



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



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

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

Applicazione della tecnologia MBR ai sistemi anaerobici. Stato dell'arte e prospettive future.

Relatore

Ch.mo Prof. Francesco Pirozzi

Candidato

Mariangela La Mura

Correlatore

Ing. Luigi Frunzo

Matricola

N49/312

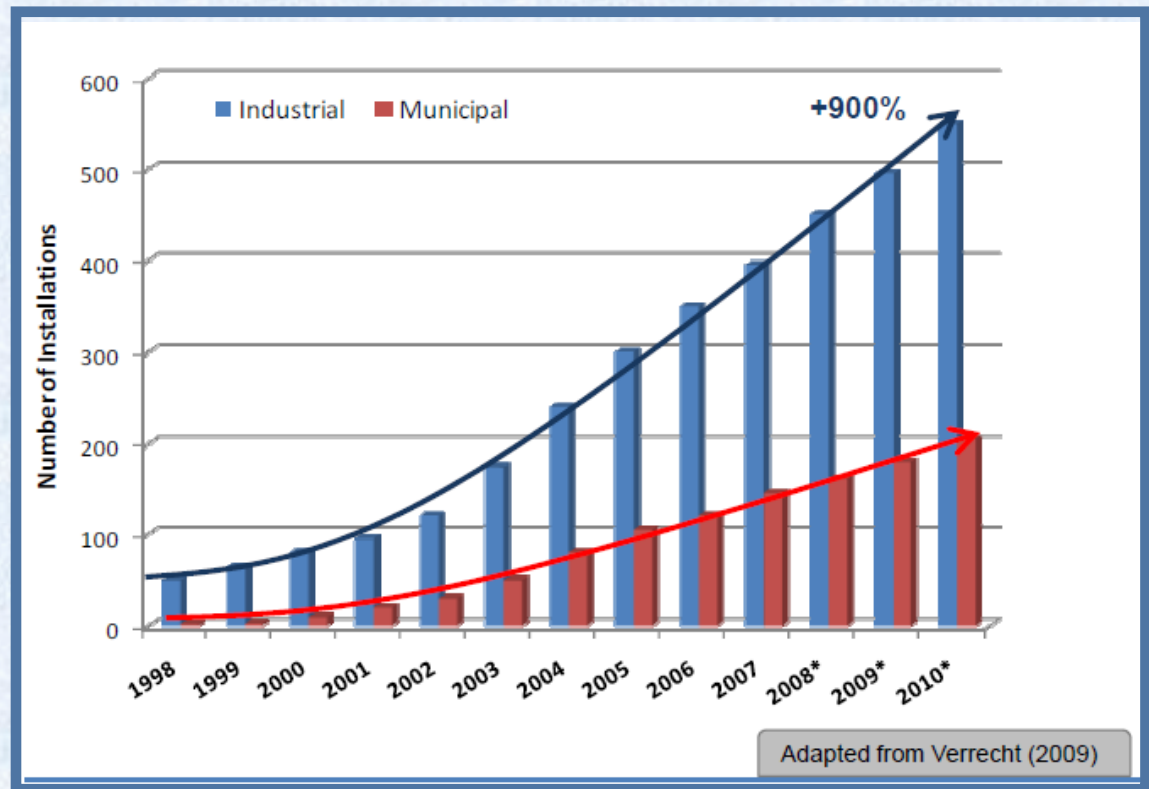
Diffusione degli MBR aerobici

❖ Negli ultimi anni c'è stata una grande diffusione dei sistemi MBR aerobici



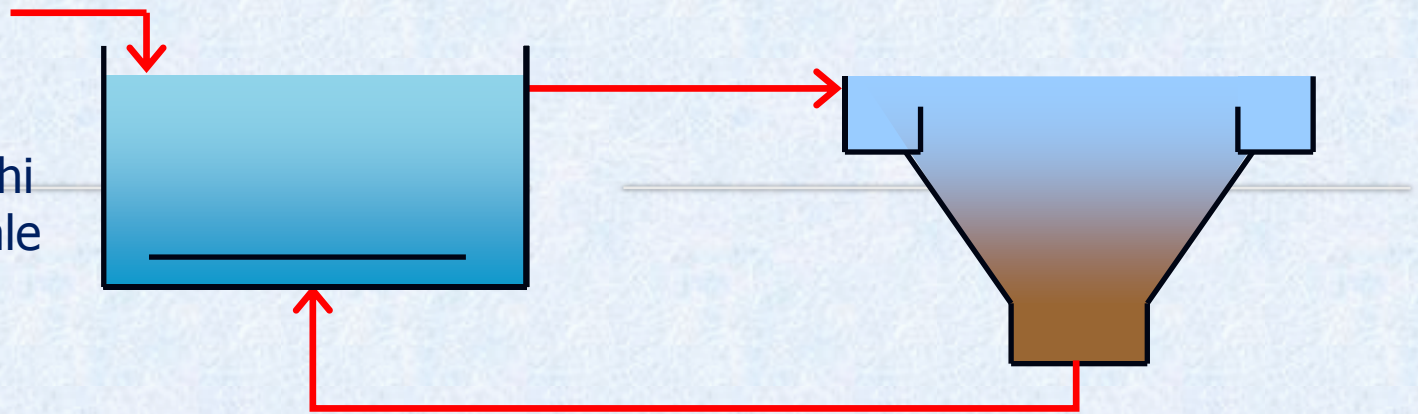
I motivi di tale diffusione sono da ricondurre:

1. minore ingombro;
2. migliori efficienze depurative.

