

XXI corso di Tecnologia per Tecnici Cartari  
edizione 2014/2015

# **La chiarificazione delle acque di processo della linea MP2 dello stabilimento Fedrigoni di Pioraco**

*di Ridolfi Samuele*



**Scuola Interregionale  
di tecnologia per tecnici Cartari**

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona  
[www.sanzeno.org](http://www.sanzeno.org) - [scuolacartaria@sanzeno.org](mailto:scuolacartaria@sanzeno.org)



# **INDICE**

## **1 - INTRODUZIONE**

## **2 - PERCHÉ INSTALLARE UN CHIARIFICATORE**

## **3 - L'IMPIANTO DI CHIARIFICAZIONE IDEALE**

- 3.1 – Inserimento nella linea produttiva
- 3.2 - Obiettivi e ritorni economici
- 3.3 - Individuazione dell'impianto/tecnologia adatta

## **4 IMPIANTO PILOTA VEOLIAACTIFLO**

- 4.1 – Descrizione dell'impianto
- 4.2 – Andamento della prova
- 4.3 – Risultati ottenuti

## **5 IMPIANTO PILOTA SALSNESS FILTER**

- 5.1 – Descrizione dell'impianto
- 5.2 – Andamento della prova
- 5.3 – Risultati ottenuti

## **6 CARATTERISTICHE RICHIESTE PER L'IMPIANTO DEFINITIVO**

## **7 IMPIANTO PILOTA NUOVE ENERGIE CONOSCREEN**

## **8 CONCLUSIONI E SCELTA DELL'IMPIANTO DA INSTALLARE**



# 01. INTRODUZIONE

Il presente lavoro descrive le esigenze e le esperienze fatte per la scelta di un nuovo impianto di chiarificazione delle acque seconde di processo, della linea di produzione MP2 dello stabilimento Fedrigoni di Pioraco.

La linea MP2, manca di un impianto di chiarificazione dal 2002, anno in cui venne smontato un vecchio impianto a flottazione Krofta, a seguito di una profonda ristrutturazione dei reparti pulper e preparazione impasti.

Negli anni successivi, l'idea di installare un nuovo impianto di chiarificazione delle acque di processo, è stata sempre presente, ma anno dopo anno, le priorità d'investimento hanno sempre riguardato altri obiettivi.

Nello stabilimento Fedrigoni di Pioraco, sono in funzione 2 linee produttive:

- **MP1** produce carte naturali bianche e colorate, con grammature da 80 a 400g/m<sup>2</sup> (carte da disegno, acquerello, offset, cartoncini Bristol colorati a tinte intense, lisce e marcate), produttività 1.5÷2.5 t/h, formato di macchina fino a 156 cm.
- **MP2** produce carte naturali da scrivere, da stampa, filigranate e di sicurezza, con grammature da 40 a 240g/m<sup>2</sup>, produttività 3÷6 t/h, formato di macchina fino a 224 cm.

Entrambe le linee sono caratterizzate da un'elevata flessibilità di produzione, con lotti minimi di circa 3 ton, che comporta un elevato numero di cambi di tipologia produttiva nel corso dell'anno.

## 02. PERCHÉ INSTALLARE UN CHIARIFICATORE

L'esigenza di installare l'impianto di chiarificazione delle acque di processo, si è sentita in particolare in questi ultimissimi anni; in passato, si è riusciti a tenere sotto controllo il contenuto in solidi delle acque di processo attraverso il controllo stretto della ritenzione in tavola piana e l'ottimizzazione conseguente dell'uso dei vari prodotti chimici che realizzano la ritenzione, specialmente, delle cariche minerali.

Qui di seguito sono riportati i dati medi del valore di ritenzione riferiti alla carta Copy 1, la quale rappresenta la condizione limite perché prodotta alla maggiore velocità possibile con un contenuto di cariche minerali su carta del 22÷24%.

<b>Anno</b>	<b>Velocità di produzione m/min</b>	<b>Ritenzione totale %</b>	<b>Ritenzione Ceneri %</b>	<b>Solidi nelle Acque seconde g/l</b>
2007	378	93.7	82.2	0.502
2008	432	86.2	63.7	1.145
2009	452	87.9	68.7	0.953
2010	466	88.3	70.8	0.844
2011	478	91.0	75.2	0.786
2012	471	89.8	75.4	0.828
2013	492	87.7	72.3	0.882
2014	490	87.9	72.1	0.914

Dall'analisi dei dati riportati in tabella, si evidenzia anzitutto l'incremento della velocità di produzione, dovuto ai vari investimenti operati sulla macchina continua; per il valore di ritenzione, si parte da ottimi valori del 2007 per passare a valori molto bassi nell'anno successivo, i peggiori della serie.

Questo è dovuto al fatto che dal 2008 è entrato in servizio il nuovo circuito di testa macchina a tecnologia POM, che ha comportato la necessità di riprendere da capo il lavoro di ottimizzazione dei dosaggi e dei punti di immissione dei vari agenti per la ritenzione.

Effettivamente, negli anni successivi, si registra un progressivo aumento della velocità di produzione ed un miglioramento dei valori di ritenzione.

A partire dal 2013, dopo l'intervento alla sezione presse della macchina continua, le velocità di produzione aumentano ancora, ma si inverte il trend di miglioramento dei valori di ritenzione ed i solidi contenuti nelle acque prime di processo riprendono ad aumentare.

La necessità di installare un impianto di chiarificazione delle acque di esubero del processo, è ormai diventato indifferibile.

### 03. L'IMPIANTO DI CHIARIFICAZIONE IDEALE

In stabilimento sono ancora presenti le esperienze fatte sui vecchi chiarificatori a flottazione della Krofta, che vengono ricordati come impianti che richiedevano attenzione e tempo operatore nelle fasi di lavaggio ed avviamento.

Oggigiorno, gli impianti a flottazione sono di molto evoluti e più facili da gestire, ma non sono stati reputati adatti alle esigenze dello stabilimento.

Il tempo richiesto per avviare e portare a regime l'impianto è stato valutato troppo lungo, così come durante le fasi di cambio tipo, è necessario aspettare alcuni giri del ponte per essere abbastanza sicuri di un completo ricambio dei solidi flottati.

Da considerare poi il tempo necessario per pulire la grande vasca circolare, stimata per le nostre esigenze in circa 7 metri di diametro.

Vanno infine fatte le considerazioni di natura energetica, perché è necessario pompare acqua ad alta pressione per far rendere al meglio la miscelazione dell'aria nell'acqua.

È stato valutato anche un impianto tipo Polidisk, in cui la chiarificazione dell'acqua è realizzata da un pannello di fibre prelevate direttamente dalle tine di macchina e qui riciclate insieme ai solidi recuperati dalle acque di processo.

Tale impianto ha una vasca molto grande, stimata in circa 30m<sup>3</sup> per le nostre esigenze, contenente impasto ed acqua da chiarificare, che necessariamente dovrà essere svuotata e riempita ad ogni cambio tipo, con i conseguenti tempi richiesti per tali fasi e per la pulizia.

Anche questa tipologia d'impianto è stata valutata non adatta alle nostre esigenze, intuendo che tale tecnologia possa essere più adatta a linee produttive che affrontano pochi cambi tipo. L'esigenza di agilità e semplicità richiesta all'impianto di chiarificazione, deriva anche dall'ulteriore motivazione che nel corso degli anni si è assistito ad una progressiva diminuzione del personale impiegato nel reparto produzione; c'è quindi meno disponibilità di tempo ed attenzioni da dedicare a tale tipologia d'impianto.

L'installazione di un impianto di questo tipo va ad aumentare le mansioni del personale addetto.

