

## TRATTAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E PROFONDE

Le **acque primarie** per uso **potabile** o **industriale** sono di origine **superficiale** (da fiumi, torrenti o laghi) o **profonda** (da pozzi).

A seconda della loro provenienza hanno caratteristiche differenti e quindi diverse necessità di trattamento.

**Eurotec**, grazie all'utilizzo di **tecnologie collaudate e specifiche**, è in grado di realizzare filiere di trattamento che consentono di trattare in modo ottimale le varie acque, con sistemi "naturali" e a "basso impatto" nei confronti delle acque stesse.

### **ACQUE DI ORIGINE SUPERFICIALE**

Le principali problematiche delle acque superficiali, sono:

- Presenza di **torbidità** più o meno elevata a seconda delle caratteristiche del corso superficiale dal quale si attinge e della morfologia del terreno che lo stesso attraversa lungo il suo percorso. Nella maggior parte dei casi si tratta di torbidità finemente dispersa, costituita da silice allo stato colloidale che decanta spontaneamente solo in minima parte. Se il corso superficiale è a carattere torrentizio, la torbidità sarà più elevata non avendo a disposizione zone di calma nelle quali decantare. Se si tratta invece di un fiume a corso più lento, grazie a una minore velocità dell'acqua, la torbidità sarà inferiore. Se il percorso del fiume è in zona pianeggiante, in occasione delle precipitazioni atmosferiche ci sarà un dilavamento dei terreni circostanti, con apporto di torbidità nell'acqua; se invece il percorso è in zona rocciosa, il fenomeno del dilavamento sarà molto più contenuto e minore sarà anche l'intorbidamento dell'acqua in occasione di piogge.
- Presenza di **microinquinanti** (tracce di solventi, di diserbanti, di pesticidi, ecc) dovuta alle attività industriali ed agricole che si svolgono lungo il percorso del fiume
- Presenza di **carica batterica**.

A seconda delle **caratteristiche** delle acque da trattare, viene scelta la **filiera più adatta**; il primo elemento discriminante è costituito dal valore di torbidità presente:

1. se si ha a che fare con acque **molto torbide**, con valori di torbidità > 100 NTU (NTU = nefelometric turbidity unit = unità di misura della torbidità; per valori fino a 30-40 NTU corrisponde all'incirca al mg/lit Silice), fino ad arrivare anche a 2000-3000 NTU (valore caratteristico, per esempio, del fiume Adige - corso a carattere abbastanza torrentizio – in occasione di forti precipitazioni atmosferiche), bisogna necessariamente prima "sgrossare" il problema (con una preventiva fase di separazione della maggior parte della torbidità) e poi "rfinirlo" con la filtrazione.

2. se invece l'acqua è normalmente **leggermente torbida** (5-10 NTU) e in occasione di piogge il valore rimane comunque entro i 30 max 50 NTU, il problema si può risolvere con la sola filtrazione.

## **CHIARIFICAZIONE**

Esaminiamo il **primo caso**: normalmente vengono utilizzati dei **decantatori statici**, quindi delle vasche nelle quali l'acqua fluisce attraversando una zona di calma nella quale i solidi in sospensione (costituenti la torbidità), grazie alla forte diminuzione della velocità dell'acqua, tendono a separarsi, quindi appunto a decantare. In queste vasche l'acqua grezza normalmente è alimentata dal basso, mentre quella chiarificata viene raccolta nella parte alta: viene quindi in considerazione un **flusso basso** → **alto** detto "**velocità ascensionale**" che si ottiene dividendo la portata dell'acqua da trattare per la sezione del decantatore, quindi  $m^3/h : m^2 = m/h$ , cioè appunto la velocità che, ipotizzando che il flusso si muova con un fronte a pistone, l'acqua ha nel suo spostamento dal punto in basso di entrata nel decantatore fino a quello in alto di uscita. Questi decantatori vengono denominati statici in quanto non sono provvisti di apparecchiature per miscelare/movimentare l'acqua; per tale motivo, per avere un qualche risultato, bisogna dimensionarli con delle velocità ascensionali **molto basse** e dell'ordine di ca **1 m/h**.

