

IMPIANTO MODULARE PER LA DEPURAZIONE BIOLOGICA
DI LIQUAMI DI FOGNA PROVENIENTI DAL COMPLESSO RESIDENZIALE DEL
COMPARTO N. 50.

UTENTI: 330

oooooooooooooooooooooooooooo

RELAZIONE TECNICA

1. Principi fondamentali del trattamento a fanghi attivi

Il trattamento biologico aerobico di un liquame domestico riproduce il trattamento naturale delle autodepurazioni di un corpo idrico.

La differenza sostanziale sta nel fatto che il trattamento viene condotto in un ambiente artificialmente creato, in condizioni controllate e ad una concentrazione più elevata, onde far sviluppare più rapidamente il processo ed esaltarne l'efficienza.

È noto come il fenomeno dell'autodepurazione di un corso d'acqua è determinato dallo sviluppo di alcune specie di microrganismi, specialmente batteri (batteri aerobici che richiedono ossigeno libero) che utilizzano, decomponendola, la materia organica presente nell'acqua quale fonte di sostanza per la sintesi di nuovo materiale cellulare, provocando così una serie di reazioni biochimiche con le quali i composti vengono progressivamente degradati in altri più semplici fino all'ottenimento di prodotti stabili mineralizzati. Il risultato finale dell'azione biologica è quello di trasformare le sostanze organiche sospese e disciolte in un liquame, in materiale sedimentabile.

Negli impianti cosiddetti "a fanghi attivi" l'agente biologico è in forma di fiocchi (fango attivo in libera sospensione nel liquame) che vengono a formarsi a seguito di aerazione artificiale, in apposite vasche (vasche di ossidazione).

Al termine del processo di aerazione il liquame passa alla sedimentazione finale dove i fiocchi di fango attivo vengono separati ed in parte (fanghi attivi di ricircolo) reimmessi nella vasca di ossidazione per sfruttare, sul nuovo liquame in arrivo, l'attività biologica dei batteri.

La concentrazione dei fanghi attivi nella vasca di ossidazione viene mantenuta ad un livello ottimale mediante un parziale prelievo in continuo e successiva stabilizzazione e mineralizzazione ossidativa degli stessi.

Con ciò viene raggiunto un elevato grado di depurazione; non si presentano inconvenienti igienici di nessun genere (cattivi odori, mosche, etc.) e viene mantenuto lo stesso rendimento sia in inverno come in estate.

2. Ossidazione totale

Un tipo particolare fra i numerosissimi tipi di impianti a fanghi attivi è il cosiddetto impianto ad "ossidazione totale" o ad "aerazione estensiva".

Negli impianti tradizionali, normalmente, la fase di aerazione si spinge al punto in cui le sostanze organiche sono assimilate dai microrganismi per poter essere separate dalla fase limpida, ma non oltre, per cui i fanghi accumulati nella sedimentazione finale sono ulteriormente degradabili, assai instabili e facilmente putrescibili. Di qui la necessità di un vero successivo trattamento di digestione aerobica o anaerobica, in appositi digestori, prima dell'allontanamento finale.

Per minimizzare questo processo di stabilizzazione dei fanghi, la tecnica più recente si è orientata, in particolare per impianti piccoli e medi, verso il cosiddetto metodo ad ossidazione totale.

Lo schema operativo di tali impianti non costituisce altro che una particolarizzazione dallo schema dell'impianto classico a fanghi attivi.

Ai liquami nel comparto di ossigenazione sono imposti tempi di ritenzione così elevati che il fango, separatosi nel bacino di sedimentazione, continuamente riciclato, è soggetto all'aerazione per tempi complessivamente talmente lunghi che subisce, già in questa fase, una stabilizzazione ed una parziale mineralizzazione che consente di ridurre al minimo nei tempi e nei volumi il successivo processo di addensamento.

