

La depurazione delle acque in uscita dalla cartiera

Zanolli Francesco
(Garda)

Relazione finale
4° Corso di Tecnologia per tecnici cartari
1996 / 97



**Scuola Interregionale
di tecnologia
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50
37138 Verona

INDICE

1. PREMESSA

2. INTRODUZIONE

- 2.1 Effetti degli scarichi inquinanti sui corpi idrici
- 2.2 B.O.D. e C.O.D. come parametri di valutazione
- 2.3 Norme di controllo a livello statale
- 2.4 Qualità e ambiente
- 2.5 Ecoaudit ed Ecobilancio
- 2.6 Proposta di direttiva I.P.P.C.
- 2.7 Verso la chiusura dei cicli

3. CARATTERISTICHE DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE

- 3.1 Processi di depurazione
- 3.2 Trattamenti meccanici:
 - 3.2.1 Grigliatura
 - 3.2.2 Omogeneizzazione
 - 3.2.3 Sedimentazione
 - 3.2.4 Flottazione
 - 3.2.5 Filtrazione
- 3.3 Trattamenti biologici:
 - 3.3.1 Cenni di microbiologia
 - 3.3.2 Particolarità
 - 3.3.3 Rendimento di un impianto
 - 3.3.4 Ossidazione su filtri percolatori
 - 3.3.5 Ossidazione su biodischi
 - 3.3.6 Ossidazione a fanghi attivati
 - 3.3.7 Ossidazione con sistema R.S.A.
 - 3.3.8 Digestione anaerobica

- 3.4 Trattamenti chimico fisici:

- 3.4.1 Neutralizzazione

- 3.4.2 Precipitazione chimica

- 3.4.3 Chiariflocculazione

- 3.5 Addensamento disidratazione e stabilizzazione dei fanghi

- 3.6 Ispessimento dei fanghi

- 3.7 Riciclo, riutilizzo e smaltimento dei fanghi

4. SISTEMA ATTUALE DI DEPURAZIONE DELLA CARTIERE DEL GARDA

- 4.1 Trattamento delle acque di patinatura

- 4.2 Trattamento delle acque di fabbricazione

5. FUTURO SISTEMA DI DEPURAZIONE DELLA CARTIERE DEL GARDA

1. PREFAZIONE

L'ambiente è oggi un elemento centrale nell'ambito di qualsiasi tipo di politica sia a livello europeo che a livello locale ed è diventato anche parte essenziale di qualsiasi strategia di business. L'industria cartaria dal punto di vista del suo interesse è consapevole delle responsabilità che le competono nei confronti dell'ambiente a partire dalle foreste (con reimpianti di ciò che utilizza), e dal processo produttivo fino al suo riutilizzo (recupero delle carte prodotte).

L'industria cartaria è inoltre presente da molti anni ed ha un elevato bagaglio conoscitivo del proprio impatto ambientale. Ciò la rende più adatta a divenire in tempi brevi la prima azienda ecoresponsabile.

La Cartiere del Garda è sicuramente fra le aziende leader nel comparto di produzione di carte patinate di alta qualità; i suoi sforzi sono sempre stati volti verso un continuo miglioramento tecnologico ma anche ambientale, gli obiettivi raggiunti sono sempre stati ottenuti quindi con un occhio di riguardo al prezioso ecosistema in cui lo stabilimento è posto.

Questi ed altri motivi mi hanno spinto a trattare l'argomento della depurazione delle acque a partire dalle legislazioni che riguardano o riguarderanno l'ambiente, passando attraverso i maggiori sistemi di depurazione fino ad arrivare ad illustrare gli impegni futuri dell'azienda in cui lavoro.

2. INTRODUZIONE

2.1 Effetti degli scarichi inquinanti sui corpi idrici

Le acque di scarico di una qualsiasi attività possiedono un contenuto di sostanze inquinanti che vanno ad alterare la qualità dei corpi idrici procurando il fenomeno dell'inquinamento.

Già in natura prima dell'avvento dell'industrializzazione si manifestava questo fenomeno, ma il *sistema terra* era capace di autodepurarsi pur con processi lunghissimi.

I problemi sono sorti quando si è raggiunto un livello di inquinamento immediatamente superiore, con l'apporto di sostanze dall'esterno che impediscono il riutilizzo dell'acqua.

Materiali galleggianti come schiume, coloranti e materiali difficilmente sedimentabili modificano l'aspetto dell'acqua e ne ostacolano la riareazione; le sostanze organiche consumano l'ossigeno dei corpi idrici, determinano sviluppi abnormi di batteri deprimendo protozoi e pesci; alcune sostanze esercitano azione tossica di diversa gravità nei confronti di organismi vegetali ed animali; elementi nutritivi come azoto e fosforo determinano crescite eccessive di vegetali, soprattutto alghe. Ne risulta una profonda compromissione delle caratteristiche dei corpi idrici dai quali vengono eliminate o alterate le componenti animali e vegetali; l'acqua perde la sua funzione e scade di qualità come risorsa.

2.2 BOD e COD come parametri di valutazione

I fattori più importanti da tenere sotto controllo per il mantenimento delle capacità di auto depurazione di un corso d'acqua sono le quantità di sostanze organiche immesse, in particolare di sostanze biodegradabili: queste infatti consumano l'ossigeno disciolto nei corsi d'acqua ed alterano il bilancio di ossigeno.

Si definiscono quindi due parametri fondamentali: B.O.D. (Biological Oxygen Demand) e C.O.D. (Chemical Oxygen Demand) che sono la quantità di

ossigeno necessario per l'ossidazione biochimica delle sostanze organiche per azione di microrganismi in condizioni aerobiche; il C.O.D. invece rappresenta la domanda chimica di ossigeno.

Il tenore di materiale organico biodegradabile in un'acqua di scarico viene espresso in domanda biochimica di ossigeno, che può essere definita rispettivamente come: B.O.D.5 se consumato in 5 giorni e B.O.D.20 se consumato in 20.

Per ogni prodotto disciolto in acqua si può quindi determinare la quantità di BOD misurata in Kg per Kg di prodotto.

Per uno scarico invece tale valore può essere calcolato dalla somma dei B.O.D. dei singoli composti ed essere espresso come Kg di B.O.D. su m³ di acqua o Kg di B.O.D. su Kg di prodotto lavorato.

Questo metodo è però soggetto a limitazioni perché non prevede di valutare i Kg di materiale lavorato prodotto, in modo da consentire di determinare una quantità massima di sostanze inquinanti disciolte nell'ambiente per anno, incentivando anzi la diluizione delle acque inquinate con acqua pulita in modo da consentire il rientro allo scarico nei parametri imposti dalla legge.

2.3 Norme di controllo a livello statale

Tutti gli scarichi idrici inquinanti sono regolati da una legge, la 319 del 1976 (Merli), che detta principi e criteri generali per la razionalizzazione delle risorse idriche introducendo un'unica disciplina per tutto il territorio nazionale, fornendo dei limiti numerici reperibili in tre tabelle (A, B, C).

Le competenze sono così stabilite, le regioni dirigono il sistema di controllo degli scarichi, redigono i piani di risanamento delle acque, verificano il lavoro delle Province e dei Comuni; certe volte le regioni si possono anche proporre di rendere più ristretti i parametri qualitativi (Trentino A.A.).

La legge n° 319 del 1976 è stata successivamente modificata nel 1986 obbligando chi usufruisce di acqua di attenersi per gli scarichi superficiali alla tabella A.

Tutti gli scarichi devono essere accessibili il più possibile per consentire il prelievo dei campioni; le autorità hanno la possibilità di visitare lo stabilimento per l'ispezione della formazione degli scarichi.

Il metodo di analisi da adottare è quello del C.N.R. ed i limiti imposti non possono essere raggiunti per successiva diluizione. Le ammende per chi contravvenisse alla legge sono di carattere economico e non penale.

2.4 Qualità e ambiente

Prima dell'inizio del nuovo millennio entreranno in vigore nuovi provvedimenti in materia di ambiente fra i quali la direttiva I.P.P.C. e il regolamento per ora volontario sull'Ecoaudit. Queste nuove normative corredate da altre sostituiranno le attuali leggi di salvaguardia ambientale, rendendo le industrie poste all'interno della comunità europea paragonabili fra loro non solo in termini economici ma anche in quantità di inquinamento prodotto.

2.5 Ecoaudit ed Ecobilancio

Tutte le industrie sono ormai concordi nell'affermare che un comportamento corretto a livello ambientale è per un'azienda, la chiave del successo, anche a livello economico.

L'obiettivo è quindi quello di stimolare le industrie ad introdurre un sistema di gestione ambientale ed indurle a controllare e a migliorare costantemente il loro impatto su di esso.

