



adolescenti, studenti, cittadini

# Carta da scarti vegetali

Istituto di Istruzione Superiore L. Cobianchi

Anno scolastico 2016/2017

Classe 4<sup>o</sup> Chimica, Materiali e Biotecnologie

Articolazione Chimica e Materiali

6<sup>a</sup> edizione del Concorso 2016-2017

“Lo Sviluppo locale che vorrei: equo e sostenibile”

# IL NOSTRO OBIETTIVO

Perché?

DIFFERENZE  
CON LA  
PRODUZIONE  
INDUSTRIALE

DIFFERENZA DI  
IMPATTO  
ECONOMICO E  
AMBIENTALE

Come?

PROCEDIMENTO

RACCOLTA  
DEGLI SCARTI

## COME CONCRETIZZARE IL NOSTRO OBIETTIVO?

IL NOSTRO IMPIANTO

# IL NOSTRO OBIETTIVO

La carta è stata una delle invenzioni umane più importanti. La usiamo tutti i giorni e dubito ci sia qualcuno che ne possa fare a meno, nonostante la recente rivoluzione tecno-informatica metta a disposizione altri supporti. C'è chi la usa per scrivere un appunto, chi per stampare dei documenti e chi per leggere. Di conseguenza possiamo affermare che la carta è un bene importante.



1/3



[Torna all'indice](#)

# IL NOSTRO OBIETTIVO

Data la nostra posizione geografica, che ci mette a disposizione un' ampia vegetazione, abbiamo deciso di provare a realizzare della carta in maniera diversa e del tutto nuova. Siamo partiti da bucce, ricci e foglie di castagno, quindi da prodotti di scarto, per estrarre la cellulosa, al fine di lavorarla per realizzare la carta.



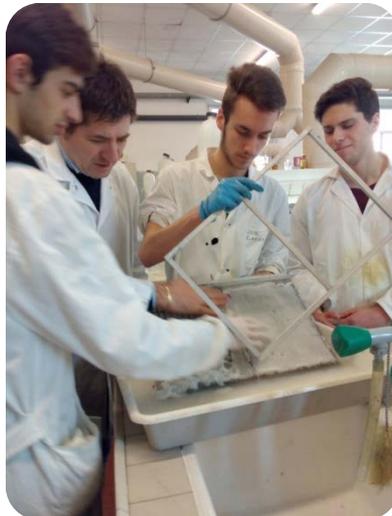
2/3



[Torna all'indice](#)

# IL NOSTRO OBIETTIVO

Abbiamo svolto una fase sperimentale, nella quale abbiamo verificato la realizzabilità del nostro progetto e la fondatezza delle nostre ipotesi. Ci siamo dunque posti l'obiettivo di commercializzare questa idea e renderla così effettivamente un' alternativa alle tradizionali procedure di produzione delle attuali cartiere. Dopo essere riusciti ad ottenere la cellulosa e a produrre fogli di carta veri e propri, abbiamo ideato una ipotetica struttura industriale, teorizzando un impianto di produzione da collocare sul nostro territorio e promuovere uno sviluppo economico locale equo e sostenibile.



3/3



[Torna all'indice](#)

# DIFFERENZE CON LA PRODUZIONE INDUSTRIALE

## Estrazione della cellulosa

Estrarre la cellulosa significa isolarla dagli altri componenti del vegetale, come la lignina. Il legno più usato per l'estrazione della cellulosa è l'abete, poi il pino, il castagno, il faggio, ecc. L'abete, il pino e le conifere forniscono una cellulosa che è la più pregiata per la forma delle sue fibre; anche la cellulosa di latifoglie ha delle particolarità interessanti, come l'opacità, la morbidezza e il costo contenuto. Allo scopo di rendere più facile ed omogeneo l'attacco chimico sul legno, è necessario sminuzzare i tronchetti in frammenti a piccola pezzatura, mediante l'utilizzo di macchine "sminuzzatrici". I tronchetti passano poi attraverso dei setacci meccanici, che lasciano passare i "minuzzoli", in modo che rispondano alle caratteristiche desiderate. Questi vengono poi inviati, mediante nastri trasportatori, ai sili di raccolta posti sopra i bollitori o direttamente nei bollitori stessi.



