

XVII corso di Tecnologia per Tecnici Cartari  
edizione 2009/2010

# Il processo di raffinazione

*di De Amicis Pierluigi*



Scuola Interregionale  
di tecnologia per tecnici Cartari

---

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

# **INDICE**

- 1 - INTRODUZIONE**
  
- 2 - LA TIPOLOGIA DELLE MATERIE PRIME FIBROSE SOGGETTE A RAFFINAZIONE**
  
- 3 - LA RAFFINAZIONE**
  
- 4 - I RAFFINATORI**
  
- 5 - OTTIMIZZAZIONE DELLA RAFFINAZIONE**

## 1.0 INTRODUZIONE

La preparazione dell'impasto per la fabbricazione della carta necessita di quattro operazioni fondamentali: lo spapolamento, la raffinazione della cellulosa, il dosaggio dei prodotti chimici (materiali di carica) e il proporzionamento di tutti i componenti da miscelare. Il corretto espletamento delle suddette operazioni consente al cartario di ottenere per ogni tipologia di carta le giuste caratteristiche fisiche – meccaniche ed il raggiungimento degli standard qualitativi richiesti dal cliente. Il tutto naturalmente va fatto tenendo sotto controllo i costi. Tra queste operazioni la raffinazione occupa senz'altro un posto di primo piano. Durante questo processo le fibre vengono lavorate meccanicamente, impiegando l'acqua come mezzo, tra guarniture in acciaio o basalto pressate l'una contro l'altra. La raffinazione può essere da taglio o schiacciamento, questi processi sono integrati dall'attrito interno della pasta dovuto alle turbolenze (fibrillazione). Di solito l'impasto da raffinare ha una densità che oscilla tra il 3 e 6%. Quando si utilizza un impasto con densità intorno al 3% si ha una bassa fibrillazione con accorciamento delle fibre e basso sviluppo delle resistenze. Raffinando invece con campi di densità vicini al 5% le fibre vengono fortemente fibrillate originando strutture dense ad alta resistenza. Le caratteristiche di resistenza della struttura del foglio di carta dipendono dai punti di ancoraggio delle micro fibrille e dai legami a idrogeno che si vengono a formare. Le parti fini che si generano con detto processo agiscono come sostanza di "cementificazione della struttura".

## **2.0 LA TIPOLOGIA DELLE MATERIE PRIME FIBROSE SOGGETTE A RAFFINAZIONE**

La carta è un prodotto costituito essenzialmente da fibre vegetali e sostanze di carica. La diversa combinazione delle fibre, lunghe o corte, delignificate o contenenti lignina costituisce la differenza macroscopica dei diversi tipi di carta che si otterranno. Difatti la qualità della formazione è strettamente legata alla lunghezza delle fibre, se esse sono lunghe conferiscono maggiore resistenza meccanica al foglio peggiorando nel contempo la speratura, al contrario le fibre corte hanno una maggiore proprietà di riempimento ma una minor resistenza. Non va comunque trascurata l'importanza delle cariche minerali che, pur non concorrendo a conferire resistenza al foglio, ne costituiscono sino al 50% del peso (carte patinate), conferendo alla carta lucentezza, brillantezza e stampabilità. La distinzione più elementare è quella in fibre lunghe (SOFTWOOD) vale a dire pino, abete e larice (conifere) e in fibre corte (HARDWOOD) ovvero pioppo, faggio, betulla e eucalipto (Latifoglie). Come ben sappiamo, il legno è costituito da fibre di cellulosa, vasi e lignina. Quest'ultima essendo il collante naturale che tiene unite le fibre, è la sostanza sulla quale si deve agire per separare le fibre da utilizzare per scopi cartari. Il diverso modo industriale di affrontare la lignina e quindi separare le fibre vegetali da luogo alla distinzione fra i tipi di paste cartarie.