L'Ecoaudit è l'organismo per il controllo ambientale istituito dal ministero dell'Ambiente. Questo organismo secondo le indicazioni dell'Unione Europea dovrà verificare l'impatto delle industrie sull'ambiente concedendo sconti fiscali a chi si impegna a ridurre l'inquinamento. Verifica che verrà effettuata sulla base del bilancio ambientale: una relazione dettagliata dei consumi energetici e dell'inquinamento prodotto dagli stabilimenti industriali. Questo documento volontario potrebbe diventare indispensabile nei prossimi anni, lo impone infatti la competizione internazionale. Alcuni stati europei e non, tuttavia, stanno già rendendo obbligatoria la produzione e divulgazione di report ambientali e delle spese sostenute per ridurre l'inquinamento.

In un mercato futuro non sarà accettabile per le aziende trattare con fornitori che rispondano a standard qualitativi non omogenei. Già oggi quasi tutte le multinazionali americane richiedono ai fornitori europei la certificazione Emas sugli impianti. Ma l'Ecobilancio richiede qualcosa in più: la somma di quanto viene consumato come materie prime ed energie impiegate, le emissioni verso acqua, aria e ambiente di ogni singolo stabilimento, la spesa annua sostenuta per ridurre l'impatto ambientale, i risultati conseguiti nel tempo e gli impegni ecologici per il futuro.

In Italia, per ora sono solo una ventina le aziende che hanno redatto questo tipo di bilancio; la maggior parte di esse sono aziende del comparto chimico che hanno un impatto ambientale non indifferente.

Per ora la pubblicazione del bilancio non è obbligatoria ed anche se formulata in maniera incompleta rappresenta un valido sforzo da parte dell'industria in quanto la sua compilazione infatti comporta ingenti investimenti.

Per ora il punto debole dell'Ecoaudit è quello della mancanza di un sistema di rilevazione standard dell'inquinamento su scala mondiale in modo da rendere omogenea la lettura dei criteri adottati.

2.6 Proposta di direttiva I.P.P.C.

Oltre all'ecogestione un altro strumento disponibile per la salvaguardia dell'ambiente sarà la direttiva I.P.P.C. (adozione dal giugno 1996; recepita entro tre anni a livello europeo).

L'obiettivo che si vuole raggiungere consiste nel superamento dell'approccio normativo settoriale delle norme (fino ad ora norme specifiche per ogni settore ambientale), nel collegamento delle caratteristiche qualitative e quantitative delle risorse utilizzate e delle emissioni che ne derivano ed infine nell'adozione delle migliori tecnologie disponibili per la salvaguardia dell'ambiente (B.A.T.) in base alle quali si andranno a definire i nuovi parametri qualitativi che verranno via via resi più severi in base allo sviluppo della tecnologia.

Ogni Stato europeo si incaricherà di adottare le tecnologie migliori e tutti i mezzi per garantire che le aziende presenti sul suo territorio non superino i limiti.

Le autorizzazioni saranno rilasciate dall'amministrazione pubblica e saranno soggette a riesame periodico e potranno essere ritratte in ogni momento in base allo sviluppo tecnologico ottenuto (è proprio questo il significato vero delle B.A.T.: Best Available Technologies); oltre allo sviluppo tecnologico ottenuto verranno valutati anche i metodi di applicazione delle tecnologie e la loro manutenzione.

Le B.A.T. dovranno anche valutare la loro stessa attuabilità infatti le tecnologie adottabili dovranno essere le migliori ma anche le più facilmente adottabili in termini economici, in modo che qualunque gestore vi possa accedere. La creazione di nuovi impianti o la modificazione dei vecchi sarà subordinata al controllo della comunità che potrà porre un veto sulla realizzazione dei lavori.

In questa direttiva si va diffondendo anche il concetto di sviluppo sostenibile con il quale vere e proprie produzioni ad alto impatto ambientale potranno essere sospese fino all'invenzione delle B.A.T. più appropriate; le nuove invece verranno studiate e realizzate in continuo raffronto con l'ambiente e non solo con il mercato.

2.7 Deconcentrazione delle acque bianche: verso la chiusura dei cicli

Negli ultimi anni le cartiere hanno dovuto regolarsi e si dovranno allineare a regolamenti che imporranno la questione sempre più attuale del consumo idrico e dello scarico dell'effluente. I processi industriali sono stati modificati allo scopo di ridurre i consumi di acqua chiudendo inizialmente solo in parte il circuito idrico. L'obiettivo finale è quello di chiudere totalmente il circuito delle acque bianche della cartiera. Tuttavia è stato osservato che la chiusura graduale del circuito idrico comporta un aumento della concentrazione della materia organica, un aumento di temperatura dell'acqua di processo, incrementi della salinità e quindi della durezza, una minore efficacia degli additivi cationici e soprattutto l'effetto inverso di ciò che si va cercando ovvero l'aumento dell'inquinamento con conseguente superamento dei parametri della tabella A.

L'idea su cui si basa il progetto di deconcentrazione dell'inquinamento organico presente nei cicli consiste nell'adattare al processo interno i metodi normalmente adottati nel trattamento esterno delle acque di scarico nella produzione di carta comune.

Per il trattamento interno, visti gli elevati valori di C.O.D. e B.O.D. e l'aumento della temperatura dell'acqua si preferiranno usare sistemi di depurazione anaerobici, inoltre la formazione di biomassa in eccesso può essere mantenuta a bassi livelli per poter riciclare i solidi evasi dal processo di produzione della carta ed eliminare la necessità di disidratare e manipolare i fanghi.

Ma il problema che si dovrà progressivamente affrontare è il fatto che nelle acque bianche contaminate con materiale organico anionico, i ritentivi cationici perdono la loro efficacia rendendo necessari dosaggi più elevati di polimeri cationici per mantenere invariato il valore di ritenzione durante la formazione del foglio. Altri svantaggi dei quali tener conto sono le spese supplementari in prodotti chimici che dovranno essere aggiunti agli impasti di cartiera (biocidi, antilimo e antischiuma), e nel lungo termine la corrosione che andrà ad intaccare gli impianti.

3. CARATTERISTICHE DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE

3.1 I processi di depurazione

Le fasi di un processo di depurazione sono svariate e si spingono fino a livelli di depurazione molto alti. Si possono distinguere quindi fasi in cui vengono eliminati dall'acqua i materiali più grossolani (processi meccanici), fasi in cui vengono eliminate le sostanze disciolte (processi chimico/fisici) e fasi in cui vengono eliminate le sostanze biodegradabili (processi biologici).

Non tutte le fasi di trattamento sono sempre applicabili.

3.2 Trattamenti meccanici

3.2.1 Grigliatura

In genere è il primo trattamento applicato in un impianto di depurazione e dipende molto dal tipo di acque che si intende trattare; in cartiera verrà quindi utilizzata solo in casi estremi in cui le acque siano contaminate da resti grossolani come cartaccia. Viene realizzata facendo passare il refluo attraverso una griglia a maglie o a barre la cui pulizia può essere effettuata in continuo con sistemi meccanici oppure manualmente .

Gli scarti di grigliatura vengono poi separati o sminuzzati in trituratori e reimmessi nel ciclo.

3.2.2 Omogeneizzazione

Viene generalmente effettuata in vasche di accumulo, normalmente agitate, di dimensioni tali da assicurare un tempo di residenza che consenta di smorzare le fluttuazioni di portata e di qualità dell'alimentazione dell'impianto. Spesso una notevole varietà di queste caratteristiche potrebbero risultare pregiudizievoli al buon funzionamento dell'impianto per l'impossibilità di trattare carichi eccessivi.

3.2.3 Sedimentazione

Con questo procedimento vengono separati dalla corrente liquida gran parte dei solidi sospesi mantenuti in sospensione dalla turbolenza e dalle forze esistenti fra molecola e molecola; il procedimento viene attivato creando condizioni di relativa quiete in modo che in essa abbia luogo la sedimentazione dei materiali più densi dell'acqua che verranno successivamente raccolti da una raschia.

La sedimentazione può avvenire in diverse fasi del trattamento: all'inizio del processo di depurazione per rimuovere solidi sedimentabili non trattiene dalla fase di grigliatura e dopo i processi biologici per separare i fanghi; in entrambi i casi comunque il processo avviene in due fasi: flocculazione e decantazione.

Nella sedimentazione vengono rimossi parzialmente anche i solidi colloidali per adsorbimento su particelle di dimensioni e peso molecolare maggiori. Reattivi chimici che favoriscono questa funzione e velocizzano il procedimento sono l'allume (solfato di alluminio) e i polielettroliti in polvere e liquidi. L'agente chimico comunque più usato è l'allume che di norma richiede un controllo del pH, dato che l'intervallo d'azione ottimale per la formazione di fiocchi è piuttosto stretto. In qualche caso sarà necessaria l'aggiunta di un polielettrolita per aumentare le dimensioni dei fiocchi.

Credo sia opportuno a questo momento analizzare due processi chimici che saranno di sicuro aiuto alla depurazione delle acque e che verranno ripresi anche in seguito in questa mia trattazione, quali la coagulazione e la flocculazione.