Quindi, le caratteristiche ideali per un impianto di chiarificazione adatto alle linee produttive dello stabilimento di Pioraco dovrebbe essere:

- *Molto efficiente nella rimozione dei solidi e nella chiarificazione dell'acqua di processo*
- *Semplice nel principio di funzionamento*
- *Il volume d'acqua contenuto deve essere minore possibile*
- *Veloce nelle fasi di avviamento e raggiungimento della prestazione ottimale di chiarificazione*

- *Veloce nell'arresto, svuotamento e pulizia*
- *Richiedere la minore quantità possibile di energia elettrica*
- *Facile ed economico nelle attività di manutenzione*

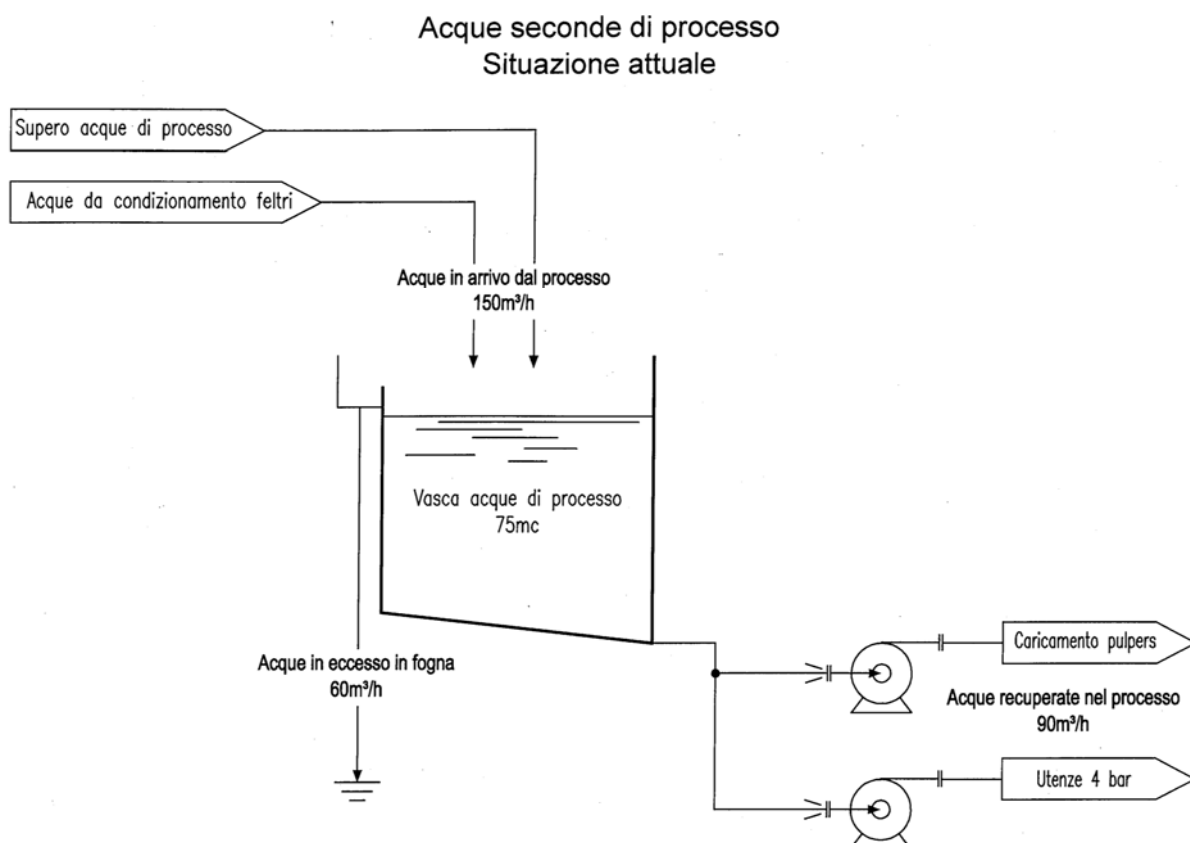
### 3.1 INSERIMENTO NELLA LINEA PRODUTTIVA

Attualmente, le acque di supero dal circuito di testa di macchina della linea MP2 vengono raccolte in una vasca da 75m<sup>3</sup>; tali acque sono:

- Supero dal circuito POM
- Acque recuperate dai separatori della sezione presse

Le acque raccolte vengono normalmente riutilizzate per il caricamento dei pulper cellulosa e fogliacci, attraverso un trasferimento diretto con apposita pompa, ed usate per le regolazioni di consistenza attraverso altra pompa che in pratica realizza una linea di alimentazione acque a pressione costante.

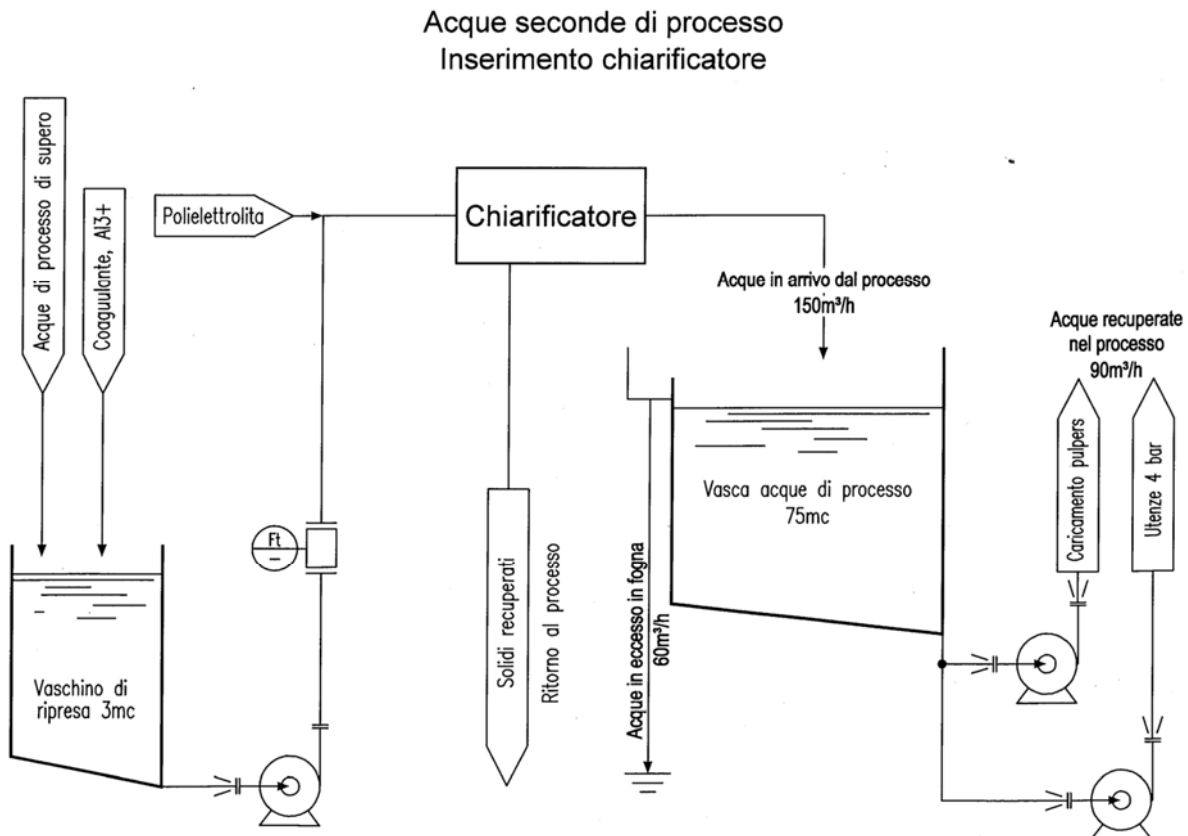
Il tutto secondo lo schema seguente:



L'inserimento del nuovo impianto di chiarificazione è previsto prima che le acque raggiungano l'attuale vasca di raccolta ed i solidi separati saranno scaricati nella tina di macchina.

Le acque di supero dalla vasca acque seconde, che attualmente escono ricche di solidi (circa 0,5 g/l), in futuro usciranno chiarificate.

