



IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE USATE

Dott. Vittorio Prescimone

Le acque reflue sono le acque contenenti i rifiuti delle varie attività umane, tra cui anche quelle fisiologiche (derivate cioè dal suo metabolismo), oppure dalle sue attività lavorative primarie (agricoltura e allevamento di bestiame) o secondarie (industria). Tali rifiuti contengono sostanze organiche e inorganiche che, se immesse senza preventivo trattamento di depurazione (o con un tale trattamento non completamente efficace), nell'ambiente naturale lo contaminano in modo più o meno grave nelle sue tre componenti suolo, acqua e aria con gravi rischi per la flora, per la fauna e per l'uomo stesso

Le acque reflue urbane ed industriali contengono i residui delle sostanze che l'uomo utilizza per la sua alimentazione e per le sue attività quotidiane. Quando questi residui modificano la qualità dei corpi idrici che le ricevono, ci ritroviamo di fronte al fenomeno detto "**inquinamento delle acque**".

Si possono definire diversi gradi di inquinamento:

- Un primo grado di inquinamento è quello che si verifica per cause naturali. E' il caso dell'acqua piovana, che si mescola con le sostanze presenti nel suolo, comprese quelle inquinanti. Il grado di inquinamento però è tale da consentirne comunque l'uso, salvo in casi particolari dove deve essere sottoposta a trattamenti, in particolare se utilizzata per uso potabile.
- Un secondo grado di inquinamento, leggermente più alto, è quello in cui l'acqua, pur ricevendo dall'esterno sostanze inquinanti, presenta caratteristiche tali da poter essere depurata naturalmente, senza l'intervento dell'uomo. Alcuni microrganismi, mediante l'uso dell'ossigeno disciolto nell'acqua, aggrediscono le sostanze organiche e le trasformano in prodotti semplici come acqua, anidride carbonica, solfati, ecc.
- Un terzo grado di inquinamento è quello in cui il contenuto delle sostanze inquinanti è tale da non poter essere eliminato naturalmente, perché la capacità autodepurativa del corpo idrico ricettore è insufficiente ad affrontare l'alto contenuto di sostanze inquinanti contenute nelle acque reflue.



A questo punto si presentano fenomeni esteticamente disastrosi: il corpo idrico ricettore assume diverse **colorazioni**, si ricopre di schiume galleggianti e di sostanze grasse, presenta una rilevante **torbidità**, provoca morte della fauna ittica, fa crescere a dismisura le alghe e le sostanze vegetali, emana effluvi maleodoranti; crea cioè tutte quelle situazioni che lo degradano paesaggisticamente, lo rendono inadatto alle varie forme di utilizzo a cui è sottoposto (*irrigazione, prelievo per uso potabile, balneazione*) e peggiora sensibilmente la qualità della vita dell'ambiente circostante. In questo momento è indispensabile l'intervento dell'uomo, che deve cercare di ripristinare le caratteristiche originali dell'acqua contenuta nel corpo idrico ricettore e riequilibrarne le funzioni vitali. A tale scopo sono stati progettati e realizzati dall'uomo gli impianti di depurazione delle acque reflue, per permettere quindi ai corpi idrici di effettuare l'autodepurazione.

Sostanze presenti nelle acque reflue:

Sostanze galleggianti sono oli, grassi, schiume e, in generale, i composti insolubili più leggeri dell'acqua.

Sostanze sospese sono quelle insolubili di densità uguale o superiore a quella dell'acqua, mantenute in sospensione dalla turbolenza.

Sostanze disciolte.

Materiali biologici sono rappresentati dagli organismi animali e vegetali presenti nell'acqua.



Materiali galleggianti

Sono tutte le sostanze più leggere dell'acqua ed insolubili: grassi, oli e schiume che stratificano in superficie creando un pessimo fenomeno estetico, impediscono il passaggio delle radiazioni solari necessarie ai processi di fotosintesi.

In particolare gli oli creano un ostacolo insormontabile per la riareazione dell'acqua, inibiscono la vita dei microrganismi acquatici e distruggono la vegetazione.

Sono inoltre pericolosi perché in elevate quantità possono favorire la formazione di incendi.

Materiali in sospensione

Sono le sostanze insolubili, che hanno peso uguale o superiore a quello dell'acqua. Si mantengono in sospensione nel liquido e rallentano l'attività dei microrganismi. Nel tempo sedimentano sul fondo come fango e creano ostacolo all'alimentazione dei pesci.

Inoltre, non essendo sufficientemente aerati, danno inizio a fenomeni di putrefazione

Materiali disciolti

Sono i più numerosi: acidi, sali metallici, insetticidi, cianuri e tutti i prodotti tossici che rendono impossibile la vita acquatica e rendono l'acqua non potabile.

Le sostanze organiche disciolte e l'ammoniaca sono attaccate e trasformate dai microrganismi, che utilizzano per questo l'ossigeno disciolto nell'acqua. Anche alcuni prodotti chimici riducenti, i sedimenti e i materiali organici consumano l'ossigeno disciolto. Alcune sostanze organiche, tensioattivi, pesticidi, ecc., mantengono invece inalterate le loro caratteristiche, in quanto refrattarie alla degradazione biologica.

Materiali biologici

Tutti gli organismi viventi, animali o vegetali, hanno influenza sulla qualità dell'acqua; pertanto vi troviamo:

I Batteri attaccano e distruggono altre piante ed animali e in certi casi danno vita a fenomeni di autodepurazione; sono fondamentali però nei processi di depurazione biologica.

I Funghi aerobici e simili ai batteri.

Le Alghe si nutrono prevalentemente di prodotti inorganici e sviluppano ossigeno; quando sono troppo abbondanti, muoiono consumando l'ossigeno e dando luogo ad odori e sapori.



Gli **Animali microscopici**, Protozoi, metazoi, ecc., che si nutrono di alghe e batteri e sono degli utili regolatori di crescita dei sopracitati microrganismi.

Caratterizzazione acque reflue

Come è facile immaginare però è impossibile individuare tutti i tipi delle suddette sostanze in un'acqua reflua, così tali acque sono caratterizzate attraverso la determinazione di una serie di parametri fisici, chimici e biologici molti dei quali sono presenti sia in acque reflue di origine civile e industriale, mentre alcuni sono presenti soltanto in acque reflue di origine industriale.

VALUTAZIONE DEL GRADO DI INQUINAMENTO DELL'ACQUA

Fra i vari metodi a disposizione per valutare il grado di inquinamento, quelli normalmente utilizzati misurano la **domanda di ossigeno** dell'acqua; questo dato, che serve sia a valutare il grado di inquinamento sia a stabilire la quantità di ossigeno che deve essere somministrata all'acqua per ripristinare l'originale condizione di purezza, viene espresso da due parametri:

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*, cioè **richiesta biochimica di ossigeno**), è la quantità di ossigeno (mg/l) consumato dai batteri saprofiti aerobi per metabolizzare le sostanze organiche presenti nel campione; la metabolizzazione completa avviene in 20 giorni a 20 °C, ma ai fini pratici dell'analisi è stato concordato un tempo di 5 gg. (da cui le sigle BOD20 e BOD5 a volte utilizzate), che corrisponde al consumo del 70% dell'ossigeno disciolto in un litro d'acqua alla temperatura di 20 °C.

COD (*Chemical Oxygen demand*, cioè **richiesta chimica di ossigeno**), è la quantità di ossigeno (mg/l) necessaria per ossidare chimicamente le sostanze presenti in un litro d'acqua.

Parametri usati per caratterizzare un'acqua reflua

Parametri fisici

- Temperatura
- Conducibilità elettrica
- Solidi
- Colore
- Odore
- pH

Parametri chimici

- Alcalinità
- Richiesta di O_2 : COD, BOD, TOD
- TOC
- Azoto: Ammoniacale, Organico, Nitriti, Nitrati
- Fosforo: Ortofosfati, Polifosfati, Organico
- Oli e grassi
- Oli minerali
- Tensioattivi
- Sostanze tossiche
- Ossigeno disciolto

Parametri biologici

- Coliformi totali
- Coliformi fecali
- Streptococchi

INQUINANTI PRINCIPALI

Gli apporti di inquinanti associati agli usi domestici delle acque sono ben standardizzabili e descrivibili mediante degli **apporti specifici** (carico giornaliero di inquinante per ogni abitante residente). I valori dei principali inquinanti sono riportati nel seguito:

	Apporto Civile (g/abitante/giorno)
BOD ₅	60
BOD _{ultimo}	85 ÷ 90
COD	110 ÷ 120
SST	90
SST sedimentabili	60
TKN (come N)	12
Azoto ammoniacale (come N)	7
N-NO ₃	0
P	2 ÷ 2,5
Coliformi totali (concentrazione media in acqua di fogna)	10 ⁸ /100 ml

A questi si aggiungono (elenco non esaustivo):

- oli e grassi (dagli usi di cucina),
- sostanze inerti (tipo sabbie, principalmente da dilavamento stradale),
- tensioattivi,
- sali, ...

Per gli scarichi di tipo industriale, **non è possibile alcuna standardizzazione**: ciascun tipo di industria scaricherà degli inquinanti tipici, ad esempio:

- per il tessile: coloranti e tensioattivi, oltre a COD ed ammoniaca;
- per il conciaro: COD, cromo, coloranti, SST, ammoniaca, sali.

La maggior parte degli scarichi industriali contengono sostanza organica – e quindi COD – più o meno biodegradabile.

Per convenzione, per definire l'apporto di sostanza organica biodegradabile di origine industriale, si utilizza il concetto di:

abitante equivalente industriale (AE)



$$1 \text{ AE} = 60 \text{ g BOD}_5/\text{d}$$

Lo scarico di un'industria sarà quindi espresso in termini di AE
⇒ un'industria che scarica 600 g BOD₅/d equivale a 10 AE.

GENERALITA' sugli IMPIANTI di DEPURAZIONE (ID)

I depuratori sono ubicati nel punto terminale di un sistema fognario, che a seconda delle situazioni, potrà essere:

- comunale (al servizio di un solo comune);
- consortile (al servizio di più comuni, consorziati);
- singolo (1 o poche abitazioni) o interno ad un'industria o ad un sito produttivo.

Gli **scarichi industriali**, purché rispettino certi requisiti qualitativi, possono essere scaricati, previa autorizzazione all'interno di fognature comunali o consortili.

Un impianto di depurazione è costituito da una serie di trattamenti, volti alla rimozione degli inquinanti presenti nelle acque di scarico di qualsiasi origine (scarichi domestici, scarichi industriali di vario genere, scarichi di provenienza agricola).

Le tipologie di trattamento presenti possono essere distinti in:

- trattamenti meccanici, basati sulla separazione e rimozione grazie a **elementi meccanici** o **forze meccaniche** (ad esempio: griglie, sedimentazione);
- trattamenti biologici, nei quali certi inquinanti vengono rimossi grazie **all'azione dei batteri**;
- trattamenti chimici o chimico-fisici, basati sulla rimozione degli inquinanti grazie a **reazioni chimiche** (ossidazione, neutralizzazione) oppure a **fenomeni fisici** (adsorbimento, flocculazione, strippaggio, ...).

