

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI

“FEDERICO II”



FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Specialistica in

Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale

ABSTRACT

STUDIO SU UN IMPIANTO CON TRATTAMENTO MBR (MFM)

RELATORE:

Prof. Ing. ROTONDO GIANPAOLO

CANDIDATO:

FERSULA VINCENZO 324/205

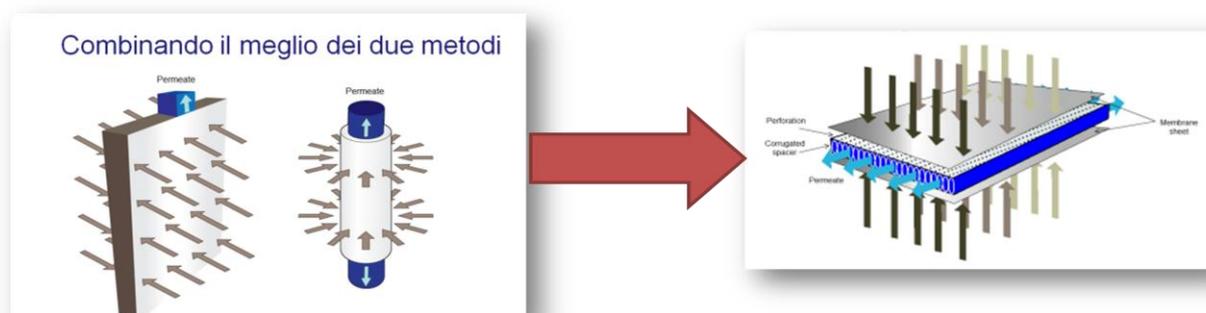
CORRELATORE:

ING. D'ASCENZO MARCO

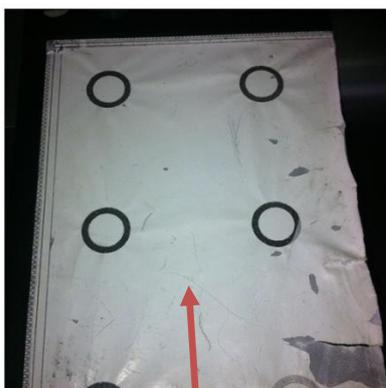
Anno accademico 2010/2011

L'argomento della tesi tratta di un sistema biologico innovativo nel campo del trattamento delle acque reflue, che ho avuto modo di studiare presso l'azienda *Tecnoind srl a Rieti* con la quale ho svolto il tirocinio.

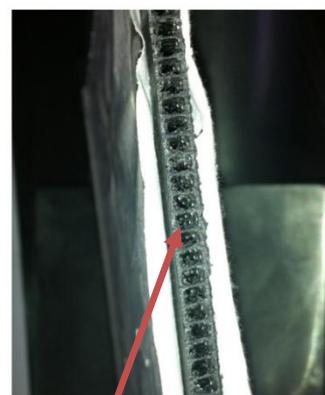
Il sistema innovativo da me studiato e monitorato durante la mia esperienza di tirocinio è un sistema di depurazione a membrane MBR; nello specifico caso il sistema viene usato come fase finale di un ciclo depurativo riguardante un percolato. L'azienda privata (Consuleco) ha la necessità di sversare secondo le norme il liquido trattato nella vicina fognatura comunale. Questo impianto si trova in Calabria nel comune di Bisignano (CS) dove ho condotto le prove di collaudo dell'impianto, mentre tutta la parte teorica è stata da me svolta in azienda dove sono stati progettati e costruiti i macchinari necessari a svolgere il processo.



L'impianto si avvale del modulo MBR realizzato da ALFA LAVAL noto con il nome di MFM o anche membrana piana cava. Le particolari membrane uniscono i punti di forza delle tecnologie più utilizzate fino ad oggi ovvero i sistemi a fibre cave, da cui prendono il vantaggio di eseguire facilmente un contro lavaggio, e i sistemi a pannelli piani, da cui mutuano la minore predisposizione al fenomeno del *fouling*.