### **La Cellulosa:**

È il componente principale delle pareti cellulari del legno e anche il componente principale della carta. La cellulosa è un polimero naturale formato da migliaia di molecole di glucosio. La cellulosa si ottiene mediante un processo chimico (al solfato o solfito) a cui vengono sottoposti i chips ottenuti dal legno. Naturalmente in base al tipo di legname usato la cellulosa sarà detta a fibra "lunga" quando la lunghezza di quest'ultima oscilla tra 2,5 e 4 mm e a fibra "corta" invece quando tali valori sono compresi tra 1 e 2mm. La cellulosa allo stato puro si trova in natura solo in alcune piante annuali come il cotone e il lino in cui raggiunge una purezza pari al 99%. Nelle piante legnose, invece, la cellulosa è sempre accompagnata dalle emicellulose, dalla lignina e dagli estrattivi.

## **Le Emicellulose:**

È un saccaride a basso peso molecolare, in cui la struttura molecolare è ramificata e non fibrosa. La caratteristica principale è la loro bassa idratabilità, inoltre a contatto con l'acqua sviluppano importanti qualità della fibra derivanti dalla struttura chimica. In natura le emicellulose sono amorfe e possiedono proprietà adesive.

## **Le Paste Semichimiche:**

Sono prodotte partendo da chips prevalentemente di LATIFOGLIA (faggio e pioppo) e il ciclo produttivo non si discosta di molto rispetto a quello descritto per la cellulosa, la differenza fondamentale sta nel fatto che la lignina e le altre sostanze incrostanti non vengono completamente disciolte in quanto l'attacco chimico al solfito è solo parziale. La resa si aggira intorno al 60% e la fibra di cellulosa è ancora parzialmente lignificata. Le paste semichimiche hanno caratteristiche qualitative intermedie rispetto alle cellulose e alle paste ad alta resa. I costi elevati di produzione e depurazione, oltre alla bassa resa, stanno portando ad un graduale abbandono di questo prodotto.

## **La Pasta legno:**

Si ottiene esclusivamente mediante azione meccanica e la pasta ottenuta è detta ad "alta resa" in quanto ottenuta sfibrando il legno sino al 90/95%. La colorazione, vista la presenza di lignina, rispecchia quella del legno impiegato, per questo motivo di solito viene usato legno chiaro. La pasta legno ha bassa resistenza meccanica ma nel contempo consente di ottenere spessori elevati e maggior opacità e rigidità del foglio. Un'alta percentuale di pasta legno nell'impasto genera un aumento dello spolvero del foglio. È stato provato che un impasto privo di pasta legno può causare righe durante la patinatura del foglio.

## **Paste C.T.M.P (Chemitermomeccaniche) e C.M.P (Chemimeccaniche):**

Come le altre paste cartarie derivano il nome dal processo industriale usato per ricavarle e quindi ancora una volta dalla metodologia utilizzata nel trattare la lignina. Anch'esse fanno parte delle cosiddette paste ad "alta resa", questa infatti è dell'85/90% per kg di legno a

secco. La lignina viene semplicemente ammorbidita attraverso un blando attacco termochimico o solo chimico (senza vapore) e quindi lasciata in gran parte a ricoprire la fibra di cellulosa. Queste materie prime hanno iniziato a prendere piede a partire dagli anni 60' e si sono dimostrate confacenti sia alle esigenze cartarie che alle ovvie necessità di economicità produttiva; il risparmio si realizza infatti sotto diversi profili: minor costo delle materie prime (legno meno pregiato), minor impiego di energia elettrica e costi inferiori di depurazione. Il pioppo, anche di provenienza nazionale, è l'essenza più usata ed apprezzata per ottenere C.T.M.P e C.M.P; in modo meno diffuso vengono usati anche abete e gli scarti della lavorazione del compensato. Le buone caratteristiche meccaniche (lunghezza di rottura e resistenza alla lacerazione) decisamente elevate per paste ad "alta resa" ne consentono impieghi anche massicci.