# DIFFERENZE CON LA PRODUZIONE INDUSTRIALE

## Assorbimento

Con questa operazione si rende la cellulosa pronta alla fase dell'imbianchimento. Dal fondo del diffusore, che è provvisto di eliche per mescolare la massa, la cellulosa e il liscivo vengono inviati in un apritore munito di robusto agitatore, in modo che le singole fibre vengano separate le une dalle altre in una serie di filtri di lavaggio in controcorrente. Questi possono essere di vario tipo: a pressione, a vuoto o diffusione. Il loro compito è di spremere il materiale fibroso per liberarlo dal liscivo nero, lavarlo con altro liscivo più debole, spremerlo nuovamente in un secondo stadio e così via, sino a che la cellulosa non contenga più liscivo esausto di cottura. A questo punto la cellulosa è pronta e viene quindi avviata al processo di sbianchimento o viene usata tale e quale.



# DIFFERENZE CON LA PRODUZIONE INDUSTRIALE

## Preparazione dell'impasto

Poiché la carta non è solitamente composta di sola cellulosa, è pure necessario dosare, miscelare, amalgamare, le altre materie fibrose e si devono aggiungere i materiali di carica, i collanti, i colori. Questo assieme di materie fibrose e ingredienti prende il nome di "impasto". L'impasto è preparato con tre operazioni principali: trattamenti meccanici, trattamenti chimici e miscelazione.



# DIFFERENZE CON LA PRODUZIONE INDUSTRIALE

## Spappolamento delle fibre

La prima operazione per trasformazione in carta la cellulosa consiste nello spappolare la materia fibrosa in acqua, trasformandola in una sospensione omogenea con tutte le singole fibre ben separate le une dalle altre. Le macchine per sfibrare la cellulosa sono i “pulper”, consistenti in grandi vasche metalliche sul cui fondo uno o più rotatori imprimono al liquido un moto circolatorio energetico.



# DIFFERENZE CON LA PRODUZIONE INDUSTRIALE

## Formazione del foglio

Alla cassa di afflusso l'impasto ha una concentrazione media intorno allo 0,5%; quando il foglio abbandona le presse, ha un contenuto di secco mediamente intorno al 40%. Ciò significa che una grande quantità di acqua è già scesa sotto la tela, asportata dalle casse aspiranti, dal cilindro aspirante e dalle presse. Altra acqua è aggiunta mediante spruzzi sistemati per pulire la tela nella fase di ritorno. L'acqua proveniente dalla tela per scolamento del foglio si chiama "acqua bianca" per il colore biancastro.



# DIFFERENZE CON LA PRODUZIONE INDUSTRIALE

## Metodo di laboratorio

Inizialmente bisogna trattare la materia prima, rendendola più manipolabile durante la fase di lavorazione. Essa viene triturata tramite un frullatore, riducendola in piccoli pezzetti in modo tale che durante l' applicazione del metodo Kraft si ottenga una resa complessiva maggiore poiché viene aumentata la superficie di contatto. Successivamente al metodo Kraft, viene effettuato un trattamento a caldo a base di ipoclorito di sodio in soluzione al 5% per sbiancare le fibre; dopo di che occorre separare la fibra vegetale trattata dalla soluzione. Una volta separato il tutto, si pone la fibra su dei vetri d'orologio che successivamente vengono messi in stufa per far evaporare tutta l'acqua in eccesso. Dopo aver fatto raffreddare la pasta si esegue un' analisi allo spettrofotometro IR per confermarne la presenza di cellulosa.



# DIFFERENZE CON LA PRODUZIONE INDUSTRIALE

## Metodo di laboratorio

Per realizzare i fogli di cellulosa si unisce la cellulosa estratta dai ricci alla cellulosa pura (fornitaci da una cartiera) in un contenitore pieno di un volume preciso d'acqua assieme ad un collante e a del policloruro di alluminio, per tenere meglio unite le fibre. Per formare i fogli si utilizzano dei setacci che vengono immersi nel contenitore e sollevati rapidamente, in modo tale da non accumulare troppa cellulosa sul setaccio e ottenere così un foglio troppo spesso; dopo di che con un feltro, appositamente tagliato, si preme sul setaccio per rimuovere l' acqua. Si ribalta il setaccio su della tela, così da non farlo attaccare al piano di lavoro e sul foglio ottenuto si spruzza una soluzione di amido, in modo tale che, una volta asciutto, consenta la scrittura senza provocare sbavature . Infine si fa asciugare il foglio ottenuto all' aria aperta per qualche giorno.



