



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

**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E TERRITORIO**

Presentazione della tesi di laurea

**TRATTAMENTI AVANZATI PER LA
DEPURAZIONE DELLE ACQUE: BIOREATTORI
A MEMBRANA (MBR)**

Relatore: Ch.mo Prof.
Giuseppe d'Antonio

Candidato: Giuseppe Bruno
Matricola N49000587

Anno Accademico 2015/2016

PROBLEMATICHE DI FONDO

- ◉ Salvaguardia corpi idrici
- ◉ Aumento efficienza di rimozione macroinquinanti



**LIMITI CONCENTRAZIONI ALLO
SCARICO RIDOTTE DALLA NORMATIVA**

TECNOLOGIA MBR

⦿ **PROCESSO BIOLOGICO**



Sostanze biodegradabili

⦿ **PROCESSO FISICO**

(tramite Membrane filtranti)



Separazione solido-liquido

Aspetti innovativi



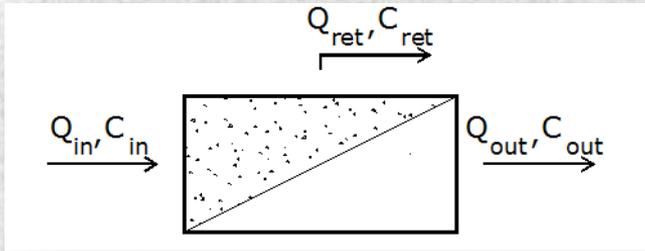
Effluente di qualità



Ingombri spaziali ridotti

PROCESSO DI FILTRAZIONE

Membrane: mezzi porosi in grado di effettuare la separazione selettiva delle sostanze contenute nel refluo, grazie a una forza motrice.

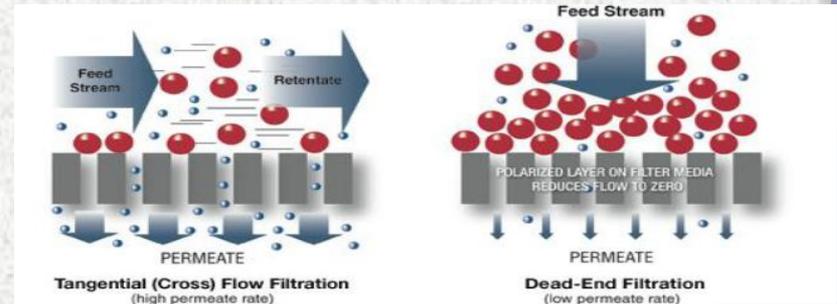


TMP- Trans membrane pressure: forza motrice, costituita dalla differenza di pressione generata tra le due superfici della membrana

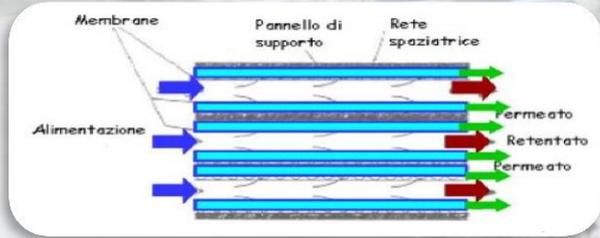
Tipologie di filtrazione

Ortogonale

Tangenziale



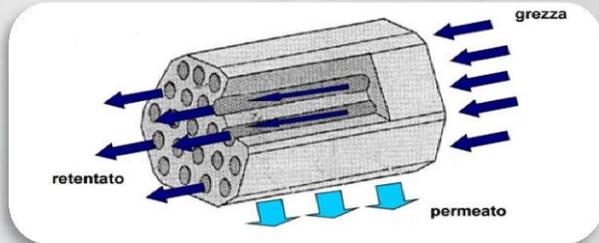
Classificazione membrane



⊙ Le membrane piane (FS)



⊙ Le fibre cave (HF)



⊙ Le membrane tubolari (MT)