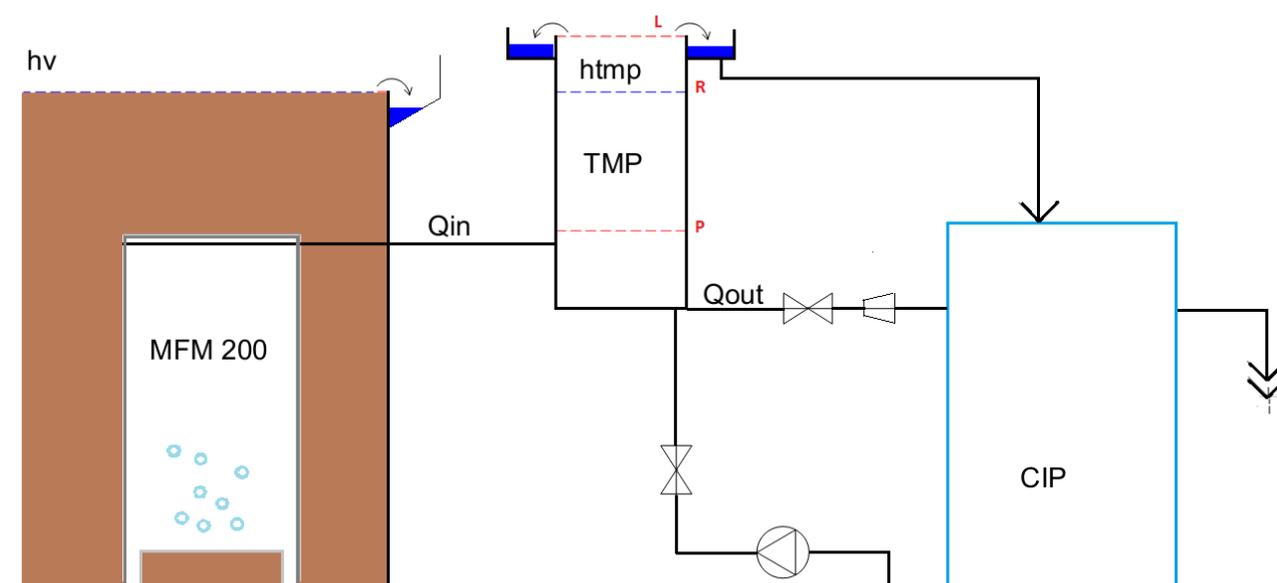
Foglio in pvdf che si comporta come un pannello piano



Distanziatore forato che fa le mansioni della fibra cava

Inoltre il sistema presenta ulteriori vantaggi tra cui i più rilevanti sono:

- il funzionamento per gravità invece che per suzione
- capacità di funzionare a pressione trans-membranica (TMP) molto basse.



Il sistema si articola in tre fasi chiamate Produzione, rilassamento e lavaggio. Ogni 10-12 minuti di produzione si attua un rilassamento e dopo 5 cicli di produzione/riassamento di attua un lavaggio.

Produzione P

Si impone il flusso di permeato che si vuole ottenere mediante la regolazione della valvola a valle del serbatoio TMP, così facendo il livello idrico nel serbatoio TMP tenderà ad abbassarsi nel tempo, il dislivello tra vasca MBR e serbatoio TMP permette al liquame di permeare, maggiore sarà la pressione trans-membranica e maggiore sarà lo sporcamiento del modulo.

Rilassamento R

Dopo circa 10-12 min di produzione viene avviata un nuova fase chiamata rilassamento dove si chiude la valvola di regolazione del permeato e si cerca di azzerare la TMP, il processo di solito dura qualche minuto e permette alle membrane una prima pulizia grazie al sistema di areazione posto sul fondo.