Nello schema seguente è riportato quanto scritto sopra:



### 3.2. OBIETTIVI E RITORNI ECONOMICI

L'installazione di un impianto di chiarificazione sulla linea di produzione MP2, dovrà portare i seguenti vantaggi:

- Recupero immediato in tina di macchina di una discreta quantità di solidi, specialmente cariche minerali, che portano con se una quantità importante di collante in massa che risulta ancora attivo, mentre come accade ora, il suo recupero attraverso i pulper

cellulosa, dà il tempo all'AKD di idrolizzarsi perdendo in gran parte il suo effetto collante; ci si aspetta quindi una leggera riduzione del dosaggio del collante in massa AKD

- Riduzione del consumo idrico: il riutilizzo delle acque chiarificate sugli spruzzi di lubrificazione della tavola piana di MP2, è stimato in circa 20÷25m<sup>3</sup>/h, che andranno a ridursi sul consumo generale dello stabilimento. Inoltre, a seguito dei frequenti cambi tipo, molto spesso si è costretti a spazzolare con acqua fresca la cellulosa destinata alla nuova tipologia, senza poter quindi recuperare acqua seconda ed i solidi in essa contenuti, solo perché questi solidi non sono compatibili con il nuovo tipo, mentre l'acqua, una volta chiarificata, sarebbe perfettamente compatibile. Questa condizione causa ulteriore consumo idrico e perdita in solidi dalla linea di produzione.
- Deposito di solidi nella vasca acque seconde praticamente azzerato; normalmente succede che quando si va a svuotare e pulire tale vasca, si scarica repentinamente una notevole quantità di solidi, specialmente cariche minerali, che il decantatore dell'impianto di depurazione chimico-fisico non riesce a trattenere completamente, causando per alcune ore lo scarico a fiume di acque con il parametro dei solidi sospesi superiore ai valori soliti.
- Riduzione del contenuto in ceneri nei fanghi di depurazione, con acqua effluente mediamente più limpida e decisa riduzione del dosaggio di coagulante (PAC) necessario per la chiarificazione dell'acqua stessa (dosaggio ridotto a circa 1/3, da 23 a 8mg/l).
- Riduzione della produzione dei fanghi di depurazione; si stima una riduzione dei solidi che arrivano all'impianto di depurazione chimico-fisico di circa 600kg/die al secco, che generano circa 1100kg/die di fango tal quale. Sulla valorizzazione di tale fango non prodotto, può essere basato il calcolo per il ritorno economico dell'investimento. Considerando quindi la produzione attuale annuale di fango in 1400 ton, l'obiettivo è di andare a smaltire in futuro circa 1000 t/anno.

### **3.3 INDIVIDUAZIONE DELL'IMPIANTO/TECNOLOGIA ADATTO**

Sulla base delle caratteristiche che un impianto di chiarificazione, ideale per le caratteristiche produttive dello stabilimento di Pioraco, deve avere e sulla base delle proposte dei fornitori, sono state individuate 3 tecnologie che dovranno essere testate e valutate con impianti pilota:

- Impianto Veolia: decantatore veloce che usa la sabbia come appesantitore del fiocco
- Impianto Salsnes: filtra attraverso una tela rotante fiocchi di solidi previamente formati

- Impianto Nuove Energie: filtra attraverso una tela montata su un disco rotante, fiocchi di solidi previamente formati

Tutte le tecnologie selezionate si basano sul meccanismo della chiari-flocculazione per la chiarificazione dell'acqua ed il raggruppamento in fiocchi dei solidi in essa contenuti.

## **4. IMPIANTO PILOTA VEOLIA ACTIFLO**

L'impianto Actiflo è un impianto di chiarificazione che separa per decantazione, previa coagulazione/flocculazione, con l'ausilio di sabbia che funziona da appesantitore del fiocco.

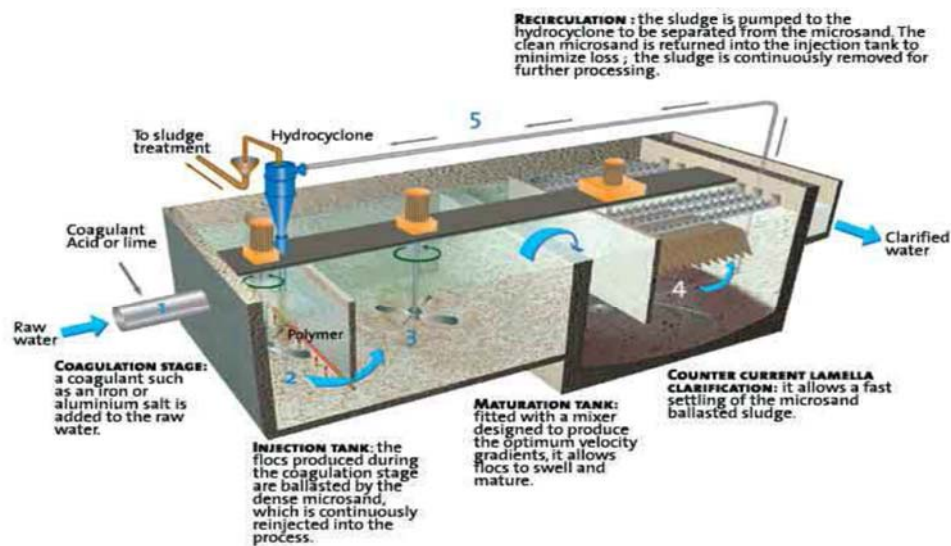
L'uso della tecnologia con Actiflo ha referenze in Europa e in Nord America, per il trattamento delle acque di scarico di cartiera; non ci sono referenze per applicazioni sul trattamento delle acque seconde di cartiera.

### **4.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO:**

L'impianto pilota avuto in prova, era organizzato in un impianto pronto all'uso, soprattutto come impianto di soccorso; infatti era perfettamente funzionante, completo di quadri di comando e controllo, il tutto arrangiato su un rimorchio per bilico, compreso un piccolo laboratorio.

È stato necessario solo alimentare con energia elettrica ed acqua da chiarificare.

L'impianto di chiarificazione è costituito da 2 o 3 serbatoi comunicanti e da una parte finale di sedimentazione, secondo la figura seguente:



Il processo di chiarificazione si realizza secondo le fasi seguenti:

- Aggiunta di coagulante (policloruro d'alluminio-PAC) nell'acqua da chiarificare
- Inserimento della sabbia
- Aggiunta del flocculante (polimero anionico) e maturazione del fiocco
- Decantazione dei solidi e chiarificazione dell'acqua
- Pompaggio del fango decantato verso un idrociclone (cleaner) per la separazione della sabbia dai solidi (fibre e cariche minerali), con conseguente recupero della sabbia nell'impianto (punto 2) e recupero dei solidi verso la linea di produzione.
- Uscita dell'acqua chiarificata attraverso il pacco lamellare che ha lo scopo di migliorare la capacità di separazione solido-liquido (è equivalente ad una sezione non dotata di lamelle cinque volte maggiore)

L'impianto avuto in prova aveva 1m<sup>2</sup> di sezione del pacco lamellare di scarico; questo valore è da tenere sempre presente quando si parla di condizioni di funzionamento dell'impianto pilota e pensando nella prospettiva dell'impianto finale.

#### 4.2 ANDAMENTO DELLA PROVA:

I primi giorni di funzionamento sono stati spesi per la messa a punto, nella ricerca cioè dei giusti dosaggi di polimero anionico e coagulante e nella ricerca della giusta dimensione della sabbia da usare.

Il periodo di prova ha fortunatamente coinciso con la produzione di carta Copy 1, Copy 2 e Copy Recycled; tali carte rappresentano condizioni limite per le acque seconde in fatto di carico di solidi sospesi.

Si è potuto quindi testare l'impianto pilota a portate differenti ed a dosaggi differenti di chimici a parità di portata.

Le portate trattate sono andate da un minimo di 50m<sup>3</sup>/h ad un massimo di 80m<sup>3</sup>/h.

Per l'ultima parte della prova, la linea MP2 ha prodotto differenti tipologie di carte fino alla grammatura di 200g/m<sup>2</sup> ed anche una campagna di carte a fondo neutro, che ha comportato la fermata e lavaggio dell'impianto per la relativa messa a neutro.