Avendo, pertanto, negli impianti ad ossidazione totale, la fase di stabilizzazione del fango contemporaneamente alla fase di aerazione ed in condizioni di diluizione piuttosto elevata, si richiedono volumi del comparto di aerazione maggiori; questo maggiore costo iniziale dell'impianto è ampiamente compensato dai seguenti vantaggi:

a) semplificazione assai spinta d'esercizio, il grande "Volano biologico" di questi impianti li rende meno sensibili alla variazione del carico organico dell'effluente nelle varie ore della giornata, ed eventualmente accidentali scarichi tossici, alle variazioni della temperatura etc., non richiedono quindi un assiduo controllo nella portata di ricircolo dei fanghi e nell'intensità dell'aerazione.

b) i fanghi di supero sono in quantità ridotta ed in uno stato di stabilizzazione tale che ne permette manipolazioni varie senza inconvenienti igienici (utilizzo a scopo agricolo allo stato liquido, semplice stoccaggio in bacini di contenimento, essiccazione su letti a sabbia, etc.).

3. Dati di partenza e dimensionamento dell'impianto

- Utenti.....330
- Dotazione idrica procapite.....lt. 150
- Portata media oraria Qm (24h).....mc. 1,8
- Carico organico unitario.....gr. 60 BOD₅
- BOD₅ giornaliero da smaltire.....kg. 18

3.1. Stazione di grigliatura

Il primo trattamento che dovrà subire il liquame in arrivo sarà quello di grigliatura e ciò essenzialmente a protezione delle pompe della stazione di sollevamento, delle tubazioni e delle valvole poste a valle della grigliatura medesima.

Allo scopo è prevista una griglia di mm. 500x500 con luce libera tra le barre di mm. 30.

Stante la modesta potenzialità dell'impianto è prevista la rimozione manuale dei materiali trattenuti, tale operazione dovrà essere eseguita mediante appositi rastrelli, 2/3 volte alla settimana.

3.1.0. Sollevamento

È realizzato con due pompe di sollevamento del tipo a girante arretrata e munite di dispositivo contro gli intasamenti. L'avviamento avverrà automaticamente, mediante dispositivo elettronico.

3.2. Bacino di ossidazione

Abbiamo già accennato come alla base di tutto il processo epurativo biologico stia una corretta somministrazione di ossigeno ai liquami da trattare.

Questo ossigeno sarà fornito immettendo nella massa liquida aria mediante adatti macchinari (diffusori a bolle, aeratori a spazzola, aeratori a turbina, etc.).

Considerando le proporzioni, l'insieme costruttivo e funzionale dell'impianto, il sistema che riteniamo maggiormente idoneo è senz'altro quello di utilizzare una batteria di aeratori sommersi a microbolle, alimentati a mezzo di elettrosoffianti, disposti opportunamente sul fondo del bacino.

In tal modo il flusso di aria provoca nella massa liquida dei moti rotatori; ciò assicura la completa omogeneizzazione del liquame, impedisce il depositarsi sul fondo dei fanghi attivi e provoca il ricircolo spontaneo dei fanghi sedimentati nel bacino di decantazione laterale.

Nell'impianto proposto viene utilizzata una elettrosoffiante a canale laterale di potenza adeguata.

Altri dati progettuali del bacino di ossidazione biologica:

- carico organico totale: kg. 18 BOD₅
- fattore di carico organico (Fc): 0,055 kg. BOD₅ / kg. / SS
- carico volumetrico (fattore di carico spaziale Fcv): 0,4 kg. BOD₅ / mc.
- volume utile di ossidazione: mc. 45
- O₂ C load (ossigeno fornito/carico inquinante): kg. 2 O₂ / kg. BOD₅
- fabbisogno di ossigeno.....kg.1 / mc. / g.
- concentrazione fango nella miscela aerata: 7 kg. SS. / mc.
- tempo di ritenzione (a Qm).....: 17 h.
- Rapporto di ricircolo.....: 0-100%

3.3. Bacino di sedimentazione

Dal bacino di ossidazione i liquami, dopo un tempo di ritenzione adeguato passano in continuità nel bacino di decantazione posto in parallelo alla vasca di aerazione.

Il passaggio è consentito da una serie di tubazioni che convogliano il liquame verso il fondo del bacino stesso.

Con tale sistema si ottengono i risultati sottoelencati:

- a) Il liquame è costretto a muoversi prevalentemente in direzione verticale dal fondo verso la superficie; ciò si rivela particolarmente indicato per la sedimentazione finale degli impianti a fanghi attivi, dove la natura fango è decisamente fioccosa.