Coagulazione

Le particelle colloidali derivanti ad esempio dalla cellulosa (elementi fini) sospese in acqua risultano cariche negativamente; tali cariche generano delle forze repulsive tra le particelle impedendo loro di venire a contatto.

Per la rimozione delle cariche negative si ricorre all'uso di coagulanti inorganici od organici di tipo cationico, cioè quelli che in acqua si caricano positivamente, neutralizzando le cariche negative delle particelle disperse eliminando le forze repulsive ed accentuando quelle attrattive.

Le sostanze usate sono generalmente sali di alluminio o sostanze sintetizzate in laboratorio.

Flocculazione

Dal processo di coagulazione si ottengono coaguli caratterizzati da peso e dimensioni insufficienti per ottenere una sedimentazione rapida e completa.

Diviene indispensabile l'aggiunta di una sostanza che consenta di ottenere una sedimentazione rapida e compatta. Si ricorre quindi all'aggiunta di un polielettrolita organico (flocculante), il quale attraverso un processo di adsorbimento, porti alla formazione di aggregati di dimensioni e peso maggiori che sedimentano facilmente. Essi sono composti ad alto peso molecolare ai quali si fissano le particelle sospese.

La flocculazione è favorita da agitazione lenta che aumenta la probabilità di contatto fra i microflocchi; agitazione troppo forte andrebbe a rompere i fiocchi. Da tener presente è il fatto che la flocculazione aumenta la viscosità del fanghi facendo crescere poi, in fase di pressatura, il grado di secco ottenibile.

I sedimentatori sono costituiti da vasche circolari in cemento aventi fondo inclinato verso una zona dove il fango sedimentato viene convogliato mediante meccanismi raschiafanghi.

Di solito l'acqua in ingresso viene immessa da un distributore installato al centro della vasca e l'effluente viene raccolto mediante stramazzi disposti lungo la periferia. Le sostanze galleggianti invece vengono raccolte tramite lame superficiali montate sulla raschiafanghi; quest'ultime possono essere di vario genere in base al tipo di fango da rimuovere, ma generalmente per i reflui di cartiera vengono adottate raschiafanghi che estraggono il fango direttamente per mezzo di tubature aspiranti e lo convogliano al sistema di pressatura.

Da tener presente il fatto che un sedimentatore senza la presenza di fango all'interno di esso non può avere un rendimento elevato perchè una certa quantità di fango che si deposita per la sua carica ha lo scopo di attrarre a sè il fango che sta sedimentando.

Importante è conoscere l'andamento del fluido all'interno del sedimentatore che non è lasciato al caso, ma viene regolato in base all'affluente, alla velo-

cità di sedimentazione e va calcolato quindi in modo che non sia nè troppo veloce (verrebbero perse le particelle fini), e nè troppo lenta (perdita di efficienza).

Il funzionamento del sedimentatore dipende anche dalla temperatura dell'acqua: più questa è fredda più la sospensione diventa viscosa diminuendo la velocità del processo.

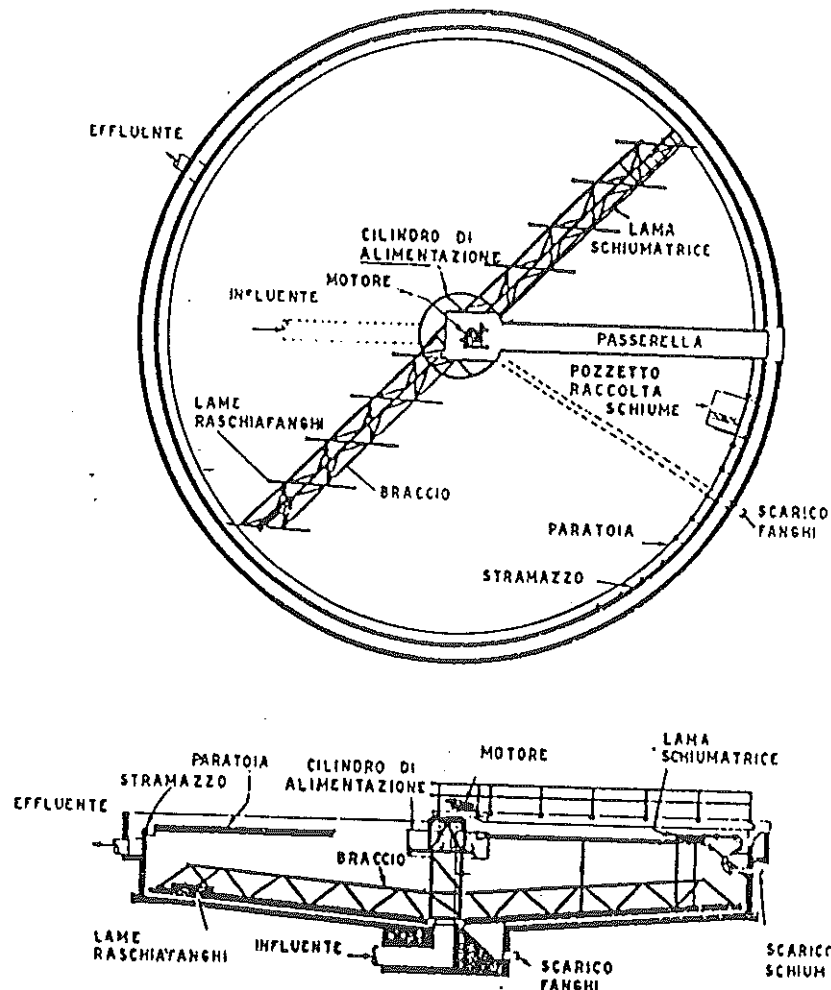


Fig.1-Sedimentatore circolare con meccanismo raschiatanghi

3.2.4 Flottazione

È praticamente l'inverso della sedimentazione e viene utilizzato anche in alternativa ad essa perchè le vasche usate in questo processo pur trattando grosse portate d'acqua occupano meno spazio (circa il 15% in meno). In questa fase i materiali sospesi contenuti nel fluido aventi densità prossima a quella

dell'acqua vengono portati in superficie ove si raccolgono sotto forma di un denso strato e successivamente rimossi.

Si può realizzare anche su materiali a densità maggiore del liquido diminuendola facendo in modo che ad essi aderiscano bollicine d'aria.

L'aria viene immessa attraverso opportuni diffusori che producono bolle finemente suddivise oppure ponendo il liquido sotto pressione e successiva depressione. Il materiale flottato può essere rimosso automaticamente tramite una lama che lo raccoglie e lo invia verso uno scarico; nella parte inferiore della vasca invece si sedimentano i solidi più pesanti che vengono rimossi tramite un braccio raschiafanghi collegato alla struttura che sostiene la lama di raccolta del materiale flottato. L'acqua depurata viene raccolta per sfioro dal centro della vasca.

Per il funzionamento ottimale del flottatore è necessaria l'aggiunta di un piccolo quantitativo di flocculante che produce l'agglomerazione delle particelle determinando una struttura che intrappola più facilmente le bollicine d'aria consentendo il galleggiamento delle particelle.

Allo stesso tempo si usano additivi organici che modificano le condizioni di interfaccia solido-liquido e solido-gas, rendendo più facile l'adesione delle bollicine di aria alle particelle solide.

L'aggiunta di queste sostanze fa però crescere il costo di esercizio rispetto a quello del sedimentatore.

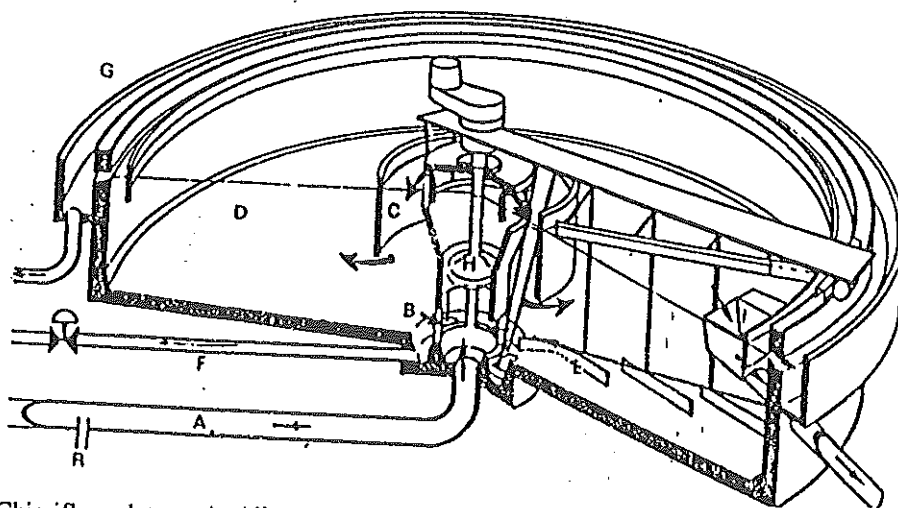


Fig.2-Chiariflocculatore; A: Alimentazione, B: Riciclo fanghi, C: Flocculazione, D: Decantazione, E: Raschia fanghi, F: estrazione fanghi, G: raccolta chiarificato; H: agitatore; I: scarico dei materiali galleggianti ; R:immissione reagenti

3.2.5 Filtrazione

L'effluente di una sedimentazione o di una flottazione contiene solidi sospesi fini le cui dimensioni ne hanno impedito la separazione.