## 3.0 LA RAFFINAZIONE

La raffinazione è considerata da molti addetti ai lavori il processo tecnologico più importante prima che l'impasto fibroso arrivi sulla tavola piana. Una raffinazione mirata e ben condotta, in presenza di strumenti idonei (i raffinatori), consente di sviluppare dalle fibre le caratteristiche richieste e quando queste vengono in contrasto tra loro di mediare con equilibrio il risultato. La raffinazione sottopone le fibre ad una serie di sbattimenti e compressioni che hanno lo scopo di aprire le fibre non singolarmente ma a fiocchi, così da aumentare la superficie delle aree di contatto favorendone nel contempo il rigonfiamento. L'aumento della superficie delle fibre influenza positivamente la resistenza del foglio in quanto i legami interfibra avvengono più facilmente. Durante la raffinazione si genera molto calore, pertanto non bisogna trascurare gli effetti che si avranno sull'impasto raffinando a temperature differenti ( $\text{ENERGIA} + \text{FIBRE} = \text{FIBRE RAFFINATE} + \text{CALORE}$ ). L'aumento della temperatura da 20 a 80°C causa una riduzione della resistenza alla trazione del foglio, pertanto se si vuole favorire la raffinazione e renderla più efficiente bisogna sottrarre calore raffinando a temperature più basse. Un aumento del pH ha un effetto positivo sull'idratazione delle fibre e quindi anche sullo sviluppo delle resistenze. Ma attenzione: la raffinazione, se inidonea o troppo spinta, produce effetti non sempre desiderati ed opportuni (smodata lacerazione della parete, accorciamento delle fibre, eccessiva idratazione). Pertanto la raffinazione va ottimizzata cercando di non compromettere le caratteristiche del prodotto finale che si vuole ottenere. La determinazione della ritenzione dell'impasto ci consente di capire gli effetti reali della raffinazione sulle fibre. La misura della ritenzione viene fatta mediante uno strumento detto schoppermetro (°SR) e non è altro che la capacità dell'impasto di trattenere l'acqua. Più il grado di raffinazione è elevato più l'impasto sarà denso e compatto e di conseguenza impermeabile all'acqua. Il fenomeno opposto alla ritenzione è la scolantezza, ovvero la capacità dell'impasto di disidratarsi. Naturalmente aumentando la raffinazione quest'ultimo effetto va a diminuire progressivamente. Agendo sulla raffinazione è possibile influenzare le seguenti proprietà del foglio.

**La lunghezza di rottura:** è il carico massimo (trasformato in metri di lunghezza di un campione di carta avente le stesse caratteristiche di grammatura) che una striscia di carta larga un centimetro può sostenere prima di rompersi. Naturalmente aumentando la raffinazione otteniamo più punti di contatto e di conseguenza maggiori legami tra le fibre

che fanno aumentare la resistenza alla trazione. Il valore massimo viene raggiunto con un grado di raffinazione pari a 70/80 °SR, dopodiché subentra il taglio della fibra con sostanziale peggioramento.

**La porosità:** diminuisce aumentando la raffinazione, ma nel contempo una carta poco porosa non permette all' inchiostro da stampa di penetrare facilmente.

**L'opacità:** è la proprietà che ha il foglio di diffondere la luce che lo attraversa. Più si raffina l'impasto più l'opacità diminuisce. Difatti come già descritto aumentando il grado di raffinazione aumenta la superficie delle fibre e quindi la capacità di trattenere l'acqua. Acqua e fibre, avendo lo stesso indice di rifrazione, non deviano il fascio di luce cosicché il foglio sarà meno opaco ma più trasparente. In virtù del fenomeno appena espresso più bassa sarà la raffinazione più alta sarà l'opacità.

**La lacerazione:** indica la resistenza di ogni singola fibra. Ad inizio processo tale caratteristica aumenta progressivamente fino al raggiungimento dei 30 °SR, al di là di questo valore prevale l'effetto del taglio delle fibre e quindi la resistenza alla lacerazione diminuisce.

## 4.0 I RAFFINATORI

Il processo della raffinazione materialmente viene espletato mediante l'uso dei raffinatori che possono essere a disco o conici aventi guarniture a lame.

### **I raffinatori conici:**

sono formati da una cassa d'ingresso e uscita pasta, da uno statore e da un rotore ugualmente conico. Sia lo statore che il rotore sono muniti di lame il cui disegno, angolatura, materiale, spessore, altezza e larghezza viene scelto in base al tipo di fibra che il raffinatore andrà a trattare. L'avvicinamento del rotore allo statore mediante un albero di trasmissione, determina il grado di raffinazione. Più le parti si avvicinano, aumentando il carico energetico, più la raffinazione è spinta (ingrassamento dell'impasto).