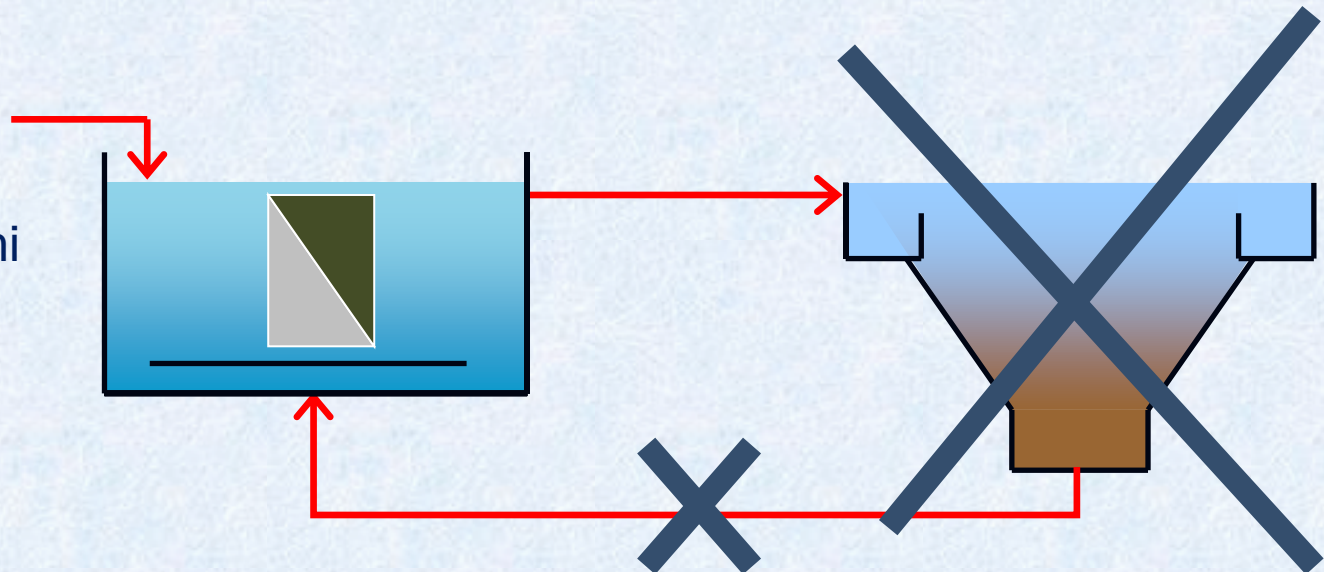


Vantaggi dei sistemi MBR

Sistema a fanghi attivi tradizionale



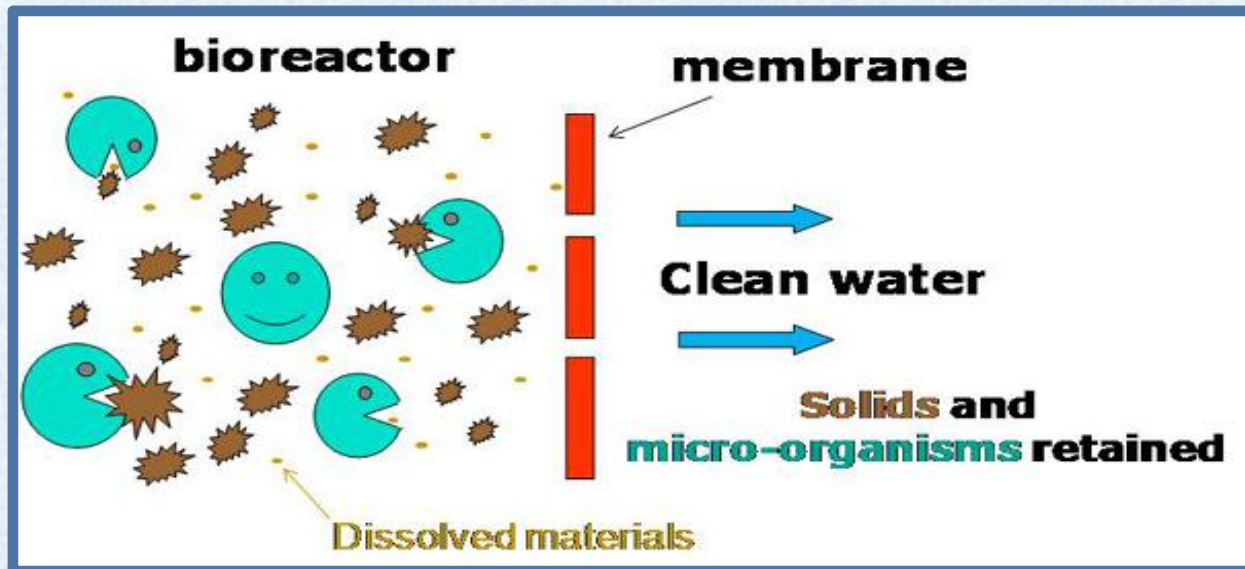
