

**water**  
treatment  
*[products]*

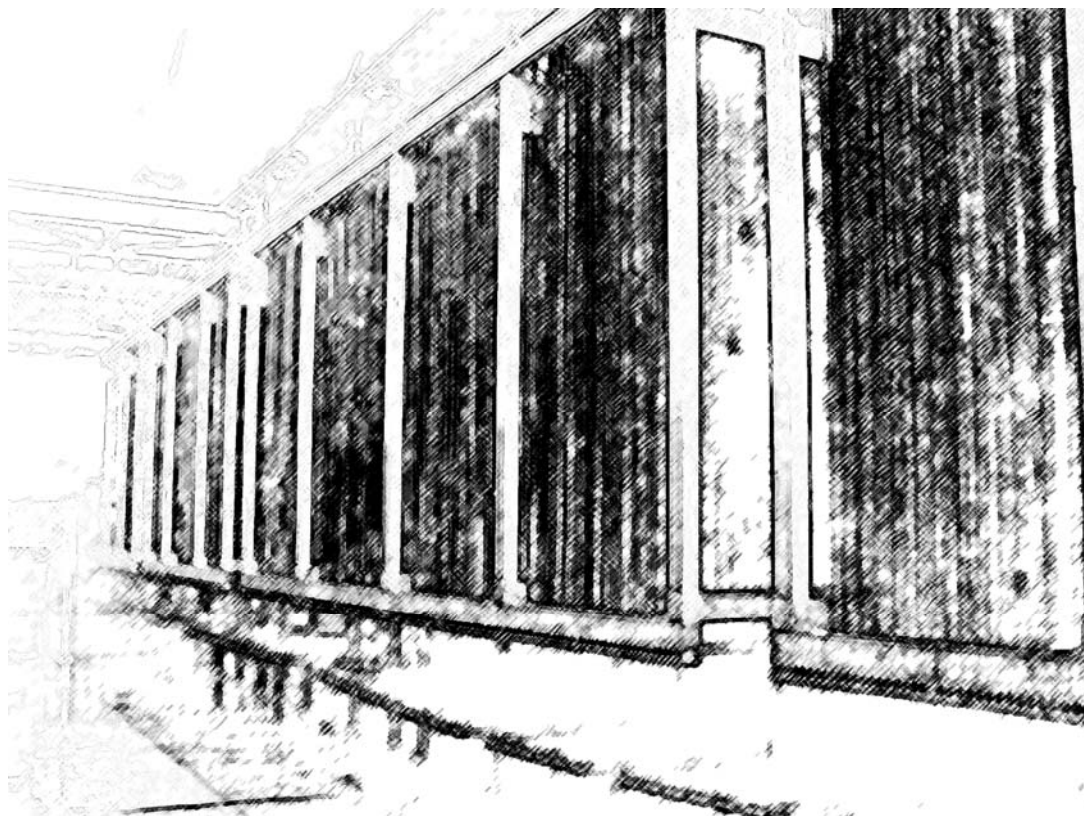
**cleartec®**

PRODUCT GUIDELINE

Rev. 02

Issue: Sept. 2007

Pages: 11



ASCO POMPE Srl – Water Treatment Products division

Via Silvio Pellico, 6/8 – I 20089 Rozzano, MI – Tel. 02 89257.1 Fax 02 89257.201  
e-mail: [watertreatment@scopompe.com](mailto:watertreatment@scopompe.com) web: [www.ascopompe.com/wtd](http://www.ascopompe.com/wtd)