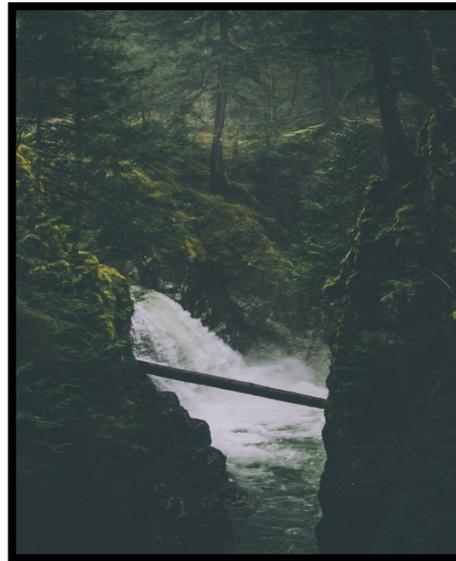
# DIFFERENZA DI IMPATTO ECONOMICO E AMBIENTALE

La produzione della carta segue diverse fasi. Dall'abbattimento degli alberi e dal trasporto del legname si passa allo sminuzzamento del legno, all'estrazione della cellulosa fino alla produzione vera e propria della carta e alla sua distribuzione. Ognuna di queste fasi comporta una spesa. Ciò che rende interessante il nostro progetto è proprio la scelta di avvalersi di scarti vegetali, per realizzare della carta con una procedura ecosostenibile, riducendo i costi e il disboscamento. Con il nostro metodo di recupero di scarti, diminuisce anche la quantità di gas inquinanti che si producono per il trasporto delle merci, riducendo così l'impatto ambientale.

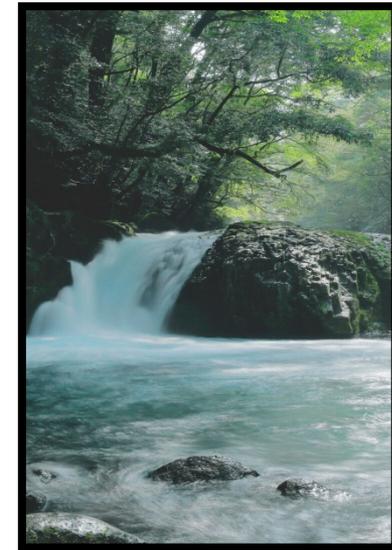


# DIFFERENZA DI IMPATTO ECONOMICO E AMBIENTALE

Oggi circa l'80% delle aree di foresta è andato distrutto o degradato. Le foreste purificano l'aria che respiriamo, prevengono l'erosione del suolo, impediscono frane, preservano i bacini di acqua dolce e aiutano a combattere l'effetto serra. Anche se negli ultimi anni la produzione della carta è in calo, l'impatto ambientale è ancora inaccettabile. Secondo una stima effettuata dal WWF per produrre un chilo di carta standard sono necessari 7 etti di cellulosa. Stando ai dati di Greenpeace, in Italia, una famiglia composta da 4 persone consuma in un anno un quantitativo di carta pari a 2 alberi. Grazie al nostro processo migliaia di alberi potrebbero essere salvati.



2/3



[Torna all'indice](#)

# DIFFERENZA DI IMPATTO ECONOMICO E AMBIENTALE

A livello economico la differenza tra il sistema industriale e il nostro progetto sta soprattutto nel minore utilizzo di sostanze chimiche e nel recupero di materiale di scarto, fondamentalmente inutile per altri scopi. Ovviamente rimane l'alto costo dell'energia, che ricade sul costo finale del prodotto, che viene però in parte contenuto dal risparmio consentito dalla nostra procedura.



# PROCEDIMENTO

## Processo Kraft

Il processo Kraft prevede una prima cottura del materiale da cui si intende estrarre la cellulosa. Questa prima cottura viene effettuata con acqua e si mantiene in ebollizione per circa 30 minuti. Dopo questa, il processo prevede l'aggiunta di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (1%) per 30 minuti alla temperatura di ebollizione. Successivamente viene trattato il vegetale, in condizioni di ebollizione, con  $\text{Na}_2\text{S}$  (2%) e  $\text{NaOH}$  (0.5%). Nel nostro laboratorio, date le rigide condizioni di pressione da mantenere in questa fase, abbiamo agito sul fattore tempo, per cercare di ottenere una completa delignificazione. Infine, vengono effettuati lavaggi per rimuovere le parti chimiche e di scarto dalla pasta, che presenterà una colorazione marrone scura dovuta a tannini e alla lignina presente nel prodotto di partenza. Per questo si effettua una fase di sbiancamento con ossido di calcio (in alternativa ipoclorito di sodio). Una volta ottenuta la pasta bianca, si lascia asciugare e poi si passa alla lavorazione finale che trasformerà definitivamente il nostro scarto vegetale in veri e propri fogli di carta.