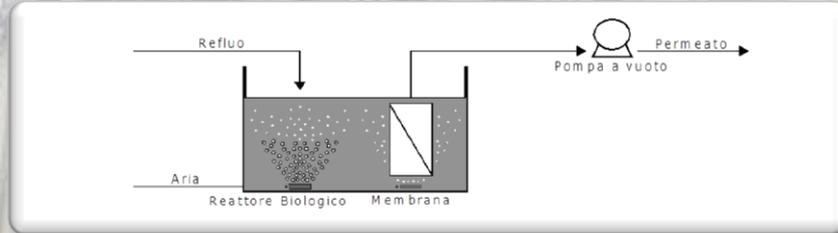
Struttura membrane

Isotrope

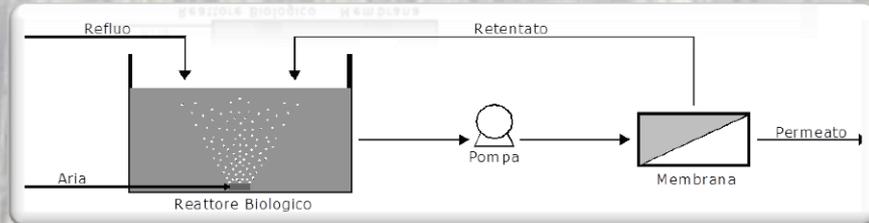
Anisotrope

SCHEMI TIPICI MBR

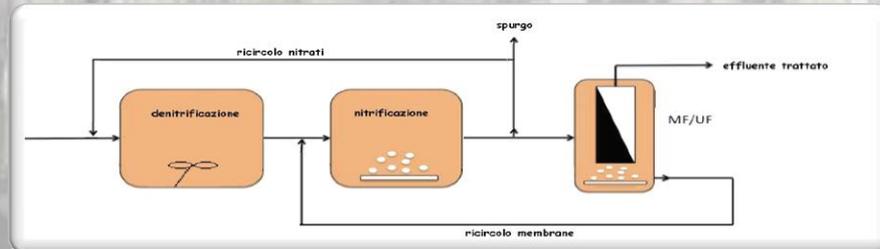
● Membrane sommerse (iMBR)



● Membrane esterne (side stream)



● Sistema misto



Vantaggi e svantaggi MBR

VANTAGGI

Efficienza di trattamento ed alta qualità dell'effluente con possibilità di riuso diretto

Riduzione degli ingombri necessari a parità di portata trattata

Qualità effluente non legata a caratteristiche di sedimentabilità del fango

Minori costi realizzazione vasche biologiche

SVANTAGGI

Consumi elevati per aerazione e ricircolo

Alti costi di investimento (costo membrane)

Alti costi di manutenzione (costo del personale e sostituzione membrane dopo 10 anni)

Problemi nella gestione delle acque di pioggia in fogne miste

Necessità di pretrattamenti specifici
Necessità di controlli avanzati per il processo

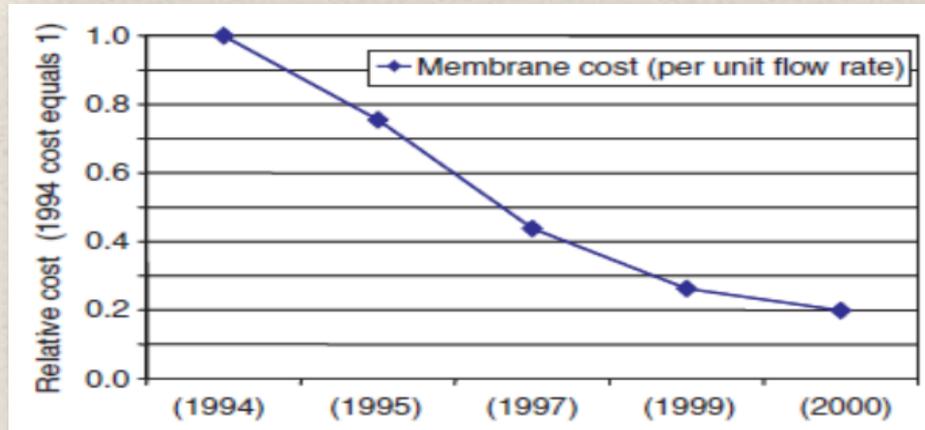
Strategie di gestione delle portate



- Superficie membrana adeguata alle portate di picco
- Realizzazione di una vasca di accumulo
- Sistema ibrido

Membrane: costo investimento e vita media moduli

Investimento iniziale abbastanza elevato



Vita media delle membrana

- Fouling irrecuperabile
- Dai 5 ai 10 anni

PROBLEMATICHE GESTIONALI

- ◎ **Clogging e pre-trattamenti**
- ◎ **Fouling**
- ◎ **Pulizia fisica e chimica membrane**
 - Gestione pulizia membrane in impianti reali