**CONTENUTI**

cleartec®

**Moduli tessili biologici (biomassa adesiva) a letto fisso**

1. **INTRODUZIONE**
2. **SISTEMA A FANGHI ATTIVI**
  - 2.1 Rimozione della sostanza organica
  - 2.2 Nitrificazione
  - 2.3 Denitrificazione
3. **FATTORI DI INFLUENZA**
4. **PROCESSI COMBINATI A BIOMASSA ADESA E SOSPESA**
5. **CAMPO D'APPLICAZIONE**
6. **cleartec® BIOTEXTILE**
7. **CRITERI DI INSTALLAZIONE e CONDIZIONI DI AERAZIONE**
8. **PERFORMANCE DI DEPURAZIONE**
9. **CRITERI DI DIMENSIONAMENTO**
10. **SUGGERIMENTI PER TRASPORTO, ASSEMBLAGGIO ED USO**

**PRODUCT GUIDELINE****1. INTRODUZIONE**

I fenomeni di autodepurazione naturali sono essenzialmente di tipo biologico; attraverso di essi il materiale organico biodegradabile subisce una progressiva azione di demolizione, con formazione di composti via via più stabili, fino alla completa mineralizzazione. Le tecniche di depurazione più sviluppate all'interno di impianti di trattamento delle acque reflue urbane consistono in un'accelerazione, in ambiente controllato, dei fenomeni di degradazione naturale. Il principio alla base di tali processi artificiali consiste nel localizzare ed intensificare su superfici ridotte i fenomeni di trasformazione e di distruzione di materia organica.

I metodi di trattamento biologico più diffusi sono:

- ⇒ letti percolatori;
- ⇒ dischi biologici;
- ⇒ fanghi attivi;
- ⇒ tecniche di biofiltrazione o filtrazione biologica accelerata.

L'elemento comune a queste tecniche di depurazione risulta essere la presenza di batteri che utilizzano la sostanza organica contenuta nei reflui da depurare per crescere e svilupparsi; tale sintesi avviene secondo una cinetica particolare, influenzata da vari fattori, come la biodegradabilità e la concentrazione del substrato organico, la presenza di elementi nutritivi, la temperatura e, nel caso di processi aerobici, la disponibilità di ossigeno.

I primi tre elementi sono apportati dal refluo in ingresso all'impianto di depurazione; la richiesta di ossigeno è garantita da appositi sistemi atti a trasferire la maggior frazione possibile di ossigeno nel refluo da trattare, contenuto nei bacini di ossidazione, tramite l'insufflazione di aria od ossigeno puro dall'esterno.

Infine, si rende necessaria nei processi di nitrificazione e di rimozione del BOD la presenza di ossigeno disciolto, almeno in concentrazione pari a 1,5÷2 mg/l, per consentire un normale metabolismo.

## PRODUCT GUIDELINE

## 2. SISTEMA A FANGHI ATTIVI

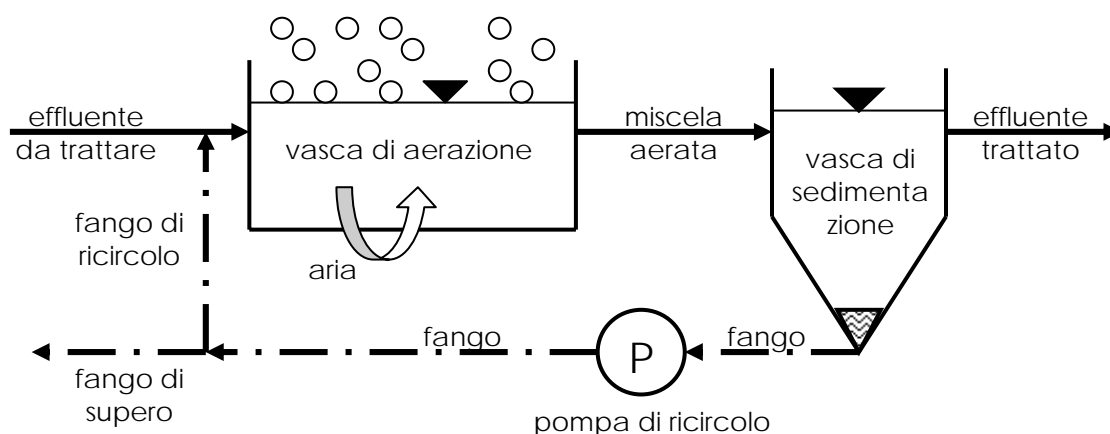
Questo processo di tipo biologico prevede il mescolamento delle acque reflue con fanghi contenenti biomassa, la quale, per crescere e svilupparsi, degrada la sostanza organica presente nel refluo da depurare. Tale sistema si inserisce in uno schema impiantistico simile al seguente:

- ⇒ trattamenti preliminari e primari;
- ⇒ bacino a fanghi attivi (rimozione della sostanza organica - nitrificazione - denitrificazione);
- ⇒ sedimentazione secondaria, con ricircolo di parte dei fanghi sedimentati;
- ⇒ filtrazione dei solidi non sedimentabili;
- ⇒ disinfezione finale;
- ⇒ evacuazione delle acque trattate.

I batteri, comunemente denominati fango biologico, devono essere mantenuti in concentrazione di 3÷5 g/l per permettere una buona separazione del fango nel sedimentatore secondario.

### 2.1 Rimozione della sostanza organica

E' un trattamento di tipo aerobico condotto mediante aerazione del refluo posto in contatto con una numerosa popolazione batterica preconstituita. La configurazione impiantistica tipica prevede una vasca di aerazione, dove la popolazione batterica è mantenuta in contatto con il refluo da trattare, ed una fase di sedimentazione secondaria, grazie alla quale si possono separare dall'effluente depurato i fiocchi di fango attivo, successivamente riciccolati.



ASCO POMPE Srl

Water Treatment Products division

## PRODUCT GUIDELINE

## 2.2 Nitrificazione

Nei liquami urbani l'azoto è prevalentemente presente sotto forma organica (proteine) e come urea, contenuta nelle urine; in entrambi i casi, esso subisce un rapido processo di ammonificazione ad azoto ammoniacale: per tale motivo è giustificato utilizzare la misura del TKN come parametro indicatore della presenza di composti azotati nel refluo da trattare.

La sedimentazione primaria consente una riduzione del carico di azoto dell'ordine del 10%, l'attività batterica per la rimozione della sostanza organica consuma un quantitativo di azoto pari al 5% del BOD metabolizzato. Per ottenere una riduzione più spinta sono necessari dei trattamenti specifici, attraverso una fase ossidativa di nitrificazione, seguita da una fase riduttiva di denitrificazione.

Per nitrificazione si intende l'ossidazione dei composti inorganici dell'azoto (soprattutto ammoniaca), svolta da batteri autotrofi: *Nitrosomonas* per ossidare l'ammoniaca a nitriti ( $\text{NO}_2^-$ ) e *Nitrobacter* per l'ossidazione dei nitriti a nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ).

Dal processo di nitrificazione si ottiene che:

- ⇒ i prodotti della reazione sono: batteri, nitrati, acido carbonico ed acqua;
- ⇒ la sintesi di nuovi batteri è piuttosto limitata, in rapporto ai quantitativi di ammoniaca ossidata (0,17 g di nuove cellule per ogni g di azoto ammoniacale ossidato);
- ⇒ è necessaria una considerevole quantità di ossigeno libero (4,18 g di  $\text{O}_2$  per ogni g di  $\text{NH}_4^+$  ossidato);
- ⇒ viene consumata alcalinità e si produce acido carbonico (8,62 g di  $\text{HCO}_3^-$  per ogni g di ammoniaca ossidata); si tende, quindi, ad un abbassamento del pH dove l'alcalinità in ingresso risulta relativamente bassa.

La velocità di ossidazione dell'ammoniaca a nitriti è notevolmente inferiore a quella di ossidazione dei nitriti a nitrati; l'ossidazione a nitriti limita pertanto la cinetica dell'intero processo.