# PROCEDIMENTO

## Reazioni di processo

1) La prima reazione che avviene è l'ossidazione della parte organica con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ :



2) Dopo l'ossidazione grazie alla presenza di acqua si ha l'idrolisi del solfuro sodico:



3) Nell'ultimo passaggio viene aggiunto ossido di calcio per chiarificare la pasta:



[Dati sulle nostre risorse](#)

2/2

[Torna all'indice](#)

# RACCOLTA DEGLI SCARTI

La provincia è nata dalla fusione di tre territori geograficamente distinti: il Verbano, il Cusio e l'Ossola i cui centri abitati più importanti sono rispettivamente Verbania, Omegna e Domodossola. Ha una superficie di 2260,91 km<sup>2</sup>.



# RACCOLTA DEGLI SCARTI

## Il territorio

Il territorio della provincia è quasi interamente collinare e montuoso, il 55% di territorio è superiore ai 1200 m s.l.m., le uniche zone relativamente pianeggianti sono il fondo valle ossolano lungo il corso del fiume Toce, da Crevoladossola alla foce nel Lago Maggiore, e la piana di Intra. L'altitudine varia dai 193 m s.l.m. del lago Maggiore ai 4 609 m s.l.m. della Punta Nordend (Monte Rosa). Le sezioni alpine che interessano la provincia sono le Alpi Pennine e le Alpi Lepontine.



# RACCOLTA DEGLI SCARTI

## Risorse

Il territorio è molto ricco di cave di granito e marmo, come il marmo di Candoglia, usato per la costruzione del duomo di Milano, e il granito rosa di Baveno. Sono presenti anche delle miniere d'oro ma ormai inattive per i costi d'estrazione. La conformazione del territorio con molte valli e l'abbondanza di corsi d'acqua hanno permesso, tramite la costruzione di dighe e turbine presso i torrenti, lo sviluppo delle centrali idroelettriche. Proprio questa conformazione ha fatto sì che la val d'Ossola sia stata uno dei primi territori a sviluppare le centrali idroelettriche nei primi anni del XX secolo.



# RACCOLTA DEGLI SCARTI

## Vegetazione

Il territorio è occupato per il 56% (1265 km<sup>2</sup>) da boschi, di cui il 20% (251,24 km<sup>2</sup>) è di castagneti, per un calcolo approssimativo di 7000000 di castagni. Ogni castagno può produrre circa 1000 ricci all'anno. La grande diversità climatica del VCO permette una grande varietà botanica; oltre al castagno, sono presenti il faggio, il larice, l'abete, la quercia e il pino. Nella zona del VCO sono presenti numerose specie alloctone, sia animali, come il piccione, sia vegetali, come l'ambrosia e il bambù che è presente in grande quantità, soprattutto nelle zone pianeggianti. Anche da quest'ultimo è possibile estrarre una buona quantità di cellulosa con lo stesso procedimento usato con i ricci di castagno.



# DATI SULLE NOSTRE RISORSE

	RICCI DI CASTAGNE	BUCCE DI CASTAGNE
<b>CELLULOSA ESTRATTA</b> % m/m	53	47
<b>ANALISI CARTA</b>	50% Cell. Ricci / 50% Cell. Industriale*	50% Cell. Bucce / 50% Cell. Industriale*
<b>GRAMMATURA</b> g/mL	144	122
<b>CENERI</b> % m/m	2,63	1,55