Sistema a fanghi attivi con MBR



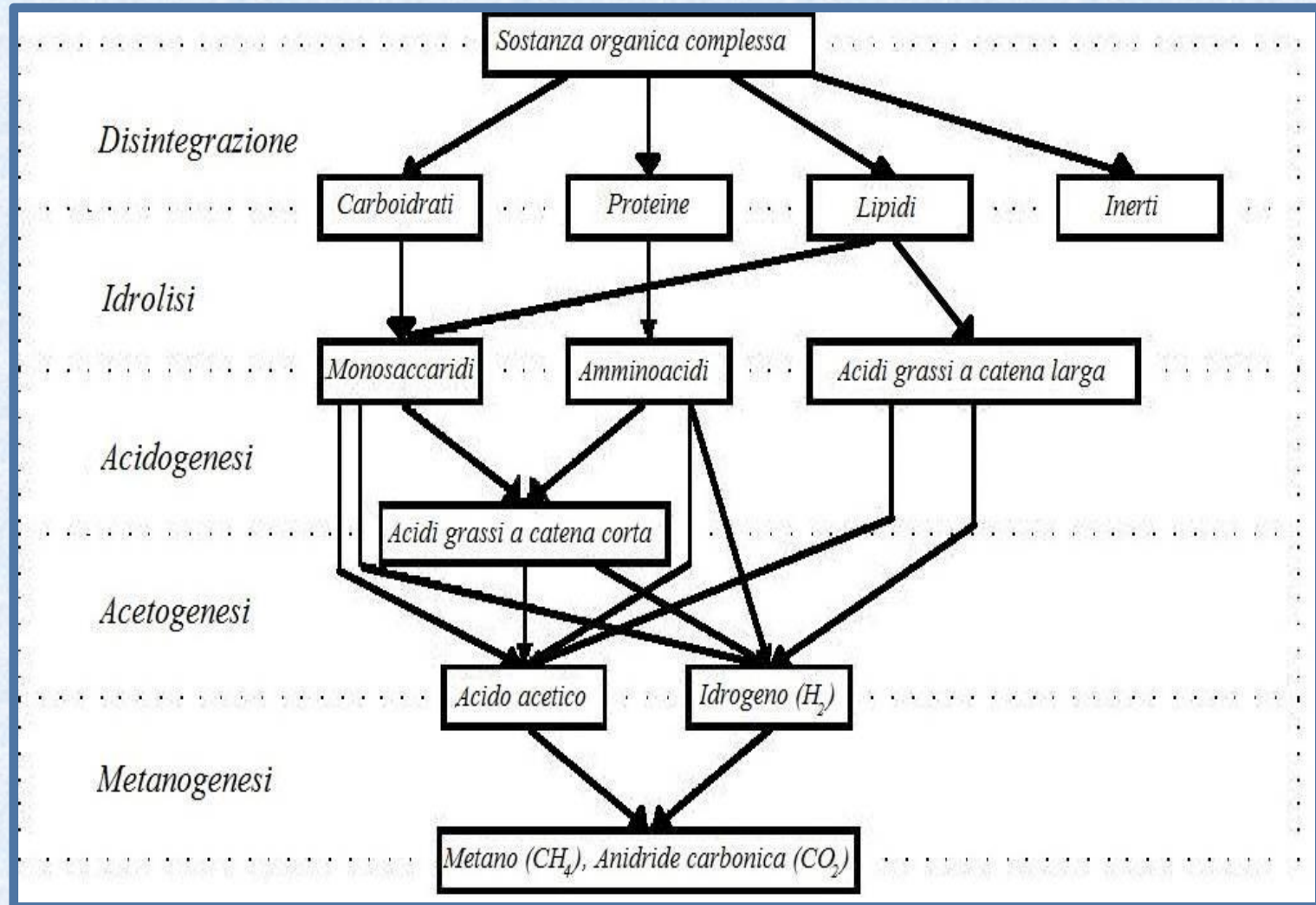
Anaerobic Membrane Bioreactors (AnMBRs)