Inquinamento da:

Depurazione mediante:

Materiali grossolani
(carta, stracci, ...)

Griglia

Oli, grassi

Disoleatore

Sostanze sedimentabili inerti
(sabbia o simili)

Dissabbiatore

Sostanze organiche sedimentabili
(escrementi, rifiuti da cucina)

Vasca di sedimentazione =
Trattamento primario

Sostanze organiche disciolte o
sospese non sedimentabili
(urina, colloidi, zuccheri, ...)

Processo biologico =
Trattamento secondario (solo BOD)
Trattamento terziario (BOD + N + P)

Sostanze organiche disciolte non
biodegradabili e sostanze
inorganiche disciolte

Processi chimico-fisici
(chiariflocculazione, ossidazione,
adsorbimento, filtrazione su membrane)

Agenti patogeni

Disinfezione

Rendimenti indicativi dei trattamenti di scarichi urbani

Trattamento depurativo	Rimozione (%)						Sostanze inorganiche disciolte
	BOD ₅	Materie in sospensione	Carica batterica	COD	Azoto totale	Fosforo totale	
Trattamento primario (solo sed. primaria)	25÷40	40÷70	25÷75	15÷30	10÷20	5÷15	–
Trattamento primario + biologico	50÷95	65÷95	70÷98	40÷85	35÷50	25÷40	5
a) sed. + letti percolatori intensivi	65÷90	65÷92	70÷90				
b) sed. + letti percolatori a basso carico	80÷95	70÷92	90÷95				
c) sed. + fanghi attivi ad alto carico	50÷85	80÷85	70÷80				
d) sed. + fanghi attivi a basso carico	85÷95	85÷95	80÷98				
Trattamento primario + biologico + disinfezione	50÷95	65÷95	>99	40÷85			



E' necessario acquisire sia elementi quantitativi (portate in arrivo e loro andamento) che qualitativi (inquinanti in arrivo ed andamento delle loro concentrazioni nel tempo).

- ◊ Popolazione servita (residente e fluttuante) \Rightarrow presso i comuni.
- ◊ Insediamenti produttivi con più di 10 addetti \Rightarrow ubicazione, tipo di attività, entità dell'approvvigionamento idrico, portate scaricate, inquinanti caratteristici.
- ◊ Previsioni di espansione demografica e/o industriale in base a strumenti urbanistici.

Eventualmente completate da:

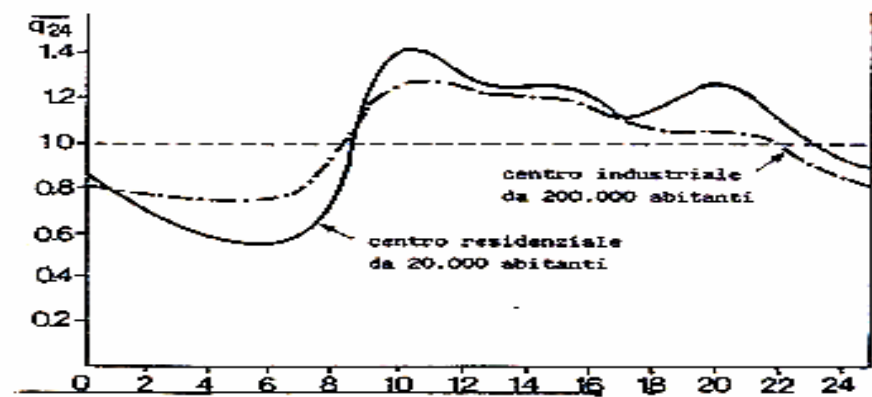
- ◊ Programma di analisi chimiche (per almeno 15 giorni, con cadenza 3÷4 ore) associato a misure di portata, in modo da rilevare i carichi inquinanti in arrivo e le loro oscillazioni.

Impegno di area indicativo:

	< 5.000 AE	0,3 m ² /abitante servito
	> 5.000 AE	0,12÷0,24 m ² /abitante servito
	<hr/>	
	-10÷30% se si adotta un trattamento biologico a biomassa fissa	
	<hr/>	
	+10÷30% se si adottano trattamenti di affinamento terziari	

CALCOLO delle PORTATE

Le portate in arrivo seguono delle oscillazioni giornaliere marcate:



Portata media giornaliera su base annua: $Q_{24} = Q_{24c} + Q_{24i}$

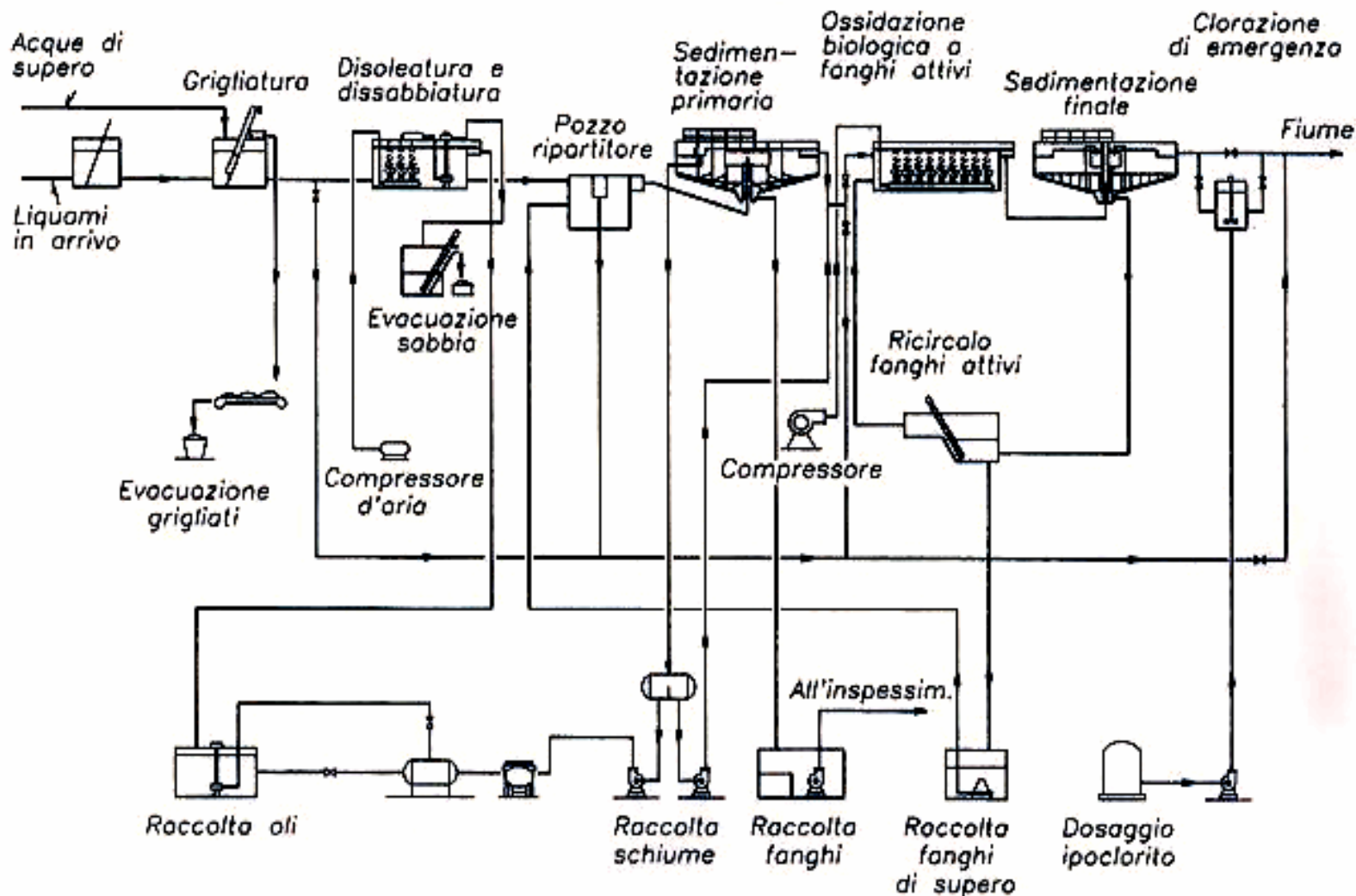
Civile: $Q_{24c} = \alpha \cdot d \cdot P \quad [L^3 \cdot T^{-1}]$

- α coefficiente afflusso in fognatura (0,7÷0,8). Tiene conto delle perdite rispetto all'acqua approvvigionata (perdite rete acquedotto e fognatura, acque non scaricate in fognatura)
- d dotazione idrica (l/abitate/d o m³/abitate/d)
- P popolazione civile di dimensionamento (quella prevista all'orizzonte temporale di dimensionamento dell'impianto: 20 anni)

Industriale: $Q_{24i} = \sum \alpha_i \cdot Q_i \cdot g^{-1} \cdot h^{-1} \quad [L^3 \cdot T^{-1}]$

- α_i afflusso in fognatura industriale (0,95)
- Q_i portata media annua di approvvigionamento (da acquedotto e/o pozzi privati)
- g, h numero di giorni/anno (≈ 240 d) e ore/giorno (8, 16, 24 ore) lavorate

Schema tipo di un impianto di depurazione di acque urbane





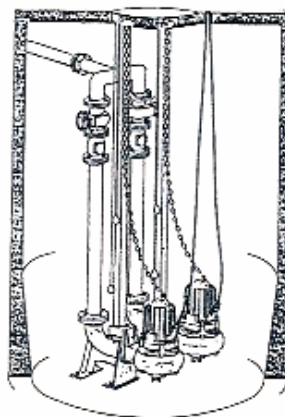
Sollevamento

Generalmente le acque reflue urbane devono essere sollevate al fine di consentire loro di attraversare le diverse sezioni dell'impianto di depurazione che si susseguono idraulicamente. Il sollevamento può essere posto, in funzione delle quote, sia successivamente alla asportazione del materiale lapideo sia successivamente ai pretrattamenti meccanici sopra descritti. Le acque vengono sollevate alle successive sezioni dell'impianto per mezzo di pompe.

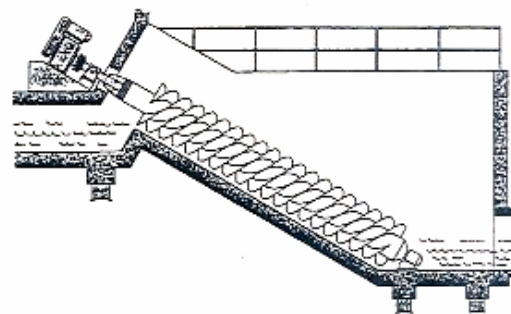
POMPE di SOLLEVAMENTO

Previste di norma in qualsiasi impianto, in testa e/o in una o più posizioni intermedie.

Le pompe utilizzate per il sollevamento sono prevalentemente di tipo **centrifugo sommersibile**, oppure le **coclee**.



