



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



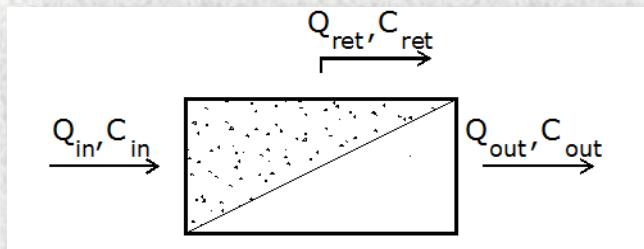
Effluente di qualità



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.

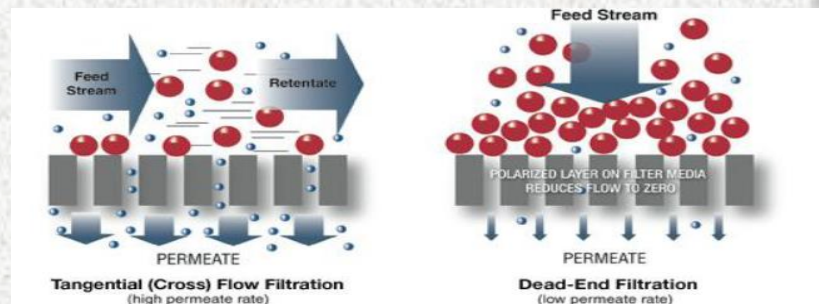


TMP- Trans membrane pressure: forza motrice, costituita dalla differenza di pressione generata tra le due superfici della membrana

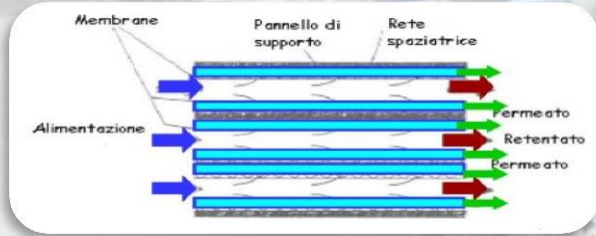
Tipologie di filtrazione

Ortogonale

Tangenziale



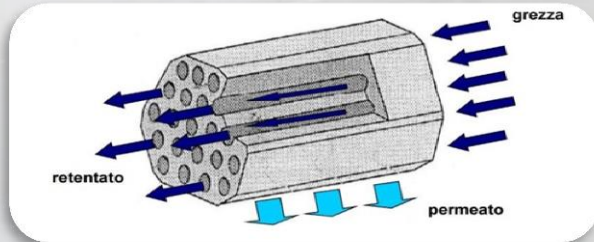
Classificazione membrane



⊙ Le membrane piane (FS)



⊙ Le fibre cave (HF)



⊙ Le membrane tubolari (MT)