La rimozione può essere ottenuta filtrando l'effluente attraverso un letto poroso o un vaglio a maglie fini.

L'energia per la filtrazione può essere fornita dalla caduta del liquido oppure tramite filtrazione meccanica. I filtri a gravità sono generalmente costituiti da una vasca a cielo aperto avente in prossimità dello scarico ha il mezzo filtrante in sabbia a granulometria diversa.

Dopo un periodo di funzionamento il filtro deve essere lavato per rimuovere i solidi trattenuti.

3.3 Trattamenti biologici

Le sostanze disciolte nell'acqua non vengono rimosse con i trattamenti meccanici, mentre i sistemi biologici distruggono le sostanze organiche con meccanismi analoghi a quelli di auto-depurazione di un corso d'acqua.

Nel trattamento biologico si utilizza una coltura di microrganismi (in prevalenza batteri ma anche altre specie), la cui funzione è quella di decomporre le sostanze organiche in prodotti finali non nocivi.

La differenza dei trattamenti in impianti biologici consiste nel fatto che lo stesso trattamento che viene svolto dalla natura in bacini enormi e con periodi lunghissimi avviene in bacini molto più contenuti a concentrazioni elevatissime.

Il processo si può svolgere in condizioni aerobiche o anaerobiche a seconda che i microrganismi abbiano bisogno di ossigeno per la loro sopravvivenza usando carbonio organico come nutrimento o composti organici di scarto.

I processi aerobici usano quindi l'ossigeno disciolto o fornito artificialmente e producono sostanze di scarto flocculenti che rimangono attaccati alle apparecchiature di trattamento.

I processi anaerobici invece hanno la particolarità di avvenire in ambienti privi di ossigeno; mentre nella degradazione aerobica i prodotti finali sono innocui ed inodori, alcuni prodotti del metabolismo anaerobico sono nocivi e maleodoranti.

Alle differenze che esistono sotto l'aspetto biologico tecnico fra il metodo aerobico e quello anaerobico, corrisponde un elevato divario economico: il metodo anaerobico comporta normalmente costi operativi inferiori rispetto a quello aerobico; ciò è dovuto ad un minore fabbisogno energetico, minore esigenza di sostanze nutritive e minore produzione di fango.

Uno svantaggio importante del metodo anaerobico è dato dal fatto che esso richiede la presenza, di un quantitativo di B.O.D./C.O.D. di almeno 2000 mg/l.

3.3.1 Cenni di microbiologia applicata alla depurazione delle acque

I *microrganismi* più importanti nei processi aerobi ed anaerobi sono sicuramente i batteri perchè responsabili della decomposizione della sostanza organica; insieme ad essi comunque si trovano i funghi e le alghe.

I *batteri* sono organismi unicellulari che possono essere immobili o mobili (quest'ultimi sono provvisti di flagelli). Per esplicare la loro attività richiedono adatte condizioni ambientali; se queste condizioni mancano sono capaci di vivere in uno stato di quiescenza sino a quando non si presenti una condizione favorevole. I batteri atti alla depurazione delle acque, hanno bisogno, per la loro nutrizione di sostanze organiche preparate da altri microrganismi.

Per demolire le sostanze organiche i batteri secernono enzimi che trasformano gli inquinanti complessi in sostanze più semplici; gli enzimi sono specifici ed agiscono ciascuno su un determinato tipo di sostanza; per questo motivo ogni batterio può biodegradare una specifica sostanza organica.

Non tutti i batteri sono costretti a vivere sempre in presenza di ossigeno; ve ne sono alcuni come gli anaerobi facoltativi i quali possono vivere per poco tempo anche in condizioni anaerobe.

I batteri si riproducono per scissione diretta cioè per divisione della cellula madre in due cellule figlie; per fortuna per limitare la crescita spropositata degli organismi, subentrano problemi come la competizione alimentare o la predazione di altri organismi più grandi che ridimensionano lo sviluppo.

I *funghi* sono presenti in natura in grande varietà ma hanno tutti una caratteristica comune: devono nutrirsi di sostanze elaborate da altri organismi.

Nella maggior parte dei funghi il corpo vegetativo è costituito da un intreccio di sottili filamenti che nel loro insieme costituiscono il micelio che produ-

ce le spore per la loro riproduzione; anche i funghi secernono vari enzimi che penetrano nel substrato organico e lo digeriscono.

Le *alghe*, organismi capaci di realizzare la fotosintesi, producono l'ossigeno necessario per la vita dell'ambiente acquatico. La loro presenza è subordinata alla presenza della luce, alla temperatura delle acque ed alla presenza di sali minerali.

I *protozoi* sono organismi formati da una sola cellula ma possiedono organi altamente specializzati che provvedono a svolgere tutte le funzioni vitali; alcuni sono muniti di una specie di bocca mentre altri inglobano le particelle alimentari avvolgendole con il loro corpo.

I *metazoi* sono organismi pluricellulari ben caratterizzati dai loro piani organizzazionali in cui sono evidenti tessuti ed organismi specializzati alle attività vitali; essi, proprio come gli animali, passano attraverso veri e propri cicli di sviluppo da larve fino ad adulti.

3.3.2 Particolarità

Tutti i sistemi aerobici ed anaerobici hanno la particolarità di avere bisogno di nutrimento (anche se per i processi anaerobici ne richiedono una quantità notevolmente inferiore che può essere reperita in parte nell'acqua da depurare).

Le acque di cartiera sono però caratterizzate dalla scarsa presenza di fosforo e azoto (le sostanze fondamentali per lo sviluppo delle funzioni vitali degli esseri viventi), presenza di B.O.D.5 di tipo essenzialmente solubile, concentrazioni di sali minerali elevate (soprattutto le loro variazioni) che possono creare problemi di gestione degli impianti biologici ed in fine variazioni di pH molto ampie. Le sostanze per ogni processo aerobico di cartiera vanno fornite dosando nell'impianto fosforo (sotto forma di acido fosfidrico) e azoto (sotto forma di urea).

Lo scarso dosaggio di nutrimenti può provocare il fenomeno del rigonfiamento del fango o bulking per il quale la densità del fango diminuisce facendolo diventare quasi impossibile la sua sedimentazione.

3.3.3 Rendimento depurativo di un impianto

Gli impianti di depurazione delle acque, dal punto di vista progettuale-costruttivo si dividono in altre quattro tipologie:

- alto carico; con questo tipo di impianti di depurazione si riesce a biodegradare circa l' 80% del B.O.D.5 solubile; il volume del bacino consente al massimo una permanenza di 3 ore di tempo di ritenzione; gli impianti ad alto carico producono un'alta quantità di fanghi da smaltire.

- medio carico; il rendimento di questi impianti può superare il 90 % del B.O.D.5 con una permanenza nel bacino per 3-16 ore. L'effluente di un impianto a medio carico risulta molto più pulito e con una produzione di fango sopportabile.

- basso carico; in questo carico si raggiungono livelli depurativi intorno al 95% del B.O.D.5 solubile ottenendo poco fango ma con un tempo di permanenza lungo (fra le 16 e le 40 ore).

-ossidazione totale; gli impianti sottoposti ad un simile carico hanno rendimento depurativo intorno al 90% del B.O.D.5 presente ed una produzione di fango praticamente nulla con tempo di ritenzione superiore alle 40 ore.

3.3.4 Ossidazione su filtri percolatori

I filtri percolatori possono essere visti come delle grosse vasche riempite da un letto filtrante sul quale viene cosparsa l'acqua da depurare e da un sistema di ventilazione che aerea il filtro.

La vasca può essere costruita in muratura o in materiale plastico in base al tipo di coltura che vi si desidera impiantare. Alla base della struttura perimetrale vi è il sistema che consente la comunicazione con l'ambiente esterno tramite canali di aerazione. Generalmente quando l'invaso è costituito da materiale plastico esso è sospeso nell'aria in modo di favorire il posizionamento del sedimentatore secondario .

Negli ultimi anni i materiali di riempimento sono stati molto studiati in modo da fornire grande superficie per unità di volume ed elevata frazione di vuoti esterni in modo da favorire la crescita e lo sviluppo del maggior quantitativo di film microbiologico; la quantità di acqua depurabile dipenderà quindi dalla densità del riempimento.

In passato la sostanza depurante era costituita da pietrisco ma, nel tempo, si è però notato che queste sostanze erano sensibili al freddo e soggette ad intasamento e sono state quindi abbandonate.

Elevati carichi organici sono sopportabili da riempimenti plastici di varie strutture come quella a nido d'ape che hanno la caratteristica di avere un basso peso che consente lo sviluppo della struttura della vasca verso l'alto con grande risparmio in termini di spazio.

