



Università degli Studi di Parma

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, DELL'AMBIENTE, DEL TERRITORIO
E ARCHITETTURA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Aspetti tecnologici innovativi per il recupero di scarti derivanti dal processo produttivo della pasta per carta

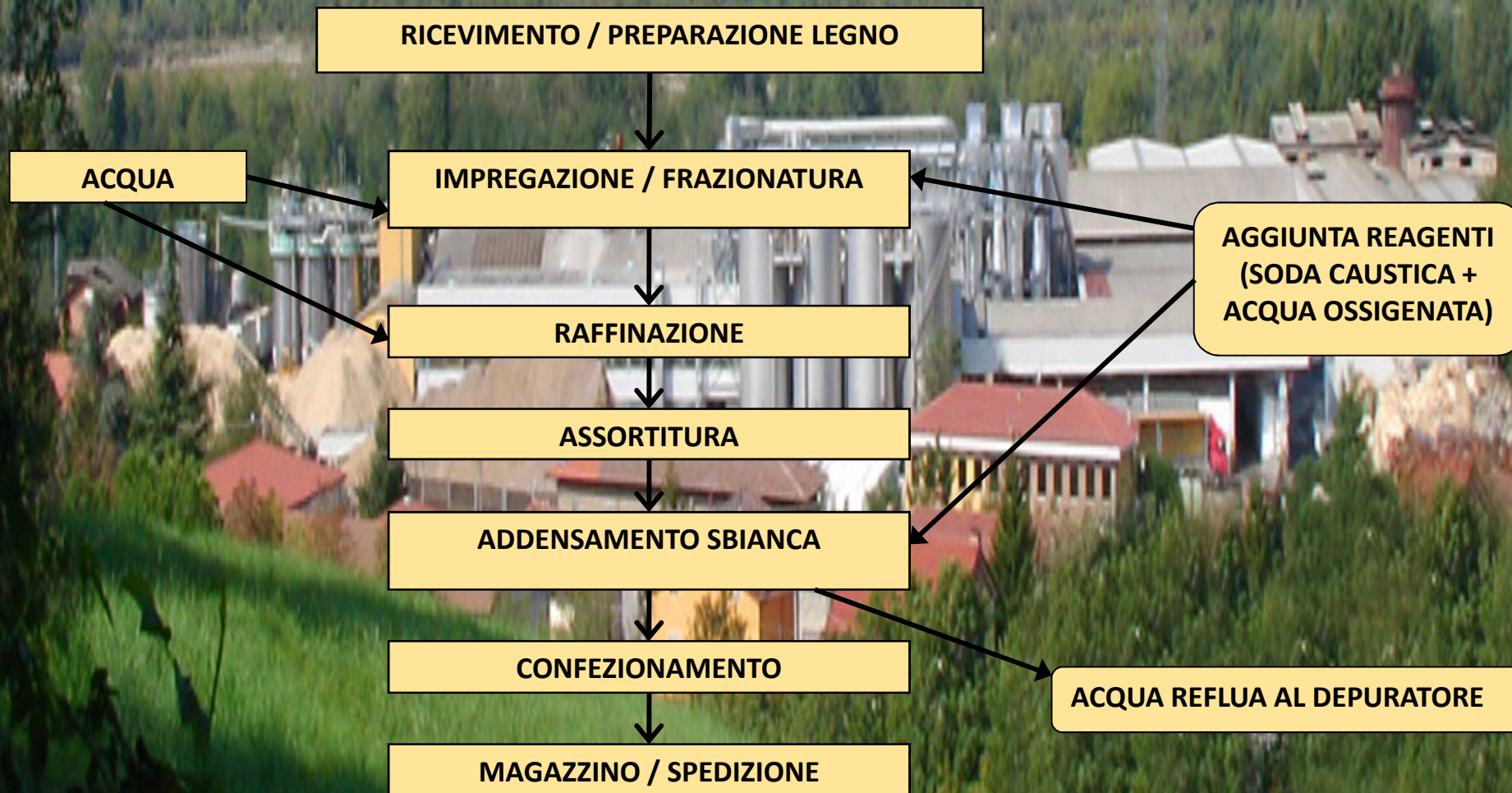
Candidato: Michele Baraldi

Relatore: Professore Ing. Geol. Marco Bergonzoni

TIPOLOGIE DI PASTA PER CARTA

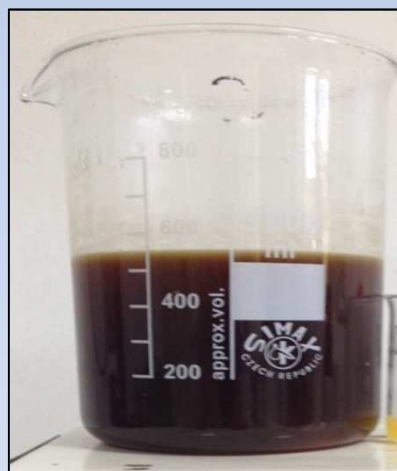
Pasta	Processo	Resa %	Specie fibrose più usate
CHIMICA	Chimico	40-50	Conifere e latifoglie