La concentrazione di ammoniaca (in prima approssimazione rappresentata dal valore di TKN) non esercita una reale azione limitante. Al contrario, l'ossigeno disciolto si comporta da agente limitante nella cinetica di nitrificazione. Per quanto riguarda il pH, l'alcalinità del liquame in ingresso è solitamente sufficiente ad evitare acidificazione del refluo, che comporterebbe un rallentamento della velocità di reazione. Come già osservato in precedenza, la temperatura riveste un ruolo importante nella velocità di reazione.

## PRODUCT GUIDELINE

### 2.3 Denitrificazione

La rimozione dell'azoto nitrico può essere condotta per via biologica da popolazioni batteriche eterotrofe facoltative, che possono, cioè, operare sia in condizioni aerobiche che anaerobiche; per rimuovere i nitrati occorre che l'ambiente sia anossico. Tali batteri necessitano di un substrato organico da metabolizzare (4÷4,5 g BOD per ogni g di azoto nitrico ridotto).

La cinetica della reazione di denitrificazione può ritenersi indipendente dalla concentrazione sia dei nitrati che del substrato organico. La velocità risente, invece, della temperatura e della fonte di carbonio utilizzata.

### 3. FATTORI DI INFLUENZA

Si definisce carico del fango  $cf$ , la quantità di sostanza organica biodegradabile che nell'unità di tempo è messa a disposizione di una quantità unitaria di batteri.

$$cf = \frac{S_0}{xt} \left[ \frac{kgBOD_5}{kgSS * giorno} \right]$$

Valori di  $cf$  bassi esprimono scarsa disponibilità di substrato per la popolazione batterica, cui corrisponde un elevato rendimento di depurazione. I batteri infatti tendono ad utilizzare nel modo più completo il poco materiale organico reso disponibile. Inoltre la produzione di nuove cellule batteriche è ridotta, in modo che la quantità di fango di supero che deve essere estratta per mantenere nel sistema la voluta concentrazione batterica è limitata (limitato apporto di fango al sedimentatore secondario).

All'aumentare di  $cf$  cresce la quantità di fango di supero; il rendimento di depurazione resta elevato fino a quando non si raggiungono condizioni per cui il substrato nutritizio introdotto nel sistema supera i fabbisogni della popolazione batterica presente. Quando ciò avviene parte della sostanza organica immessa e non utilizzata viene scaricata con l'effluente, con un conseguente calo del rendimento di depurazione.

Il dimensionamento della capacità di aerazione viene condotto sulla base del carico volumetrico  $cv$  della vasca, inteso come kg di BOD trattabili in un giorno per ogni metro cubo di capacità.

A parità di substrato  $q^*S_0$  introdotto nel sistema (come kgBOD/giorno), la capacità di aerazione,  $V$ , sarà tanto più piccola quanto maggiore è il carico volumetrico che può assumersi, ossia:

$$V = \frac{q^*S_0}{Cv}$$

e  $cv$  è legato a  $cf$  tramite la:

$$cv = x^*cf = \frac{S_0}{t}$$

**PRODUCT GUIDELINE**

Dove  $x$  esprime al solito la concentrazione di fanghi attivi nella vasca di aerazione in  $g/l=kg/m^3$  di solidi sospesi.

Compatibilmente con le esigenze del processo, conviene che  $cv$  risulti il più possibile elevato in modo da ridurre al minimo la capacità di aerazione  $V$ . Ciò può ottenersi agendo sia su  $cf$  che su  $x$ . Tuttavia dalla scelta di  $cf$  deriva il rendimento di depurazione conseguibile nonché la produzione ed il grado di stabilità dei fanghi, il consumo di ossigeno ed il grado di nitrificazione.

Anche  $x$  trova limitazione nelle caratteristiche di sedimentabilità del fango che non consentono di superare determinate concentrazioni per il fango di ricircolo e, di conseguenza, per la miscela liquame-fango attivo contenuta nella vasca di aerazione.