**Eurotec invece** propone delle macchine non statiche, ma **dinamiche**, a **riciclo** e a **letto di fango**, il cui funzionamento è illustrato nello schema allegato. A differenza degli statici questi chiarificatori (denominati **chiariflocculatori**) sono muniti di una **pompa a elica** centrale la cui portata (regolabile) viene normalmente impostata su un valore che è **2-3 volte superiore** rispetto a quella entrante dell'acqua grezza: in questo modo si forma un flusso ascendente che in continuazione mette in contatto l'acqua grezza (che viene alimentata nel cilindro di **coagulazione**, nel quale "lavora" la pompa a elica) con il fango fresco appena precipitato nella parte inferiore della macchina (che viene appunto ripescato dalla pompa), fango che non ha ancora esaurito il suo potere coagulante ed è quindi in grado di "conglobare" le particelle di torbidità di piccole dimensioni. Da questa zona di coagulazione l'acqua passa al cilindro esterno, di **flocculazione**, nel quale, grazie al maggiore diametro, si ha una diminuzione della cinetica, per lasciare il tempo ai fiocchi di ingrossarsi, grazie all'azione di continuo contatto indotta dal moto dell'acqua. La maggiore portata di riciclo della pompa (rispetto a quella dell'alimentazione) provoca più passaggi dell'acqua nelle zone di coagulazione e flocculazione, favorendo appunto l'ingrossamento dei fiocchi che, appesantendosi, tendono a decantare (quindi a separarsi dall'acqua) più facilmente. La loro separazione avviene nell'inversione del flusso di 180° che l'acqua ha per entrare nella **zona di chiarificazione**, nella quale,

grazie a una drastica diminuzione della velocità, si ottiene al meglio la separazione acqua chiarificata (che verrà raccolta nella parte superiore) – fango (raccolto nella parte inferiore, dalla quale viene riciclato e, periodicamente scaricato). La presenza del fango costituisce quindi un elemento utile al buon funzionamento della macchina per cui (altro punto di differenza con i chiarificatori statici) non conviene scaricarlo completamente, ma accumularlo nel chiariflocculatore, “sostenerlo” (vedi figura) grazie al moto ascensionale dell’acqua che va a chiarificare, in modo da sfruttarlo anche come elemento di filtrazione che l’acqua subisce passandoci attraverso.

Grazie alle performance di cui sopra, **netti** sono i vantaggi della chiariflocculazione rispetto alla semplice chiarificazione statica:

- innanzitutto le velocità ascensionali normalmente utilizzate sono di **3 volte superiori**; un esempio pratico rende l’idea del vantaggio: dovendo trattare 100 m<sup>3</sup>/h in un **chiarificatore statico**, viene in considerazione una vasca avente un diametro ( $V = 1 \text{ m/h}$ ) **di 11,3 m**. Nel **chiariflocculatore ( $V = 3 \text{ m/h}$ ) il diametro si riduce a soli 6,5 m!**
- oltre a una torbidità residua dell’acqua trattata nettamente migliore
- e a un consistente risparmio sui costi di esercizio, grazie a un minor consumo di coadiuvanti di coagulazione.

Come dicevamo più sopra la natura della torbidità è finemente dispersa, in quanto costituita da particelle che difficilmente si aggregano tra di loro; per tale motivo bisogna dosare a monte della chiarificazione (sia essa statica che dinamica) un coadiuvante di coagulazione inorganico (a base di sali di alluminio – PAC policloruro di alluminio – o di Ferro – Cloruro Ferrico-) o organico (poliammide o simili) che, grazie alla sua attività superficiale, “congloba” le particelle disperse, le ingrossa e le rende quindi decantabili.

A valle della chiariflocculazione (o della chiarificazione) va sempre inserito uno stadio di filtrazione.

