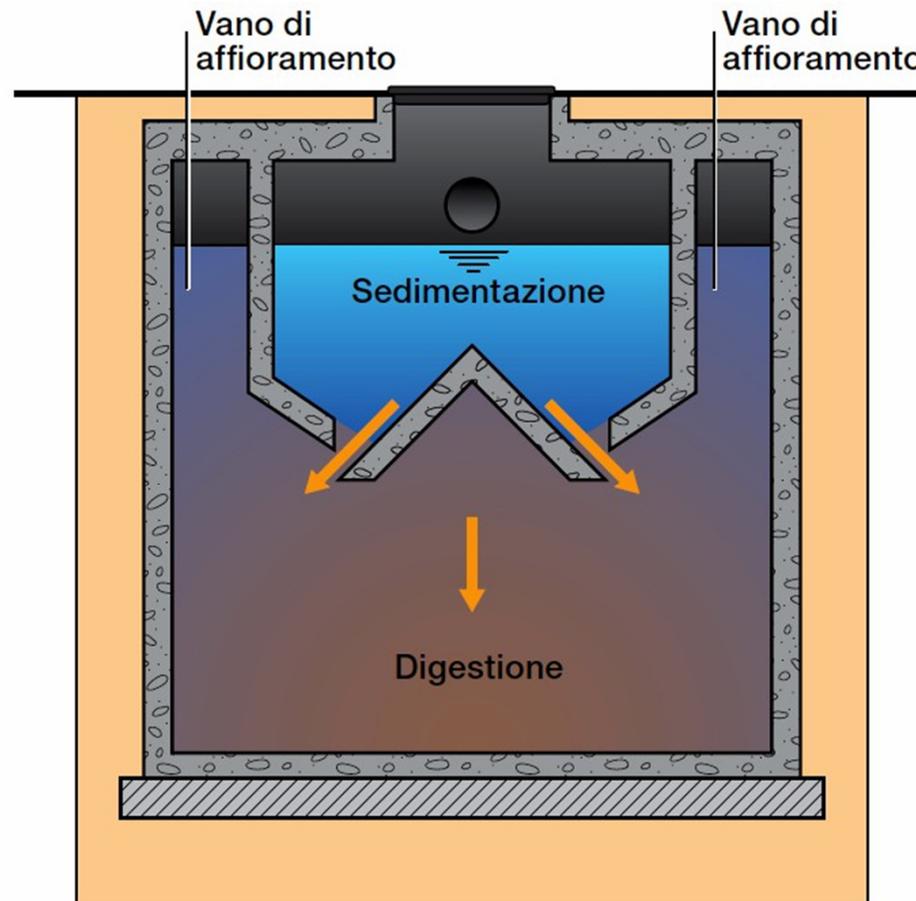
.Processi di **degradazione anaerobica**.

- Fossa settiche (fosse biologiche): vasche di medie dimensioni in cui i liquami vengono degradati.
- Fosse Imhoff: vasche a sezione tronco-conica suddivise in una sezione superiore e una inferiore.

Fosse settiche.



Vasche Imhoff.



Evapotraspirazione.

- Smaltimento dei reflui su ampie superfici di terreno attraverso strati di materiale poroso.
- fondo dello strato filtrante isolato dal terreno sottostante per mezzo di materiale plastico impermeabile.

La fitodepurazione.

FITODEPURAZIONE

I sistemi di trattamento di acque inquinate mediante aree umide artificiali sono comunemente definiti "impianti di fitodepurazione": si tratta di sistemi ingegnerizzati, progettati e costruiti per riprodurre i naturali processi autodepurativi in un ambiente maggiormente controllabile

Nella terminologia "Sistemi di depurazione naturale" si includono svariate tecniche tradizionalmente utilizzate per il trattamento di acque reflue; tra queste, le più utilizzate, a livello internazionale, sono:

Lagunaggio: bacini di accumulo in cui, in base al tempo di permanenza delle acque all'interno delle vasche, si ottiene una riduzione delle sostanze inquinanti per processi biologici, sedimentazione, esposizione alla radiazione solare, evaporazione, etc.; regolando la profondità delle vasca e, all'occorrenza, ricorrendo a dispositivi meccanici di aerazione, si possono ottenere ambienti aerobici e/o anaerobici; essi richiedono normalmente aree piuttosto estese e presentano problematiche relative all'impatto visivo, olfattivo ed igienico-sanitario

La fitodepurazione.