In questo periodo, si è tenuto l'impianto alla portata sempre costante di 60m<sup>3</sup>/h, cercando di valutarlo nei seguenti aspetti:

- Facilità e velocità nel trovare il dosaggio ottimale dei chimici al variare delle tipologie di carte in fabbricazione
- Stabilità del processo e costanza del contenuto di sabbia
- Operatività nelle fermate e riavviamenti dell'impianto senza scaricarlo
- Operatività necessaria per la pulizia dell'impianto specialmente nelle messe a neutro
- Individuare i possibili miglioramenti da apportare all'impianto definitivo rispetto l'impianto pilota
- Facilità da parte di chi ci opera nel capire il processo ed il tempo necessario ad individuare e risolvere le problematiche

#### **4.3 RISULTATI OTTENUTI**

Prima di provare l'impianto, si nutrivano dubbi derivanti dall'uso della sabbia e sull'uso di polielettroliti nel processo di fabbricazione; la prova ha innanzitutto dimostrato quanto segue:

- L'inserimento di polielettrolita anionico o cationico nella linea di produzione è ben tollerato; abbiamo spinto il dosaggio fino a 0,9mg/l sull'acqua trattata, senza avere riscontri negativi in fabbricazione
- La sabbia è ben intercettata dall'impianto di depurazione del testa macchina, perché nel periodo di prova, specie nella fase iniziale di messa a punto, si sono verificate fughe massicce di sabbia verso la linea di produzione, senza essere mai riscontrata né su carta né sugli organi della macchina continua; la perdita iniziale di sabbia era dovuta a sabbia troppo fine (dimensioni 100μm), non adatta alla nostra applicazione, che non riusciva ad appesantire i fiocchi.

I problemi sono stati risolti introducendo la sabbia definitiva con dimensioni di 200 µm. Non sono state riscontrate problematiche sia di gestione dell'impianto parte costante, sia qualitative della carta collegate all'inserimento in tina di macchina del flusso di solidi recuperati dall'impianto.

La media dei risultati ottenuti dai controlli validi effettuati, sono riportati nella tabella seguente:

		Ingresso	Uscita
Contenuto in solidi	mg/l	680	11
Torbidità	FTU	87	21
Amido	mg/l	67	56

Nell'analizzare i valori medi sopra esposti, è da tenere presente che rientrano a fare media, condizioni non ottimali nel dosaggio dei chimici, oppure portate di alimentazione dell'impianto prossime agli 80m<sup>3</sup>/h.

Quello che si è osservato variando la portata di alimentazione all'impianto pilota, è che con portate di 50÷60m<sup>3</sup>/h, il processo realizza un'ottima chiarificazione, con valori di solidi sospesi molto bassi (<5mg/l) ed acqua limpida; il dosaggio ottimale di polimero anionico è di circa 0,4mg/l.

Superando i 60m<sup>3</sup>/h fino a 70m<sup>3</sup>/h, inizia un leggero trascinarsi di fiocchi di fibra che, sebbene visibile, non dà riscontri importanti sui valori dei solidi sospesi misurati sulle acque chiarificate. Il dosaggio di polimero anionico necessario aumenta a circa 0,5mg/l.

Aumentando ancora la portata fino a 80m<sup>3</sup>/h, il trascinarsi di fiocchi di fibra si fa evidente, anche se il valore dei solidi sospesi misurati nelle acque chiarificate, rimane sotto la soglia di garanzia di 30mg/l; la quantità di polimero anionico richiesta aumenta a circa 0,7mg/l (Limite dell'impianto pilota).

In queste condizioni si ha realmente la sensazione di limite, perché basta un leggero sottodosaggio di polimero anionico per ottenere acque chiarificate con quantità di solidi sospesi decisamente superiori a 30 mg/l.

Nell'ultimo periodo di prova, alimentando l'impianto alla portata costante di 60m<sup>3</sup>/h, sono stati rilevati contenuti di solidi sospesi nelle acque chiarificate decisamente sotto i valori medi esposti sopra.

Le percentuali di rimozione dei solidi sospesi sono in pratica sempre sopra al 90%; quando l'impianto è ottimizzato nel dosaggio dei chimici e con portate inferiori a 70m<sup>3</sup>/h, il valore di rimozione dei solidi sospesi è sempre sopra il 99% e viene mantenuto stabilmente.

Il processo di chiarificazione rimuove anche l'amido colloidale, con una riduzione media del 16% nel contenuto in amido fra ingresso ed uscita (rimane l'amido in soluzione); per quanto

riguarda i valori di COD allo scarico, nel periodo di osservazione non si sono apprezzati valori inferiori.

Il funzionamento continuo dell'impianto ha fornito le seguenti impressioni:

- Il dosaggio di coagulante (PAC) non ha effetti importanti sul risultato finale di chiarificazione; il dosaggio compreso fra 5 e 10 mg/l è sempre centrato; spingendo i dosaggi a 15÷20mg/l si ottengono effetti negativi (ingrossamento del fiocco) che peggiorano la chiarificazione a causa dell'aumento di trascinamento fiocchi.
- Il dosaggio di polimero anionico è funzione del contenuto in solidi delle acque da chiarificare; il leggero eccesso non disturba la chiarificazione né il processo di produzione, in ogni caso il range di regolazione è sempre piuttosto stretto, quindi facile da mettere a punto. Se c'è difetto di polimero si vede dal trascinamento dei fiocchi verso l'uscita acqua chiarificata, che diminuisce una volta raggiunto il dosaggio ottimale; se si è in eccesso di polimero, le acque vanno comunque bene e l'eccesso non è mai un dosaggio "sballato". Questo vale soprattutto nel campo di portate fino a 70m<sup>3</sup>/h.
- In assenza di problemi nel dosaggio dei chimici, la perdita di sabbia fisiologica è di 25÷50kg/mese; il contenuto in sabbia nell'impianto deve essere di 5÷10g/l e deve essere controllato giornalmente
- Nelle fermate brevi, mantenendo l'impianto pieno di acqua seconda, il processo si ferma e si riavvia in pochi secondi e, specialmente al ri-avviamento, avendo il volume di acqua già additivato di chimici, non si notano perdite di fibra con l'acqua chiarificata, l'impianto rimane praticamente a regime.
- L'operatività necessaria per la pulizia e la messa a neutro è accettabile, le operazioni si eseguono agevolmente, le superfici interne sono tutte raggiungibili dal getto della manichetta dell'acqua.
- La mancata chiarificazione è sempre legata o alla mancanza di sabbia o specialmente a problemi legati al polielettrolita. La presenza di sabbia è facilmente e velocemente verificabile prendendo un campione sullo scarto dell'idrociclone. Con un'esperienza minima, si apprezza facilmente l'andamento della flocculazione nel serbatoio di maturazione.
- Su indicazione dei tecnici Veolia, è stato usato per la prova polimero anionico in polvere, preparato giornalmente; è stato tentato l'uso di polimero anionico liquido predisperso, ma come preannunciato dagli stessi tecnici Veolia, è stata riscontrata perdita di sabbia.

In conclusione, l'impianto e la tecnologia provati, hanno corrisposto ai requisiti attesi.

## 5. IMPIANTO PILOTA SALSNESS FILTER

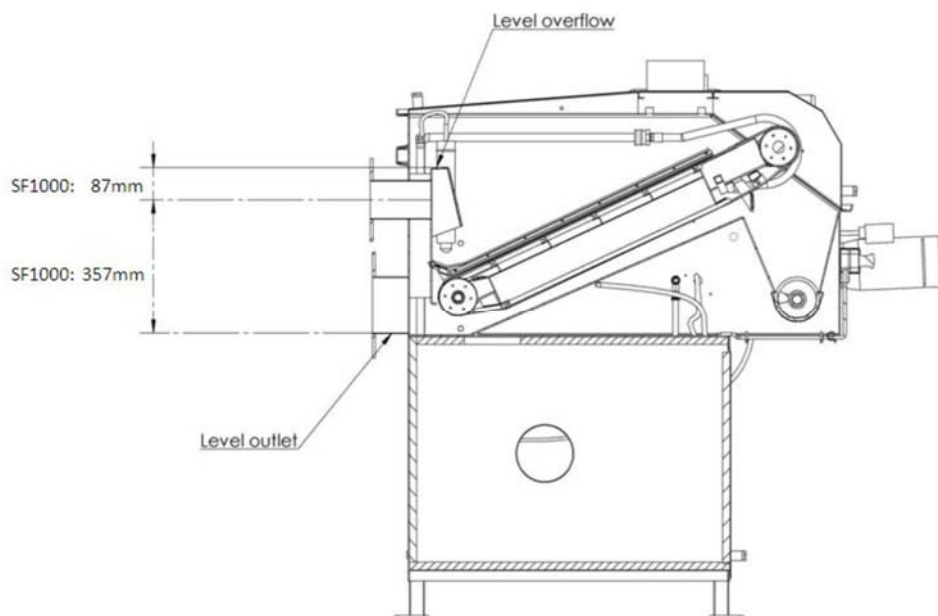
Nel periodo maggio-luglio 2015 è stato testato il funzionamento dell'impianto pilota Salsnes per la chiarificazione delle acque seconde della linea di Produzione MP2 dello stabilimento di Pioraco.