## **FILTRAZIONE**

A differenza della chiarificazione, nella filtrazione viene in considerazione un flusso alto ↓ basso, per cui si parla di **velocità di filtrazione**, valore espresso in m/h, che viene calcolato analogamente al precedente, quindi: portata dell’acqua da filtrare in m<sup>3</sup>/h : superficie in m<sup>2</sup> del filtro.

Nel campo della filtrazione vengono utilizzati due tipi principali di filtri:

1. i filtri a **superficie, multistrato**
2. i filtri a **volume** o a **contatto**.

Il filtro è costituito da un recipiente in pressione con corpo cilindrico e fondo bombato superiore e inferiore. Nella parte bassa del filtro è previsto un sistema di drenaggio che serve a supportare la massa filtrante, trattenendola e facendo invece

passare l'acqua. I sistemi di drenaggio sono costituiti da tubazioni (il cui numero e geometria dipendono dal diametro del filtro) nei quali sono praticate delle fessure o

sono avvitati degli ugelli; in entrambi i casi le dimensioni delle fessure sono tali da non far passare il materiale filtrante.

Nei filtri di diametro elevato (>3 m) il sistema di drenaggio con tubazioni viene sostituito da una piastra nella quale sono avvitati degli ugelli.

Nel filtro a **superficie** lo strato filtrante (alto circa **solo 1 m**) è di tipo **differenziato** e parte da materiale grossolano sotto, per finire con sabbia molto fine (**<1 mm**) sopra. Dato che il senso della filtrazione è alto ↓ basso, la parte che lavora è quella sopra, la più fine; gli strati sottostanti servono solo a sostenerla. Il trattenimento della particella da filtrare avviene per **occlusione** in quanto lo spazio libero tra granulo e granulo filtrante è inferiore rispetto alle dimensioni della particella stessa. I limiti di questo tipo di filtro sono, principalmente:

- breve durata dei cicli di filtrazione, a causa del poco materiale trattenuto, dato che il filtro lavora solo in superficie; quindi: necessità di controlavaggi frequenti
- elevate perdite di carico dato che l'intasamento del filtro non è distribuito, ma concentrato nella sola parte superiore; quindi: consumi energetici elevati e possibilità di filtrare solo acque poco torbide
- non possibilità di controlavare il filtro in modo efficace, utilizzando aria e acqua contemporaneamente, dato che l'energicità di questo tipo di controlavaggio provocherebbe il rimescolamento del materiale filtrante e quindi lo sconvolgimento della stratigrafia di filtrazione; quindi: utilizzo di sola acqua con portate elevate, con conseguenti consumi d'acqua non indifferenti.

**Eurotec invece** utilizza filtri a **volume** (detti anche a **contatto**) che differiscono da quelli a superficie principalmente per i seguenti motivi:

- sono ad **alto strato** (da **2 a 3 m**) di materiale **uniforme** e relativamente **grossolano (1,5-2 mm)**
- in questo caso la particella da trattenere viene bloccata dal filtro non per occlusione: le maggiori dimensioni del granulato filtrante formano infatti degli interspazi tra granulo e granulo che sono molto superiori alle dimensioni della particella. Nel lungo percorso tra la sommità e la base del filtro (2-3 m), la particella entra in collisione con il granulato e perde talmente velocità, fino ad "aderire" al granulato: mancando infatti l'energia cinetica che trasportava la particella, intervengono le forze di adesione che "catturano" appunto la particella in seno al granulato. Per questo motivo si dice che questo tipo di filtro è a **contatto** (adesione particella-granulato) e a **volume** in quanto la massa filtrante interessata non è limitata alla sola parte superficiale, ma si estende anche agli strati inferiori, quindi a buona parte del volume del filtro