Clogging e pre-trattamenti

Clogging : accumulo di solidi sulle membrane e tra le fibre/pannelli. Differisce dal fouling perché i depositi di materiale avvengono tra fibre e si formano agglomerati ben visibili.

 intervento manuale

 aerazione a bolle grosse

- Criteri per evitarlo



Pre-trattamenti più spinti



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

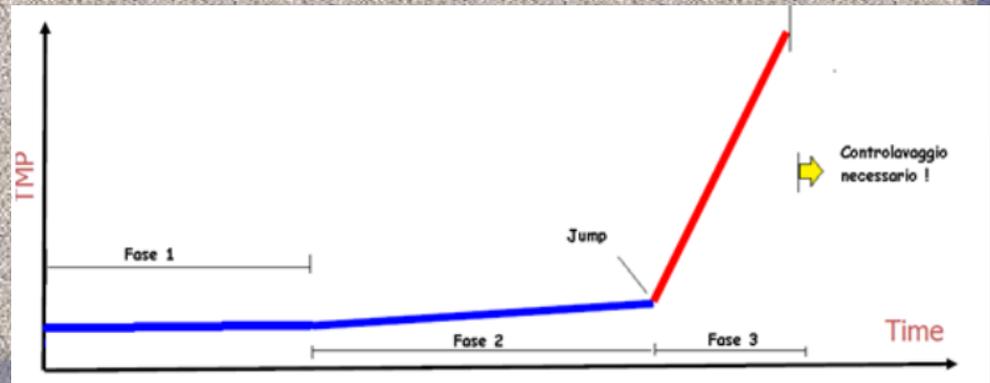


Reversibile chimicamente/fisicamente, irreversibile o irrecuperabile

Meccanismi del fouling



- fouling di condizionamento
- fouling stazionario
- "TMP jump"



CONFRONTO COSTI MBR-CAS

- **Consumi energetici** (circa 40 % sul totale)
 - CAS (senza filtrazione) 0,15 kWh/m³, mentre i CAS (con filtrazione a valle) consumi tra gli 0,25 e i 0,35 kWh/m³
 - MBR 0,75-1,5 kWh/m³
 - **Areazione e ricircoli**
 - Costo dell'MBR nettamente più elevato a causa dell'aerazione membrane, quasi il doppio dei CAS
 - **Produzione fanghi di supero**
 - Quantità e concentrazioni simili
 - Differiscono per caratteristiche del fango estratto
- ➡ **Condizionamento del fango per gli MBR**

CONFRONTO EFFLUENTI MBR-CAS

◎ Qualità effluenti

<i>Parametri</i>	<i>Unità</i>	<i>MBR</i>	<i>CAS</i>	<i>% RISPETTO AL CAS</i>
BOD	mg/l	2,3	17,3	-87%
COD	mg/l	26,3	61,9	-58%
NH4-N	mg/l	0,1	0,01	0%
NO3-N	mg/l	7,7	7,2	-7%
TKN	mg/l	0,4	2,9	-86%
TN	mg/l	8,1	10,2	-21%
TSS	mg/l	0,001	21,5	-99%

◎ Limiti di legge e EQI (effluent quality index)

- Valore di EQI dell'MBR è il 53% minore di quello del CAS

CASO PRATICO DI UPGRADING CON MBR: Impianto di Occhio Marino a Capri (NA)