L'impianto in questione è un filtro che separa i solidi contenuti nell'acqua da trattare, previamente chiari-flocculati.

Questa tecnologia è proposta in genere per la chiarificazione delle acque e per la separazione di solidi contenuti nelle stesse; la ditta costruttrice dichiara poche referenze in campo cartario.

### 5.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO:

Il filtro in realtà realizza la separazione finale del fiocco, previamente formato, dall'acqua che risulta quindi chiarificata.



L'acqua trattata entra nella camera il cui sul fondo si trova la tela filtrante ed attraverso la quale avviene la separazione dell'acqua dai solidi in essa contenuti.

Lamiere e guarnizioni posizionate intorno al telo filtrante, impediscono all'acqua in ingresso ed ai solidi, di aggirare la tela stessa.

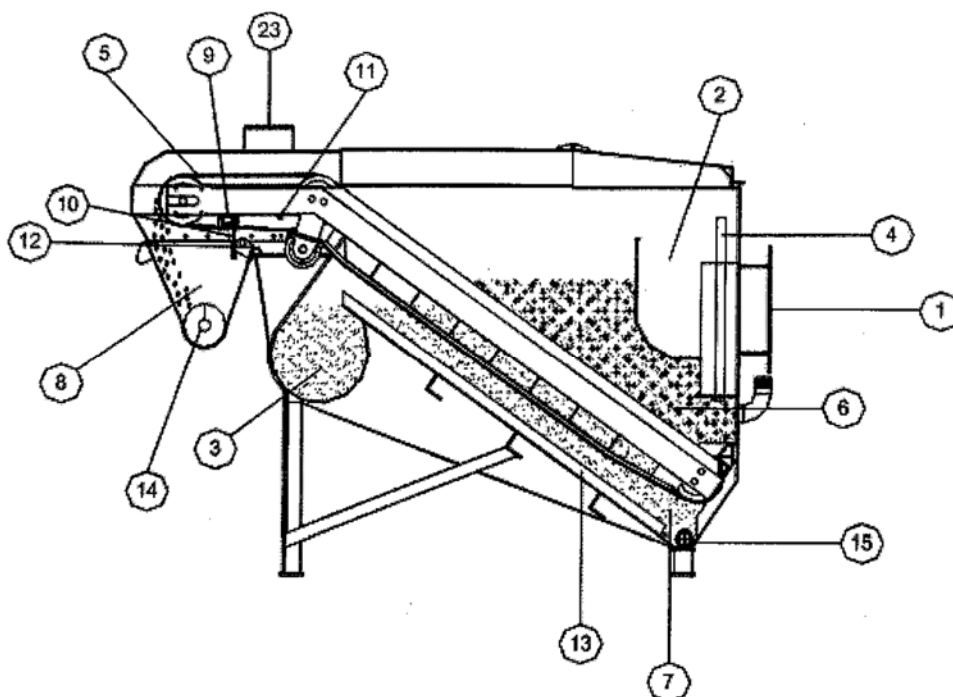
Man mano che i solidi si depositano sulla tela, tendendo ad intasarla, questa ruota in avanti offrendo nuova tela filtrante libera.

Il sistema è gestito da un sensore di livello e dal regolatore di velocità che fa muovere la tela; quando il livello aumenta, la tela viene fatta ruotare agevolando il drenaggio dell'acqua.

Quando il sistema è in equilibrio, la tela si muove più o meno velocemente mantenendo costante il livello del liquido dentro la camera di arrivo.

I solidi separati dall'acqua che rimangono sopra la tela, vengono portati verso l'alto e fuori dall'acqua per poi essere scaricati nella camera di raccolta anteriore; in questa camera è posizionata una coclea che rimuove in continuo i solidi in arrivo. In opzione, l'impianto può essere fornito di un semplice sistema in grado di addensare i solidi in arrivo, fino a circa il 30% di contenuto secco; l'impianto pilota fornito in prova ne era dotato.

In dettaglio, l'impianto filtrante Salsnes è formato dai seguenti componenti:



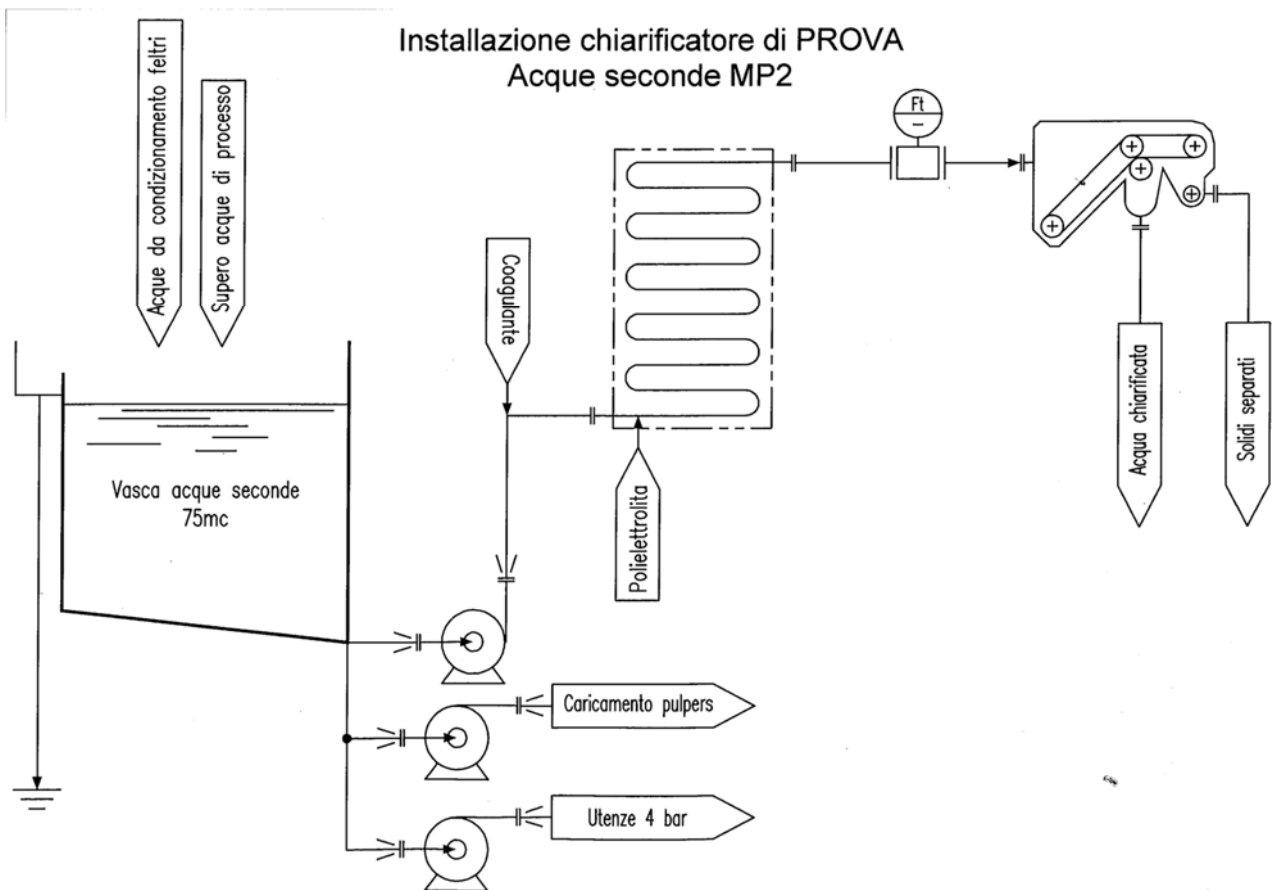
- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1- Ingresso acqua da trattare | 9- Ugelli soffianti aria                 |
| 2- Overflow - supero          | 10-Raschia pulizia tela                  |
| 3- Uscita acqua trattata      | 11-Spruzzo di lavaggio                   |
| 4- Indicatore di livello      | 12-Supero solidi recuperati              |
| 5- Tela filtrante             | 13-Doppiofondo                           |
| 6- Pozzetto acqua da filtrare | 14-Coclea rimozione solidi               |
| 7- Acqua filtrata             | 15-Flussaggio acqua per pulizia di fondo |
| 8- Solidi separati            |  |

Una volta che la tela filtrante avrà scaricato i solidi separati, passa davanti ad una canna con ugelli soffianti aria, alimentati da una soffiante fornita a corredo dell'impianto.