- come primo risultato si ha una **maggiore capacità ricettiva** nei confronti delle particelle (fango) da trattenere, dato che ben 1/3 della massa filtrante è costituita da spazi liberi, che possono “alloggiare” il fango. Quindi:
- **lunghi cicli di filtrazione**: con torbidità anche superiori rispetto a quelle che si possono trattare in un filtro a superficie, si hanno dei cicli anche **5 volte superiori**
- **basse perdite di carico**, dato che l’intasamento non è concentrato nella sola parte alta, ma distribuito su quasi tutta la massa filtrante: a filtro intasato solo **0,3 bar**, contro quasi **1 bar** del filtro a superficie
- trattenere molto fango significa però doverlo anche evacuare dal filtro in modo efficace, quindi con poca acqua e in tempi veloci; ciò si ottiene grazie all’utilizzo **contemporaneo di aria (molta) e acqua (poca)**: l’efficacia è assicurata dall’aria che induce un energico sfregamento dei granuli tra di loro, consentendo così il facile distacco del fango ad essi aderenti; l’elemento lavante vero e proprio è quindi l’aria, mentre l’acqua è solo il veicolo di trasporto del fango distaccato, verso l’esterno.
- Quanto sopra si può riassumere come segue: a parità di torbidità in entrata, con il filtro a volume necessitano delle **basse % di acqua di controlavaggio/acqua trattata**: circa **1,5 max 2 %** contro il **10-15% del filtro a superficie**.

Allo scopo di ottimizzare la distribuzione all’interno del filtro sia in fase di filtrazione (↓) che di controlavaggio (↑) **Eutotec** utilizza **sempre** piastre con ugelli (in numero adeguato, di circa 60/m<sup>2</sup>) anche nei filtri di piccolo diametro: solo in questo modo si evita la formazione di vie preferenziali e si riesce veramente a sfruttare l’energicità del controlavaggio aria+acqua.

Quando le portate da filtrare sono “importanti” al posto dei filtri in pressione si possono realizzare quelli **aperti o a gravità**: concettualmente sono molto simili a quelli in pressione, hanno però uno strato filtrante **inferiore (circa 1,5 m)** e vengono eserciti con una **velocità di filtrazione inferiore: 5-6 m/h** contro i **10-12 m/h** dei filtri in pressione. L’acqua fluisce attraverso il granulato non per la spinta della pressione, ma grazie al battente che si forma sopra al granulato filtrante. Un apposito sistema di regolazione della portata in funzione dell’intasamento del filtro, ne consente il totale e ottimale sfruttamento.

A valle del sistema di chiariflocculazione (torbidità residua 2-3 NTU indipendentemente dal valore entrante) l’acqua viene quindi “rifinita” con la filtrazione, in pressione o a gravità a seconda della portata da trattare, degli accumuli esistenti, ecc.

Nel caso di torbidità dell’acqua grezza inferiori (vedi punto 2 pag. 1), solo grazie all’elevata capacità ricettiva di fango del filtro a volume, si può fare a meno della

preventiva fase di chiarificazione e passare direttamente alla filtrazione, sempre con un dosaggio di coadiuvante di coagulazione a monte, cioè con una “coagulazione in linea”, senza la necessità di particolari sistemi di miscelazione (con miscelatori statici o addirittura serbatoi con miscelatori) dato che la miscelazione coagulante-acqua e l’innescò della fase di coagulazione avvengono nel cielo del filtro e nella prima parte alta del granulato filtrante, grazie agli infiniti “canalicoli” che l’acqua deve attraversare nel suo movimento, senza che ciò vada a compromettere sia l’efficacia della filtrazione che la durata dei cicli di filtrazione.

## **DISINFEZIONE**

Per quanto riguarda la **disinfezione** delle acque, il problema va affrontato in funzione della filiera di trattamento adottata (in filiere complesse si utilizza normalmente una pre e una post disinfezione), delle caratteristiche delle acque da trattare (carica batterica, contenuto in sostanze organiche, presenza di colore, ecc) e delle caratteristiche della rete di distribuzione (suo sviluppo, materiale tubazioni, età della rete, ecc).