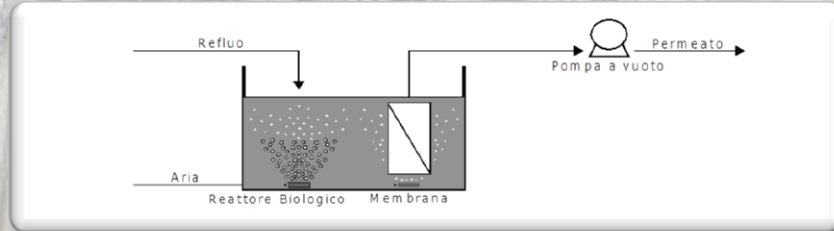
Struttura membrane

Isotrope

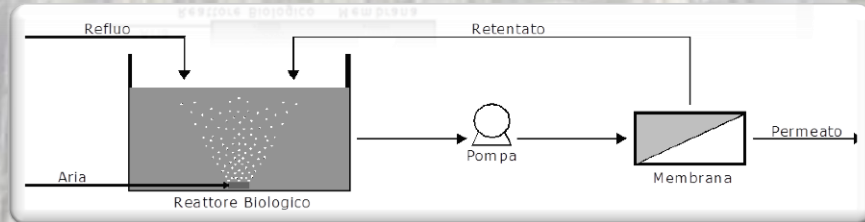
Anisotrope

SCHEMI TIPICI MBR

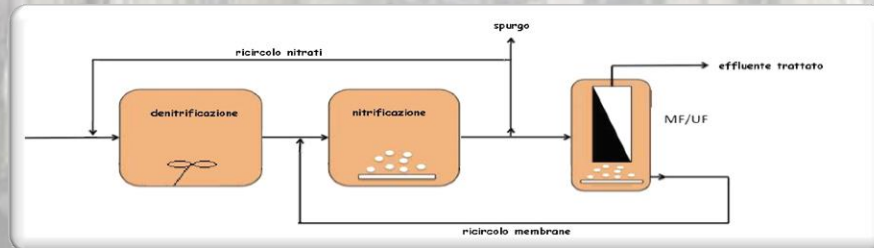
- **Membrane sommerse (iMBR)**



- **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

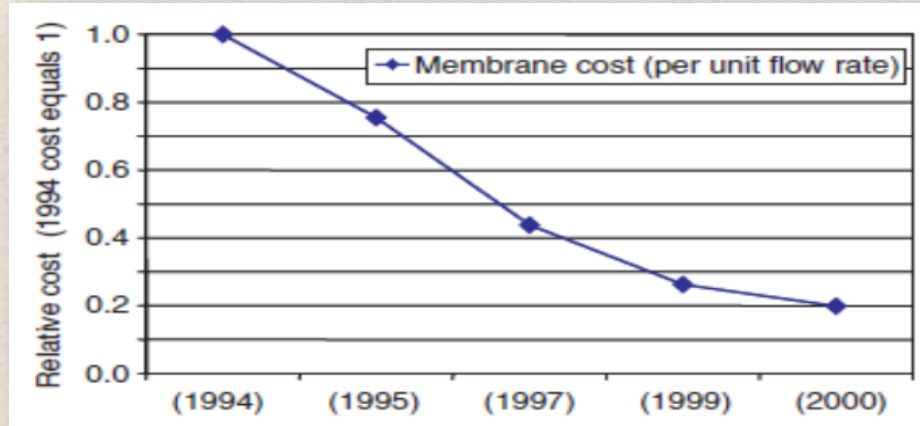
Strategie di gestione delle portate



- 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

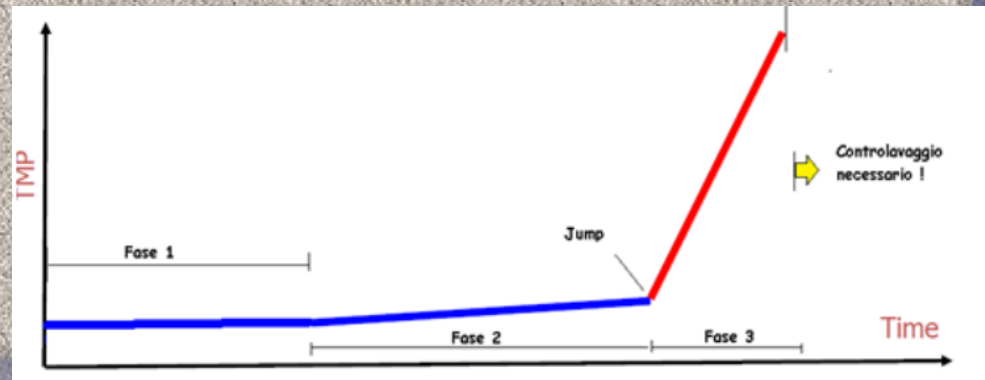


Reversibile chimicamente/fisicamente, irreversibile o irrecuperabile

● Meccanismi del fouling

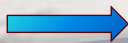


- fouling di condizionamento
- fouling stazionario
- "TMP jump"