POMPE CENTRIFUGHE

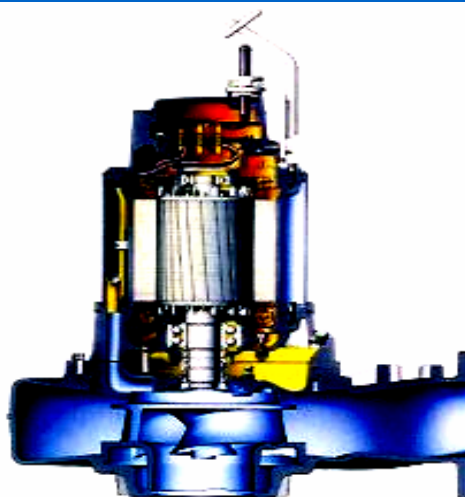


COCLEA

Il dimensionamento delle pompe deve essere fatto in base a:

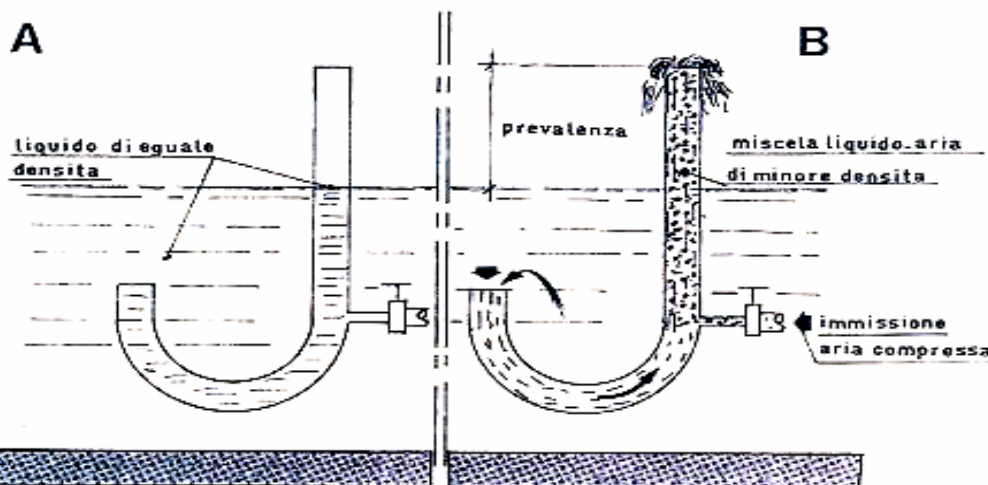
- ◇ prevalenza richiesta (quota di scarico + perdite di carico lungo l'impianto – quota di carico),
- ◇ oscillazioni di portata in arrivo (si devono prevedere più linee e sempre delle pompe di riserva).

A monte delle pompe, se ubicate in testa all'impianto, vanno previste delle **griglie grossolane di protezione** (spaziatura 3÷6 cm), che impediscano l'ingresso di corpi grossolani nelle giranti.



Spaccato di pompa
centrifuga

Air-lift: per sollevamento
sospensioni con sabbie, fanghi





GRIGLIATURA

Si distinguono in funzione della spaziatura tra le barre:

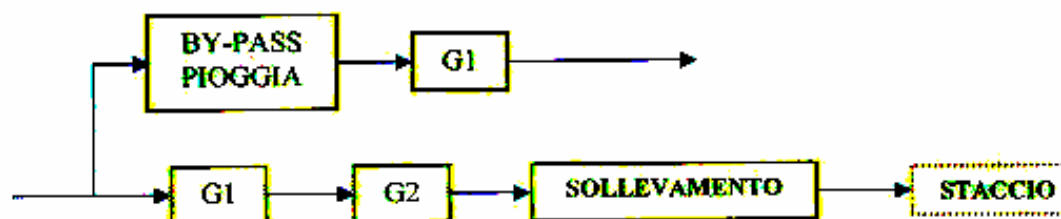
- ♦ medio-grossolana 30÷60 mm (fino a 100 mm)
- ♦ fine 15÷25 mm
- ♦ micro-grigliatura o staccatura 1÷3 mm

Le griglie sono dotate di sistemi di pulizia meccanizzati, collegati a nastri trasportatori che scaricano il grigliato in appositi cassonetti.

Solo su griglie molto grossolane, non previste per il funzionamento continuo (per esempio su by-pass), è ammissibile la pulizia manuale.

Servono per rimuovere corpi ed oggetti grossolani che potrebbero danneggiare le pompe o accumularsi nelle tubazioni/reattori a valle.

La rimozione del carico inquinante diventa apprezzabile **solo nel caso** della **staccatura** (fino al 20% di SST in ingresso ID).

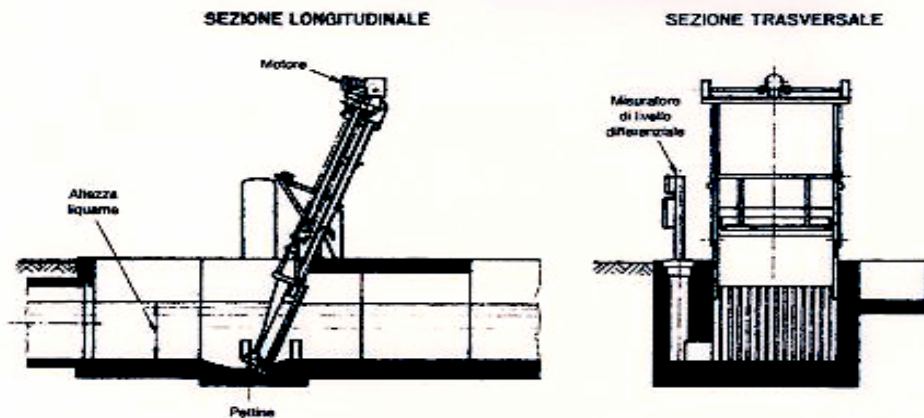


G1 = griglia grossolana

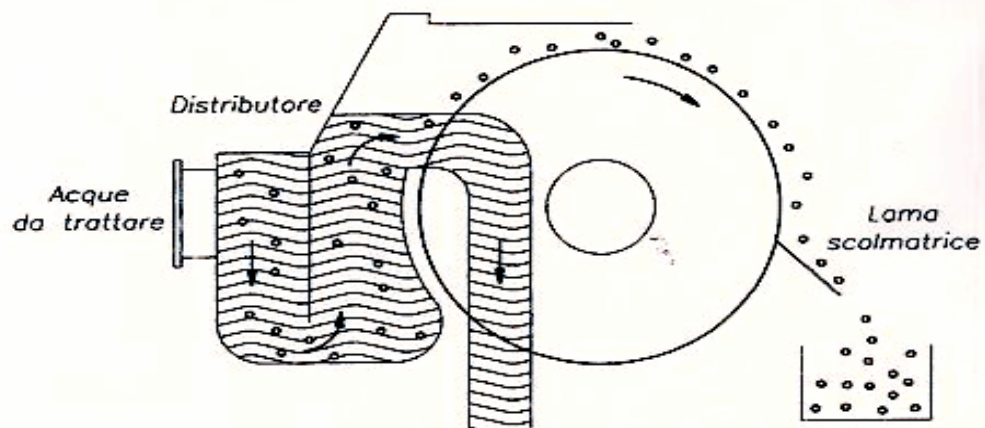
G2 = griglia fine

Su fognatura solo nera, può essere omessa la griglia grossolana

Esempio di GRIGLIA MECCANIZZATA



Esempio di STACCIO



Grigliatura grossolana

Con la grigliatura grossolana vengono trattenuti i materiali aventi dimensioni superiori ai 2 ÷ 5 centimetri (legno, stracci, materiale vario) trasportati dalle acque reflue; la griglia è costituita da una intelaiatura in acciaio avente barre poste verticalmente e distanziate di 2 ÷ 5 cm. L'asporto del materiale trattenuto dalle barre può essere fatto in modo manuale od automatico in funzione della tipologia della griglia



Grigliatura fine

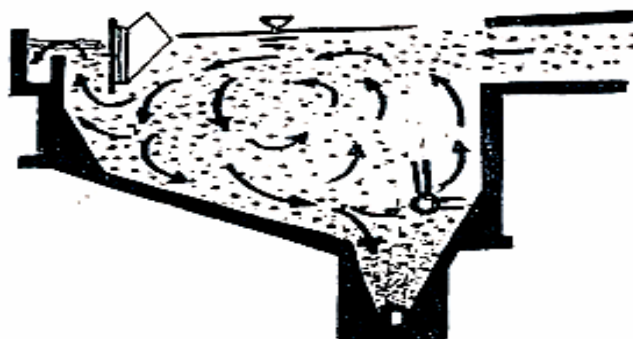
La grigliatura fine serve a trattenere le particelle sospese aventi dimensioni superiori ad 1 ÷ 1,5 millimetri; il mercato offre diverse tipologie costruttive di griglie fini ad es. a gradini, a tamburo, a disco, ecc. Trattasi sempre di macchine a funzionamento automatico. Il materiale trattenuto viene inviato ad un compattatore per mezzo di coclea e insaccato



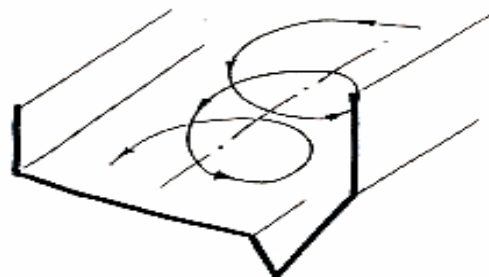


Dissabbiatore

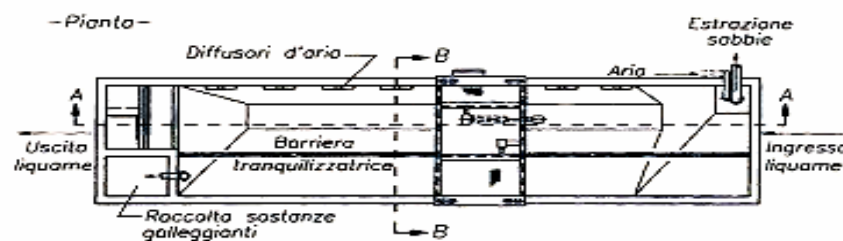
Con la dissabbiatura vengono trattenute le sabbie fini trasportate dalle acque reflue; la separazione fisica avviene in apposita vasca che, in funzione della tipologia costruttiva, può essere, di tipo circolare con asporto per aspirazione centrale delle sabbie, oppure di tipo rettangolare con asporto per aspirazione delle sabbie mediante pompa installata in carro ponte va e vieni. Le sabbie estratte sono inviate al dissabbiatore statico munito di coclea inclinata per il caricamento del cassone contenitore



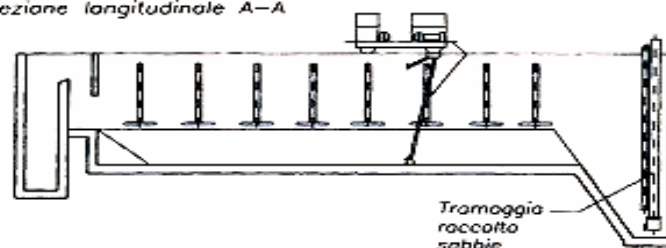
SEZIONE
TRASVERSALE



MOTO A SPIRALE
LONGITUDINALE



-Sezione longitudinale A-A-









Scarico sabbie

Produzione di Grigliato, Sabbie ed Oli

GRIGLIATO	0,03 ÷ 0,08 l/m ³ liquame
SABBIE	0,004 ÷ 0,2 l/m ³ liquame
OLI e GRASSI	0,004 ÷ 0,08 l/m ³ liquame

Vengono stoccati in cassoni e pozzetti e poi inviati a **smaltimento**
⇒ discarica o incenerimento

SEDIMENTAZIONE

Trattamento avente lo scopo di **rimuovere i solidi sospesi sedimentabili**.