A solo scopo informativo, ricordiamo:

- **Ipoclorito di sodio:** facile da stoccare e da dosare, efficace come elemento di disinfezione; dà però luogo alla formazione di **cloroderivati**, quindi di prodotti di neoformazione per presenza di sostanze organiche (precursori) e a causa del dosaggio/tempo di contatto tra l’ipoclorito e l’acqua da trattare. Il loro abbattimento si ottiene con il carbone attivo. Anche per questo motivo l’ipoclorito viene utilizzato in preclorazione. Negli ultimi anni, dopo un periodo di abbandono del suo utilizzo, è ritornato in auge, però solo su filiere di trattamento complesse. Grazie alla sua stabilità può essere usato come “copertura” dell’acqua prima della sua distribuzione
- **Biossido di cloro:** prodotto in loco per reazione di dismutazione tra clorito di sodio e acido cloridrico, per “via umida”, per distinzione con “via secca”, cioè: clorito sodico + cloro gassoso, non più utilizzata a causa delle problematiche legate all’utilizzo del color gas . Più efficace dal punto di vista microbiologico rispetto all’ipoclorito, anche a dosaggi inferiori. Deve però essere usato solo come elemento di finitura prima della distribuzione e non in dosi massicce a causa della forte degradazione del prodotto in cloriti e clorati il cui limite nelle acqua potabili è stato recentemente abbassato. Meno stabile dell’ipoclorito; a basse concentrazioni può essere usato come “copertura” dell’acqua prima della sua distribuzione.
- **Ozono:** prodotto molto efficace sia dal punto di vista microbiologico che come ossidante (per esempio per l’abbattimento di colore o altro). Viene generato localmente facendo passare aria o ossigeno puro attraverso un arco voltaico.

Molto costoso come consumo energetico. Analogamente all'ipoclorito (anzi di più vista la sua maggiore eneregicità), dà luogo alla neoformazione di sottocomposti, principalmente aldeidi e chetoni che possono anche conferire odori o sapori particolari all'acqua trattata. A causa della sua fortissima instabilità (dalla quale deriva la sua efficacia:  $O_3 \rightarrow O_2 + O$  si trasforma cioè in ossigeno molecolare e in ossigeno atomico allo stato nascente, caratterizzato da un elevatissimo potere ossidante), si decompone in pochi minuti, per cui non può essere utilizzato come copertura finale.

- **Ultravioletti**: sistema molto efficace nei confronti della carica microbiologica; per trasmettersi uniformemente, deve però "lavorare" con acqua molto limpida. Non lascia lacun residuo, per cui non può essere utilizzato come copertura finale.

## **CARBONE ATTIVO**

Viene normalmente utilizzato come punto finale della filiera di trattamento per **adsorbire** i microinquinanti (vedi pag 1) o già presenti nell'acqua da trattare o "neoformatisi" durante il trattamento.

Di matrice minerale o vegetale (da noce di cocco) viene reso "poroso" grazie a particolari trattamenti e proprio questa microporosità (garantita dagli infiniti canalicoli che si formano in seno al carbone stesso) consente di "adsorbire" i microinquinanti con dei rendimenti (isoterma di adsorbimento) che dipendono principalmente dalle "dimensioni" del microinquinante: maggiore è il suo peso molecolare, maggiore è il tasso di caricamento del carbone e quindi la sua durata.

Per il carbone attivo, a seconda delle varie applicazioni, il dimensionamento del filtro avviene imputando un certo "tempo di contatto" acqua-carbone che può variare dai 5-6' per la dechlorazione, ai 11-12' per l'abbattimento di diserbanti, fino a 20-30' nel caso di sostanze organiche.

Quando il carbone è "esaurito" lo si può "rigenerare" non in loco, ma in appositi forni nei quali, in assenza di ossigeno, viene portato ad alte temperature che consentono di "distillare" ( e quindi di eliminare") i prodotti precedentemente "adsorbiti".