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

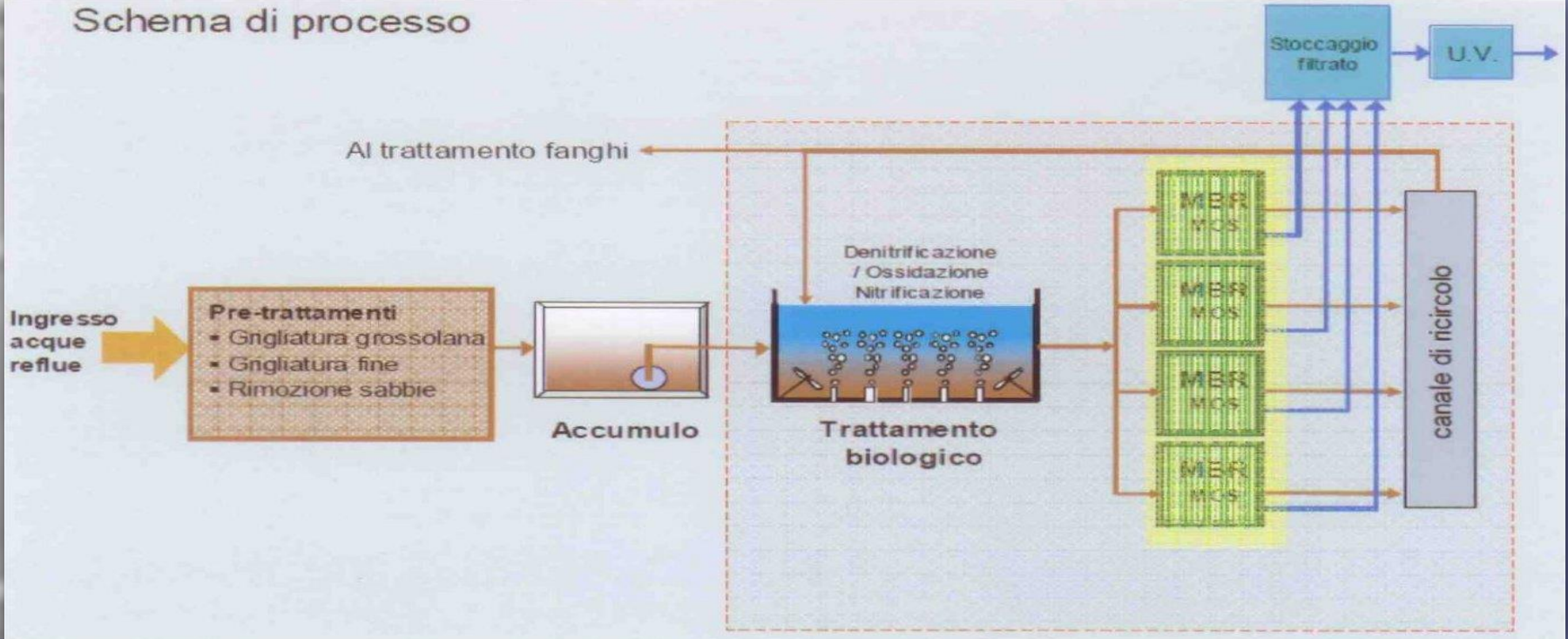
Impianto di depurazione di Occhio - Marino

Luogo	Isola di Capri
Capacità	7.500 ab.eq.