MECCANICA	Meccanico	90-95	Conifere e latifoglie
SEMICHIMICA	Chimico-meccanico	55-65	Latifoglie
CTMP-CMP	Chimico-meccanico	80-90	Latifoglie

IL PROCESSO CHIMICO-MECCANICO DI SICEM SAGA SPA





100.000 tonnellate/anno di pasta per carta prodotta



300 tonnellate/giorno di liscivio di impregnazione (*Black Liquor*)

Smaltimento

Recupero e studio delle possibilità di riutilizzo



Prove di Microfiltrazione sul Black Liquor di scarto di Sicem Saga Spa



Soluzioni di liscivio microfiltrato con diversi gradi di limpidezza



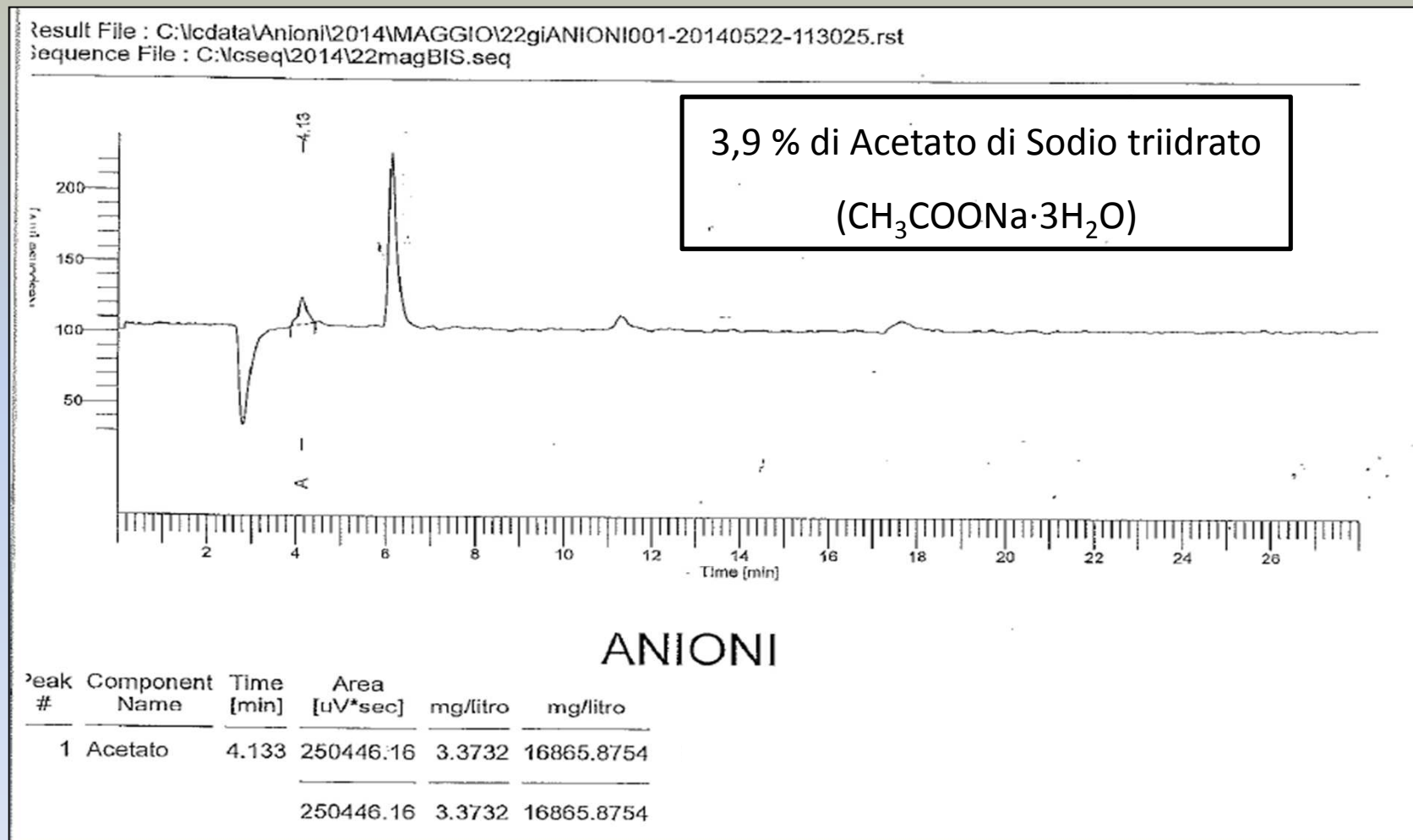
Prove di Evaporazione sulla soluzione microfiltrata



