

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Corso di Laurea «Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio»

PRESENTAZIONE TESI DI LAUREA

«Trattamenti avanzati per la depurazione delle acque : Bioreattori a Membrana (MBR)»

Relatore:

Ch.mo Prof. Ing. Giuseppe D'Antonio

Candidato: Marco Giugliano

Matricola: N49000673

Trattamento dei Reflui

Normativa in vigore: Decreto Legislativo n° 152 del 3 aprile 2006



- Limiti concentrazioni allo scarico ridotte dalla normativa
- Acqua reflua: preziosa risorsa idrica e non prodotto di scarto

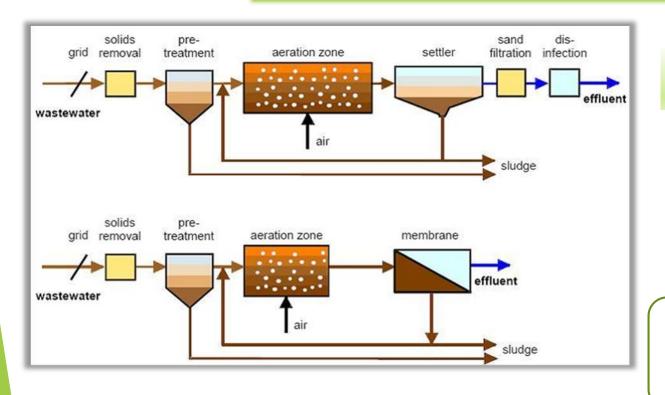
Potenzialità impianto in A.E	2.000-10.000		>10.000	
Parametri	Concentrazione	% di	Concentrazione	% di
(media giornaliera)		Riduzione		riduzione
BOD ₅ (mg/L)	≤25	70-90	≤25	80
COD (mg/L)	≤125	75	≤125	75
Solidi Sospesi (mg/L)	≤125	90	≤125	90

- II D.M 185/2003 definisce i limiti di concentrazione da rispettare per il riutilizzo dell'acqua reflua (riutilizzo non per uso potabile)
- Sistemi innovativi al fine di raggiungere migliori standard di qualità dei reflui depurati, per rendere un'acqua reflua trattata adeguata al riutilizzo.



Adozione di impianti MBR

Sistema di depurazione MBR



Processo tradizionale a fanghi attivi

Processo innovativo: MBR

Processi biologici di trasformazione di sostanze biodegradabili



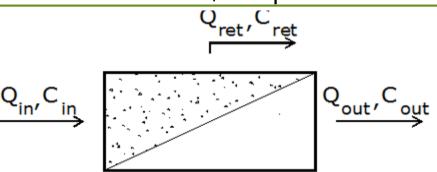
Processo fisico di filtrazione attraverso membrane

- Vasca di sedimentazione secondaria sostituita da processo di filtrazione su membrane:
- ✓ Notevole riduzione dell'ingombro planimetrico dell'impianto di depurazione
- ✓ Sensibile miglioramento delle caratteristiche qualitative dell'effluente
- ✓ Eliminazione dei problemi di sedimentabilità del fango
- ✓ Tempo di residenza cellulare e di ritenzione idraulica svincolati tra loro
- ✓ Riduzione delle concentrazioni anche dei parametri microbiologici

Processo di filtrazione

MEMBRANE: mezzi porosi in grado di effettuare la separazione selettiva delle sostanze contenute nel refluo, grazie ad una forza motrice, costituita dalla differenza di pressione generata tra le due superfici della membrana (TMP)

➤ La ritenzione completa della biomassa mediante membrana consente di selezionare le specie microbiche più adatte sia come capacità degradativa che come eventuale resistenza ai composti tossici, indipendentemente dalla capacità di aggregazione in fiocchi o granuli.



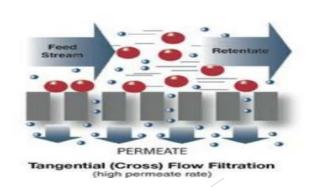
A partire dal refluo da trattare, detto «alimento», a concentrazione Cr, si formano 2 flussi separati, quello che attraversa la membrana detto «permeato», a concentrazione Cp<Cr, e quello del refluo trattenuto, denominato retentato, a concentrazione Cc>Cr.