La distribuzione dell'acqua da depurare avviene generalmente dall'alto per i filtri percolatori classici. Il liquame deve essere irrorato uniformemente su tutta la sezione del filtro bagnando completamente il riempimento in modo da evitare morie di microrganismi.

Gli organi di distribuzione possono essere fissi o mobili; in entrambi i casi sono comunque dei tubi entro i quali fluisce il liquame che fuoriesce poi da ugelli opportunamente distanziati e dimensionati in modo che ogni zona della sezione del filtro sia irrorata da un uguale portata.

La ventilazione del film liquido è assicurata dalla differenza di temperatura esistente tra interno ed esterno del filtro.

In inverno la temperatura del liquame e quindi dell'aria circolante dentro il filtro è più elevata di quella dell'ambiente esterno; si ha pertanto una circolazione di aria dal basso verso l'alto; in estate la temperatura dell'aria esterna è maggiore di quella dentro il filtro e il senso di circolazione si inverte.

In alcuni casi è opportuno però ricorrere ad una ventilazione forzata del filtro tramite compressori che insufflano aria dal basso in modo da aumentare il rendimento del filtro.

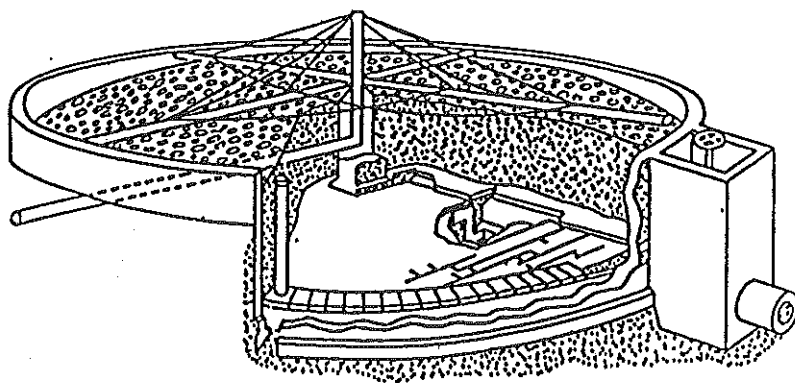


Fig. 3- Filtro percolatore

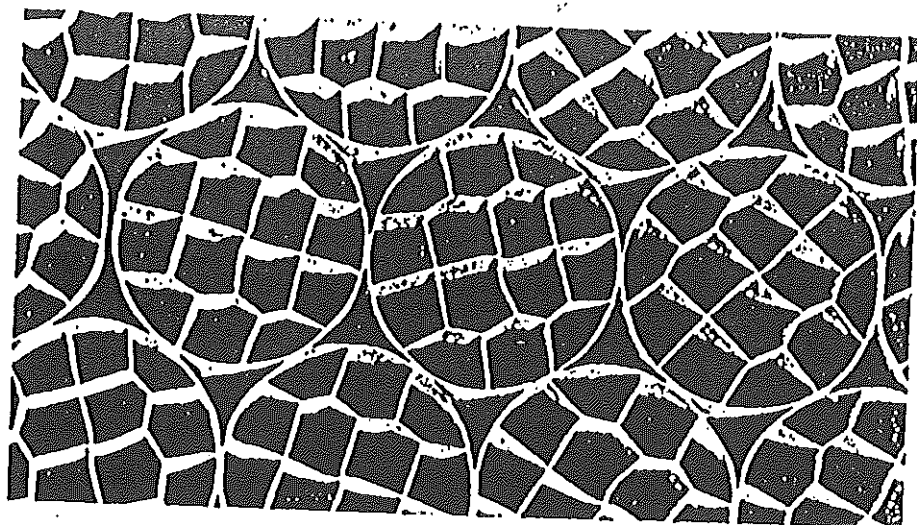


Fig. 4- Corpi di riempimento

3.3.5 Ossidazione su biodischi

Il processo di ossidazione su biodischi si basa sugli stessi principi di funzionamento del processo a filtri percolatori.

È costituito da una vasca semicilindrica orizzontale nella quale sono alloggiati una serie di dischi sorretti da un albero centrale.

Questi dischi sono costituiti da pannelli di polietilene ad alta densità raccolti in più spicchi montati circolarmente lungo un albero cilindrico.

La struttura è immersa per circa il 40% nell'acqua da depurare e viene mantenuta in rotazione lenta mediante un'apposita motorizzazione. I pannelli risultano quindi esposti alternativamente all'acqua ed all'aria; sulla loro superficie si formerà una flora batterica aerobica che utilizza come substrato nutritivo il contenuto organico inquinante dell'acqua.

La superficie dei pannelli che esce dall'acqua grazie alla lenta rotazione, trascina un film liquido; all'interfaccia di tale film avviene uno scambio gassoso che permette il continuo sviluppo della flora aerobica.

La massa batterica in eccesso si distacca automaticamente e passa nel liquido, da cui dovrà essere separata in uno stadio di trattamento successivo. Il processo biologico avviene in continuo, i dischi possono essere distribuiti su diverse vasche in modo da poter fermare quando necessario il processo di ossidazione solo su determinate vasche (fermate).

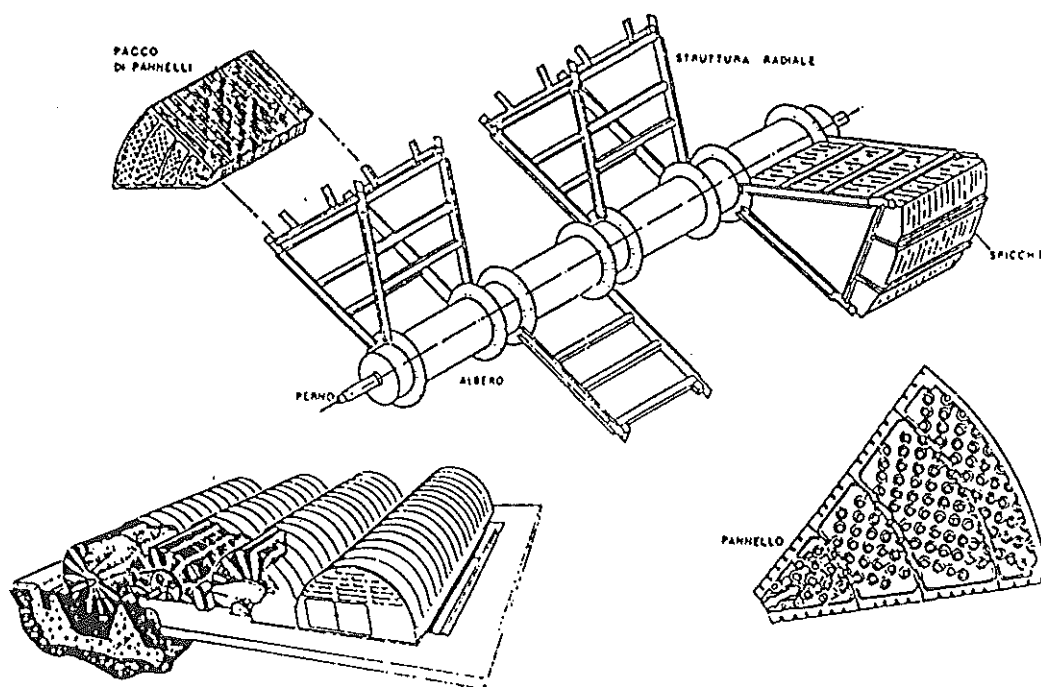


Fig. 5- Sezione schematica e d'assieme di dischi biologici

3.3.6 Ossidazione a fanghi attivati

L'ossidazione a fanghi attivati nella versione fondamentale, avviene in una vasca nella quale l'ossigeno è fornito mediante aeratori o tramite turbine immerse nel fluido.

Le vasche sono generalmente costruite in cemento, la loro forma è rettangolare, gli angoli vengono completamente smussati per evitare che si creino zone di ristagno. E' buona regola che una grande vasca venga suddivisa in tante vasche-figlie più piccole onde evitare straripamenti e consentire pulizie alternate di più vasche.

A meno che non si usi un'aerazione con ossigeno puro o che non sussistano particolari condizioni ambientali le vasche sono a cielo aperto. Il fondo della vasca può avere una leggera pendenza verso uno o più pozzetti di scolo

dove vengono collocate le pompe per lo svuotamento periodico per l'effettuazione di pulizia e manutenzione.

Nelle vasche vengono realizzati due processi fondamentali; produzione di materiale cellulare per ossidazione microbica della sostanza organica e adsorbimento di questo materiale che si aggrega in fiocchi delle sostanze da rimuovere.

È necessario quindi che i fiocchi vengano tenuti in sospensione tramite appropriato grado di agitazione e che sia assicurata una sufficiente concentrazione di ossigeno disciolto dentro la massa liquida.