\*Cellulosa industriale fornita da **Cartiera Favini**



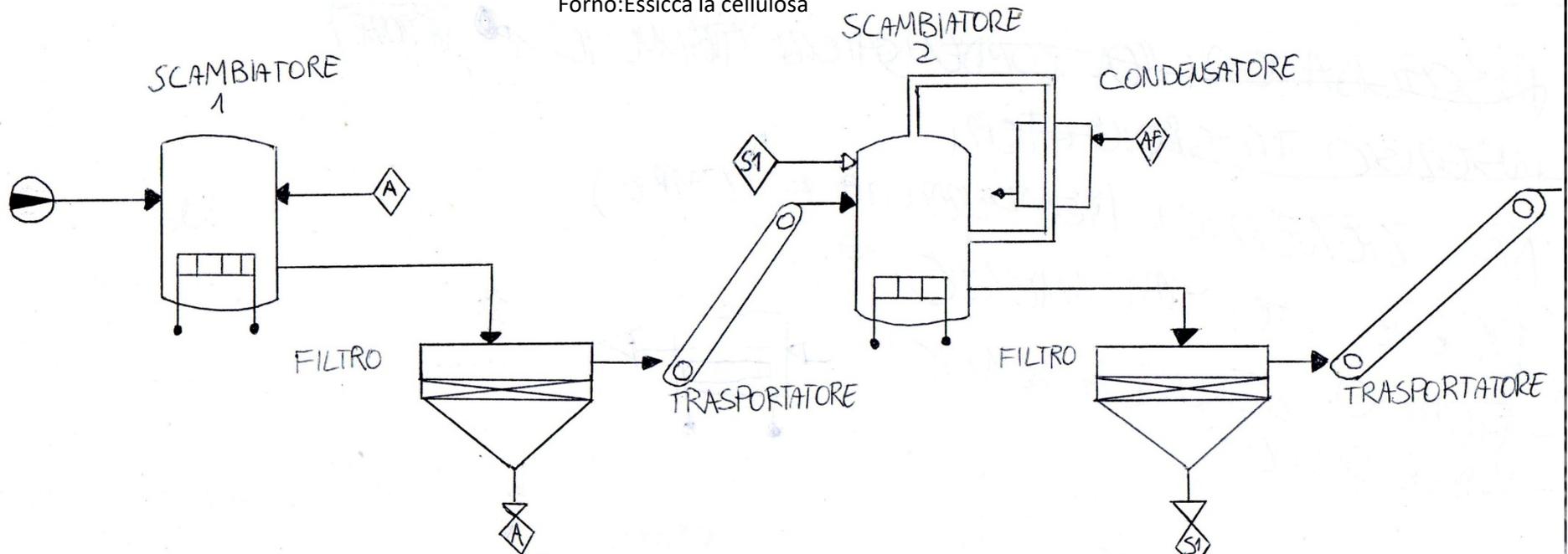
# SCHEMI DI IMPIANTO

Questo è un eventuale schema di impianto che segue i passi del nostro processo e porta alla produzione di cellulosa.

## LEGENDA

- A**: Acqua
- S1**: Soluzione di  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1%
- AF**: Acqua fredda
- S2**: Soluzione di  $\text{Na}_2\text{S}$  2% e  $\text{NaOH}$  0.5%
- S3**: Soluzione di  $\text{NaClO}$  3%

- Scambiatore 1: Temperatura di  $90^\circ\text{C}$ , tempo di permanenza 30 minuti
- Scambiatori 2/3: Temperatura di  $100^\circ\text{C}$  (ebollizione), tempo di permanenza 30 minuti
- Scambiatore 4: Temperatura di  $40^\circ\text{C}$ , tempo di permanenza 15 minuti
- Filtro: separa la materia prima solida dalla fase liquida
- Condensatore: Negli scambiatori in condizione di ebollizione a condensare i vapori prodotti e a ri-integrarli in soluzione
- Trasportatori: muovono la fase solida all'interno dell'impianto
- Forno: Essicca la cellulosa