Poiché infatti una particella isolata possa sedimentare, e cioè muoversi in verso contrario a quello del liquame, è necessario che la sua velocità di caduta v^* risulti superiore alla velocità che compete al liquame in base alle caratteristiche del sedimentatore.

Se quindi Q è la portata da trattare ed A è la sezione di passaggio deve essere :

$$v^* Q/A.$$

Mentre i solidi cui compete una velocità di caduta superiore a v^* sedimentano direttamente, le particelle che vengono a trovarsi in condizioni di equilibrio, accumulandosi nella vasca, formano una zona in cui la concentrazione di solidi sospesi risulta molto elevata.

Tale zona esercita una vera e propria azione filtrante nei confronti delle particella più piccole che, essendo più leggere, sarebbero altrimenti trascinate verso l'altro.

Poiché, come si è detto, il fango ha natura fioccosa, si verificano dei fenomeni di agglomerazione che conducono alla formazione di fiocchi che, ingrossandosi, arrivano a dimensioni sufficienti perché l'azione della gravità possa provocare la sedimentazione.

- b) I fanghi, decantati lungo tutto il fondo del bacino, vengono in modo continuo riciclati nella stazione ossidativa per mezzo di pompe air-lift.
- c) Lo sfioro del chiarificato avviene dalla parte opposta rispetto all'immissione in tal modo viene prolungato il tempo di ritenzione del liquame, favorendo la decantazione anche dei fiocchi a minore dimensione.

Alcune pompe air-lift, azionate, dagli stessi compressori che mandano aria ai diffusori, ricircolano nel bacino di ossidazione eventuali fanghi surnatanti.

3.4. Smaltimento delle acque trattate

Lo smaltimento delle acque trattate avverrà attraverso un sistema di sub-irrigazione che si sviluppa interamente nella zona F15 – Verde sportivo, Tale sistema sarà costituito da condotte disperdenti alloggiare in apposite trincee praticate nel suolo.

Le prove in pozzetto sono adatte soprattutto per terreni granulari e vengono eseguite in pozzetti a base circolare o a base quadrata. Si suddividono in prova a carico costante e a carico variabile. Le prove a carico costante si eseguono riempiendo d'acqua il pozzetto e misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello. Le prove a carico variabile si eseguono misurando la velocità di abbassamento in funzione del tempo. Le prove si ritengono eseguite in modo corretto quando si presentano le seguenti condizioni:

- a) Il terreno deve essere saturato preventivamente in modo da stabilire un regime di flusso permanente;
- b) La profondità del pozzetto deve essere pari a circa 1/7 dell'altezza del fondo dal livello di falda;
- c) Il diametro (o lato di base) del pozzetto deve essere almeno 10-15 volte il diametro massimo dei granuli del terreno;
- d) Il terreno sia omogeneo, isotropo e con coefficiente di permeabilità $k > 10^{-6}$ m/s.

Pozzetto quadrato

Il coefficiente di permeabilità k viene calcolato con le seguenti equazioni:

c) Prove a carico variabile

$$k = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \frac{1 + \left(2 \frac{h_m}{b}\right)}{\left(27 \frac{h_m}{b} + 3\right)}$$

dove:

h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto ($h_m > d/4$);

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo;