L'agitazione del liquido e quindi la dispersione della massa biologica sono assicurate in due modi: da mezzi meccanici o dalla stessa insufflazione dell'aria.

I sistemi di aerazione a diffusione d'aria consistono in diffusori sommersi e compressori per l'alimentazione; essi si suddividono a loro volta in base alla grossezza delle bolle prodotte: le bolle fini quindi aumenteranno l'efficienza dell'ossigenazione in quanto creeranno una maggiore superficie di contatto tra aria ed acqua.

I diffusori sono disposti sul fondo delle vasche, talvolta lungo uno dei lati maggiori così da creare nella miscela aerata uno stato di turbolenza assimilabile ad un flusso a spirale.

I sistemi di aerazione ad agitazione meccanica utilizzano aeratori superficiali atti a provocare il contatto fra l'aria atmosferica e la massa liquida contenuta dentro il bacino di aerazione; generalmente per assolvere a questo scopo vengono usate piccole turbine ad immersione o rotor.

L'acqua in uscita, separata tramite stramazzi contigui, viene inviata ad un sedimentatore secondario nel quale viene separata la massa biologica.

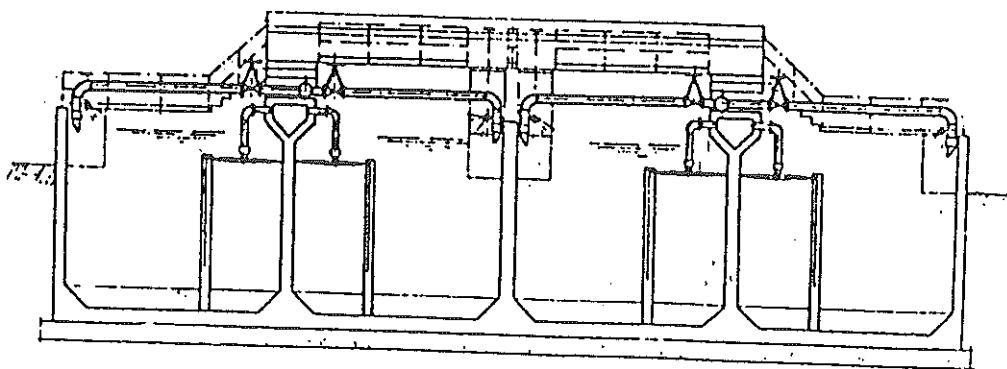


Fig. 6- Vasca a fanghi attivati

DEPURAZIONE DELLE ACQUE IN USCITA DALLA CARTIERA

I fanghi e l'aria forzata ad alta pressione vengono riattivati.

In questo modo il fango viene portato alle condizioni aerobiche e riciclato per fornire all'acqua in ingresso la carica batterica occorrente per la depurazione, sfruttando appunto le proprietà dei batteri anaerobi.

Le trasformazioni microbiologiche avvengono con una velocità e con un rendimento molto maggiore rispetto alle normali vasche di aerazione, inoltre questi fiocchi di materiale biologico aggregano le particelle colloidali fini ed adsorbono altre sostanze disciolte.

I fanghi finali di questo processo oltre ad essere sicuramente in quantità minori in quanto i microrganismi sono costretti a nutrirsi anche dei loro fanghi per mancanza di sostanze nutritive, saranno anche più mineralizzati consentendo una più facile compattazione.

3.3.8 Digestione anaerobica

Dal punto di vista impiantistico il processo può essere realizzato su più stadi con o senza riciclaggi dei fanghi, con o senza riscaldamento.

Anche in questo processo gruppi di microrganismi anaerobi degradano la materia organica e tutto ciò avviene in due fasi: la conversione dei composti organici complessi ad acidi organici (fermentazione acida); conversione degli acidi organici in metano ed anidride carbonica (fermentazione alcalina).

Questi processi si svolgono sempre con assenza completa di ossigeno, pH fra 6,6 - 7,6 e con dosaggio di nutrimenti (azoto e fosforo).

Generalmente si preferisce adottare il sistema anaerobico in quelle acque in cui la concentrazione degli inquinanti è molto alta (almeno 2000 ppm) e la temperatura dell'acqua è abbastanza elevata.

I batteri per i processi anaerobi si classificano in base alla loro temperatura di azione e di conseguenza varieranno anche i trattamenti applicabili.

I digestori sono grossi serbatoi cilindrici completamente chiusi in modo da recuperare il materiale che si svilupperà dalle reazioni di demolizione organica: il metano verrà quindi riutilizzato per riscaldare il digestore.

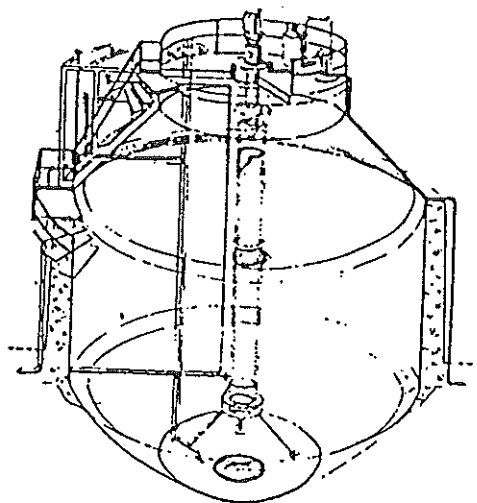


Fig. 7- Digestore anaerobico

3.4 TRATTAMENTI CHIMICO/FISICI

Sono quei processi che provocano la rimozione di sostanze inquinanti attraverso modificazione del loro stato chimico o fisico, che ne facilitano la separazione.

3.4.1 Neutralizzazione

Per mezzo di questo processo si corregge il pH dell'acqua mediante l'aggiunta, a seconda dei casi, di acidi o basi, in modo da portare il valore entro intervalli compatibili con la protezione delle acque recipienti o con la fattibilità dei processi successivi; generalmente entro 6,5 e 9.

Come reagenti alcalini vengono impiegati i derivati della calce come il carbonato di calce, la calce idrata o più drasticamente la soda caustica.

Come reagenti acidi per neutralizzare uno scarico di carattere basico si useranno invece reagenti come acido solforico, citrico o anidride carbonica.

Tutti questi prodotti chimici per la loro elevata tossicità vengono dosati con pompe automatiche.

3.4.2 Precipitazione chimica

Alcuni elementi posti in soluzione possono essere rimossi mediante precipitazione chimica a volte preceduta da ossidazione o da una riduzione dell'elemento interessato. La precipitazione avviene mediante l'aggiunta di un composto chimico che rilasci in soluzione ioni con i quali l'elemento da rimuovere dia composti insolubili.

Mediante l'ossidazione chimica possono essere rimossi alcuni composti come l'ammoniaca trattandola con un ossidante come il cloro.

3.4.3 Chiariflocculazione

I meccanismi di chiarificazione e di flocculazione che sono già stati trattati precedentemente vanno tenuti sotto stretto controllo in termine di quantità di reagenti dosati e di punto di dosaggio.

Come già detto in precedenza il procedimento avviene in due fasi: la neutralizzazione delle cariche elettriche superficiali, responsabili della repulsione delle particelle e della loro mancata aggregazione (charificazione); e l'adsorbimento chimico/fisico che porta all'aggregazione di particelle più pesanti (sedimentazione).

I prodotti più usati come coagulanti sono gli ioni metallici come l'allume, invece come flocculanti si usano polielettroliti ad alto peso molecolare; il dosaggio viene effettuato mediante pompa volumetrica in un punto di forte turbolenza del sistema tenendo presente che quanto maggiore è il tempo di contatto tanto migliore sarà la resa dei prodotti.

Generalmente la pompa del prodotto coagulante è posta 5-6 metri prima di quella del flocculante.

Il test usato in laboratorio per misurare il grado di funzionamento del processo è lo Jar-Test nel quale viene simulato il grado di agitazione mediante palette rotanti che mescolano il campione da trattare. Il provino è in genere di 1000 ml viene posto in bechers agitati a velocità controllabili, ad agitazione sostenuta

viene aggiunto il coagulante per un tempo non molto lungo; si aggiunge poi il flocculante alla fine del processo, in questo breve lasso di tempo i fiocchi aumentano le loro dimensioni favorendo la decantazione e successivamente il campione viene lasciato ad agitazione lenta per 20 minuti; si valuta poi la purezza dell'acqua separata dai solidi sedimentati in un cono di Imhof.

3.5 Addensamento, disidratazione e stabilizzazione dei fanghi

Qualsiasi processo di depurazione dà origine ad una quantità anche minima di fangoe, mentre nei processi biologici questi derivano dalla trasformazione della sostanza organica in massa cellulare microbica, nei processi chimico/fisici e meccanici si ottengono dalla separazione vera e propria delle sostanze inquinanti; quest'ultimo fango ha proprio la particolarità di contenere molte fibre ed è quindi facilmente disidratabile e smaltibile senza inconvenienti per l'ambiente.