Lavaggio L

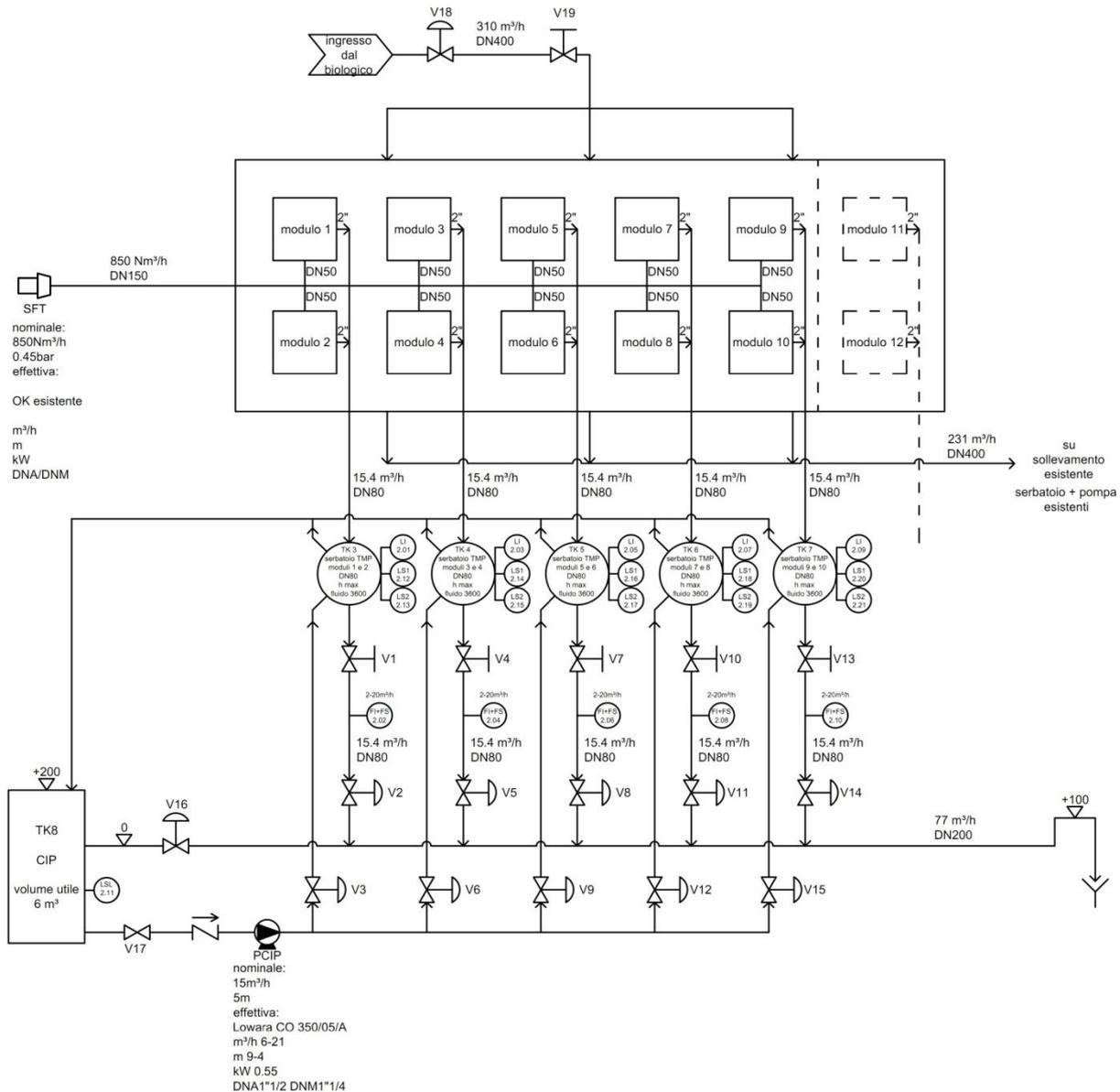
A discrezione di chi gestisce l'impianto si prevede ogni tot cicli di produzione/riassamento una fase di lavaggio fatta con il permeato accumulato nell'apposito serbatoio CIP, quest'ultima fase dura al massimo il tempo di rilassamento, così facendo non si va ad alterare il ciclo di funzionamento dell'impianto.

CIP cleaning in place

Se la TMP dovesse raggiungere la pressione critica di 50 cm, il sistema è provvisto di un sistema di controllo che ferma l'impianto, poiché si è raggiunti il valore critico si procederà ad un lavaggio CIP che consiste nel lavare i moduli fino a quando il CIP non si è completamente svuotato.

Il CIP può essere fatto con permeato o con agenti chimici. Di solito questa procedura può durare anche qualche ora .

L'impianto realizzato consta di 10 moduli (con la possibilità di essere portato a 12) inseriti in una vasca (10mx3mx3,5m), ogni modulo MFM200 ha circa 308m² di membrana permeabile. Per ogni coppia di moduli è stato associato un serbatoio TMP con diametro DN80 come possiamo vedere dal P&I di seguito riportato:



Dopo che il sistema è stato installato sono state condotte le prove di collaudo nelle quali si è monitorato l'andamento della TMP nel tempo; delle prove condotte durante 2 giorni è stato possibile riportare un estratto (poiché queste si mostravano pressappoco uniformi ad ogni ciclo di produzione/riassamento) che dà una prima impressione sul buon funzionamento dell'impianto:

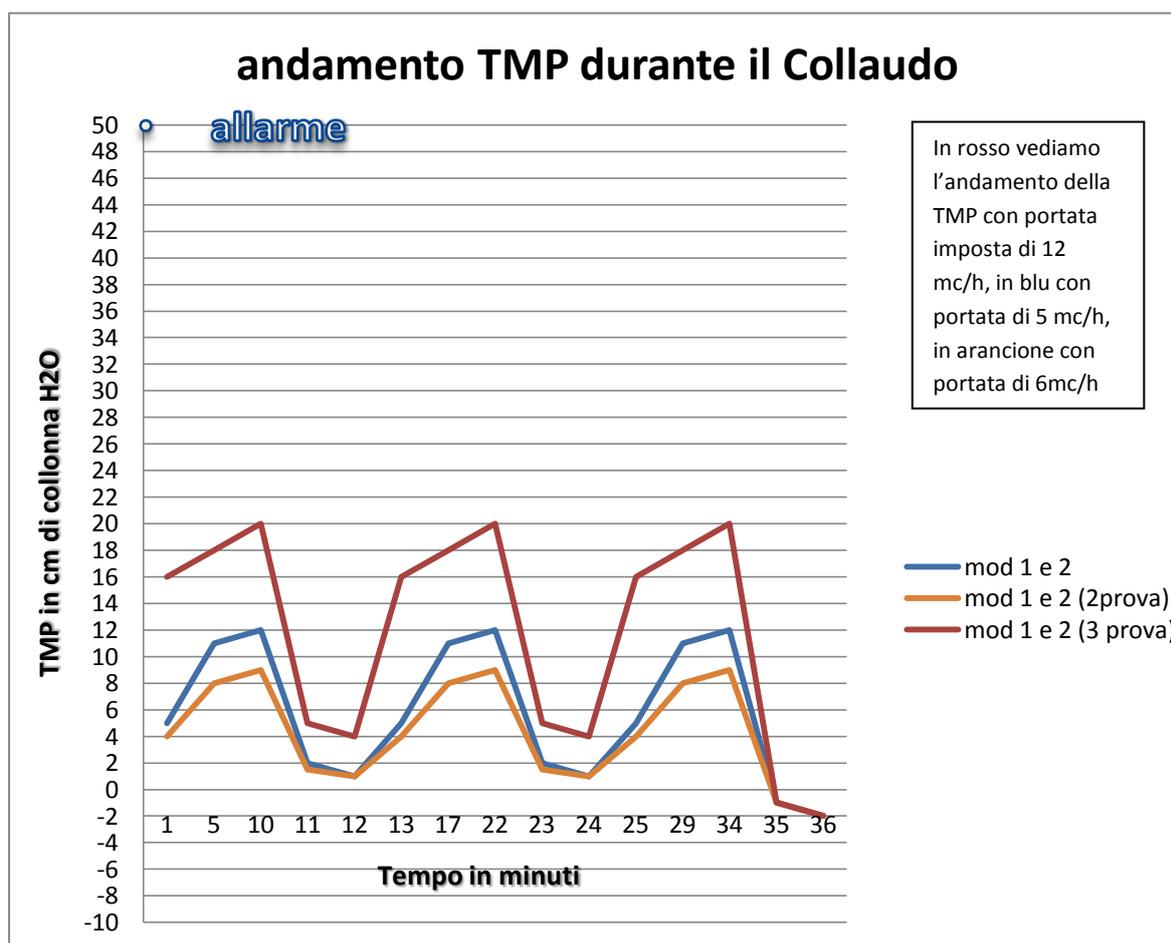


Grafico 4.3.1: Andamento della TMP durante le prove di collaudo relativamente alla coppia di moduli 1 e 2, poiché gli andamenti ad ogni ciclo si sono mostrati quasi uguali durante le prove condotte si è potuto sintetizzare l'andamento per un piccolo lasso di tempo di 36 minuti dove abbiamo 10 minuti di produzione e 2 minuti di rilassamento che si ripetono per due cicli dopo i quali viene attuato un lavaggio con permeato della durata di 2 minuti.

COLLAUDO DELL'IMPIANTO (MONITORAGGIO TMP E FLUSSO PER VERIFICARE L'EFFICIENZA).

Prima ancora che l'impianto venga messo in funzione è necessario alimentare la vasca MBR con una soluzione di alcol etilico al fine di rimuovere lo strato di glicerina posto sulle membrane. Quest'ultimo viene applicato al fine di preservare le membrane evitando che si secchino; se dovesse verificarsi infatti si romperebbe la membrana non garantendo più la sua originaria capacità filtrante. Questa procedura è durata un giorno intero, si è dapprima riempito il CIP con alcol etilico diluito con acqua pulita e si è proceduto al lavaggio dei moduli con questa soluzione.

Le prove condotte a Bisignano presso lo stabilimento dove è stato possibile monitorare la variazione del TMP nel tempo sono state sintetizzate nel grafico. Conoscere come varia il TMP, ci dà una indicazione di come funziona l'impianto e se questo è sottoposto ad eccessivo sporcamento. L'analisi del *fouling* può essere importante per fare una prima stima, anche se approssimativa in quanto basata su poche ore di verifica, sulla vita utile che avrà questo sistema; anche se L'Alfa

Laval indica una vita di 10 anni in realtà questa non è stata ancora testata poiché questi sistemi esistono solo dal 2006.