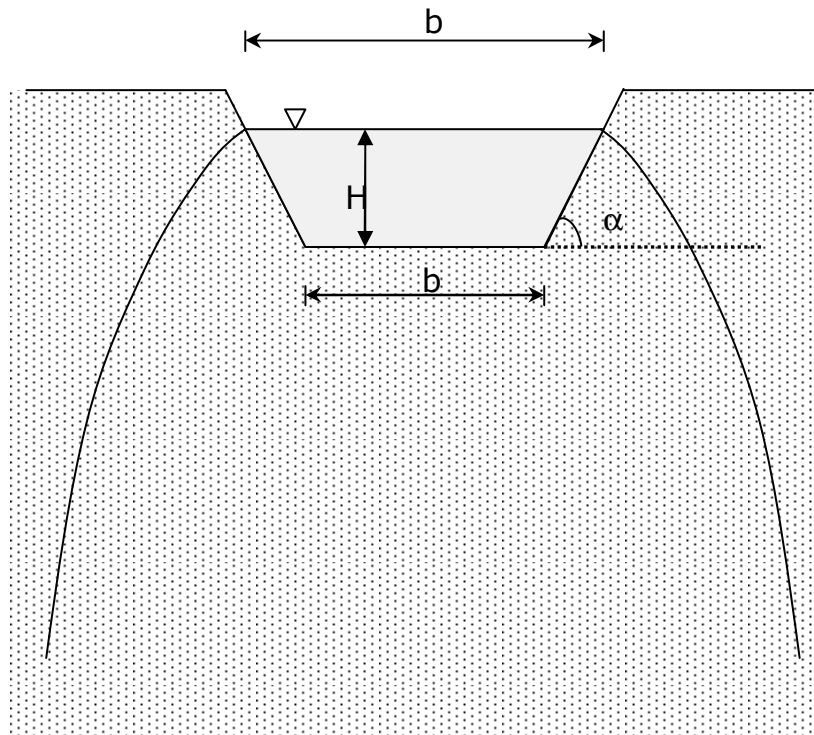
$h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$;

b = lato della base del pozzetto.

Dalle prove eseguite in pozzetti appositamente realizzati si è ottenuto un valore del coefficiente di permeabilità k pari a **9.51 E⁻⁵m/s**.

Infiltrazione da una trincea.

La dispersione nel terreno delle portate erogate da una condotta finestrata si riconduce alla dispersione che avviene da una trincea: quella cioè che ospita, posta in un letto permeabile, la condotta stessa.



La portata Q è data in forma dimensionale da

$$\frac{Q}{KH} = \frac{b}{H} + 2 \quad (1)$$

Ed è alimentata nello schema proposto dal perimetro che limita una sezione di forma dipendente dal parametro b/H , la cui equazione è:

$$\pm \frac{x}{H} = -\sqrt{1 - \left(\frac{y}{H}\right)^2} + \frac{1}{\pi} \left(\frac{b}{H} + 2\right) \cos^{-1} \frac{y}{H} \quad (2)$$

Il caso della sezione trapezia è di significativa complessità. La portata Q è ancora rappresentata dalla relazione analoga alla (1), ponendo però un coefficiente C in luogo del numero 2: coefficiente che è funzione della scarpa $n = \cotg \alpha$ delle sponde e del rapporto b/H .

La soluzione per $n=0$ (sezione rettangolare), osservando che C nella equazione (1) assume valore pari a 2, risulta pertanto facile. Può cioè assumersi che tutto il perimetro $b+2H$ sia la fonte della dispersione; e dunque scrivere che la portata Q è data da:

$$Q=k(b+2H) \quad (3)$$

La dispersione nel terreno delle portate erogate da una condotta finestrata, con un $k=9.51 \text{ E-5m/s}$, una tubazione con un diametro di 0,16m e una lunghezza di 660m lineari, risulta pari a 30l/s.

I calcoli per il K è stato riferito alle calcareniti di Gravina, poiché le caratteristiche del materiale di riporto nelle cave, varia da luogo a luogo. L'intervento infatti si va a collocare in una cava, in parte colmata per uno spessore medio di 3m, da materiale di riporto.

Le caratteristiche dei litotipi presenti, e le caratteristiche idrogeologiche dell'area, permettono il riutilizzo delle acque provenienti dal depuratore al fine di irrigare l'area destinata a verde, di pertinenza del complesso che si andrà a realizzare.

3.5. Stazione di disinfezione effluente

L'acqua limpida effluente prima di essere immessa nel collettore di uscita, viene opportunamente disinfettata mediante un sistema di clorazione.

La soluzione disinfettante (ipoclorito) è contenuta in un serbatoio PVC e da qui, per mezzo di una pompa dosimetrica, passa nel miscelatore (vasca di contatto) mescolandosi in opportuna percentuale, con l'acqua trattata di scarico. Il tempo di contatto sarà circa 30' per un dosaggio massimo di Cl_2 di 0,1 di ppm.

3.6. Cabina di servizio

Avrà dimensioni tali da poter ospitare la elettrosoffiante, la pompa dosimetrica ed il quadro elettrico con tutti i comandi per le varie utenze tra i quali anche quelli per le varie pompe air-lift.