Appena dopo, è installata una canna spruzzante acqua a bassa pressione, che si avvia periodicamente; l'acqua spruzzata e gli eventuali solidi separati dalla tela, vengono ricircolati in ingresso all'impianto.

L'impianto pilota è controllato da un PLC, che gestisce il livello del liquido all'interno della camera di arrivo (sensore di livello in loop con la velocità di rotazione della tela) e le fasi di avviamento e fermata dell'impianto; è presente anche un sensore di pressione sulla tubazione di mandata della soffiante che con un inverter di comando della soffiante stessa, realizzano una pressione costante sulla canna di rimozione dalla tela dei solidi separati.

Per il funzionamento dell'impianto filtrante, la ditta proponente la prova industriale ha anche fornito altri componenti, il tutto arrangiato secondo lo schema seguente:



A cura di Fedrigoni stab.to di Pioraco, è stata l'installazione della pompa di alimentazione dell'impianto pilota.

Prima del filtro Salsnes, è installato un miscelatore statico per permettere ai prodotti chimici dosati, di lavorare correttamente formando un fiocco maturo e resistente.

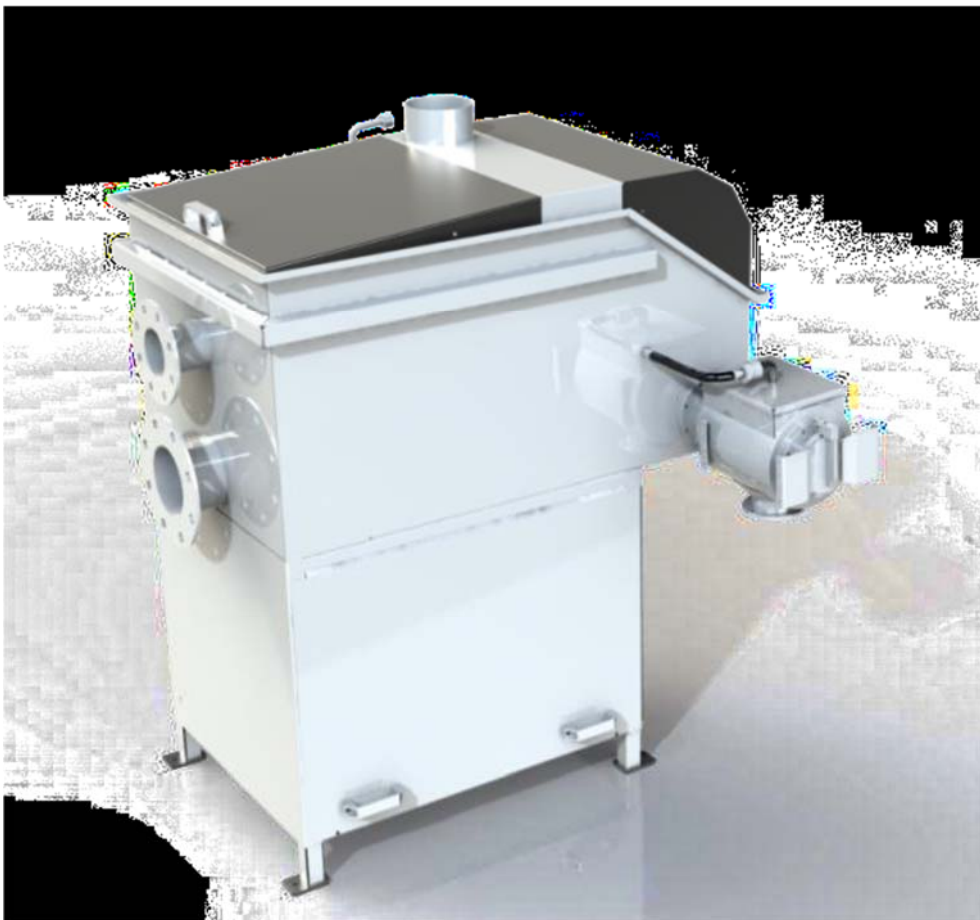
I prodotti chimici utilizzati sono stati:

- Polidadmac come coagulante
- Polielettrolita anionico come flocculante

I punti di dosaggio sono nella tubazione prima del miscelatore per il coagulante e all'ingresso dello stesso miscelatore per il polielettrolita.

Fra il miscelatore ed il filtro chiarificatore è installato un flow-meter per l'impostazione e controllo dell'acqua da trattare; la portata è regolata con una valvola manuale installata all'ingresso del miscelatore.

Qui di seguito è riportata un'illustrazione del filtro di prova ricevuto, in cui si vedono a sinistra le flange di alimentazione dell'acqua e lo scarico dell'acqua chiarificata, mentre a destra c'è il sistema di scarico dei solidi, dotato del sistema di pressatura per elevarne il loro contenuto in secco fino al 30÷35%



L'impianto avuto in prova aveva 0,24m<sup>2</sup> di sezione di tela filtrante effettiva (superficie coperta dall'acqua); questo dato è da tenere a riferimento per il dimensionamento dell'impianto finale, una volta che saranno definite le condizioni ottimali di funzionamento.

## **5.2 OBIETTIVI ED ANDAMENTO DELLA PROVA:**

È stato chiaramente posto come obiettivo, che le acque chiarificate in uscita dall'impianto, avessero un contenuto massimo di solidi di 30 mg/l.

Acque chiarificate con contenuto in solidi inferiore a questo limite, potranno essere recuperate sugli spruzzi di lubrificazione della tavola piana, spruzzi attualmente alimentati in acqua fresca.

Preliminarmente all'avviamento dell'impianto pilota, i tecnici Salsnes hanno settato le pompe di dosaggio dei prodotti chimici e le loro concentrazioni da tenere in fase di preparazione/diluizione.

Dopo una prima fase di avviamento e messa a punto, utilizzando anche polielettrolita cationico, si sono individuati i principali parametri di funzionamento ed i relativi valori da testare:

Portata:	2 – 3	l/sec (7.200 – 10.800 l/h)
Dosaggio coagulante:	3,5 – 7	ppm (riferito al principio attivo del prodotto)
Dosaggio polielettrolita:	2 – 4	ppm (riferito al principio attivo del prodotto)
Mesh del telo filtrante:	158 – 90	µm

Per ogni condizione, sono stati ripetuti 4 test.

Questa impostazione dei parametri, ha lo scopo di verificare i risultati di rimozione al minimo e massimo nel dosaggio dei prodotti chimici e su due livelli di portata (2 e 3 l/sec) che rappresentano una portata ottimale (2 l/sec) e portata limite (3 l/sec).

Infine, sulla base delle prove di laboratorio, si sono individuate le mesh da tenere per il telo filtrante, scartando sezioni di passaggio superiori ai 158 µm.

Altro aspetto valutato nel corso delle prove, è stato quello di ricercare i parametri ottimali di funzionamento dell'impianto, dal punto di vista del dosaggio dei prodotti chimici e della portata, cercando di raggiungere gli obiettivi di rimozione.