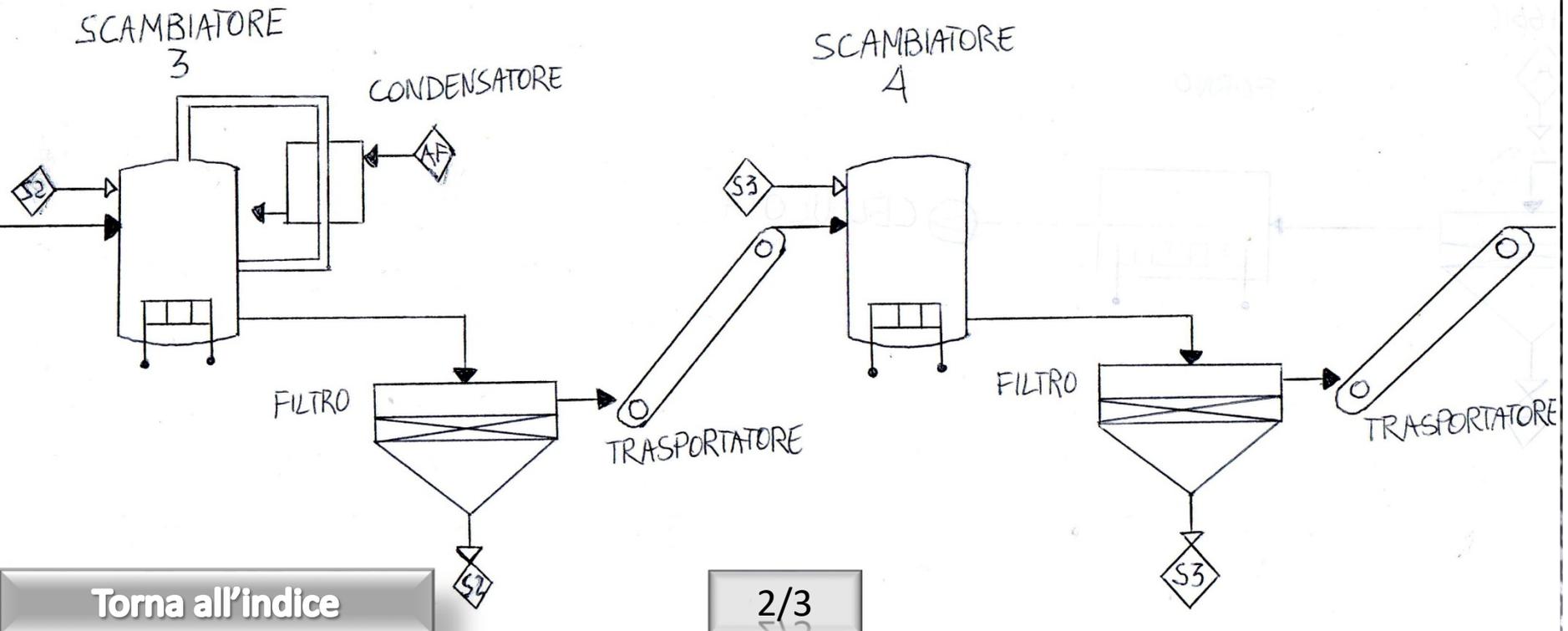
# SCHEMI DI IMPIANTO

Questo è un eventuale schema di impianto che segue i passi del nostro processo e porta alla produzione di cellulosa.

## LEGENDA

- A**: Acqua
- S1**: Soluzione di  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1%
- AF**: Acqua fredda
- S2**: Soluzione di  $\text{Na}_2\text{S}$  2% e  $\text{NaOH}$  0.5%
- S3**: Soluzione di  $\text{NaClO}$  3%

- Scambiatore 1: Temperatura di  $90^\circ\text{C}$ , tempo di permanenza 30 minuti
- Scambiatori 2/3: Temperatura di  $100^\circ\text{C}$  (ebollizione), tempo di permanenza 30 minuti
- Scambiatore 4: Temperatura di  $40^\circ\text{C}$ , tempo di permanenza 15 minuti
- Filtro: separa la materia prima solida dalla fase liquida
- Condensatore: Negli scambiatori in condizione di ebollizione a condensare i vapori prodotti e a re-integrarli in soluzione
- Trasportatori: muovono la fase solida all'interno dell'impianto
- Forno: Essicca la cellulosa