Principali interventi

Schema di processo

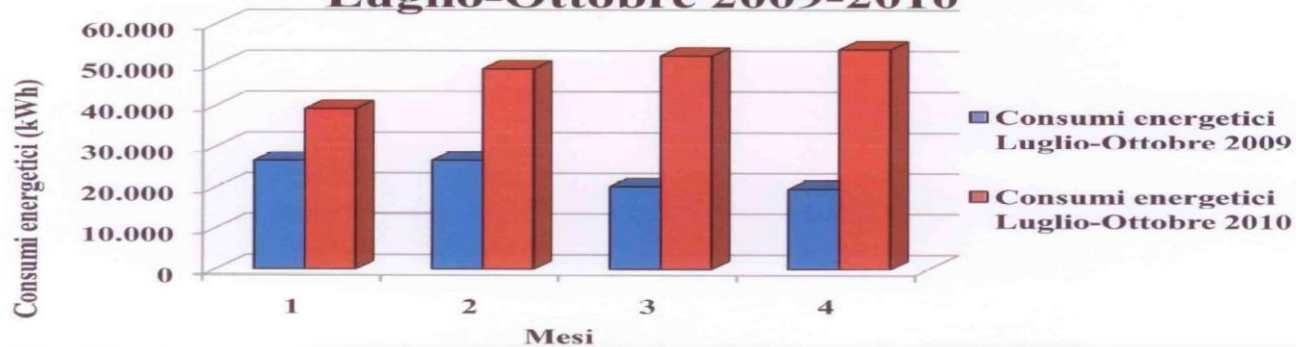


Dati rilevati dallo studio

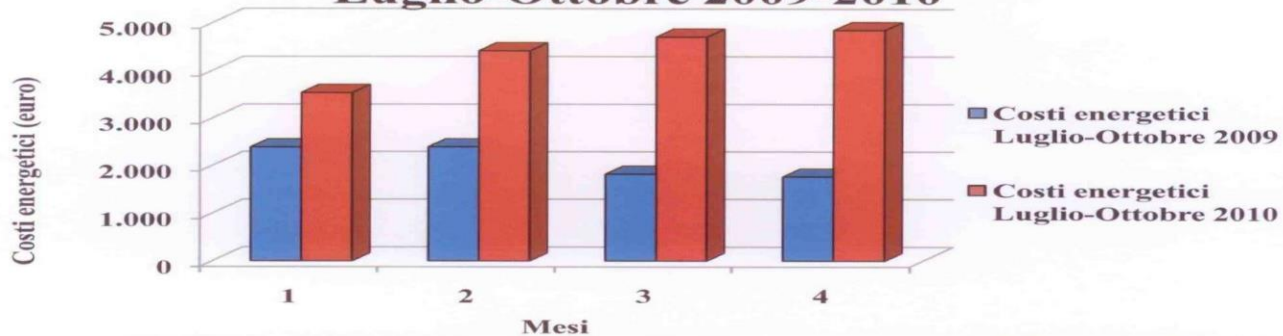
	Luglio-Ottobre 2009 Media delle uscite (mg/l)	Luglio-Ottobre 2010 Media delle uscite (mg/l)	Incremento di performance
BOD₅	37,8	3,45	91,0%
	Luglio-Ottobre 2009 Media delle uscite (mg/l)	Luglio-Ottobre 2010 Media delle uscite (mg/l)	Incremento di performance
SST	31,0	0,0	100,0%
	Luglio-Ottobre 2009 Media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



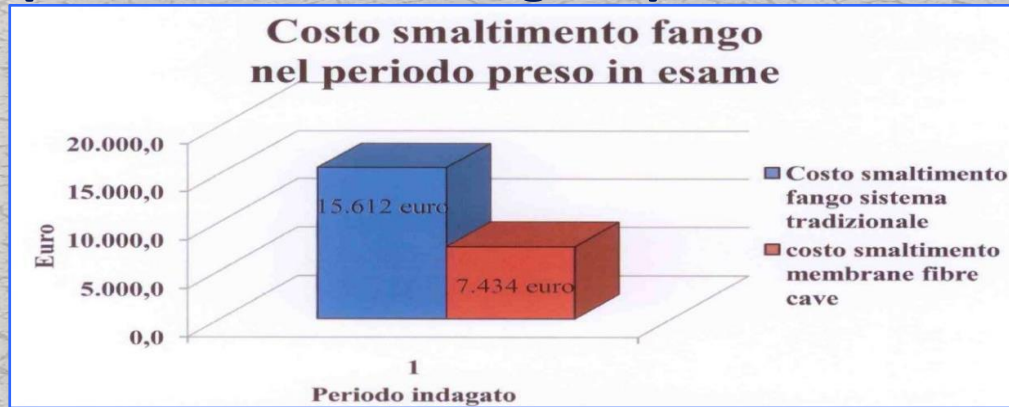
**Costi energetici
Luglio-Ottobre 2009-2010**



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



**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!!**