### 5.3 RISULTATI OTTENUTI:

I risultati in termini di solidi sospesi trovati nelle acque chiarificate in uscita dall'impianto pilota, sono riportati nella tabella seguente:

Dosaggio Coagulante ppm	Dosaggio polielettrolita ppm	Telo da 158 µm		Telo da 90 µm	
		Portata 2 l/sec	Portata 3 l/sec	Portata 2 l/sec	Portata 3 l/sec
3,5	2	80	86	60	14
3,5	4	44	222	12	35
7	2	42	118	54	39
7	4	11	20	8	27

I risultati esposti sono contrastanti in alcuni punti, ma in linea generale, si riscontra come ci si può aspettare, che il contenuto in solidi è inferiore con portate di alimentazione inferiori, ed a parità di portata, diminuisce all'aumentare del dosaggio specifico dei prodotti chimici.

Pochi dati risultano inferiori al limite stabilito di 30mg/l.

Nella seconda fase di test, si è cercato di ottenere il risultato in termini di contenuto in solidi nelle acque chiarificate, cercando parallelamente di ottimizzare il dosaggio dei prodotti chimici.

I risultati sono riportati nella tabella seguente:

Dosaggio Coagulante ppm	Dosaggio polielettrolita ppm	Telo da 158 µm		Telo da 90 µm	
		Portata 2 l/sec	Portata 2,5 l/sec	Portata 2 l/sec	Portata 2,5 l/sec
5	3	<b>17</b>			21
3,5	2,5	<b>7</b>	108		
5	3,5		95		
5	2,5			<b>18</b>	40

Da questa ultima tabella si possono individuare le condizioni ottimali di funzionamento, che sono, relativamente all'impianto testato, di una portata di alimentazione di 2 l/sec (7200 l/h), con il telo da 90 µm, e dosaggio di 3,5÷5ppm di coagulante e 2,5÷3ppm di flocculante.

La validità del telo da 90 µm è confermata con portate anche di 2,5 l/sec dove il risultato finale non crolla come per il telo da 158 µm, passando da 2 a 2,5 l/sec.

Le portate di 3 l/sec risultano al limite dell'accettabilità, in termini di contenuto di solidi sospesi, solo supportate da buoni dosaggi di prodotti chimici; si nota un'elevata velocità del flusso dalla sezione di ingresso acqua nella camera di arrivo, che crea turbolenze con probabili rotture dei fiocchi formati.

Nella tabella seguente, sono riportati i dati medi dei controlli effettuati:

		Ingresso	Uscita
Contenuto in solidi	mg/l	569	58
Torbidità	FTU	424	64
Amido	mg/l	310	254

Nei dati medi riportati, soprattutto in quelli in uscita, vanno a fare media anche condizioni di funzionamento non ottimali in termini di dosaggio dei prodotti chimici e portata di alimentazione dell'impianto pilota; chi ne risente di più è il parametro del contenuto in solidi. Risulta comunque che la rimozione media è stata di circa il 90%.

Dagli altri dati medi ottenuti, si evidenzia una buona chiarificazione ed una riduzione dell'amido dalle acque di circa il 20% (amido colloidale che viene fissato su fibra e recuperato in produzione).

Aspetti pratici funzionali dell'impianto proposto sono:

- Rapidità nell'avviamento dell'impianto e raggiungimento delle condizioni di regime
- Rapidità nella fermata dell'impianto e nel lavaggio dello stesso; nella fase di lavaggio, il telo è fatto ruotare in continuo, provocando il rapido svuotamento della camera d'arrivo e la rimozione di tutti i solidi. Questa operazione richiede pochi secondi, dopodiché si possono lavare le pareti e le lamiere sul fianco del tappeto; la parte sottostante il telo risulta irraggiungibile.
- Si nutrono invece dubbi sulla pulizia che si riesce a realizzare sulla struttura che supporta i rulli di guida del telo perché in condizioni normali, l'impianto ha parti impossibili da raggiungere per la pulizia. La struttura che supporta e permette al telo di ruotare, è comunque rimuovibile, ma anche a terra, le parti interne della stessa

risultano irraggiungibili dal getto della manichetta di lavaggio. Questo aspetto è l'unico negativo per l'impianto proposto.

In conclusione, la tecnologia proposta può soddisfare le caratteristiche richieste per un impianto di chiarificazione delle acque di processo da installare sulle linee di produzione dello stabilimento di Pioraco, in cui è richiesta flessibilità e facilità d'uso.

Anche dal punto di vista del consumo di energia elettrica, la quantità richiesta è accettabile, circa 5,5kW per l'eventuale impianto definitivo, impiegati soprattutto per la soffiante che alimenta la canna di distacco dalla tela dei solidi separati.

## **6. CARATTERISTICHE RICHIESTE PER L'IMPIANTO DEFINITIVO:**

L'impianto pilota ha una costruzione interamente inox ed è anche fornito di coperchi superiori di chiusura.

Per le esigenze di cartiera, la costruzione inox è l'ideale, mentre non sono necessari i coperchi di chiusura perché si deve avere sempre sotto controllo la qualità della chiari-flocculazione, cioè la formazione dei fiocchi e la qualità dell'acqua circostante.

Con una esperienza minima, questi aspetti sono facilmente apprezzabili.

Per l'eventuale impianto finale, sarà necessario predisporre veloci attacchi per la presa del carroponete della sala raffinazione, allo scopo di rimuovere velocemente la struttura centrale di rotazione del telo, potendo così pulirla al meglio e pulire anche la parte di camera sottostante, irraggiungibile in condizioni normali.

Come accennato in precedenza, il pacchetto impiantistico fornito in prova, prevedeva un miscelatore statico; per l'eventuale impianto finale sarebbe prevedibile un serbatoio inox, aperto, dotato di agitatore lento per la maturazione dei fiocchi, di volume di circa 2,3m<sup>3</sup> in modo tale da ottenere un tempo di ritenzione di circa 90 secondi alla portata di 150m<sup>3</sup>/h.

Questa soluzione è preferibile a quella testata perché meglio controllabile nella formazione dei fiocchi e meglio gestibile nelle fasi di pulizia; il miscelatore statico, completamente chiuso, potrebbe formare depositi in occasioni di portate troppo basse, che poi verrebbero rimossi alle portate di alimentazione più alte, andando ad inquinare su produzioni non compatibili con la tipologia del deposito rimosso (p.es. come successo, un deposito con fibre candeggiate su alimentazione di acqua seconda derivante da carte a fondo neutro).

Da valutare infine l'aspetto manutentivo, dal punto di vista soprattutto delle tele filtranti; dovrà essere definito con il fornitore la durata di ogni tela ed il costo per una nuova, valutando infine con l'economia generale dell'impianto.

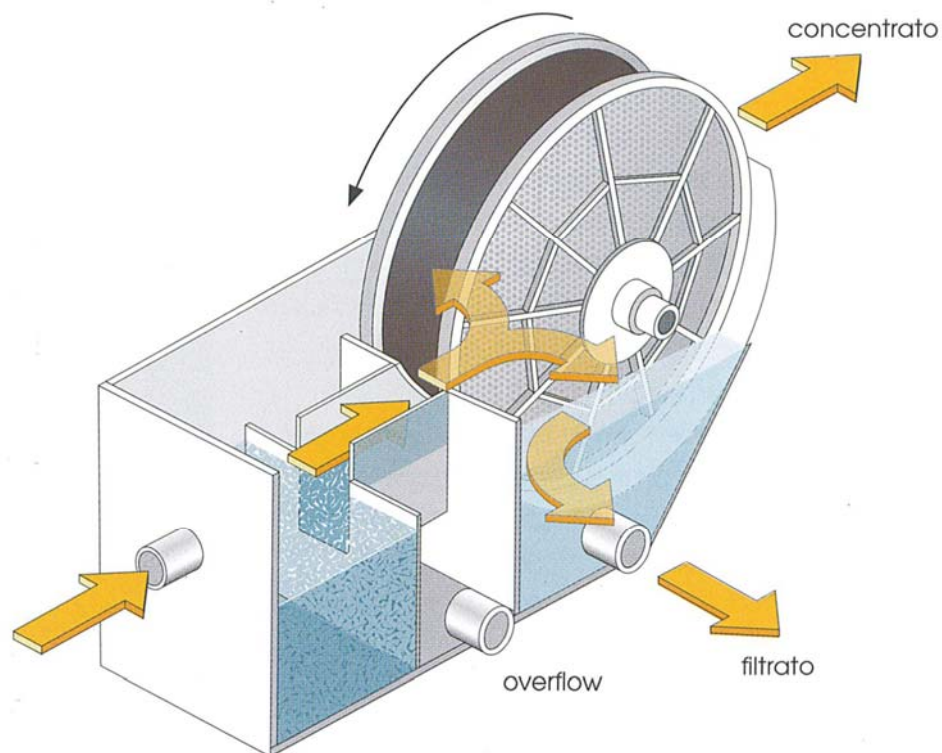
## 7. IMPIANTO PILOTA NUOVE ENERGIE CONOSCREEN

La sperimentazione di questa tecnologia con impianto pilota è prevista per il mese di ottobre 2015; attualmente siamo a conoscenza degli aspetti e principio generale del sistema.