Non essendo un mezzo di filtrazione meccanica, il carbone attivo deve essere alimentato con acque perfettamente limpide.

Numerose sono le sue applicazioni anche singolarmente, quindi senza alcun pretrattamento a monte, per l'abbattimento di solventi o diserbanti da acque di pozzo limpide.

## ACQUE DI ORIGINE PROFONDA

Lo sfruttamento intensivo delle falde profonde, con conseguente disturbo dei secolari equilibri di diffusione, le norme sulla qualità delle acque ad uso potabile e l'affinamento delle tecniche di indagine analitica sulle acque stesse, hanno portato, negli ultimi decenni, a rilevare sostanze inquinanti nelle acque profonde, precedentemente non considerate come tali o non presenti, oppure, se presenti, non identificate.

Si tratta, in genere, di sostanze riducenti, formatesi nell'ambiente (sostanzialmente anaerobico) delle acque profonde, quali: ammoniacca, idrogeno solforato e metano; se a queste sostanze si aggiungono ferro, manganese, acido carbonico e sostanze umiche o umosibili si ha un quadro completo della gran parte delle acque profonde disponibili, che si desidera o si deve immettere nella rete potabile.

L'eliminazione del ferro, del manganese, dell'acido carbonico e delle sostanze umiche è da tempo largamente praticata con tecniche consolidate, ma non sempre sufficienti a raggiungere i bassi limiti imposti dalla recente normativa.

**Eurotec invece** utilizza un processo naturale, a basso impatto sull'acqua e molto economico come costi di esercizio: la "**filtrazione biologica**".

Il processo consiste sostanzialmente nel far lavorare una massa di microrganismi aerobi fissata su apposito letto, attraversato dall'acqua da trattare e in presenza di ossigeno. La comunità di microrganismi aerobi si seleziona specializzandosi nel trarre l'energia necessaria alla sua crescita, dall'ossidazione dei vari composti organici e inorganici presenti nell'acqua di pozzo. In questo modo:

- l'ammoniaca viene ossidata a nitrato
- l'idrogeno solforato a solfato
- il ferro e il manganese rispettivamente a idrossido e biossido, entrambi insolubili
- mentre il metano viene ossidato ad anidride carbonica e acqua
- Le sostanze umiche possono servire, sia come "pabulum" dei microrganismi (nel qual caso vengono demolite), sia come supporto "temporaneo" (nel qual caso passano inalterate).

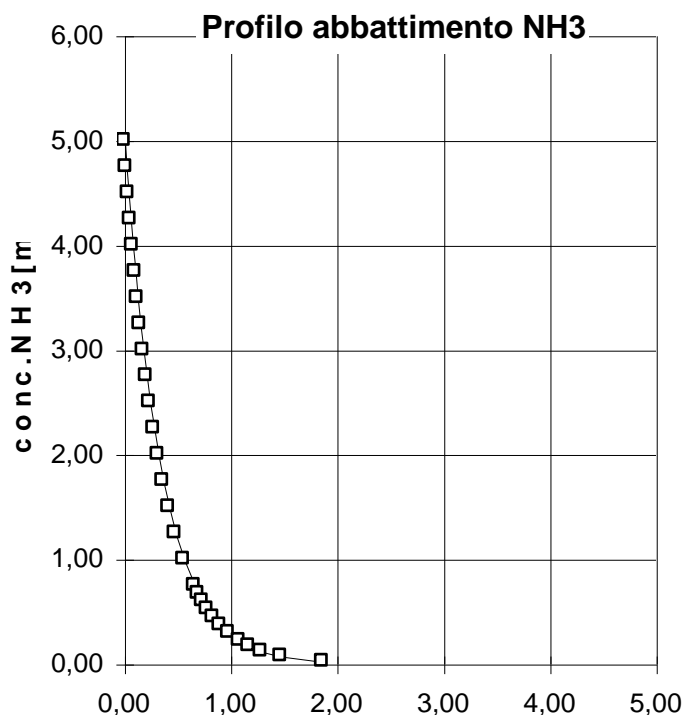
Il filtro biologico utilizzato è simile a quello in pressione descritto precedentemente per il trattamento delle acque superficialia, quindi: ad alto starto di granulometria uniforme e controlavato in modo energico con l'utilizzo contemporaneo di aria + acqua.quarzite