3.6 Ispessimento dei fanghi

L'ispessimento dei fanghi può essere ottenuto in molti modi, ma i più usati sono sicuramente la centrifugazione o l'impiego di nastropresse.

Le centrifughe sono macchine che utilizzano la forza centrifuga per ottenere la separazione tra solido e liquido. Le centrifughe hanno un corpo cilindrico che ruota attorno ad un asse per sviluppare la forza centrifuga. Quando il fango viene immesso nella macchina in movimento, esso aderisce alle pareti, formando uno strato nel quale si ha una separazione fra solido e liquido a causa della differente densità: le particelle più pesanti si concentrano nell'esterno dell'anello ed il liquido chiarificato forma lo strato interno; nelle centrifughe più moderne il tamburo interno gira fino a 6000 rpm arrivando a gradi di secco massimo del 20%.

L'altro metodo più usato per la disidratazione dei fanghi è quello delle nastropresse. Sono costituite essenzialmente da due nastri che si muovono guidati da una serie di rulli di diametro diverso; il percorso dei nastri può essere notevolmente complesso con numerosi cambiamenti di direzione in modo che il

fango depositato sulla tela venga continuamente sostituito dal fango più diluito presente più internamente.

Il fango viene alimentato sull'inizio della tela, da questo punto in poi il fango viene sottoposto ad una forza di compressione data dalla tensione delle due tele ed ad una forza di taglio data da ogni cambio di direzione. Il lavaggio delle tele filtranti è una operazione molto importante ai fini di una buona efficienza di pressatura. Le tele di una nastropressa vengono pulite come quelle di una continua per mezzo di ugelli alimentati da acqua in pressione posti in corrispondenza della tela superiore.

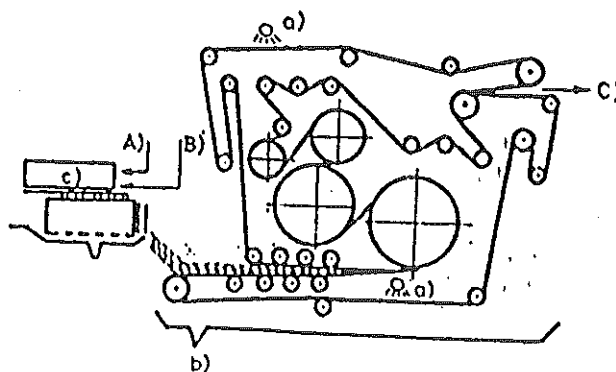
Il secco massimo ottenibile con una nastropressa è di circa il 50-60%.

Generalmente prima di qualsiasi trattamento di pressatura dei fanghi di cartiera essi vengono addizionati da un polielettrolita che ha la funzione di migliorare la separazione dei fiocchi dalle acque.

Il valore di secco ottenibile con i due metodi illustrati non è sicuramente dei più alti; in cartiera si sono escogitati quindi dei metodi per essiccare i fanghi in modo da renderli il più leggeri possibile risparmiando soldi per lo smaltimento. Vista la grande presenza di vapore ad alte temperature all'interno degli stabilimenti si è pensato quindi di recuperare questa fonte di calore che altrimenti andrebbe sprecata e di utilizzarla in forni rotanti che portano il fango ad un secco del 80-90%.

Alcuni problemi però li può portare il fango biologico, infatti esso ha bassi livelli di secco ottenibili ed in oltre se non trattato può provocare cattivi odori.

Si procede quindi alla stabilizzazione del fango con calce idrata che ne permette il corretto smaltimento in discarica.



DEPURAZIONE DELLE ACQUE IN USCITA DALLA CARTIERA

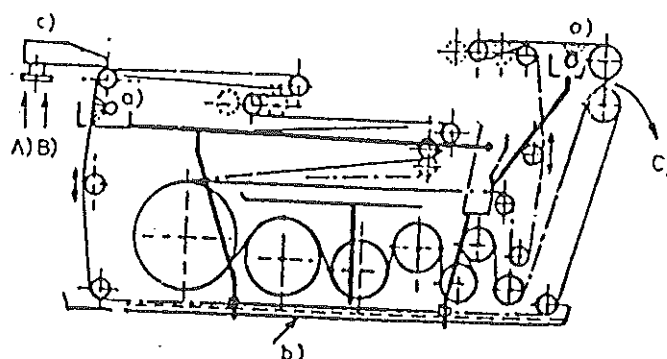


Fig. 8 - Schemi di funzionamento di nastropresse
 A: fango di alimentazione; B: polielettrolita; C: pannello
 a: lavaggio tele; b: raccolta filtrato; c: serbatoio condizionamento

3.7 Ricircolo, riutilizzo e smaltimento dei fanghi

Come già detto in precedenza i reflui di cartiera sono molto ricchi di solidi sospesi costituiti essenzialmente da fibre e materiali di carica; la quantità di solidi dispersi con l'effluente talvolta supera l'uno per cento delle materie prime utilizzate; la produzione di fanghi per l'industria cartaria è quindi molto alta.

Generalmente la quantità prodotta di fanghi primari, quindi quelli che derivano da una sedimentazione, per un cartiera è maggiore di quella che deriva da una depurazione biologica; la composizione dei due diversi materiali è molto diversa e può comportare trattamento e smaltimento congiunto oppure separato.

Il più delle volte comunque si preferisce trattare i fanghi misti per motivi di ordine economico, vengono inviati quindi in discariche o, dove la legislazione lo permette, ad inceneritori controllati.

La ricerca comunque ha permesso di individuare delle alternative sicuramente più redditizie anche per chi produce forti quantitativi di scarto.

L'interramento è il sistema sicuramente più usato. Il problema principale che presenta è però la notevole superficie richiesta.

Un'alternativa allo smaltimento che è stata esaminata per le fabbriche di carta patinata è la produzione di pannelli per l'edilizia o come riempitivo isolante per i mattoni da costruzioni. I vantaggi dell'impiego dei fanghi è che il loro peso

specifico una volta bruciati all'interno dei profilati è molto basso pur dando alti livelli di termoisolamento.

Un altro utilizzo alternativo dei fanghi di esubero di cartiera è quello fornito dal trattamento anaerobico con il duplice obiettivo di ottenere del biogas e dei fanghi smaltibili in agricoltura; è noto infatti che i fanghi primari immessi così come sono nel terreno determinano svariati effetti negativi.

Le prove sperimentali hanno dimostrato che il trattamento anaerobico dei fanghi primari è al limite dell'economicità con costi di gestione molto onerosi; mentre sono molto interessanti i dati ottenuti dallo smaltimento agricolo dei fanghi anaerobici come agenti di concimazione.

I problemi invece insorgono con lo smaltimento dei fanghi di scarto da sedimentazione come compost per l'agricoltura; questi infatti hanno la particolarità di avere un basso contenuto di azoto provocando non trascurabili malformazioni delle piante e crescite subnormali di tumori dei germogli.

4. SISTEMA ATTUALE DI DEPURAZIONE DELLA CARTIERE DEL GARDA

La produzione della Cartiere del Garda è costituita essenzialmente da carte patinate di alta qualità. Le materie prime utilizzate sono quindi cellulose, sostanze di carica, adoperate sia come fillers che come elemento per patina ed in fine additivi di vario genere.

I reflui che ne conseguono si possono dividere in due classi che vengono trattate separatamente.

4.1 Trattamento delle acque di patinatura

La patinatura nella Cartiere del Garda avviene in due diversi momenti, una prepatina data on-line alle macchine continue ed una patinatura TOP data con due patinatrici fuori linea.

Le acque di scarico di questa lavorazione addizionate dalle acque di lavaggio delle tine della cucina patine, passano in canali ad esse dedicate fino a raggiungere due vasche di omogeneizzazione contigue. Avviene poi il primo vero trattamento chimico dei reflui che vengono convogliati ad una grossa vasca agitata meccanicamente passando attraverso un torbidimetro elettronico il quale registra la concentrazione di particelle di patina presenti nel liquido dosando automaticamente, in base alla necessità, un agente coagulante.

Chimicamente parlando la sostanza aggiunta è l'allume, che ha una forte carica cationica in pieno contrasto con la carica fortemente anionica della patina, l'allume, proprio per questa sua caratteristica, va a ridurre il potenziale Z delle molecole di patina consentendo una loro agglomerazione con conseguente precipitazione sul fondo della vasca. Quest'ultima è posta in continua agitazione in modo da aumentare la probabilità che l'allume si incontri con le particelle di patina.

Il fango sedimentato viene estratto meccanicamente e successivamente, vi viene aggiunta una sostanza flocculante in modo da raggiungere valori più alti

di secco alla nastropressa; le acque invece che contengono ancora le particelle di patina più fini vengono inviate alla vasca piezometrica alimentata anche dagli scarti di fabbricazione.

4.2 Trattamento delle acque di fabbricazione

L'acqua che precipita dopo aver formato il foglio sulla tela in presenza di una buona ritenzione è ricca di fibre fini e di sostanze di carica, e ciò nonostante sia stata pretrattata in uscita dalla fabbricazione con dei flottatori Krofta.