**4. PROCESSI COMBINATI A BIOMASSA ADESA E SOSPESA**

I sistemi misti a biomassa adesa e sospesa permettono di aumentare la concentrazione ( $x$ ) di fanghi attivi nella vasca di aerazione, infatti mettono a disposizione una superficie su cui la biomassa può aderire e svilupparsi. Risulta quindi possibile:

- svincolare (per la parte di biomassa adesa) il tempo di residenza cellulare da quello di ritenzione idraulica, senza operare ricircoli di biomassa;
- aumentare le concentrazioni di biomassa, con la conseguente riduzione dei volumi dei reattori e delle superfici occupate;
- rendere indipendente il processo dalle caratteristiche di sedimentabilità del fango;
- aumentare il tempo di residenza dei fanghi in vasca (aumenta quindi l'età del fango), migliorando la stabilità del processo, in particolare migliora la fase di nitrificazione e migliora la mineralizzazione della sostanza organica che porta ad un aumento del peso specifico del fango e quindi ad una diminuzione dello SVI (Sludge Volume Index).

**5. CAMPO D'APPLICAZIONE**

- Installazione in nuovi impianti
- Miglioramento delle performance di impianti esistenti mantenendo gli stessi volumi
- Miglioramento delle performance di impianti esistenti per rientrare nei valori limiti di legge
- Aumento del grado di eliminazione dell'azoto negli impianti esistenti
- Depurazione di effluenti industriali con alti carichi organici
- Bioreattori