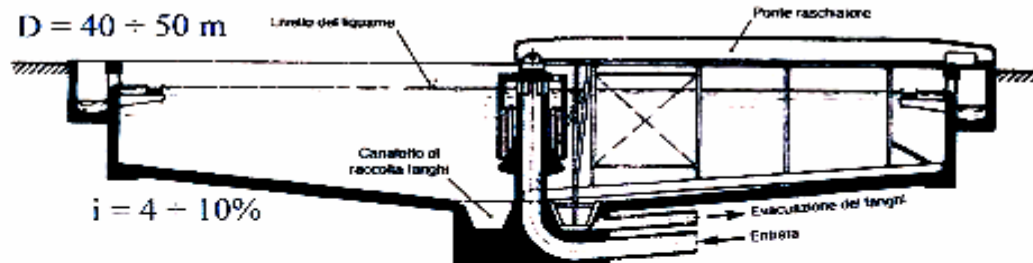
Negli **ID**, esistono di norma **due fasi di sedimentazione**:

Sedimentazione primaria: a valle di dissabbiatura/diolenatura ed a monte del trattamento biologico \Rightarrow comporta la **riduzione del carico organico** avviato al trattamento biologico, con bassi consumi energetici ed a basso costo (se paragonati a quelli associati al trattamento biologico), ma la **produzione di fanghi** che devono poi essere a loro volta trattati.

Tale fase può non essere sempre presente

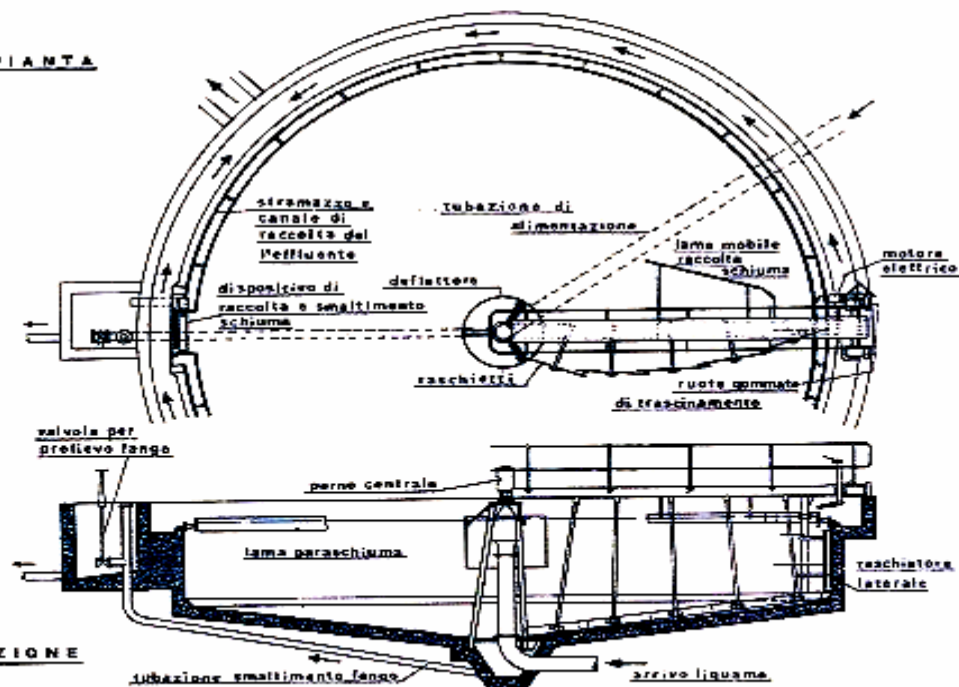
Deve essere presente se si adottano trattamenti biologici a biomassa adesa (letti percolatori, biodischi) per evitare l'intasamento del supporto.

Sedimentazione secondaria: a valle del trattamento biologico, per separare i fiocchi di biomassa che si sono formati e scaricare un effluente con concentrazioni molto basse di SST (30÷50 mg/l). **Sempre presente** se il trattamento biologico è effettuato con biomasse sospese (fanghi attivi).

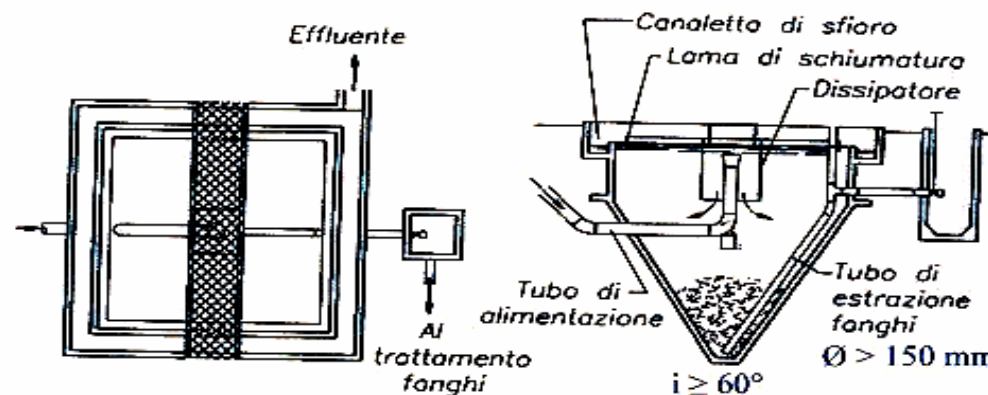
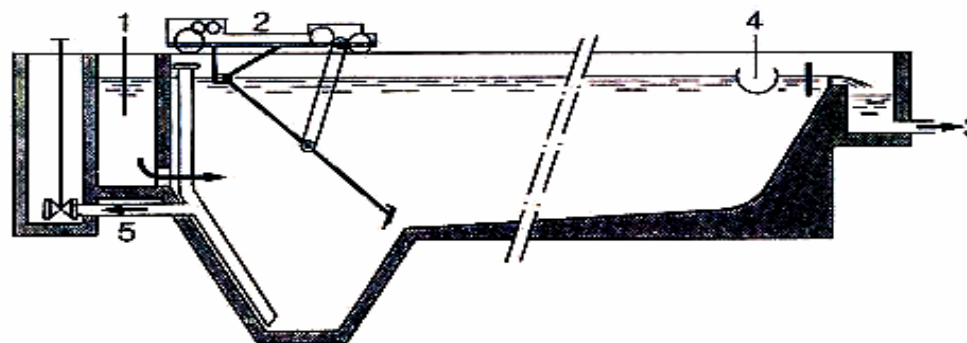


Sedimentatore meccanizzato a pianta circolare

PIANTA



1 pozzetto di carico e distribuzione, 2 raschiatore a ponte, 3 scarico effluente
4 scarico schiume, 5 scarico fanghi



Sedimentatore a flusso verticale, sezione trasversale e planimetrica

Per piccoli impianti



TRATTAMENTO BIOLOGICO

Con i trattamenti biologici s'intende eliminare dalle acque reflue urbane, affluenti all'impianto di depurazione, le sostanze organiche ed inorganiche che possono essere assimilate in via aerobica (in presenza di ossigeno) e/o anaerobica (in assenza di ossigeno) da parte dei batteri e dei microrganismi che fanno parte dell'ecosistema

LE REAZIONI CHIMICHE DI RIFERIMENTO SONO:

batteri aerobici



batteri anaerobici



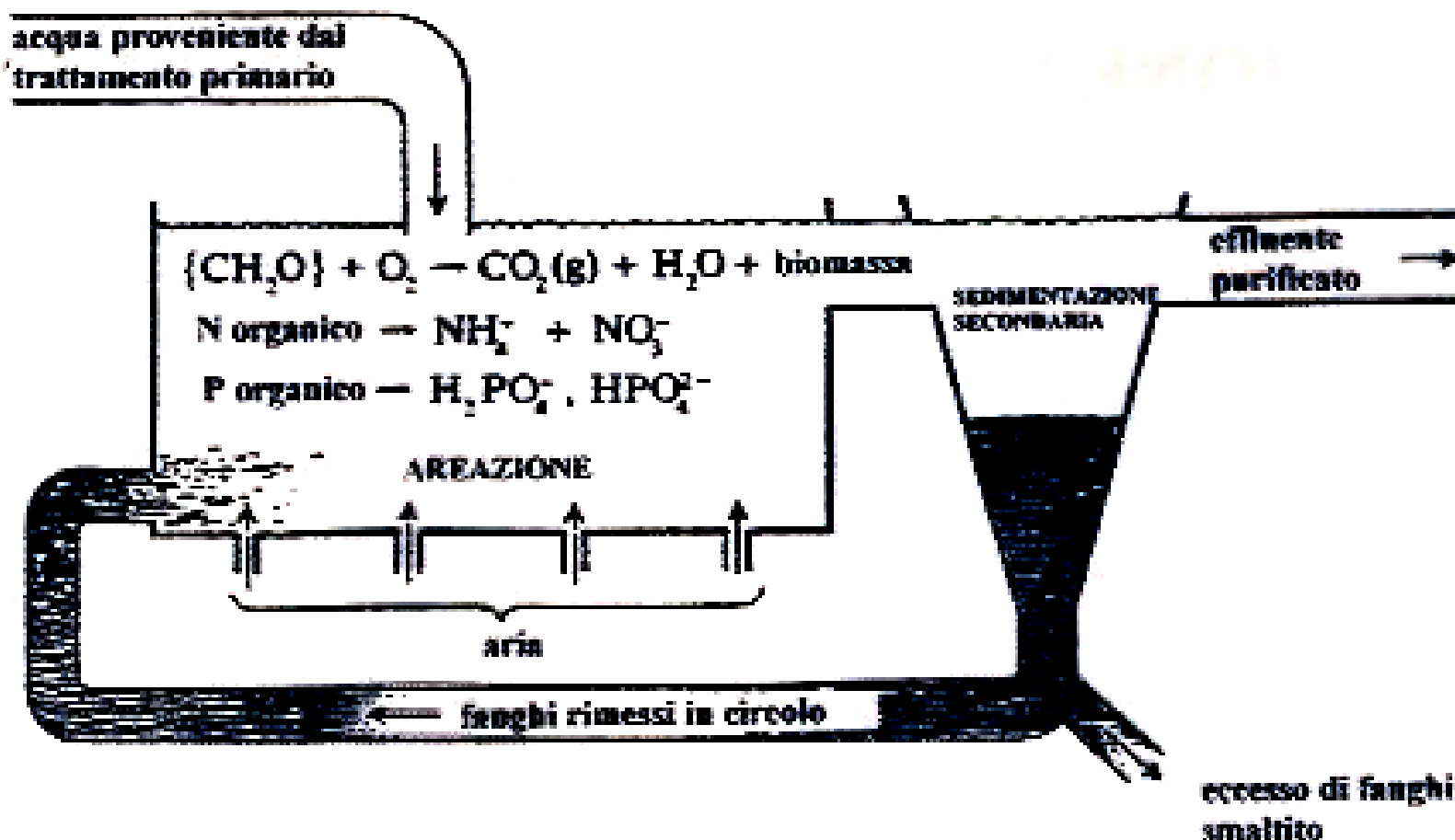
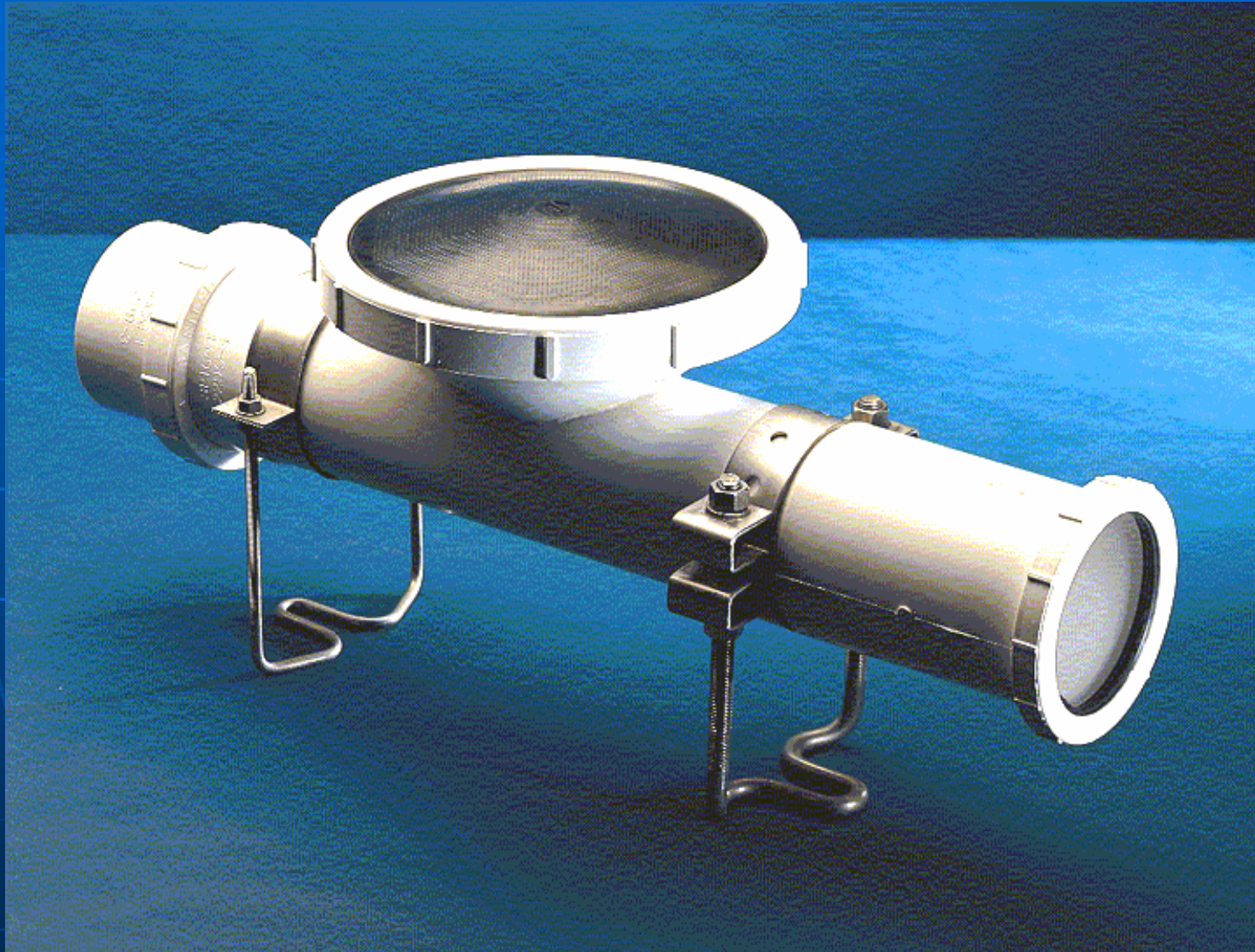


Figura 8.3. Processo a fanghi attivi.

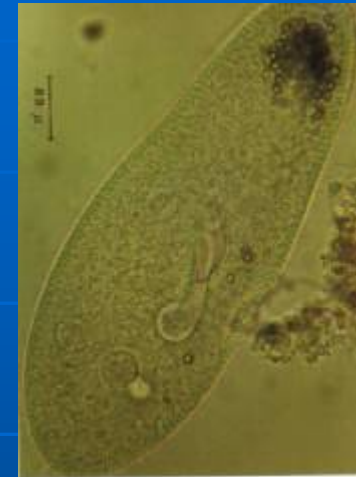




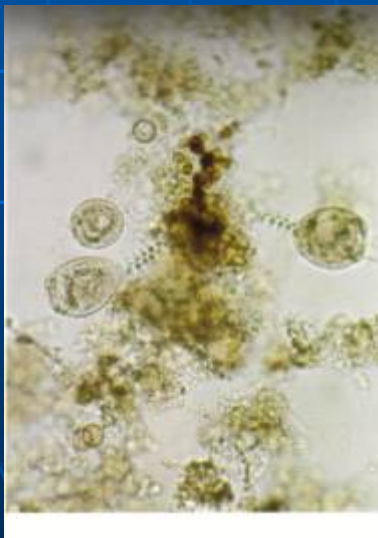




La reazione avviene in vasche di opportune dimensione dove vengono posti in contatto le acque reflue provenienti dalla sedimentazione primaria con i microrganismi aerobi e l'ossigeno loro necessario per il metabolismo; i microrganismi, comunemente denominati fango biologico, vengono mantenuti in concentrazione di circa $3 \div 5$ gr./lt. A mezzo di un sistema di compressione e distribuzione di aria in microbolle viene fornito l'ossigeno necessario alla metabolizzazione delle sostanze organiche e alla ossidazione dell'ammoniaca contenuti nel liquame. Il processo di ossidazione - nitrificazione determina una crescita batterica, quantificata in circa $0,2 \div 0,3$ gr. per kg. di COD trattato, che deve essere giornalmente asportata e smaltita.



paramecio



Decantazione / Ricircolo fanghi

La decantazione è la fase di separazione fisica del fango biologico, prodotto nel trattamento di ossidazione, dall'acqua depurata che lo contiene.

La decantazione viene effettuata in vasche circolari o rettangolari munite di sistema raschia fanghi.

Il fango depositatosi sul fondo del decantatore con una concentrazione di circa $6 \div 8$ gr./lt. viene, tramite pompe, in parte ricircolato nelle vasche di ossidazione con lo scopo di mantenere in queste la concentrazione ottimale di microrganismi ed in parte, denominato "fango di supero", inviato al trattamento fanghi.



Trattamenti chimico - fisici

Lo scopo dei trattamenti chimico - fisici è quello di rimuovere dalle acque trattate biologicamente le sostanze colloidali e sospese residue, parte delle sostanze organiche non biodegradabili (colore e tensioattivi) e i microrganismi residui.



Chiariflocculazione

La chiariflocculazione è un trattamento effettuato con lo scopo di eliminare dalle acque trattate biologicamente parte delle sostanze sospese e colloidali.

Il contatto fra acqua da trattare, sale di alluminio e polielettrolita avviene in una vasca di reazione munita di agitazione lenta.

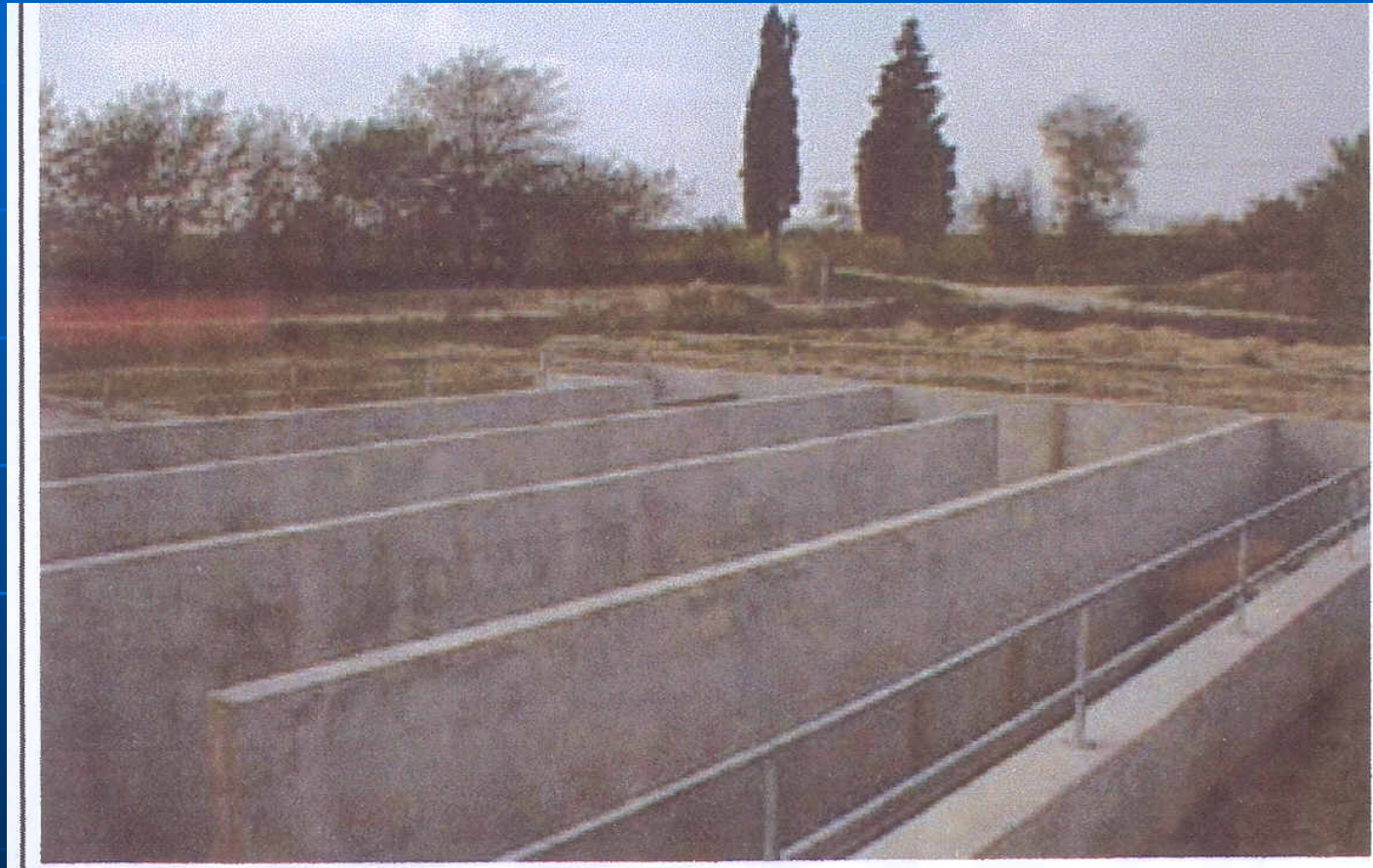
La separazione del fiocco di fango dall'acqua limpida che lo contiene viene effettuata in decantatori.