Cristalli con diverso gradi di purificazione a seguito di lavaggio e trattamenti di laboratorio



Analisi chimiche condotte su campioni di liscivio ottenuti tramite microfiltrazione del Black Liquor

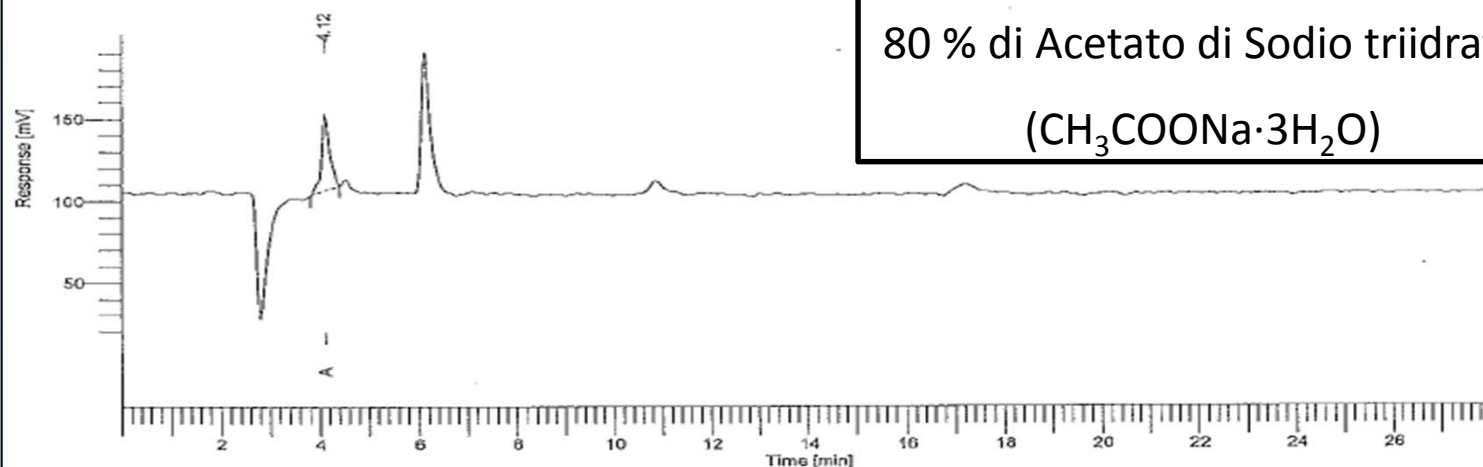


Analisi chimiche condotte su campioni di cristalli ottenuti tramite evaporazione del Black Liquor microfiltrato

Software Version : 6.3.2.0646
 Sample Name : 6857
 Instrument Name : DIONEX
 Rack/Vial : 0/0
 Sample Amount : 1.000000
 Cycle : 1

Date : 03/06/2014 10:21:38
 Data Acquisition Time : 21/05/2014 10:57:45
 Channel : A
 Operator : hplc
 Dilution Factor : 1.000000

Result File : C:\lcdata\Anioni\2014\MAGGIO\21meANIONI002-20140521-130200.rst
 Sequence File : C:\lcseq\2014\21magANIONI.seq