Queste acque sono convogliate alla vasca piezometrica dove vengono mescolate ed omogeneizzate con i reflui pre trattati di patinatura in modo di avere un ingresso a livello qualitativo e quantitativo il più costante possibile.

L'ultima fase di depurazione in cascata all'impianto è quella di sedimentazione dove l'acqua viene portata nei limiti prestabiliti dalla legge Merli (Tabella A).

Tramite la sedimentazione vengono separati dalla corrente liquida gran parte degli inquinanti sospesi mantenuti in sospensione dalla turbolenza; in questa fase viene realizzata una condizione di relativa quiete in modo che i materiali più densi dell'acqua depositino sul fondo.

Il nostro sedimentatore è un sedimentatore a sezione circolare avente il fondo leggermente inclinato verso il centro dove il fango sedimentato viene convogliato mediante raschiafanghi.

L'acqua da depurare viene immessa dal cilindro di alimentazione centrale, mentre quella depurata sfiora dai bordi della vasca. Anche all'ingresso del sedimentatore vi è un rivelatore di torbidità che aggiunge alle acque la quantità più appropriata di un agente coagulante, dosato in funzione della temperatura dell'acqua e del pH, in modo da far precipitare i fiocchi formati. Per velocizzare il procedimento viene aggiunto anche un polielettrolita che fa aumentare il peso dei fiocchi facendoli così depositare velocemente.

Lo smaltimento dei fanghi così ottenuti avviene per mezzo di una pressa, che agglomera e pressa i fanghi portandoli ad una densità di circa il 50-55%.

5. SISTEMA FUTURO DI DEPURAZIONE DELLA CARTIERE DEL GARDA (SISTEMA BIOFOR)

Il futuro sistema di depurazione della cartiere del Garda non comporterà un totale cambiamento di strategia del sistema sovradescritto ma tutt'al più l'aggiunta, in cascata al sedimentatore, di un sistema di ossidazione biologica.

Con il sistema attuale i nostri scarichi riescono comunque a rientrare all'interno dei parametri imposti dalla legge *Merli (Tab. A)*, ma in un futuro molto prossimo saremo costretti a metterci in regola con i parametri europei.

Si è pensato quindi di adottare il trattamento su filtri Biofor essendo questo un sistema molto compatto, capace quindi di depurare grosse portate d'acqua in piccoli spazi; in aggiunta a ciò, il sistema Biofor, per la sua struttura consente una rimozione parziale dei solidi sospesi, comportandosi anche da filtro.

I sistemi a biofilm traggono origine dai vecchi sistemi a letto fisso - per esempio i filtri percolatori o i biorotori - che sono in uso da decenni.

Il principio su cui si basa il funzionamento di questi filtri è una filtrazione biologica aerobica, suddivisa su sei vasche parzialmente riempite da un materiale silicico (Biolite) il quale pur avendo un basso volume ha superficie specifica molto alta per via dell'elevato numero di spazi ed interstizi che può fornire all'interno di esso.

L'acqua viene immessa dal fondo delle vasche e compie il passaggio attraverso il filtro di Biolite stramazzando sul fondo di una vasca di raccolta. All'interno del filtro si va a creare l'ambiente ideale per la crescita e la riproduzione dei microrganismi, i quali vengono nutriti di sostanze prime che non sono presenti nei cicli di cartiera come l'urea e l'acido solfidrico, inoltre essendo batteri aerobi hanno bisogno per vivere di ossigeno che viene insufflato dal fondo con dei compressori assieme all'acqua.

Durante il funzionamento si sviluppano delle sostanze di scarto dell'ossidazione che si accumuleranno all'interno del filtro facendo diminuire la portata d'acqua in uscita, si rende necessario quindi un lavaggio del fango intasatore con acqua fresca ed aria ad alta pressione; durante la prima fase l'effetto lavante viene ottenuto immettendo aria per rimuovere l'eccesso di fango nel medesimo

tempo viene fornita anche una piccola quantità di acqua che ha lo scopo di evitare la sedimentazione della biomassa rimossa. Nella seconda fase la cella è lavata con acqua immessa ad alta velocità; l'acqua fangosa che si produce in tale fase sfiora in sommità e viene inviata tramite pompaggio all'esistente sedimentatore dove viene mescolata lentamente alle acque di fabbricazione.

Il processo di lavaggio è completamente automatizzato grazie all'ausilio di un indicatore di eccessivo intasamento del filtro abbinato ad un temporizzatore (generalmente 1-2 volte ogni 24 ore). La particolarità di questo lavaggio è che può essere effettuato in continuo alternativamente su una vasca su un'altra mantenendo l'efficienza dell'impianto sempre al massimo.

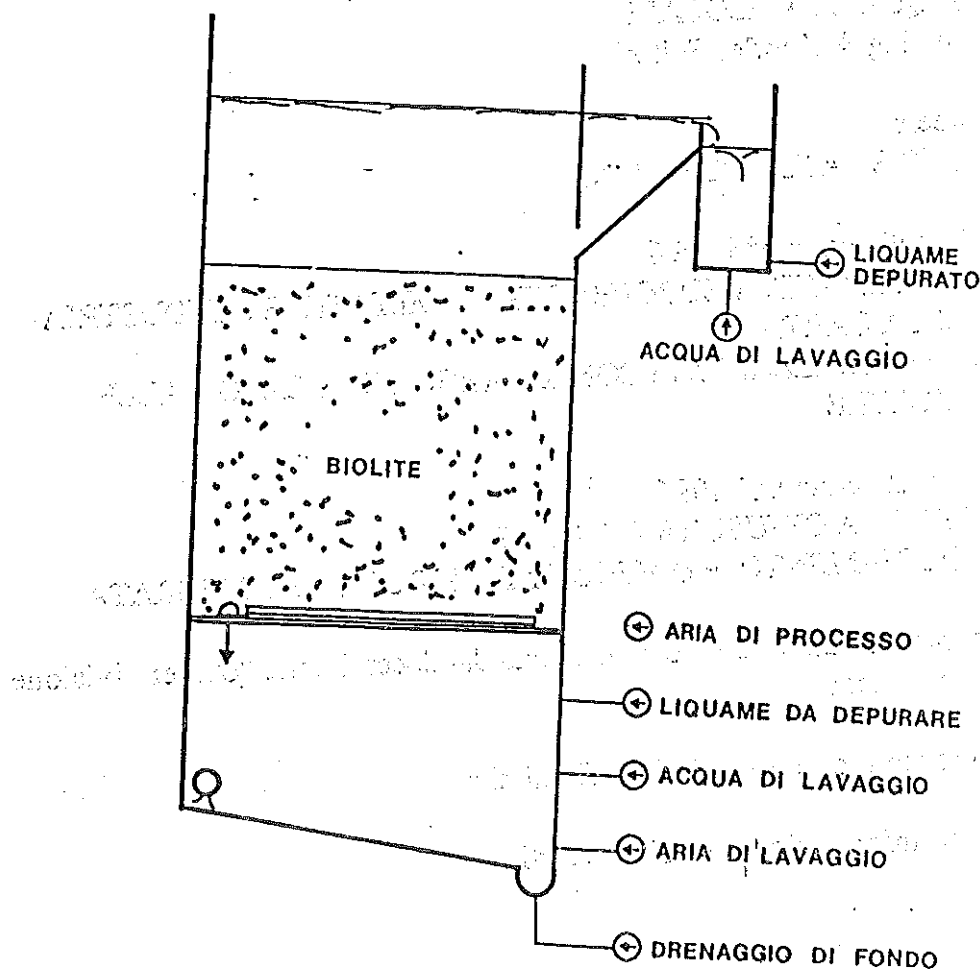


Fig.9 - Sezione schematica di un biofiltro di tipo Biofor

DEPURAZIONE DELLE ACQUE IN USCITA DALLA CARTIERA

BIBLIOGRAFIA

- Fantei; Strumia; Soprani - MICROBIOLOGIA E DEPURAZIONE
- Roberto Passino
 - LA CONDUZIONE DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO
 - S.A.C. Edizioni scientifiche - A. Cremonese - Roma
- Roberto Vacca
 - LA QUALITÀ GLOBALE
 - Sperling & Kupfler Editori
- Mark Steele
 - WASTEWATER CLEANING
- Industria della carta n°6 1996
 - LA NORMATIVA EUROPEA PER L'AMBIENTE E L'INDUSTRIA DELLA CARTA
 - LA FERTILIZZAZIONE CON IL FANGO SCARICATO DALLE CARTIERE
- Industria della carta n°5 1996
 - VERSO LA CHIUSURA DEI CICLI
 - INQUINAMENTO: PREVENZIONE E RIDUZIONE INTEGRATA
- Appunti raccolti durante la lezione tenuta dai docenti della "Sulzer divisione depurazione acque"
- Appunti raccolti durante le lezioni di chimica
- Appunti ed informazioni raccolte in cartiera