Prima di tutto il filtro funziona come filtro fisico: l'acqua ancora ricca di ossidi di **ferro** e altri sali insolubili sarà alimentata dall'alto del letto filtrante dove comincerà a depositare una parte di tali solidi: mano a mano che la filtrazione procederà negli strati inferiori, gli ossidi di ferro depositati sui granuli di quarzite fungeranno da siti di aggregazione per la

“cattura” di ulteriori ossidi e Sali, permettendo così una totale rimozione del ferro (sotto forma di ossidi insolubili) già nei primi metri dello strato filtrante.

Negli strati successivi del filtro si attiveranno le ossidazioni biologiche. L’acqua alimentata, ricca di ossigeno, verrà progressivamente privata del contenuto di **ammoniaca e manganese e composti organici biodegradabili** attraverso successivi stadi di ossidazione biologica interni allo strato filtrante, fino ad ottenere la completa

rimozione di tali speci chimiche ad opera di batteri specializzati che si andranno via via selezionando a diverse profondità del letto filtrante biologico. Di fianco è stato riportato a scopo esemplificativo il “possibile” profilo di abbattimento dell’ammoniaca in funzione dell’altezza del letto del filtro biologico ad alto strato. E’ presumibile che l’ordine di ossidazione delle speci presenti sia, nell’ordine: prima ammoniaca, poi manganese e per ultimi i composti organici. Il loro abbattimento risulterà tanto più penalizzato quanto maggiore risulterà essere la concentrazione delle prime speci.



Per la corretta crescita della massa biologica all’interno del filtro, se non già presenti nell’acqua grezza, bisognerà prevedere un dosaggio di micronutritivi (tracce di metalli principalmente) indispensabili per la crescita biologica, che non passeranno nell’acqua trattata, ma rimarranno nel “fango” trattenuto nel filtro e verranno quindi eliminati con il controlavaggio.

Al crescere delle perdite di carico attraverso il letto filtrante, il controlavaggio con acqua ed aria basterà a ripristinare la corretta funzionalità del filtro biologico.

I microrganismi, riuniti in colonie, restano ben fissati sul letto dove trovano il supporto per vivere e moltiplicarsi, quindi senza passare nell’acqua trattata.

La carica microbica è assente o insignificante e comunque largamente al di sotto del limite imposto per l’acqua potabile; inoltre i microrganismi del filtro biologico non

sono patogeni, ma compatibili con l'ambiente umano, in quanto largamente diffusi nell'ambiente stesso.

La soluzione impiantistica è relativamente semplice; infatti essa consiste in un primo stadio realizzato sotto pressione polverizzando l'acqua da trattare in un recipiente chiuso (ossidatore), in corrente d'aria o di ossigeno puro, oppure a pressione atmosferica, in una colonna verticale (torre di aerazione), in controcorrente con aria.

La prima soluzione (in pressione) è applicabile quando nell'acqua da trattare il metano è assente o è presente in quantità limitata e non richiede un successivo sollevamento, mentre la seconda (atmosferica) è da impiegare quando il contenuto di metano è rilevante e richiede il risollevarlo dell'acqua; questa soluzione presenta però il vantaggio di una più o meno intensa eliminazione di composti organici volatili eventualmente presenti nell'acqua.

Il secondo stadio è costituito da un filtro in pressione, contenente il granulato filtrante, lavabile in controcorrente con acqua e aria contemporaneamente.

**Lo stadio di filtrazione**, a seconda della tipologia e delle concentrazioni dei composti presenti, viene dimensionato con una velocità di filtrazione nel range 10-18 m/h, con strato filtrante di granulato di altezza nel range 2000 - 3000 mm.