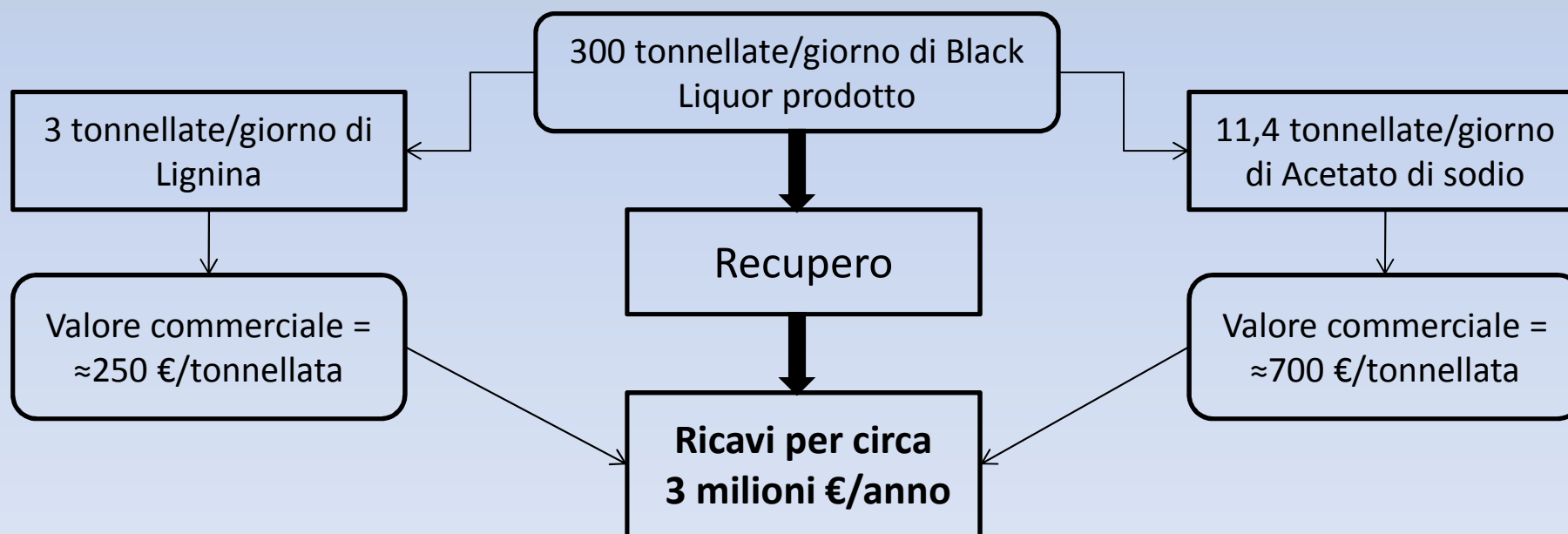


ANIONI

Peak #	Component Name	Time [min]	Area [uV*sec]	mg/litro	mg/l
1	Acetato	4.117	563363.22	7.5877	3.4806e+05
			563363.22	7.5877	3.4806e+05

Black Liquor microfiltrato con grado di secco del 5%:

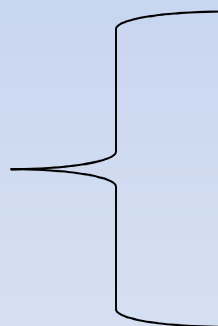
- $\approx 3,8\%$ di Acetato di sodio triidrato \longrightarrow *Analisi chimiche*
- $\approx 1\%$ di Lignina \longrightarrow *Prove di precipitazione in laboratorio*
- Silicato di sodio, Carbonati, Solfati, Xilani, ecc \longrightarrow *Analogia con scarti derivanti la processi industriali simili*



PROGRAMMA DI RECUPERO DEL BLACK LIQUOR PRODOTTO DA SICEM SAGA SPA:

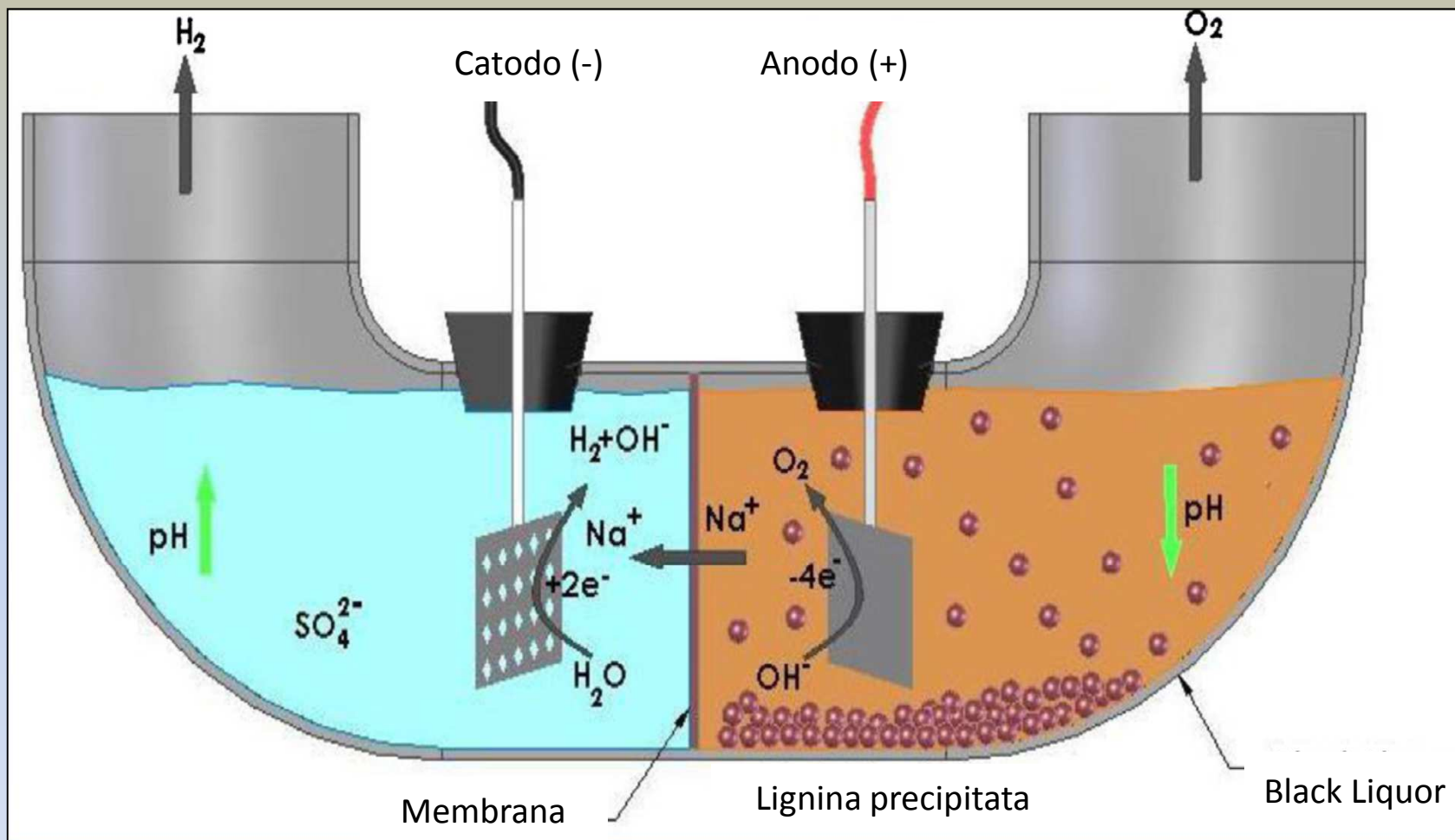
- 1) Caratterizzazione chimica specifica di tutti i componenti contenuti nel liscivio di impregnazione
- 2) Predisposizione di prove su impianti pilota per ottenere la separazione e la purificazione di lignina e sali di acetato
- 3) Studio di fattibilità del processo idoneo al recupero su scala industriale
- 4) Installazione dell'impianto