### **I raffinatori a disco:**

Vengono impiegati sostanzialmente per raffinazioni molto fibrillanti. Le tipologie usate sono quella a doppio disco, in cui ci sono due dischi fissi più uno centrale rotante e quella a disco singolo in cui è presente un disco fisso e uno rotante. Tra i due sistemi viene in genere preferito il primo in quanto la superficie di raffinazione viene raddoppiata. La differenza sostanziale tra i raffinatori conici e a disco sta nel fatto che quest'ultimi consentono un minor taglio della fibra e una maggior idratazione, determinando per un uguale valore di scolantezza un maggior sviluppo delle resistenze. Oltre a questa sostanziale differenza è stato accertato che una raffinazione a dischi assorbe meno energia a parità di risultati oltre ad avere una maggiore versatilità sui prodotti da lavorare grazie alla configurazione dei dischi che permette molte combinazioni. I raffinatori possono lavorare a flusso alternato parallelo o seriale.

### **Le guarniture:**

Per qualsivoglia tipologia di raffinatori il risultato della raffinazione viene influenzato dal tipo di guarniture e dai relativi parametri. Utilizzando, ad esempio, lame con spigoli arrotondati avrò una raffinazione fibrillante, al contrario impiegando lame a spigoli vivi

otterrò un effetto di taglio. Comunemente i materiali usati per costruire lame sono l'acciaio e la lava di basalto. Le lame in acciaio a seconda dello spigolo e dell'angolo hanno un effetto "smagrante" sul raffinato (taglio della fibra), mentre quelle in lava di basalto hanno l'effetto contrario ovvero "ingrassante". Non va trascurato anche un altro parametro molto importante vale a dire l'ampiezza dell'angolo delle lame. Un angolo elevato favorisce l'ingrassamento delle fibre, mentre un angolo basso ovviamente sortisce l'effetto opposto. Per diminuire il taglio delle fibre in genere vengono utilizzati angoli compresi tra i 60 e i 70°.

## 5.0 OTTIMIZZAZIONE DELLA RAFFINAZIONE

Durante il processo di raffinazione c'è un elevato dispendio di energia, per tale motivo sono in corso degli studi atti alla riduzione della potenza a vuoto e alla progettazione di guarniture innovative. I cambiamenti delle proprietà dell'impasto sono determinati dall'energia specifica applicata, vale a dire l'energia che effettivamente agisce sulla fibra; questo valore non è altro che la differenza tra la potenza assorbita in fase di raffinazione (energia di raffinazione) e quella a vuoto. La potenza a vuoto è la somma delle perdite elettriche del motore, delle perdite meccaniche per attrito e della potenza assorbita dall'azione idraulica per effetto di turbolenza e pompaggio. La potenza idraulica non può essere eliminata per ridurre quella a vuoto, ma può essere migliorata utilizzandola solamente per incrementare l'efficienza e l'omogeneità della raffinazione, questo vantaggio può essere ottenuto scegliendo i parametri e le tecniche più idonee per ogni tipologia di fibra e per il risultato tecnologico che si vuole ottenere.

**Intensità della raffinazione:** in virtù di quanto appena detto si ricorre ad un parametro molto importante per caratterizzare la trasferibilità di potenze e quindi la capacità di raffinazione, questo valore è determinato dalle “aree di contatto” con cui la spinta applicata al rotore viene trasmessa attraverso il film di fibre allo statore. Per questo motivo fu formulata la teoria del carico specifico della lama, tale grandezza non è altro che il quoziente fra l'energia di raffinazione e la lunghezza totale degli spigoli della lama. Un elevato carico specifico determina la trasmissione di un'elevata quantità d'energia al secondo, ciò normalmente causa un accorciamento delle fibre. Al contrario un carico specifico basso favorisce la defibrillazione della fibra. Tanto più elevato sarà il carico specifico delle lame tanto maggiore sarà l'indice di scolantezza  $SR^\circ$ .

**Bibliografia:**

- Appunti tratti dal periodico “ Carta e Cartiere”
- “Introduzione alla fabbricazione della carta” (Aticelca)
- “L’Industria della carta” (Enrico Gianni)
- Dispense ing. Busco reperite presso la SIC Verona
- Dispense Dott. Luca Paccagnella reperite presso la SIC Verona
- Dispense prof. Paolo Zaninelli reperite presso la SIC Verona