Informazioni generali

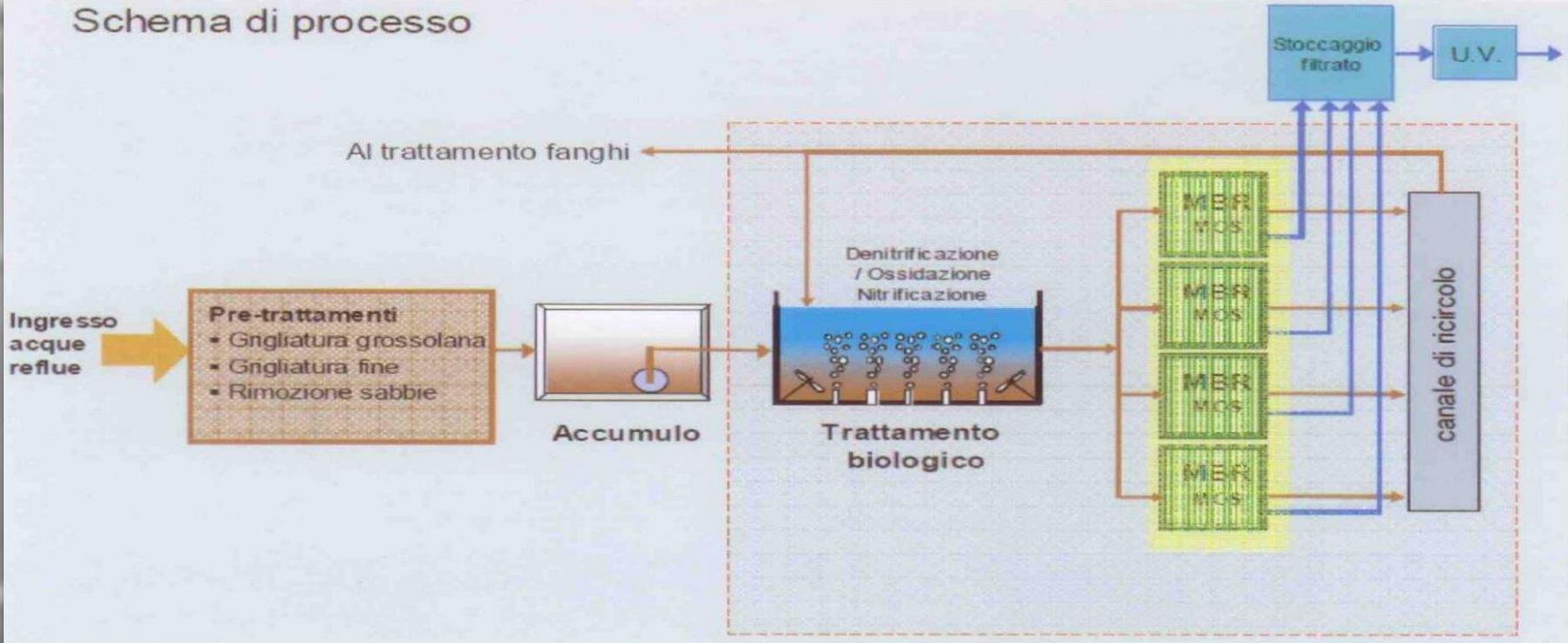
Impianto di depurazione di Occhio - Marino

Luogo	Isola di Capri
Capacità	7.500 ab.eq.