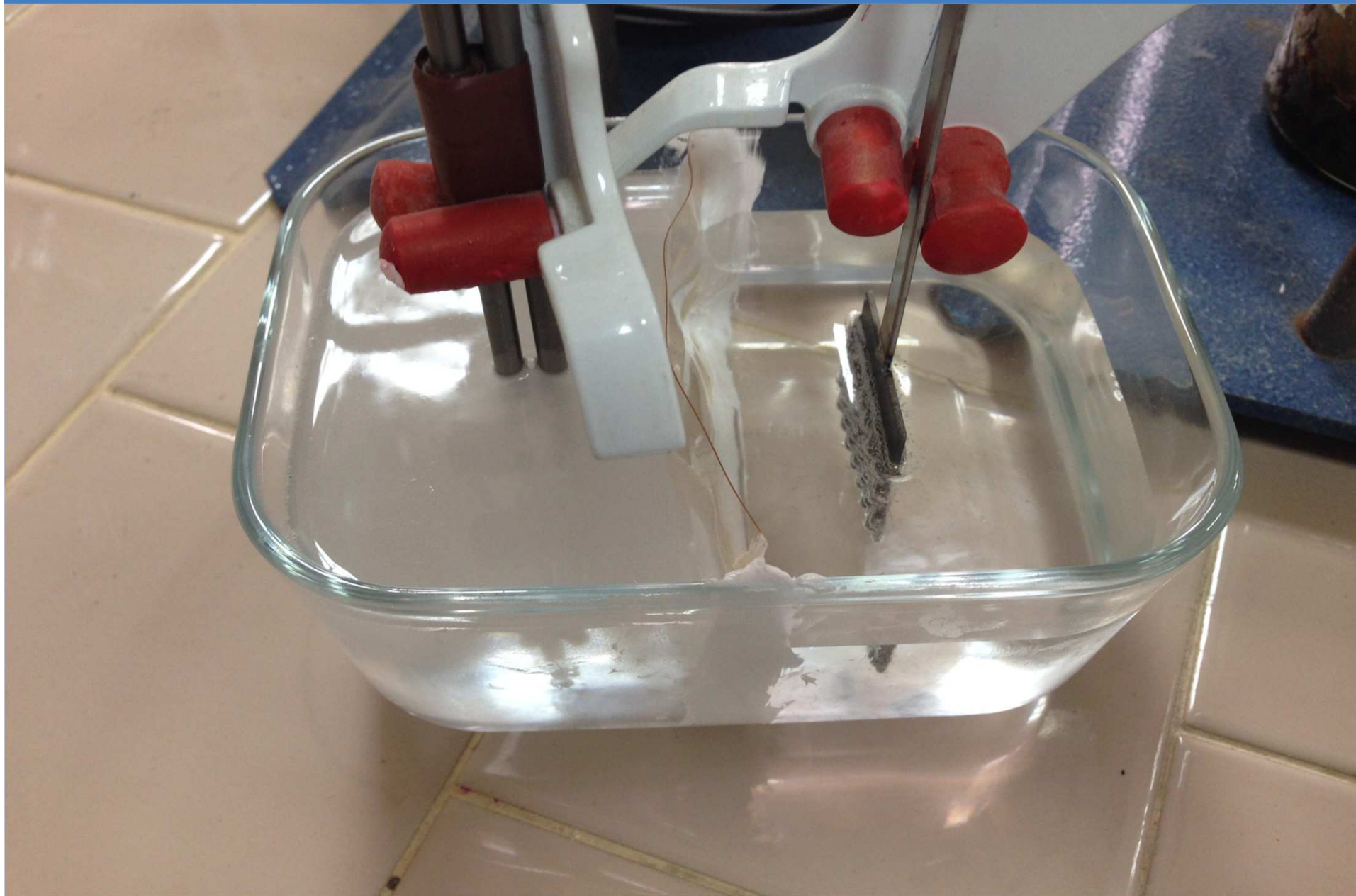
STUDIO PRELIMINARE DI
SISTEMI E APPLICAZIONI
VOLTI AL RECUPERO DEL
BLACK LIQUOR



- **Elettrolisi**
- **Precipitazione acida e "Lignoboost"**
- **Ultrafiltrazione**
- **Estrazione alcalina degli Xilani**