Derivano dall'accoppiamento della tecnologia MBR con i reattori anaerobici.



Descrizione del processo di digestione anaerobica



Vantaggi derivanti dall'applicazione degli AnMBR

Processo anaerobico



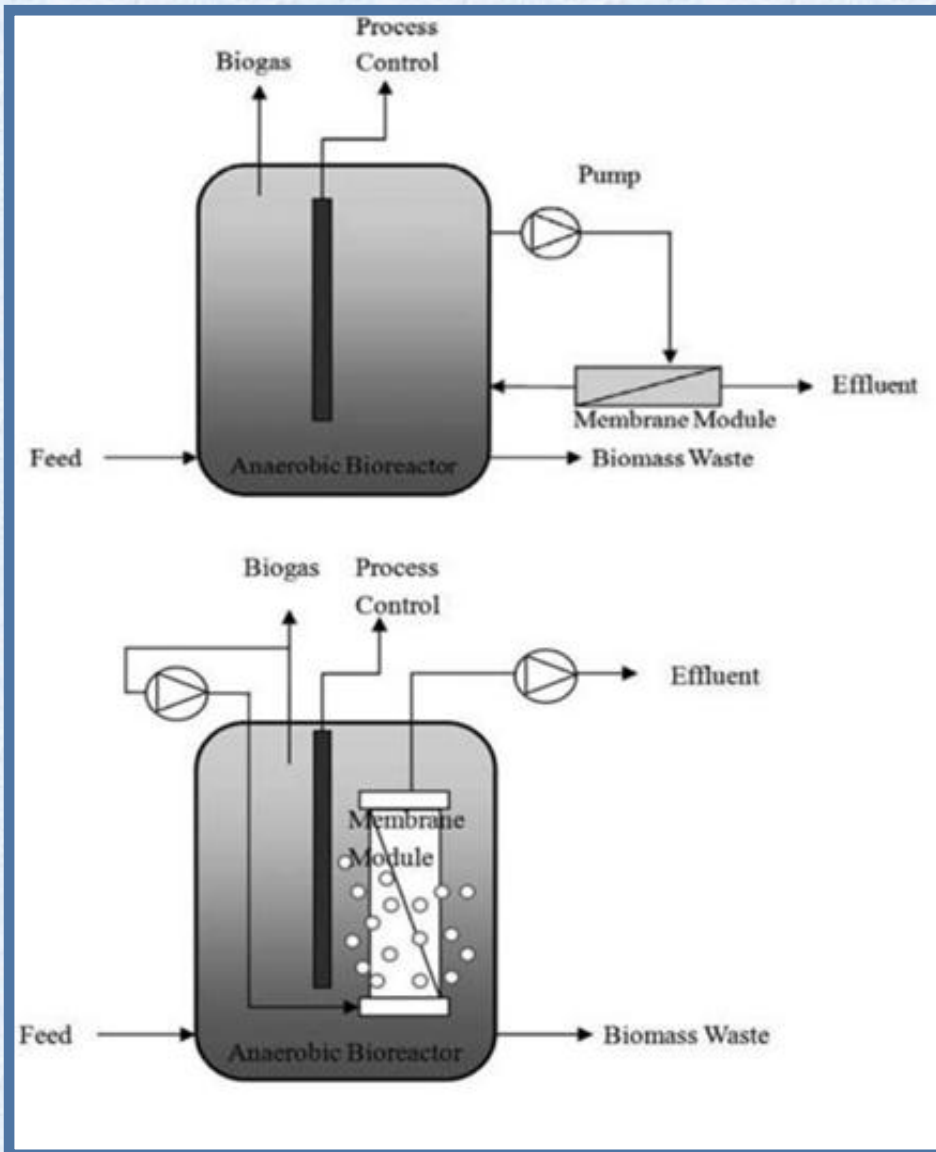
Impianti di depurazione energeticamente più sostenibili