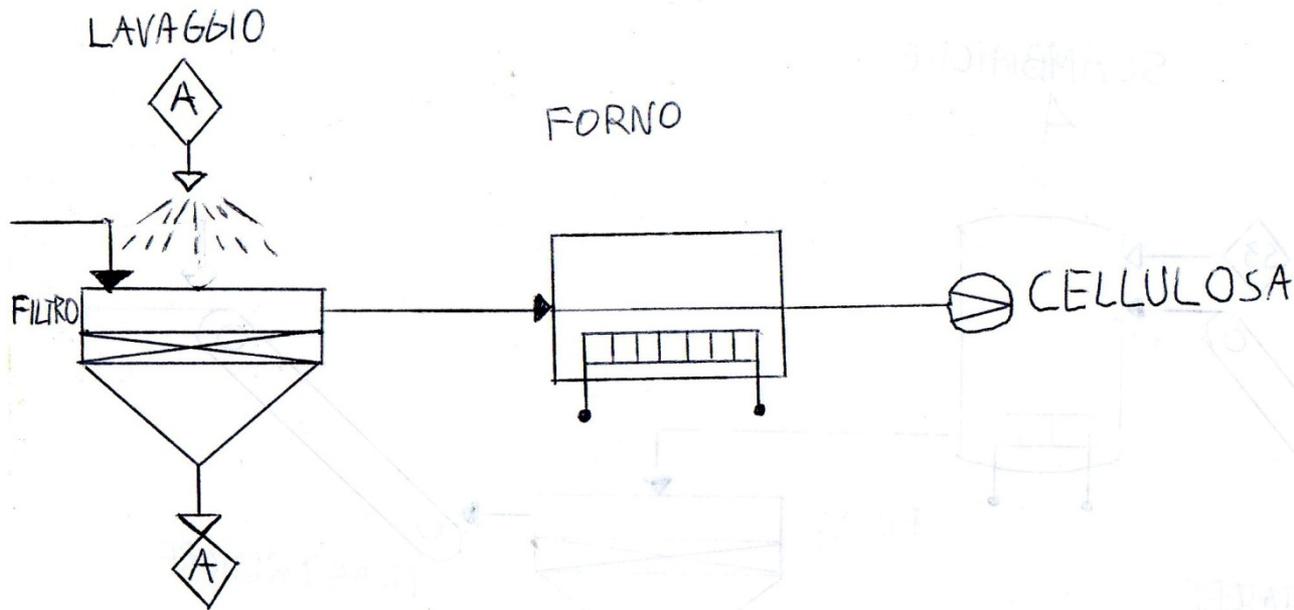
# SCHEMI DI IMPIANTO

Questo è un eventuale schema di impianto che segue i passi del nostro processo e porta alla produzione di cellulosa.

## LEGENDA

- A:** Acqua
- S1:** Soluzione di  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1%
- AF:** Acqua fredda
- S2:** Soluzione di  $\text{Na}_2\text{S}$  2% e  $\text{NaOH}$  0.5%
- S3:** Soluzione di  $\text{NaClO}$  3%

- Scambiatore 1: Temperatura di  $90^\circ\text{C}$ , tempo di permanenza 30 minuti
- Scambiatori 2/3: Temperatura di  $100^\circ\text{C}$  (ebollizione), tempo di permanenza 30 minuti
- Scambiatore 4: Temperatura di  $40^\circ\text{C}$ , tempo di permanenza 15 minuti
- Filtro: separa la materia prima solida dalla fase liquida
- Condensatore: Negli scambiatori in condizione di ebollizione a condensare i vapori prodotti e a ri-integrarli in soluzione
- Trasportatori: muovono la fase solida all'interno dell'impianto
- Forno: Essicca la cellulosa

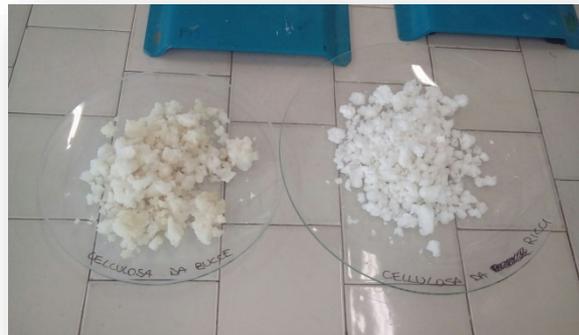


# CONCLUSIONI



Le attività svolte in laboratorio sono state effettuate impiegando D.P.I, D.P.C e consultando le schede di sicurezza delle sostanze chimiche utilizzate. Possiamo concludere che le risorse di materia prima (ricci e bucce di castagne) sono disponibili in loco a costo zero.

Possiamo realizzare carta di buona qualità, sfruttando la fantasia nella realizzazione della stessa con impatto ambientale ridotto drasticamente.



**Progetto realizzato dagli alunni della 4° Chimica Materiali e Biotecnologie  
Articolazione Chimica e Materiali**

**Airoldi Barbara**  
**Bicelli Federica**  
**Boscarino Andrea**  
**Carati Riccardo**  
**Coradin Davide**  
**Costa Jairo**

**Effigiati Alessio**  
**Fattalini Marco**  
**Festa Sofia**  
**Korchi Zineb**  
**Mazzoni Simone**

**Prof.sa Chiesa Anna**  
**Prof.sa Chiappa Angela**  
**Prof. Gulotta Angelo**  
**Prof.sa De Meo Annarita**  
**Prof.sa Cucchiara Giuseppa**