ELETTROLISI





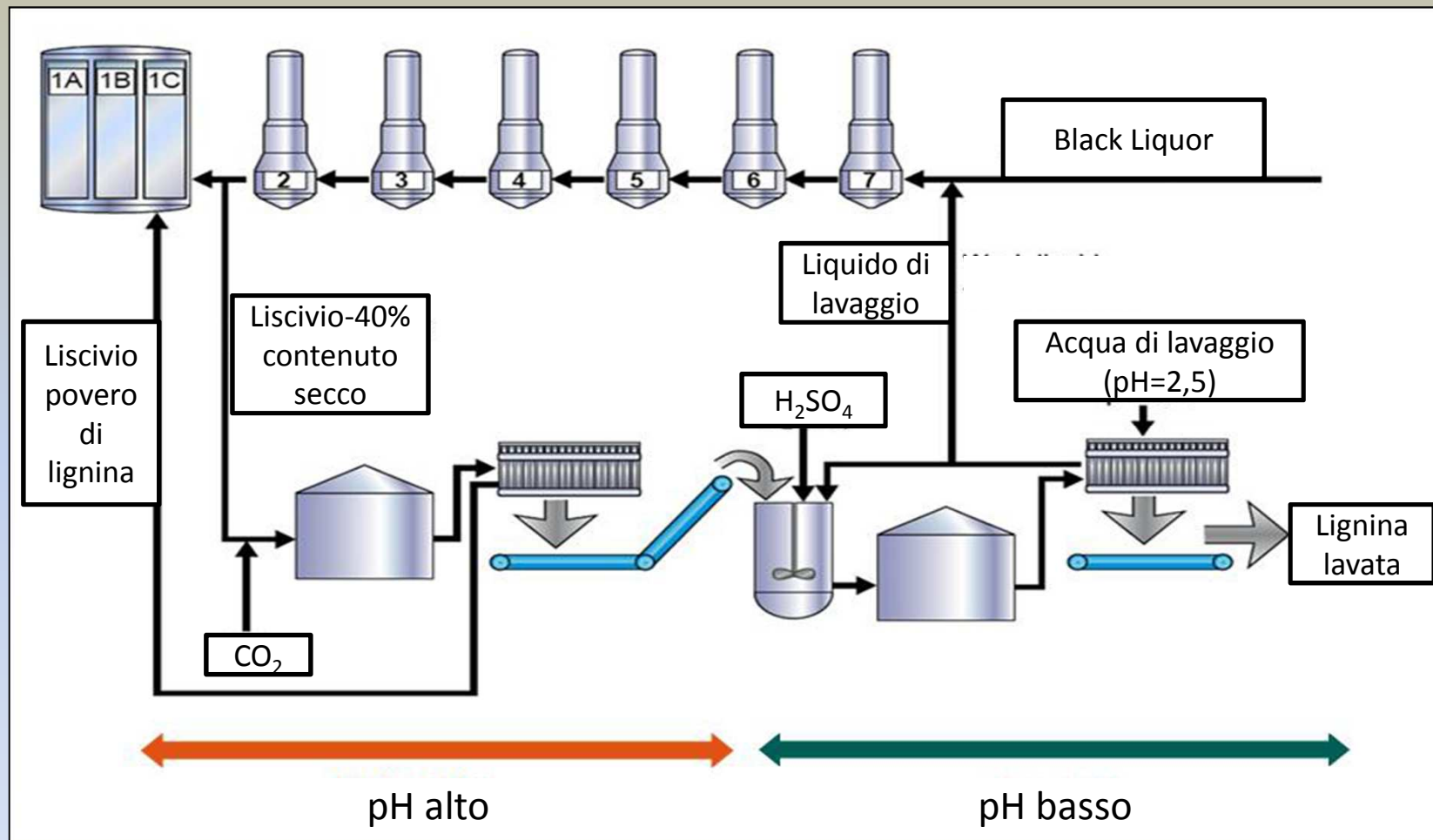
Vantaggi del processo elettrolitico con membrana:

- Riduzione del COD del 70%
- Ossidazione parziale della lignina all'Anodo
- Recupero di soda al Catodo riutilizzabile nel trattamento di impregnazione del legno
- Possibilità di integrazione con osmosi inversa e distillazione azeotropica per il recupero dei sali di acetato

Limitazioni del processo:

- Possibilità di "Fouling" o intasamento della membrana sensibile agli inquinanti che riduce la resa del processo
- Elevati costi dovuti alla sostituzione della membrana

PRECIPITAZIONE ACIDA E "LIGNOBOOST"