Utilizzo delle membrane



Impianti di depurazione più performanti.

Configurazioni Impiantistiche



Ciclo di trattamento con configurazione esterna (*side stream*)

Vantaggi:

- buona elasticità;
- operazioni di pulizia più semplici-

Svantaggi:

- necessità di ricircolo-

Ciclo di trattamento con configurazione sommersa

Vantaggi:

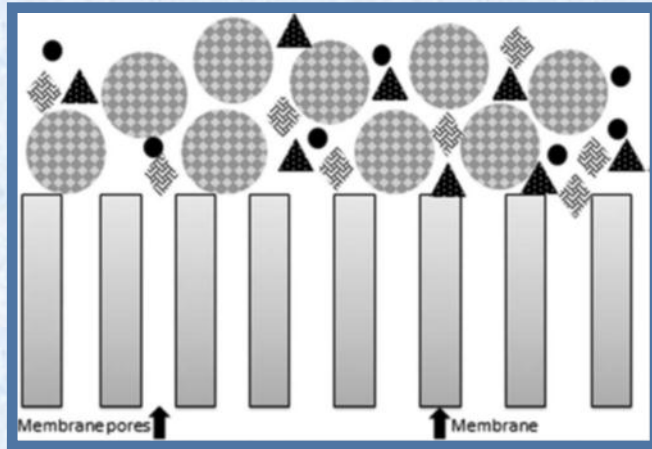
- minore ingombro planimetrico;
- riduzione dell'energia richiesta dal sistema.

Svantaggi:

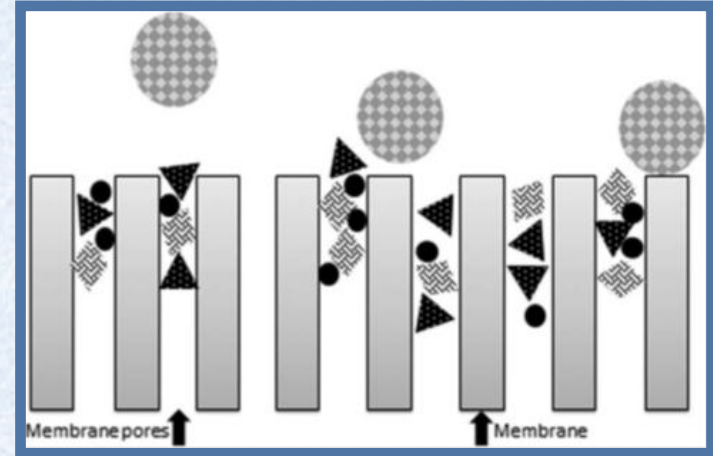
- complessità delle operazioni di gestione.