DISINFEZIONE

Con il termine disinfezione si intende la distruzione di microrganismi patogeni. Con sterilizzazione si intende la eliminazione di tutti i microrganismi. I microrganismi presenti nelle acque reflue sono: i virus (della poliomielite, epatite ...), i batteri (del tifo, paratifo, colera, dissenteria ...) e le cisti amebiche.

La disinfezione può essere condotta in vari modi, usando agenti: chimici (composti del cloro, bromo, iodio, ozono, fenoli, alcoli, metalli pesanti, ammonio quaternario, perossidi ecc.), fisici (calore e luce), meccanici (durante il trattamento delle acque una certa rimozione di patogeni si osserva anche nei trattamenti meccanici) radiazioni (elettromagnetiche, acustiche, gamma).

I metodi più comunemente applicati riguardano l'uso di: cloro, biossido di cloro, cloruro di bromo, ozono e raggi UV, saranno quindi quelli discussi.



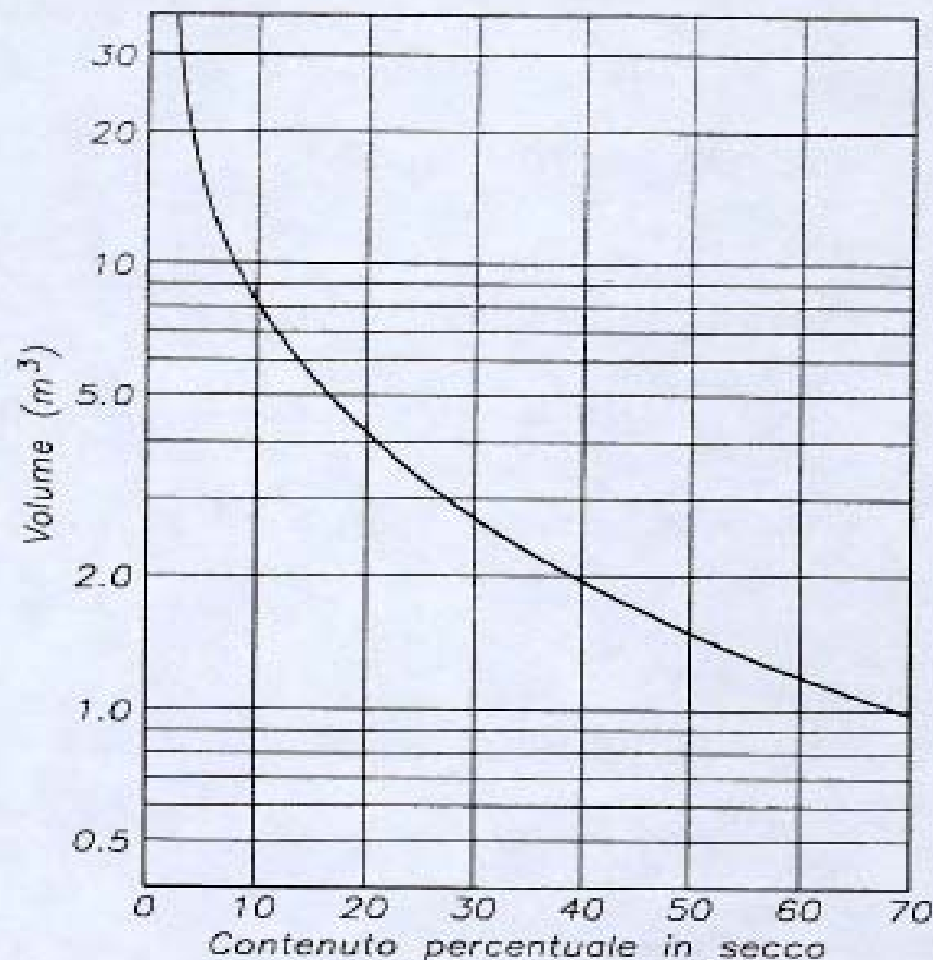
VASCA DI CLORAZIONE



SCHEMA GENERALE DI FUNZIONAMENTO - LINEA FANGHI -

Caratteristiche quantitative

TIPO DI IMPIANTO	FANGO SECCO [g SS/(ab'g)]	UMIDITÀ (% peso)	VOLUME [l/((ab'g))]
<i>Sedimentazione primaria</i>	54	93-96	0,8-1,4
<i>Fango attivo con sedimentazione primaria</i>	basso carico	98,5-99	3
	alto carico	98,5-99	3,5
<i>Misto (primario + supero)</i>	basso carico	96-97	2,4
	alto carico	96-97	2,5
<i>Letti percolatori</i>	basso carico	92-94	0,2
	alto carico (intensivi)	95-97	0,5



Andamento indicativo del volume di un fango tal quale umido, contenente 1.000 kg di SST, al variare del suo contenuto percentuale di secco.

OBIETTIVI/NECESSITA' DEL TRATTAMENTO FANGHI

- Stabilizzare la sostanza organica, se presente, in modo da garantire uno smaltimento finale privo di inconvenienti, con trattamenti di tipo **biologico, chimico o fisico/termico**
- Ridurre i volumi (per diminuire oneri di trasporto e smaltimento finale) e , quindi, concentrare la frazione solida, con trattamenti di tipo **meccanico o termico**

Dopo i suddetti trattamenti, il fango viene inviato a **smaltimento finale** (discarica controllata o incenerimento) oppure può essere **riutilizzato** (impiego agricolo, compostaggio, recupero prodotti – ad es. Fe e Cr da fanghi di origine industriale – ecc.)

Un primo addensamento del fango (fino al 4-5% di secco)
si può ottenere per via meccanica, mediante:

ISPESSITORI A GRAVITA'

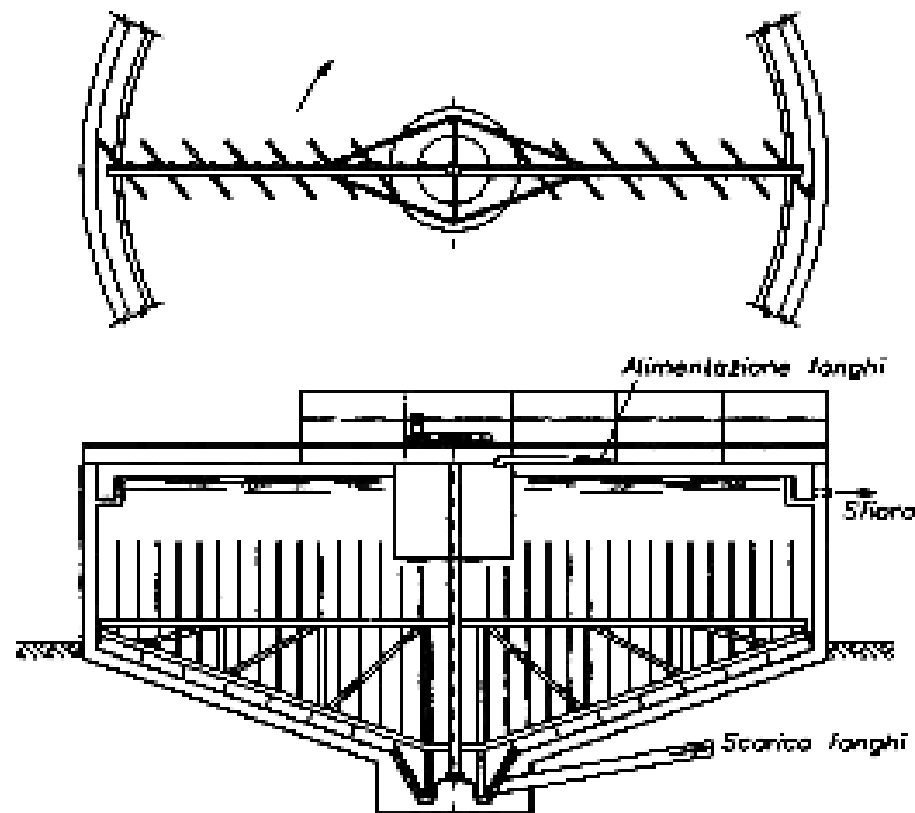


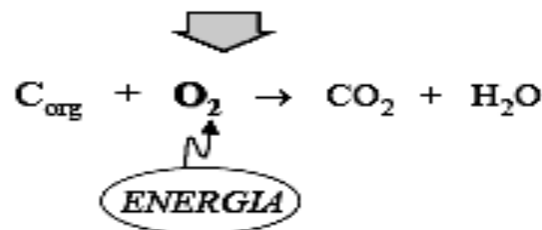
Fig. 46. Ispezzatore a gravità meccanizzato.

TRATTAMENTO FANGHI *Stabilizzazione biologica*

○ Tipologie processistiche

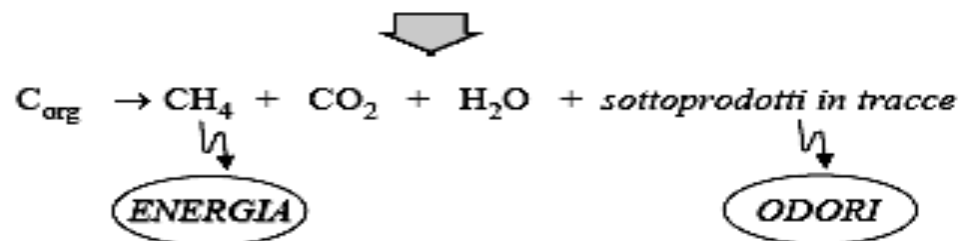
- **AEROBICA**

come fanghi attivi → biodegradazione in *presenza di ossigeno*



- **ANAEROBICA**

biodegradazione in *assenza di ossigeno*



Stabilizzazione biologica anaerobica

Produzione ed utilizzo biogas

- caratteristiche *quantitative* dipendenti da
 - ⇒ *tipo di fango*: produzione maggiore per primari rispetto a supero biologico
 - ⇒ *temperatura*: produzione aumenta con T
 - ⇒ *condizioni operative*: miscelazione, tempo di permanenza
- caratteristiche *qualitative*
 - ⇒ CH₄ = 65-70% volume
 - ⇒ CO₂ = 25-30% volume
 - ⇒ costituenti in tracce
 - H₂S → *corrosione* in combustione
 - *maleodoranti* (ammoniaca, mercaptani)
 - ⇒ PCI (potere calorifico inferiore) = 5500-6000 kcal/m³