FITODEPURAZIONE

Fitodepurazione (zone umide artificiali): si identifica, come già descritto precedentemente, con il termine fitodepurazione un trattamento naturale, le cui componenti sono costituite da suolo, batteri e piante, della famiglia delle macrofite. I sistemi di fitodepurazione, sperimentati e lungamente studiati a livello internazionale, sono classificati in base al tipo di macrofite utilizzate (galleggianti, radicate sommerse, radicate emergenti) ed alle caratteristiche del cammino idraulico delle acque reflue in:

- **sistemi a flusso libero**
- **sistemi a flusso sommerso orizzontale**
- **sistemi a flusso sommerso verticale**

I sistemi a flusso libero (FWS) riproducono, quanto più fedelmente, una zona palustre naturale, dove l'acqua è a diretto contatto con l'atmosfera e generalmente poco profonda, e le essenze vegetali che vi vengono inserite appartengono ai gruppi delle elofite e delle rizofite

La fitodepurazione.

FITODEPURAZIONE A FLUSSO SOMMERSO ORIZZONTALE

I sistemi a flusso sommerso orizzontale (SFS-h o HF) sono vassoi riempiti con materiale inerte, dove i reflui scorrono in senso orizzontale in condizioni di saturazione continua (reattori "plug-flow") e le essenze utilizzate appartengono alle macrofite radicate emergenti

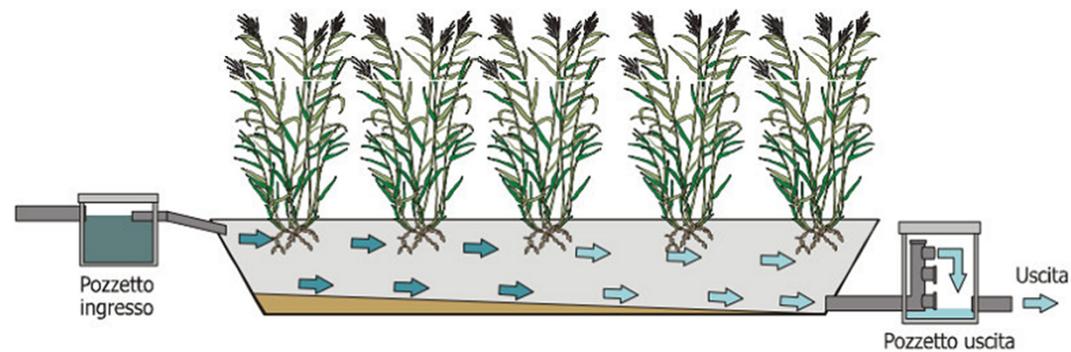


Figura 3. Rappresentazione schematica di un sistema a flusso sommerso orizzontale

La fitodepurazione.

FITODEPURAZIONE A FLUSSO SOMMERSO VERTICALE

I sistemi a flusso sommerso verticale (SFS-v o VF) sono vassoi riempiti con materiale inerte, dove i reflui scorrono in senso verticale in condizioni di saturazione alternata (reattori "batch") e le essenze utilizzate appartengono alle macrofite radicate emergenti

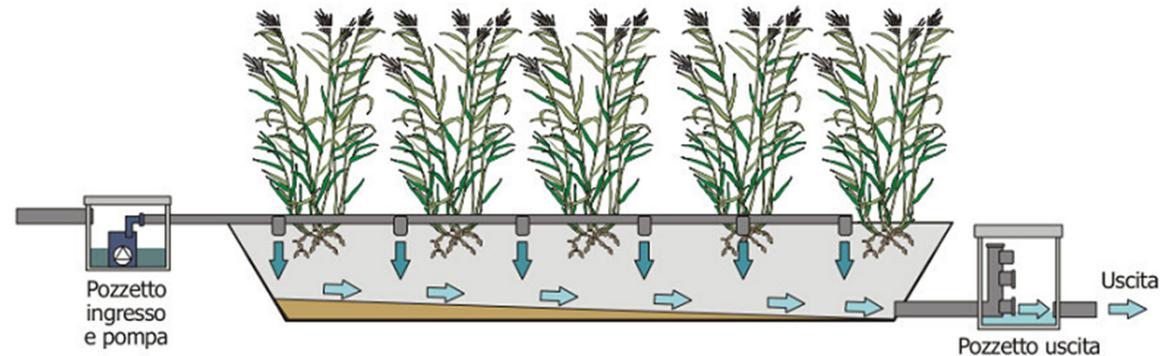


Figura 5. Rappresentazione schematica di un sistema a flusso sommerso verticale