L'acqua da trattare arriva in direzione ortogonale ai dischi filtro, che hanno una costruzione conica.

La rotazione dei dischi realizza una filtrazione tangenziale dove le particelle solide attraversano le maglie della rete con una direzione obliqua, la cui inclinazione è in funzione della velocità del flusso.

La rotazione del disco provoca un rimpicciolimento delle sezioni di passaggio attraverso le maglie della rete dovute all'inclinazione del flusso; la costruzione conica incrementa ulteriormente il rimpicciolimento delle sezioni di passaggio.



La struttura del filtro è composta da 3 camere separate per l'alimentazione delle acque seconde trattate, per lo scarico delle acque chiarificate e per lo scarico, per troppo pieno, dei solidi separati.

L'arrivo dell'acqua in mezzo alla coppia di dischi, avviene tramite una canaletta; fra i due dischi avviene la filtrazione tangenziale dell'acqua, mentre i solidi vengono trattenuti ed ispessiti.

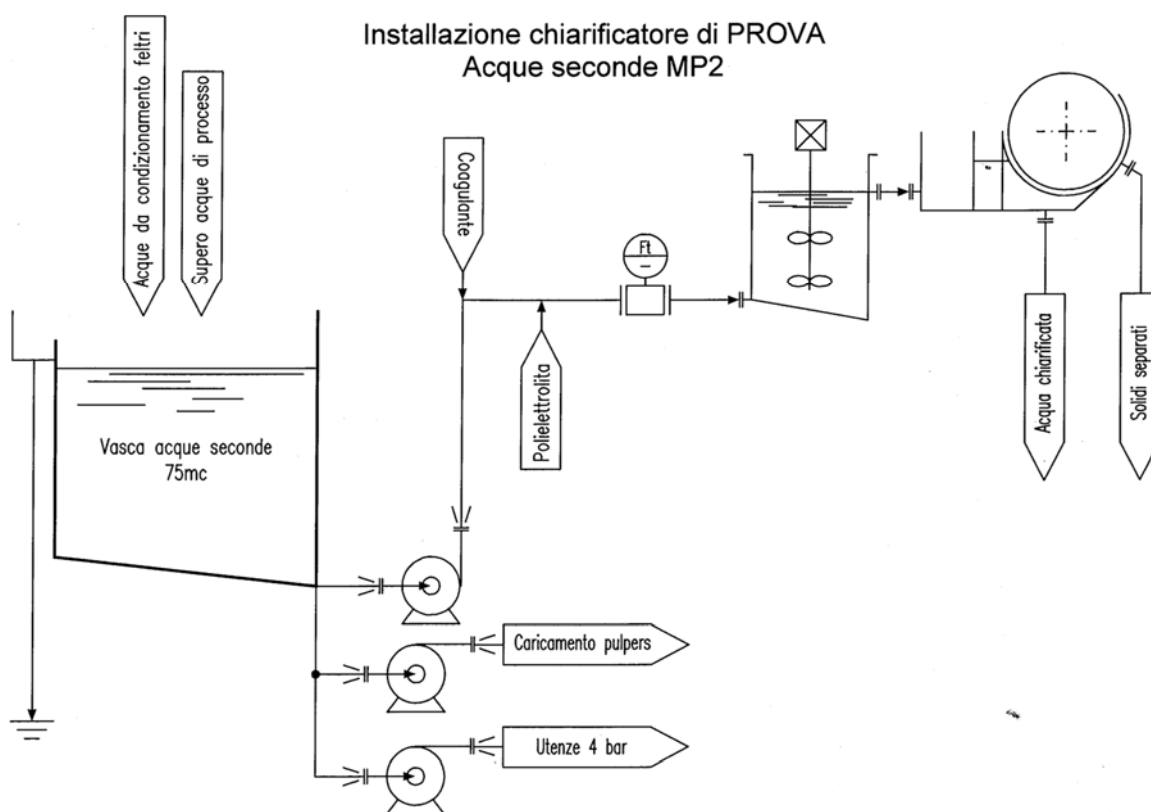
L'accumulo dei solidi sulle reti dei dischi crea uno strato filtrante ulteriore che migliora la capacità di microfiltrazione.

I 2 spruzzi posti nella parte alta del disco filtrante, mantengono periodicamente pulita la rete.

Un singolo motoriduttore comanda la rotazione dei due dischi calettati su un unico albero.

L'impianto è dimensionato sulla quantità dell'acqua da trattare, aggiungendo coppie di dischi, tutte calettate sullo stesso albero comandato dall'unico moto-riduttore; in presenza di più coppie di dischi, la camera d'ingresso distribuisce l'acqua attraverso ulteriori canalette

Qui di seguito è riportato lo schema di flusso per il funzionamento dell'impianto pilota di prova, in cui sarà previsto un serbatoio da circa 250 litri di volume per permettere la formazione e maturazione dei fiocchi, prima del loro ingresso nella camera di alimentazione dell'impianto.



Come per le altre sperimentazioni con impianti pilota, anche questa esperienza dovrà verificare, oltre il raggiungimento delle prestazioni di garanzia (max 30mg/l di solidi nelle acque chiarificate), la quantità di prodotti chimici da usare, la facilità d'uso nelle fasi di avviamento, messa a regime, fermata e pulizia dell'impianto.

## **8. CONCLUSIONI E SCELTA DELL'IMPIANTO DA INSTALLARE**

Al momento, la valutazione sugli impianti non può essere conclusiva.

Ipotizzando che anche l'impianto di Nuove Energie abbia raggiunto l'obiettivo nel contenuto in solidi nelle acque chiarificate inferiore a 30 mg/l, ottenuto con un dosaggio di prodotti chimici allineato agli altri due sistemi, è sicuramente l'impianto migliore per i seguenti aspetti:

- È il più semplice sia dal punto di vista del processo che dal punto di vista meccanico
- Consumo energetico ridotto (circa 4 kW per trattare 150 m<sup>3</sup>/h)
- Costo d'investimento contenuto (circa 1 anno richiesto per il ritorno)

Volendo fare una comparazione fra i vari sistemi, risulta che l'impianto Actiflo di Veolia ha fornito ottime prestazioni in termini di rimozione dei solidi dalle acque di processo, ampiamente al di sotto del valore limite accettato, ma richiede un certo impegno nella gestione del processo a causa della presenza di sabbia.

La quantità di sabbia deve essere sempre controllata e mantenuta nei parametri di riferimento; una quantità troppo bassa non appesantisce a sufficienza il fiocco che non decanta e si avvia verso la sezione d'uscita, provocando conseguentemente un'accelerazione della perdita di sabbia.

L'impianto Veolia richiede anche un consumo energetico di circa 25 kW per trattare 150 m<sup>3</sup>/h di acqua, consumo ripartito fra i vari agitatori e la pompa di ricircolo dei solidi+sabbia che deve attraversare il ciclone di separazione della sabbia per il suo ricircolo.

Il costo d'acquisto dell'impianto risulta molto elevato, con tempi di ritorno dell'investimento di circa 6 anni.

L'impianto Salsnes risulta più semplice rispetto all'impianto Veolia sotto diversi aspetti: processo di funzionamento, costruzione meccanica, energia elettrica richiesta (circa 5,5 kW per trattare 150 m<sup>3</sup>/h), assorbiti soprattutto dalla soffiante.

Il ritorno dell'investimento è di circa 2,5 anni.

Di questo sistema si ravvisa il limite della difficoltà o impossibilità, nella fase di pulizia, a raggiungere tutte le sue parti e tutti i componenti.