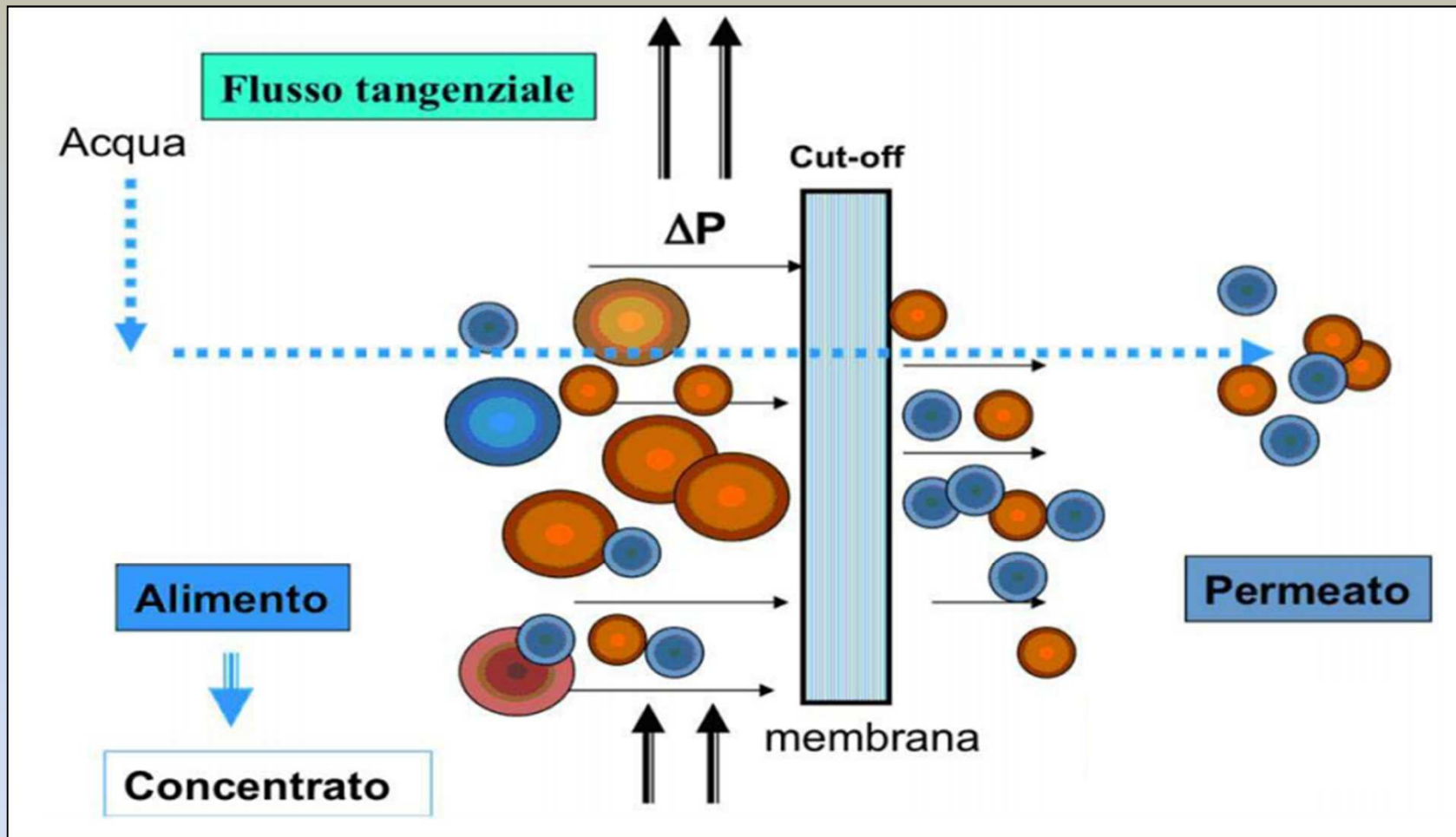
Vantaggi del processo “Lignoboost” rispetto alla precipitazione acida tradizionale:

- Maggior resa percentuale di precipitazione della lignina
- Minor contenuto di impurità e carboidrati nella lignina estratta
- Minori costi d'impianto e minori costi d'esercizio dovuti alla riduzione dei volumi dell'impianto di lavaggio acido e delle aree dei filtri necessari al processo
- Riduzione del 15-20% dei costi dovuti all'utilizzo di acidi per precipitare la lignina
- Acidificazione ottenuta tramite uso combinato di H_2SO_4 e CO_2 e quindi possibilità di riutilizzo da parte di Sicem Saga dei fumi derivanti dal processo di essiccazione della pasta

Limitazioni del processo:

- Alti costi di investimento iniziale
- Predisposizione di un impianto di abbattimento polveri per il riutilizzo della CO_2

ULTRAFILTRAZIONE



Vantaggi del processo di ultrafiltrazione:

- Risparmio energetico rispetto alle altre tecnologie di separazione
- Possibilità di regolare l'entità della filtrazione variando il MWCO (Molecular Weight Cut Off) della membrana
- Possibilità di un uso combinato con la precipitazione acida per ottenere separazioni più efficaci dei componenti del black liquor
- Possibilità di operare a basse temperature senza quindi danneggiare eventuali molecole termolabili

Limitazioni del processo:

- Problematiche legate al Fouling delle membrane ceramiche utilizzate
- Rese in termini di lignina precipitata inferiori alle altre applicazioni per il recupero del liscivio

ESTRAZIONE DEGLI XILANI

- Possibilità di operare sia sulla pasta sbianchita sia sui chips di legno
- Xilani ottenuti con una purezza $\geq 99\%$



- Black liquor sperimentale con caratteristiche analoghe a quello di Sicem Saga

CONCLUSIONI

- Le soluzioni analizzate mostrano la possibilità di valorizzare e recuperare il Black Liquor tramite differenti applicazioni, che permetterebbero a Sicem Saga Spa di ottenere benefici ambientali ed economici.
- Le possibilità descritte in questo lavoro di tesi potranno risultare più o meno efficaci a seguito di studi più specifici che comprenderanno oltre che accurate analisi chimiche del liscivio, anche prove sperimentali in laboratorio e su impianti pilota.
- Dallo studio effettuato l'applicazione che meglio potrebbe adattarsi al processo produttivo dell'azienda in questione sembra essere la tecnologia "Lignoboost", eventualmente integrata con un impianto di ultrafiltrazione per incrementarne l'efficacia.

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**