Come si evince dai dati riportati, il valore del TMP in fase di relax, non è pari a 0 ma è di circa 2cm; prolungando il periodo di attesa, esso si riporterebbe a 0. Questa pressione è da attribuirsi alla resistenza intrinseca della membrana ovvero alle sue perdite di carico.

Lo stesso comportamento vedremo che si verifica anche nelle prove successive e lo si può notare meglio dal grafico 4.3.1.

Durante tutto l'arco della prima prova non si sono notati peggioramenti nel funzionamento, ovvero l'andamento della TMP nel tempo si è ripetuto; ad ogni ciclo produzione /rilassamento; quasi ugualmente; dunque la fase di rilassamento e di lavaggio, quest'ultima attuata dopo due cicli, ha evitato che le membrane si sporcassero.

In questa seconda prova si registrano netti miglioramenti, poiché il TMP è più basso rispetto la prova precedente ed il flusso più alto; infatti si è notato un innalzamento spontaneo del flusso di permeato da 5 a 6 mc/h e l'andamento della TMP, che vediamo dal grafico 4.3.1, di colore arancione si è abbassato di qualche centimetro rispetto all'andamento della TMP della prima prova colorata di blu; questo è imputabile al fatto che si è effettuato un lavaggio precedentemente, il quale ha migliorato le prestazioni della membrana; è anche possibile che ci sia un residuo di glicerina sulle membrane che con il primo lavaggio è stata completamente rimossa.

Anche in questo caso l'andamento della TMP ad ogni ciclo si è ripetuta quasi identicamente nel tempo senza presentare particolari peggioramenti, dunque anche in questo caso la fase di rilassamento e di lavaggio quest'ultima attuata dopo 5 cicli ha evitato che le membrane si sporcassero.

Nell'ultima prova si nota la correlazione tra il flusso di permeato imposto e il valore iniziale e finale del TMP durante la produzione; quando si aumenta infatti il flusso da 6mc/h a 12mc/h, il TMP passa da un picco di 9 cm a uno di 20 cm. Il distacco tra picco di TMP e soglia di allarme(50cm) tuttavia rimane abbondante come si può vedere dal grafico 4.3.1(terza prova disegnata in rosso), evidenziando la buona resa delle membrane anche per produzioni di permeato più consistenti. Questo è un aspetto fondamentale per l'economicità dell'impianto, poiché garantisce un trattamento di 600mc al giorno di percolato, senza compromettere la durata delle membrane.

Altro aspetto importante è che durante il lavaggio non si è istaurata una pressione negativa elevata ma di pochi centimetri durante tutte le prove condotte nei due giorni di collaudo come possiamo notare dal tratto finale delle tre curve del grafico 4.3.1; tutto il flusso di permeato in controcorrente dunque, fuoriesce senza particolari resistenze dalla membrana stessa. Pur trattandosi di soli 2 giorni di prove, il risultato raggiunto è positivo, tanto da farci considerare questi sistemi idonei e qualificati.

Conclusioni

Il seguente lavoro svolto, mettendo in evidenza il reale funzionamento di un impianto MBR, mira a sottolineare l'efficacia contro il fenomeno del *fouling* di questo sistema. In breve tempo e con pochi dati a disposizione non è certo possibile prevedere esiti a lungo termine, tuttavia i significativi risultati ottenuti dall'analisi in loco nell'arco di 2 giorni, hanno dato indicazioni positive sulla buona riuscita e sulla resa delle membrane MFM dell'impianto di Bisignano.

Come più volte sottolineato infatti, i bassi costi, la semplicità d'uso e la resistenza delle membrane al logorio dei processi, rappresentano grandi passi avanti nello sviluppo di questi sistemi operativi che, soprattutto negli ultimi anni, stanno sempre più andando a sostituirsi a quelli tradizionali.

Se questi sistemi, dovessero presentare una riduzione dei rendimenti poco significativa e un'efficacia ancora soddisfacente anche dopo i 10 anni di vita utile stimati dall'Alfa Laval, essi rappresenterebbero la valida alternativa ai sistemi di vecchio tipo fin'ora utilizzati.

La ricerca e gli studi su questo campo sono ancora in atto e fanno ben sperare per il futuro, con una conoscenza più approfondita e dettagliata dell'argomento e nuovi impieghi futuri.

Foto impianto realizzato a Bisignano(CS)