Tipologie di filtrazione



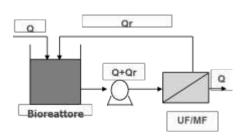


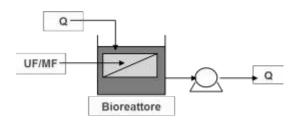
Tangenziale (Cross-flow)

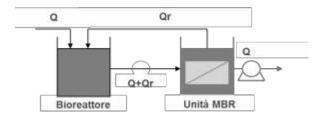




Configurazioni impiantistiche







Configurazione side stream

Vantaggi:

- Alta elasticità
- Operazioni di pulizia più semplici

Svantaggi:

- Maggiori costi di investimento e di esercizio
- Configurazione sommersa

Vantaggi:

- Minore ingombro planimetrico
- Risparmio energetico

Svantaggi:

- Complessità operazioni gestionali
- Configurazione di tipo misto

Vantaggi:

- Pulizia facilitata
- Alta elasticità

Svantaggi:

Costi elevati

Tipologie di membrane

Si possono differenziare in base a:

Materiale costituente



organico (plastica) o inorganico (ceramica, metallo)

• Dimensione dei pori

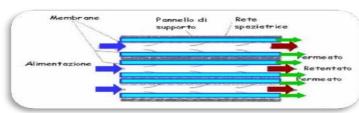


Tipologia di processo (Microfiltrazione, Ultrafiltrazione, Nanofiltrazione, Osmosi Inversa)

Tipologia dei moduli



a membrane piane, tubolari, a fibre cave

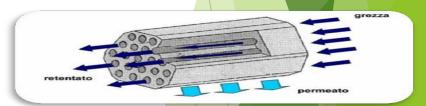


Unità piane: Basse perdite di carico. Buon rapporto area/volume. Maggior domanda specifica d'areazione Flusso in un'unica direzione.

Difficoltà di lavaggio.



Fibre cave: Tollera elevate concentrazioni di colloidi. Elevato rapporto area/volume. L'intera unità va sostituita se danneggiata. Flusso out to in. Il permeato attraversa le fibre.



Tubolari: solo per configurazione side-stream, fouling limitato, flussi più elevati, flusso IN-OUT, lavorano con elevato contenuto di solidi sospesi. Il permeato viene raccolto all'esterno.

Vantaggi e svantaggi dei sistemi MBR

Rispetto al tradizionale processo di depurazione a fanghi attivi (CAS), i sistemi MBR presentano:

Vantaggi:

- Riduzione degli ingombri necessari a parità di portata trattata;
- Efficienza di trattamento e alta qualità dell'effluente con possibilità di riuso diretto;
- Minore produzione di fango
- Età del fango più alta, che implica una minore produzione di biomassa
- Concentrazioni di biomassa e tempo di detenzione più alti che determina una degradazione più rapida e completa dei nutrienti e dei substrati organici;
- Qualità effluente non legata a caratteristiche di sedimentabilità del fango;

Svantaggi:

- Sporcamento ed intasamento (fouling) delle membrane;
- Costo d'investimento ed energetico rilevante(per aerazione o ricircolo)
- Perdita di efficienza della membrana con il tempo di filtrazione a causa dei fenomeni di fouling
- Marcata diminuzione del fattore di scambio dell'ossigeno tra fase gassosa e fase liquida a causa dell'elevata concentrazione dei solidi in vasca

Fouling

Il fouling è lo sporcamento della superficie esterna o interna della membrana di cui sono responsabili i depositi che sono adsorbiti o vengono accumulati su di essa durante la filtrazione.