Utilizzo biogas

- *riscaldamento digestori* tramite combustione in caldaia
- combustione in motori a gas (impianti medio-grandi)
 - ⇒ energia elettrica
 - ⇒ energia elettrica e termica → *cogenerazione* in gruppi ad energia totale

La produzione di biogas è correlata agli SSV distrutti.
Valori medi indicativi:

0,75 – 1,12 Nm³/kgSSV distrutti (a 20°C ed 1 atm)

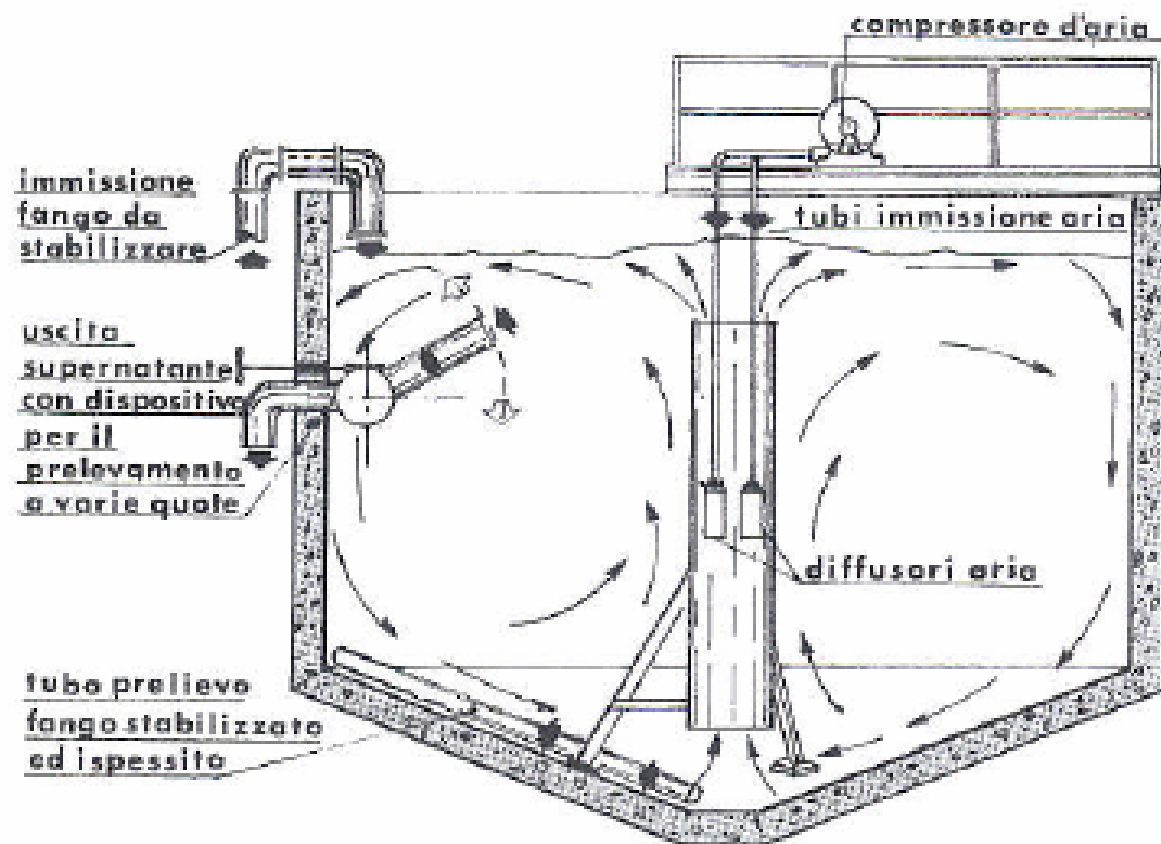
0,5 – 0,75 Nm³/kgSSV alimentati (a 20°C ed 1 atm)

0,015 – 0,022 Nm³/AE/d per fanghi solo primari

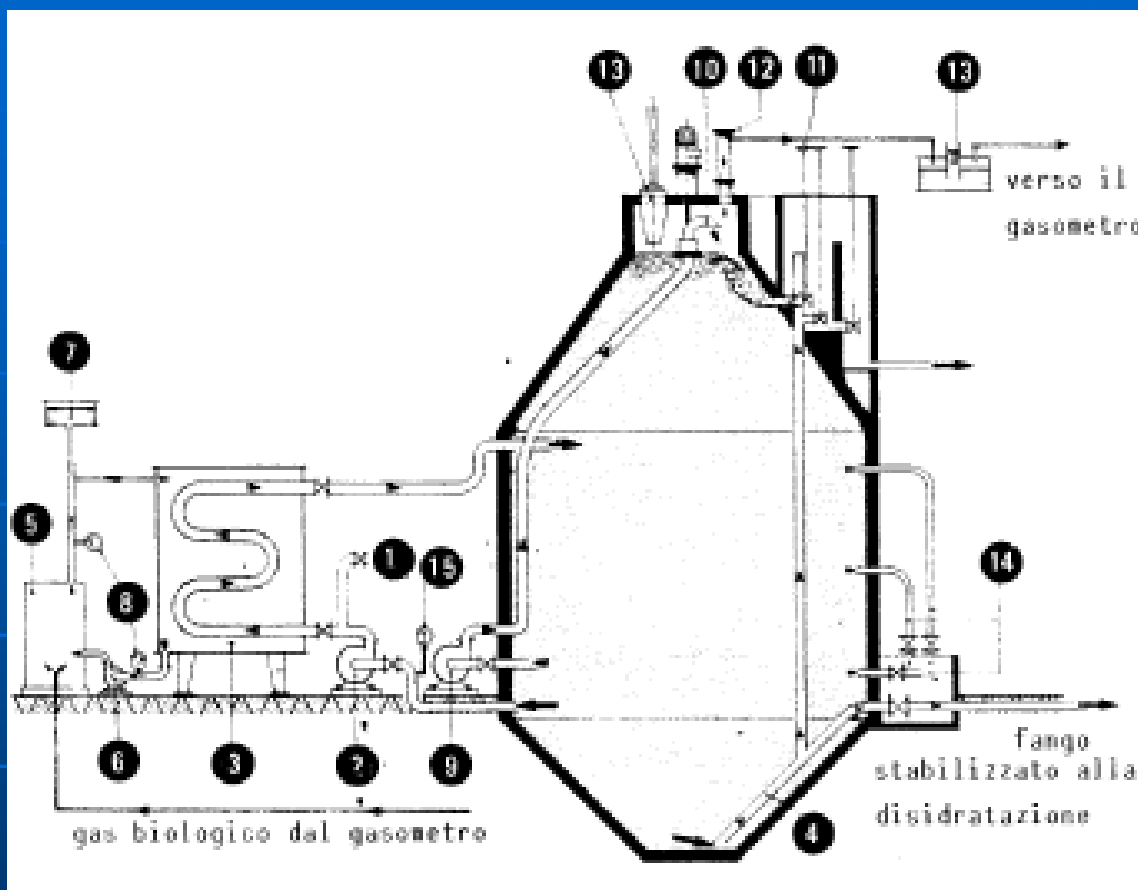
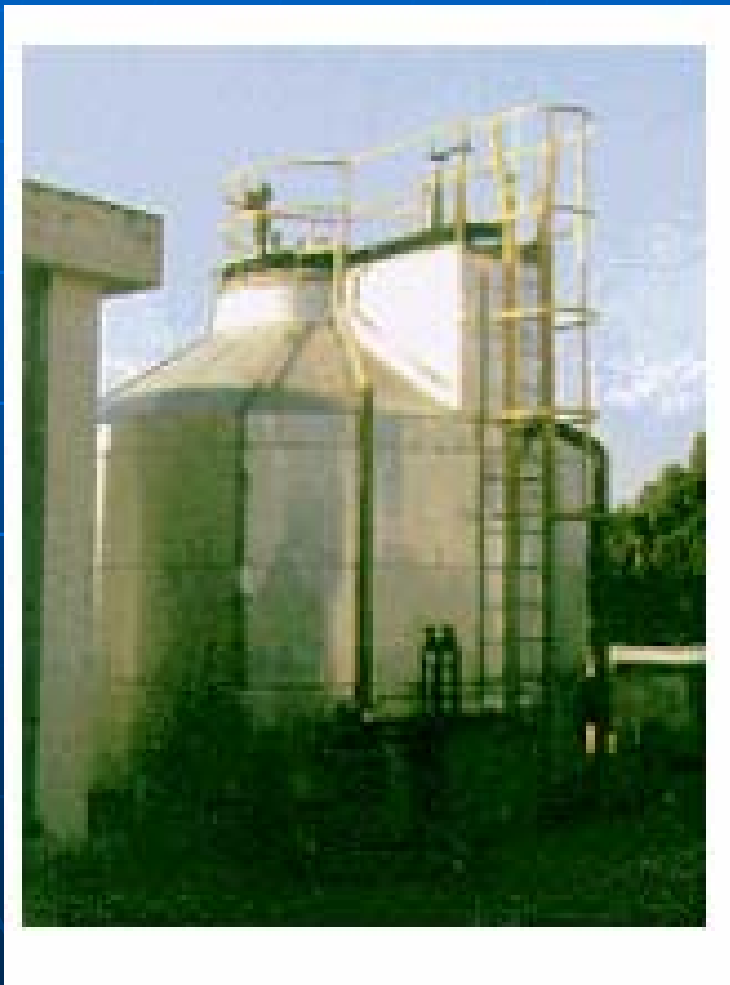
fino a 0,028 Nm³/AE/d per fanghi primari + secondari

Il potere calorifico del biogas è di circa 5.500 kcal/ Nm³

L'utilizzo energetico del biogas, conveniente economicamente al di sopra del 100.000 AE, è soprattutto per il riscaldamento del digestore e del fango in ingresso o per l'alimentazione di motori al servizio dei compressori per l'aerazione.