## PRODUCT GUIDELINE

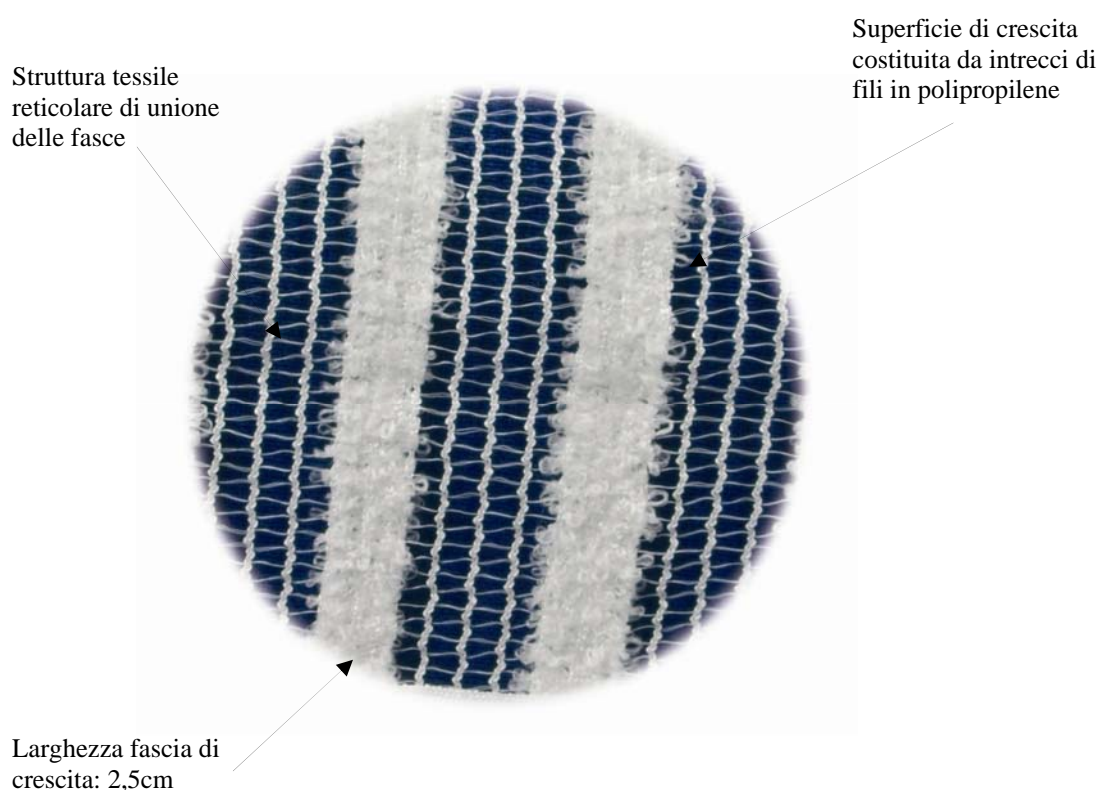
## 6. "CLEARTEC" bio-tessili

L'elemento base delle superfici di crescita cleartec® sono fasce tessili in polipropilene; questo materiale permette un'alta durabilità e resistenza ai fattori chimici, biologici e meccanici influenti sul processo.

Le fasce sono realizzate intorno ad elementi tessili flessibili che formano la base di una struttura a rete larga 96 cm; su ogni struttura a rete vengono realizzate 16 fasce (zone di sviluppo) di larghezza 2,5 cm ciascuna.

Ogni fascia è uno speciale intreccio di fili in polipropilene; il risultato di questa moltitudine di intrecci è un'ampia superficie interna che offre una ideale adesione ai microrganismi.

La rete tessile di unione delle varie fasce costituisce una superficie addizionale di sviluppo per le biomasse.



Il particolare intreccio del supporto tessile permette di ottenere una superficie specifica di **23.0 m<sup>2</sup> per m<sup>2</sup>** di supporto. Le prove sperimentali e le applicazioni reali fatte hanno dimostrato che la quantità di biomassa adesa ai supporti cleartec è pari a **0.05 kg/m<sup>2</sup>** di area specifica installata.

ASCO POMPE Srl

Water Treatment Products division



**PRODUCT GUIDELINE****7. CRITERI DI INSTALLAZIONE e CONDIZIONI DI AERAZIONE**

Gli elementi bio-tessili cleartec® vengono tesi verticalmente in moduli di supporto costruiti con materiali resistenti alla corrosione (AISI 304, 316...).

Le dimensioni delle strutture di supporto sono specifici per ogni progetto e dipendenti dalle dimensioni dei bacini (in particolare dal battente idrico utile); ogni singolo elemento tessile è largo 96cm (vedi paragrafo 6).

La parte superiore della struttura tessile deve essere immersa di almeno 50cm in modo che eventuali schiume rimangano al di sopra degli elementi; tale distanza è inoltre necessaria per garantire il flusso cilindrico del refluo generato dal sistema di aerazione che permette al mixer liquor di percorrere tutta l'altezza dell'elemento tessile apportando i nutrienti alla biomassa adesa.

La distanza minima da mantenere tra gli aeratori e gli elementi cleartec®, per garantire un ottimale rifornimento di ossigeno, dovrebbe essere non meno di 60cm in generale e 50cm per vasche con un battente fino a 4.00m.



**PRODUCT GUIDELINE**

Gli elementi di supporto vengono appoggiati al fondo del bacino e generalmente fissati alle pareti. Questi fissaggi possono essere aperti singolarmente per estrarre un singolo modulo per pulizia, riparazione o semplice controllo; un sistema di sollevamento dei moduli permette di effettuare queste operazioni senza interrompere il funzionamento dell'impianto.

I diffusori d'aria possono essere attaccati ai moduli sollevabili in modo tale che possano essere rimossi insieme ad essi; in questo modo anche il sistema di aerazione ha piena accessibilità per interventi di manutenzione e controllo senza interrompere l'operatività del sistema.

A seguito della turbolenza creata dall'aerazione, gli elementi tessili sono in costante movimento; questo movimento permette di agitare e rimuovere gli strati più pesanti di fanghi attivi e i microrganismi morti. Questo processo denominato "skinning" garantisce che non si creino condizioni anaerobiche nel sistema. Per garantire libertà di movimento ai singoli elementi tessili, evitando che vengano in contatto elementi contigui, essi devono essere distanziati di almeno 7cm.