Problematiche impiantistiche

Fouling



Formazione del cake layer



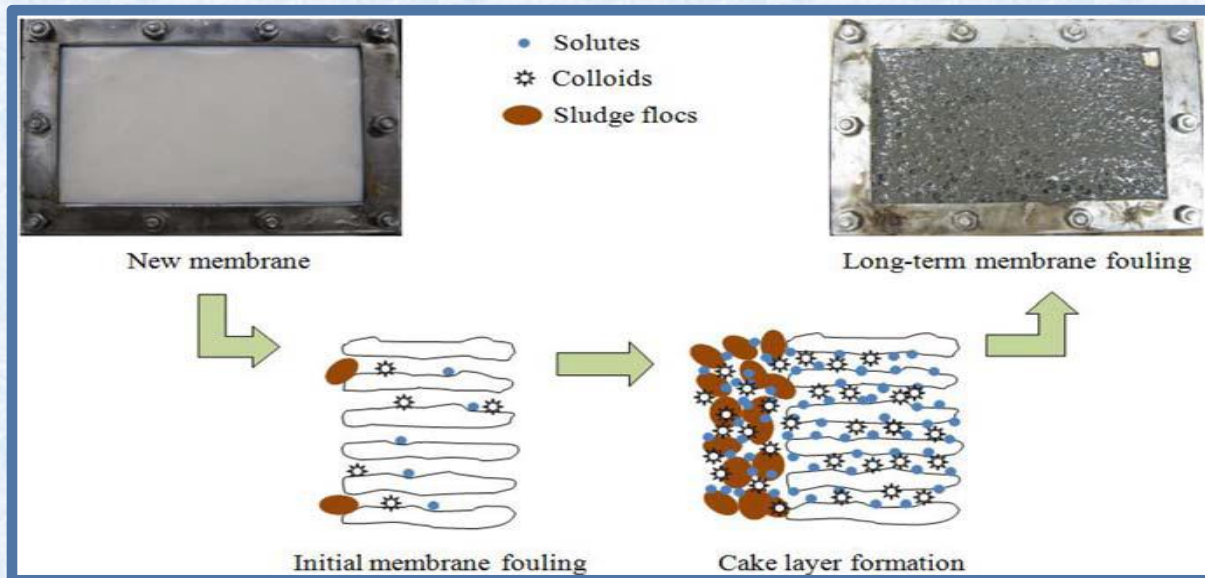
Pore blocking

La formazione del fouling comporta un aumento della resistenza complessiva alla filtrazione (R_t), con conseguente diminuzione del flusso di permeato J .

$$J = \frac{TMP}{\mu t * R_t}$$

Perché il fouling negli AnMBR risulta più problematico?

- ❖ conduzione del processo;
- ❖ caratteristiche peculiari del processo anaerobico (idrolisi più marcata);
- ❖ ambito di applicazione (reflui a maggiore concentrazione in termini di COD);
- ❖ condizioni operative più estreme in termini di pH e temperatura.



Caratterizzazione del fouling anaerobico

Fouling organico

- ❖ maggiori età del fango;
- ❖ carenza di nutrienti;
- ❖ presenza di inibenti;
- ❖ shock di carico organico.

Fouling inorganico

- ❖ maggiore concentrazione di azoto organico, fosforo e sali;
- ❖ maggiore tasso d'idrolisi;
- ❖ equilibri chimici carbonati.

Strategie di controllo:

- ❖ pretrattamento;
- ❖ ottimizzazione delle condizioni idrodinamiche;
- ❖ ottimizzazione delle condizioni operative;
- ❖ modifica del mixed liquor.

Applicazioni a differenti tipi di refluo

Tipo di refluo	Configurazione	Caratteristiche della membrana	Tipologia di reattore	Condizioni operative	Temperatura di esercizio	Efficienza
Municipale COD=540 mg/L	esterna	fibre cave, MF	CSTR	HRT=6h ORL*= 2.16	25°C	88%
Municipale COD=425 mg/L	sommersa	lastre piane, MF	CSTR	HRT=10h ORL= 1.0	30°C	88%
Condensato dell'evaporatore COD=10000 mg/L	sommersa	lastre piane , PVDF	UASB + M	HRT= 1.93 d	37°C	97-99%
Condensato dell'evaporatore COD=10000 mg/L	sommersa	lastre piane , PVDF	UASB + M	HRT=5.8 d	55°C	97-99%
Percolato di discarica COD=5000 mg/L	sommersa	lastre piane, PE,UF	CSTR	HRT=2 d ORL= 2.5	35°C	90%

* ORL=kg COD/m³d

Problemi riscontrati durante le sperimentazioni

Reflui municipali

- ❖ dissoluzione del metano nella fase liquida;
- ❖ necessità di condurre il processo in psicrofilia;
- ❖ scarsa rimozione di azoto e fosforo.

Reflui industriali

- ❖ fouling;
- ❖ shock tossici;
- ❖ brusche variazioni di pH;
- ❖ shock di temperatura;
- ❖ resistenze alla filtrazione più elevate in condizioni termofile.

Conclusioni

Fouling

- ❖ modifica della miscela;
- ❖ studio dell'evoluzione della pressione di transmembrana.

Costi impiantistici

- ❖ nuovi materiali per le membrane;
- ❖ ottimizzazione del ciclo di trattamento.

Sviluppi Futuri:

- ❖ valutazione della sostenibilità economica.
- ❖ incremento della durabilità delle membrane.
- ❖ estensione delle applicazioni.