Digestore aerobico a flusso discontinuo



TRATTAMENTO FANGHI

Disidratazione meccanica

Centrifughe

Disidratazione meccanica – Centrifuga

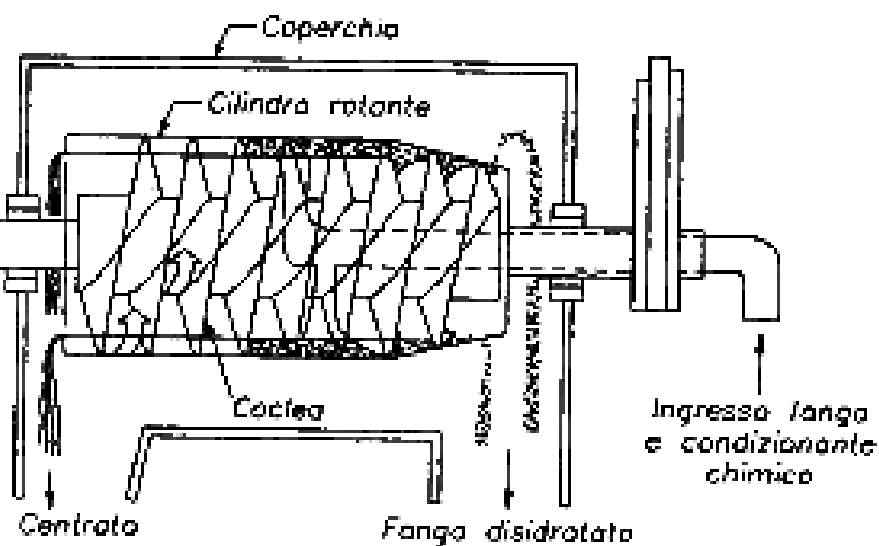
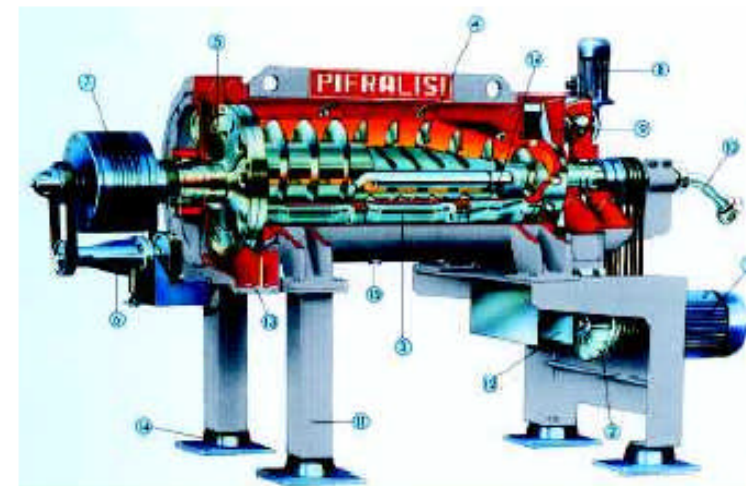


Fig. 54. Rappresentazione schematica di una centrifuga.

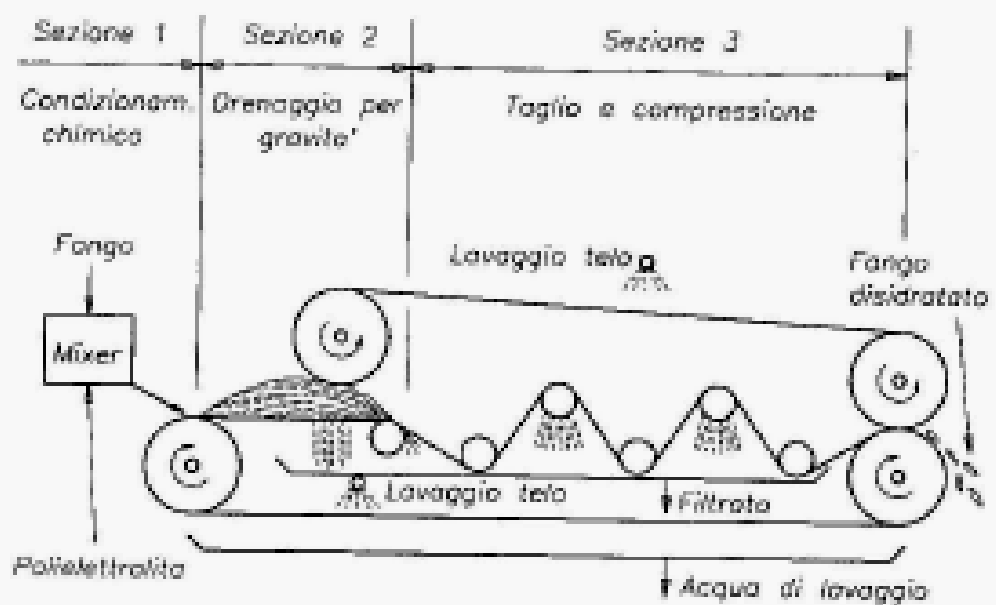
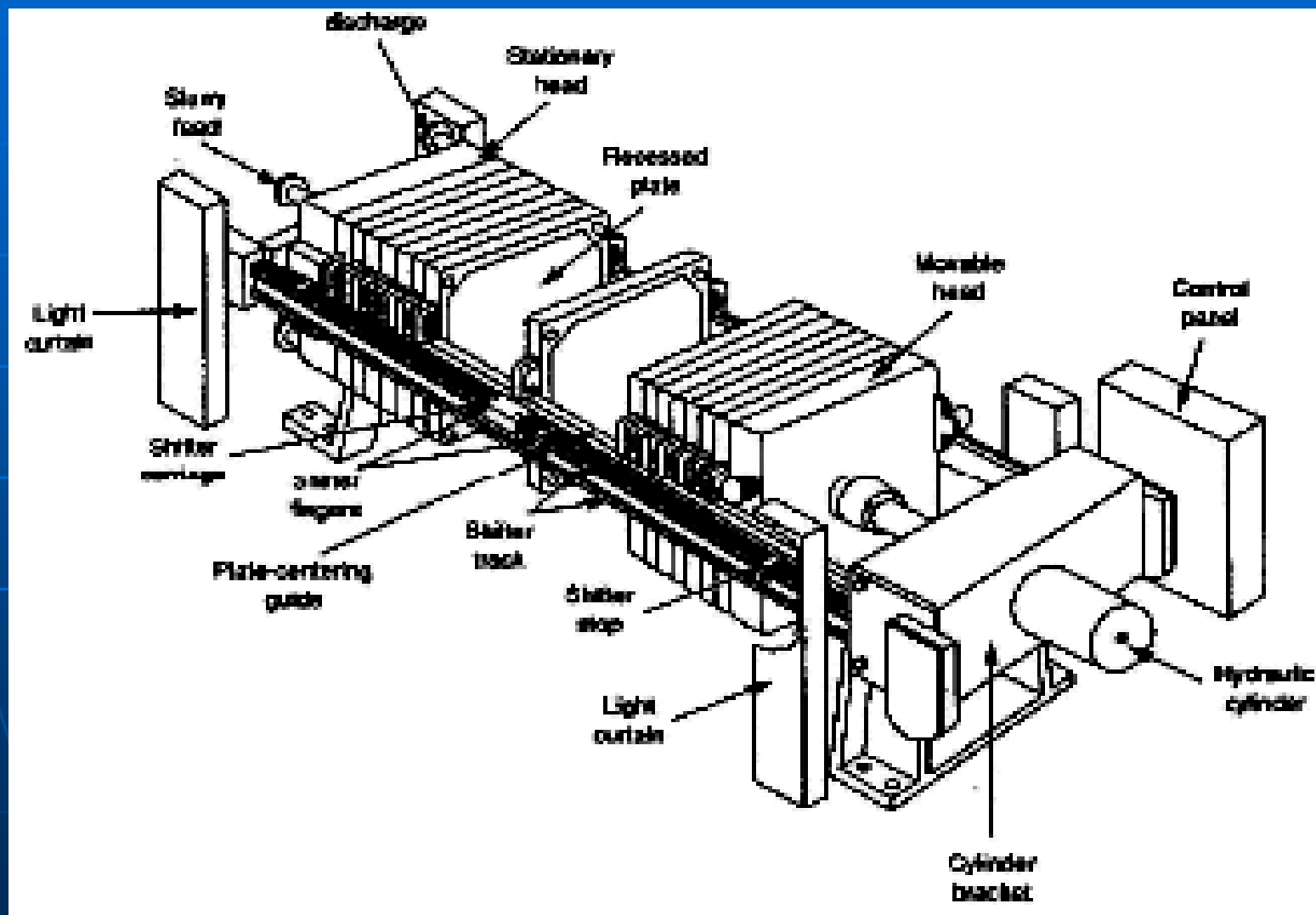


Fig. 33. Rappresentazione schematica di una filigreria a nastro.

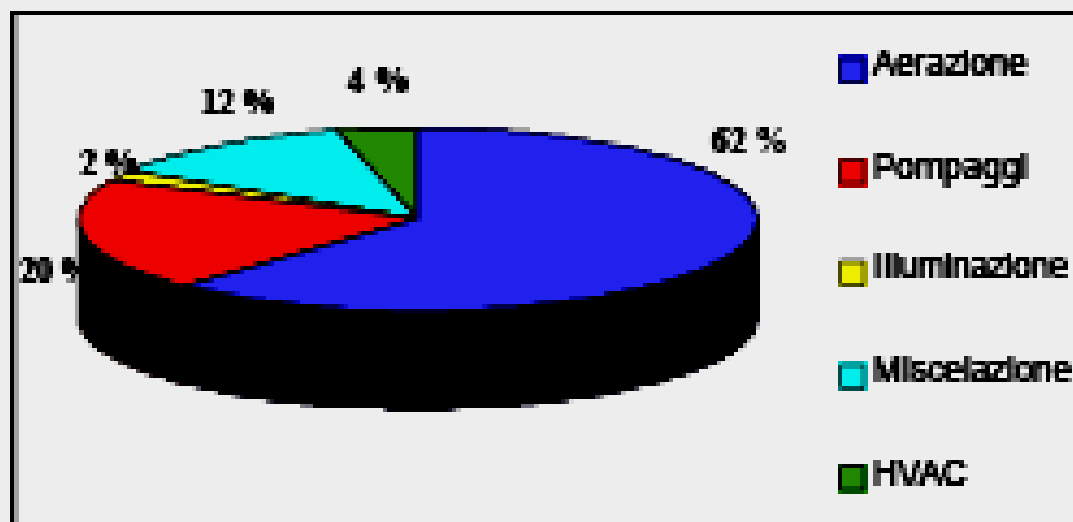


DATI GENERALI DI RIFERIMENTO

impianto tipico 100.000 abitanti

	unita' di misura	valori specifici	unita' di misura	valori Reali
PORTATA GIORNALIERA	litri/ab x giorno	250	mc/giorno	25.000
SUPERFICIE OCCUPATA	m2/abitante	0,30	m2	30.000
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA			kW	600
CONSUMI DI ENERGIA	kWh/m3	0,35	kWh/giorno	8.800
BIOGAS PRODOTTO	Nm3/ab x giorno	0,025	Nm3/giorno	2.500
ENERGIA ELETTRICA PRODUCIBILE	kW	100	kWh/giorno	2.400
PANNELLO DI FANGO AL 30% DI SECCO DA SMALTIRE	kg/ab x giorno	0,23	kg/giorno	23.000

Consumi energetici percentuali in un impianto a fanghi attivi





PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORI INGRESSO	VALORI IN USCITA	VALORI DI LEGGE
pH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	5,5 - 9,5
COD	mg/l	400 - 600	140	< 160 o 75% di riduz.
BOD	mg/l	250 - 350	25 -30	< 80 o 80 % di riduz.
AZOTO AMM.	mgN-NH ₃ /l	30 - 40	0,5 - 2	< 11,6
AZOTO NITR.	mgN-NO ₃ ⁻ /l	0	10 - 18	< 20
FOSFORO	mgP/l	3 - 6	2 - 3	< 10
SOLIDI SOSP.	mgSS/l	250 - 300	20 - 30	< 35
CLORURI	mgCl ⁻ /l	150 -250	150 -250	1.200