Quando vengono usati gli elementi cleartec® si deve prevedere una verifica del tipo e funzionamento degli aeratori in modo tale che sia disponibile l'ossigeno e i nutrimenti per uno corretto sviluppo delle biomasse, inoltre è necessario garantire la corretta miscelazione della miscela aerata per evitare depositi.

Entrambi i flussi, orizzontale e verticale, devono essere forzati a passare tra i vari elementi biotessili cleartec® appesi verticalmente e disposti parallelamente al flusso principale.

La velocità del flusso principale non deve essere meno di 20÷30 cm/s.

Questo flusso principale può generalmente essere realizzato utilizzando gli aeratori ed in alcuni casi attraverso l'installazione di agitatori. La disposizione degli aeratori deve essere studiata in base alle condizioni del bacino.

Il sistema cleartec® non necessita di manutenzione né ordinaria né straordinaria.

Sull'impianto di Geiselbullach (Monaco di Baviera) con capacità 250.000 ab.eq. ed in funzione dal 1995 sono state svuotate dopo 10 anni le due linee di ossidazione/nitrificazione per verificare lo stato dei supporti tessili cleartec® che non hanno mostrato alcun danno.

**PRODUCT GUIDELINE****8. PERFORMANCE di DEPURAZIONE**

La biomassa aerobica trova condizioni di crescita stabili sui supporti cleartec; grazie a queste condizioni si sviluppano diverse varietà di organismi che consentono una buona adattabilità a diverse condizioni operative ed aumentano la stabilità del processo.

La biomassa contenuta nei bacini aerati può essere aumentata del 30-50% dipendentemente dalle condizioni operative e dalla temperatura. L'alta concentrazione di fango in vasca permette di avere un basso carico del fango e lunghi tempi di residenza. La grande varietà di organismi è rappresentativa di buone condizioni di nitrificazione.

Le caratteristiche di sedimentabilità del fango sono chiaramente migliorate grazie ad un basso valore di SVI (fino a 80 ml/g); questo permette di avere una sedimentazione secondaria poco caricata. Nel caso di picchi idraulici improvvisi, i sistemi cleartec® prevengono un eccessivo scarico di fanghi attivi. Il funzionamento del sedimentatore risulta in questo modo più stabile.

**9. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO**

Il parametro fondamentale per il dimensionamento è la concentrazione (cfr. massa) di biomassa che si intende avere come quota adesa nella vasca di ossidazione (ossia la quantità di biomassa che i supporti cleartec dovranno sostenere). Questo parametro ai fini processuali può essere visto/utilizzato in due modi differenti a seconda dell'esigenza dell'impianto:

- incremento della biomassa totale (adesa + sospesa) presente in vasca (ovvero si mantiene inalterata la concentrazione di biomassa sospesa a cui si aggiunge quella adesa ai supporti cleartec. In questo caso rimane inalterata la portata di ricircolo ed il carico sul sedimentatore, ma si riduce il carico medio del fango [KgBOD5/KgSS/giorno) migliorando il rendimento di depurazione e diminuendo la quantità di fango di supero da estrarre;
- mantenimento della biomassa totale (adesa + sospesa) uguale a quella contenuta in vasca prima dell'intervento; in sostanza si va a togliere una parte di biomassa sospesa mettendo a disposizione delle superfici di supporto su cui aderire e svilupparsi. In questo caso vengono mantenuti inalterati i processi depurativi ed i rendimenti, ma viene diminuito il carico al sedimentatore e limitata la portata di ricircolo;

A seconda della concentrazione della quantità di biomassa che si intende avere come parte adesa viene calcolata la superficie di cleartec necessaria ed in base all'altezza del battente idrico si ottiene il numero di elementi di supporto.

**10. SUGGERIMENTI PER TRASPORTO, ASSEMBLAGGIO ED USO**

I supporti tessili CLEARTEC devono essere protetti dai raggi solari diretti fino all'installazione. La temperatura del refluo deve essere compresa tra +2°C e +36°C.