Principali interventi

Schema di processo

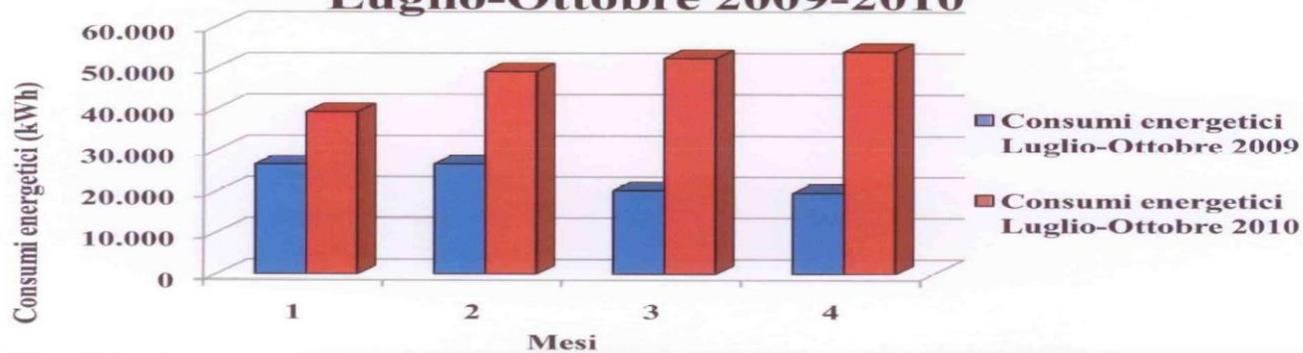


Dati rilevati dallo studio

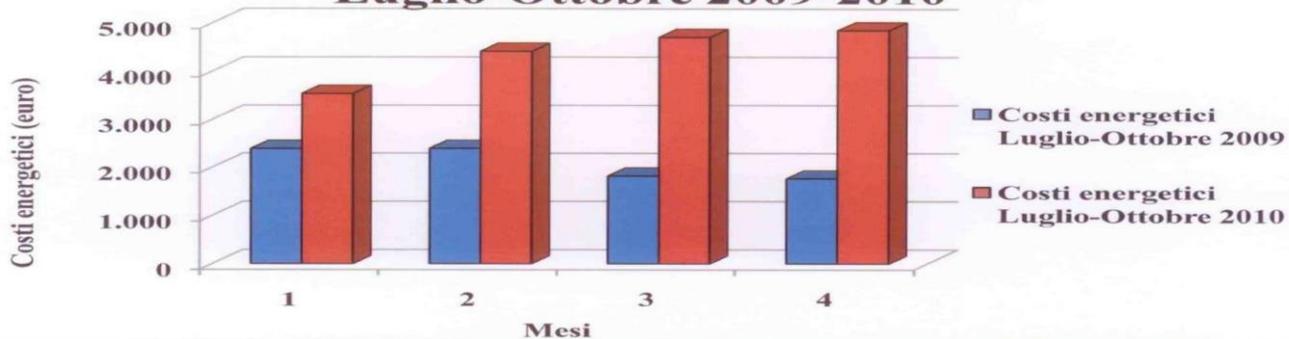
	Luglio-Ottobre 2009 Media delle uscite (mg/l)	Luglio-Ottobre 2010 Media delle uscite (mg/l)	Incremento di performance
BOD₅	37,8	3,45	91,0%
	Luglio-Ottobre 2009 Media delle uscite (mg/l)	Luglio-Ottobre 2010 Media delle uscite (mg/l)	Incremento di performance
SST	31,0	0,0	100,0%
	Luglio-Ottobre 2009 Media delle uscite (mg/l)	Luglio-Ottobre 2010 Media delle uscite (mg/l)	Incremento di performance
N-NH₄	13,0	0,0	100,0%

Consumi e costi energetici

Consumi energetici Luglio-Ottobre 2009-2010



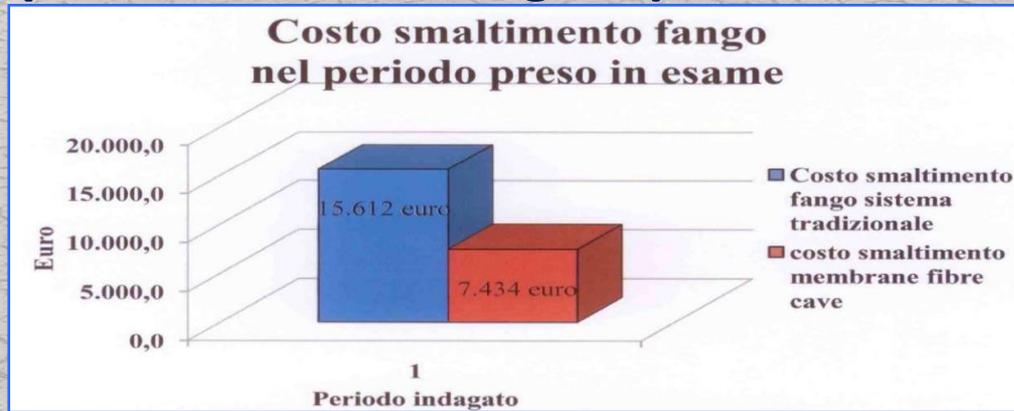
Costi energetici Luglio-Ottobre 2009-2010



Produzione fango e costo smaltimento

	Fango prodotto	Fango prodotto per m ³ di liquame trattato
	Kg	Kg SST / m ³
Impianto a biorulli	55.758	0,31
Membrane a fibre cave	26.551	0,15

La produzione del fango è più che dimezzata.



Il risparmio complessivo per lo smaltimento fanghi è di 8177€.

CONCLUSIONI

- Effluente migliore (anche per riuso)
- Bassi ingombri spaziali
- Schema d'impianto più semplice
- Riduzione produzione di fango
- Costi più elevati
- Fouling
- Pre-trattamenti più spinti

Punti di forza

Criticità

An aerial photograph of a wastewater treatment plant. The facility features several large circular clarifiers and rectangular aeration tanks. A multi-lane highway runs parallel to the plant on the right side. A large river flows along the top and right edges of the image. The text "GRAZIE PER L'ATTENZIONE!!" is overlaid in the center in a bold, red, 3D-style font.

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!!**