La formazione, ma soprattutto la crescita della biomassa sino ad una quantità sufficiente, richiede un certo tempo in funzione delle speci presenti da abbattere: l'avviamento più lungo richiesto è quello per l'eliminazione dell'ammoniaca e del manganese, mentre metano e idrogeno solforato richiedono tempi assai più brevi. Per quanto concerne il ferro l'avviamento è pressoché immediato.

Il filtro biologico, una volta avviato, opera poi istantaneamente e non è sensibile ad eventuali variazioni di portata, a soste di funzionamento, a fluttuazioni della concentrazione delle varie speci da abbattere.

La **filtrazione biologica** presenta notevoli vantaggi rispetto ai sistemi tradizionali, quali: ossidazione con mezzi chimico-fisici (cloro, biossido di cloro, ozono, permanaganato), scambio ionico, adsorbimento. Infatti:

- a) è un processo naturale: la filtrazione biologica si instaura molto spesso (se ci sono le condizioni favorevoli) nel terreno, per via naturale.
- b) essendo un processo naturale, una volta prese le opportune precauzioni per il suo mantenimento, garantisce una assoluta sicurezza di esercizio che i processi chimico-fisici non sempre offrono, principalmente perché formano sottocomposti, non facilmente identificabili e abbattibili e i cui effetti sull'organismo umano non sono ancora completamente noti.
- c) presenta costi d'esercizio irrilevanti, quindi: in un mondo orientato ai risparmi energetici, trova una sua grossa giustificazione.

Per finire desideriamo accennare brevemente agli **altri processi** utilizzati: il principale è quello che prevede l'ossidazione dell'acqua mediante impiego di ipoclorito, utilizzando l'ossidazione al **break point** dell'ammoniaca, per la quale

risulta necessario dosare un eccesso di cloro rispetto all'ammoniaca pari a ben 10 parti di cloro/1 parte di ammoniaca!. Questo elevato dosaggio di cloro, oltre a risultare costoso, come già visto precedentemente, provoca la neoformazione di cloro-composti. La regolazione di tale tipologia di trattamento risulta molto delicata: un difetto di cloro non garantisce il trattamento completo mentre un largo eccesso provoca problemi sulle sezioni successive. Inoltre fin tanto che non viene garantita la completa ossidazione dell'ammoniaca presente, non è possibile ottenere la completa ossidazione del manganese.

Il dosaggio di biossido di cloro in sostituzione dell'ipoclorito non garantisce l'abbattimento dell'ammoniaca e provoca il rischio di presenza di clorito e clorati residui, composti per i quali esistono limiti molto restrittivi per la potabilità dell'acqua.

I processi che **non** utilizzano la filtrazione biologica richiedono inoltre dei mezzi filtranti (tipo pirolusite o simili) che non hanno la robustezza del granulato ad alto tenore di silice (utilizzato nella filtrazione biologica), per cui: tendono a frantumarsi provocando degli elevati intasamenti, non possono essere controllati in modo energico, tendono a essere persi durante il controlavaggio, sono molto costosi, ecc.

Numerosi sono gli impianti che abbiamo realizzato con il processo della **filtrazione biologica**. Pensiamo sia però molto significativo riportare l'esempio di un impianto realizzato recentemente per un grosso stabilimento industriale in Veneto, sicuramente **unico** nel suo genere viste le particolari (=pessime) caratteristiche dell'acqua per la presenza di tanti composti, ognuno con concentrazioni di tutto rispetto.

Qui di seguito riportiamo le caratteristiche dell'acqua grezza e di quella trattata per un confronto diretto:

Metano	<b>100</b>	assente	mg/lt
Ammoniaca	<b>13,8</b>	< 0,05	mg/lt
Ferro	0,66	0,02	mg/lt
Manganese	0,17	0,02	mg/lt
Sostanze organiche	<b>12</b>	3	mg/lt ossigeno Kubel
Nitrati	0	3	mg/lt nitrati