➤ Tipologie di fouling



 Reversibile rimovibile/irremovibile

Irreversibile

Una frazione per quanto limitata di fouling reversibile irremovibile permane anche dopo il lavaggio chimico

Lavaggi fisici e

chimici

Meccanismi del fouling



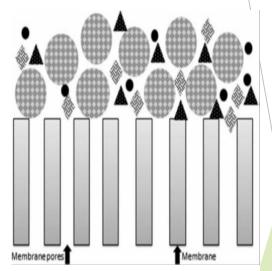
- Fouling stazionario
- «TMP jump»

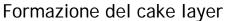


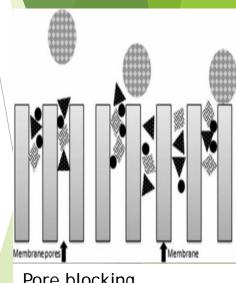
Fouling: problematiche e soluzioni

La formazione del FOULING comporta un aumento della resistenza complessiva alla filtrazione (Rt), con conseguente aumento della pressione di transmembrana operando a flusso costante

Nel mondo scientifico è oggi consolidata l'opinione secondo cui la presenza di EPS nella miscela liquida sia tra le principali cause del fouling. Le EPS dette comunemente «sostanze polimeriche extracellulari», sono il prodotto della secrezione attiva delle mucose delle cellule microbiche, possono inoltre derivare dal rilascio di materiale dalla superficie cellulare o dalla lisi cellulare. Essi causano la formazione di un gel acquoso nel quale sono immersi i batteri. Questo gel da una parte forma una barriera che oppone resistenza al flusso di permeato attraverso la membrana, dall'altra fornisce nutrimento alla biomassa che vi si trova immersa, consentendone la crescita in biofilm sulla superficie stessa della membrana







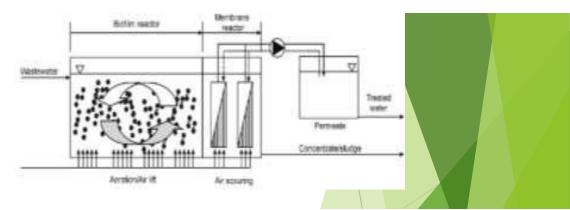
Pore blocking

Strategie alternative per la limitazione del fouling:

- Aggiunta di additivi (coagulanti, polielettroliti, agenti adsorbenti)
- Aggiunta di supporti che permettono un lavaggio meccanico
- Utilizzo di membrane rotanti e vibranti

Configurazioni alternative: MB-MBR

Utilizzo combinato di un reattore MBR e di un reattore a biomassa adesa a letto mobile (MBBR) per la crescita di biofilm. Nei sistemi MBBR, la biomassa può crescere sia in forma di fiocchi sospesi, sia sotto forma di biofilm. in tal modo è possibile sia ridurre il volume del reattore biologico, grazie all'aumento di biomassa complessivamente presente all'interno di esso, stante la compresenza delle forme sospese e adese, sia tenere più basse le concentrazioni della biomassa sospesa, riducendo in tal modo il pericolo di foaming delle membrane (formazione di schiume biologiche altamente viscose), a parità di volume del reattore.



Tale configurazione garantisce:

- La biomassa attaccata ai supporti ha un'attività più elevata, consentendo di ottenere le stesse percentuali di eliminazione delle sostanze organiche con minori concentrazioni di biomasse.
- Efficiente rimozione dell'azoto ammoniacale.
- Rimozione dei microinquinanti e nutrienti con ridotti tassi di fouling delle membrane.
- Ottime prestazioni di tali sistemi per il trattamento di reflui salini contenenti sostanza recalcitranti come gli idrocarburi

CONCLUSIONI

- Confronto costi MBR-CAS
- Consumi energetici
- CAS _____ consumi legati tra gli 0,25 e i 0,35 Kwh/m3
- MBR consumi variano tra gli 0,75-1,5 Kwh/m3

Qualità effluenti

Parametri	Unità	MBR	CAS	% RISPETTO AL CAS
BOD	mg/l	2,3	17,3	-87%
COD	mg/l	26,3	61,9	-58%
TSS	mg/l	0,001	21,5	-99%

Gli impianti MBR presentano più elevati consumi energetici a causa soprattutto della necessità di aereazione delle membrane. La differenza risulta meno significativa a parità di qualità dell'effluente finale, cioè se si confronta un processo MBR con un trattamento tradizionale secondario e terziario (entrambi gli stadi vengono di fatto sostituiti dal processo MBR). Il vantaggio è quello di avere una qualità dell'effluente tale da garantirne il riutilizzo.

