

La raffinazione degli impasti

De Bortoli Carlo
(*Fedrigoni*)

Relazione finale
1° Corso di Tecnologia per tecnici cartari
1991 / 92



**Scuola Interregionale
di tecnologia
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50
37138 Verona

La raffinazione degli impasti

0. Premessa.

1. La fibre vegetali utilizzate per la fabbricazione della carta.

1.1 La cellulosa.

1.2 La pasta legno.

2. Lo spappolamento e preparazione dell'impasto.

3. La raffinazione.

3.1 Scopo della raffinazione.

3.2 Principio della raffinazione.

3.3 I raffinatori.

3.3.1 Raffinatore olandese.

3.3.2 Raffinatori conici.

3.3.3 Raffinatori a dischi.

3.4 Impianti di raffinazione.

3.5 La raffinazione della pasta legno.

3.6 Il controllo della raffinazione.

3.7 Relazione tra raffinazione e caratteristiche della carta.

4. Conclusione.

0. PREMESSA

La scoperta della carta, attribuita al cinese Ts'ai Lun nel 105 d.C., fu un avvenimento molto importante nella storia della civiltà umana. Egli giunse a questa scoperta, osservando una lavandaia mentre sciacquava dei panni in un corso d'acqua e vide come le fibre staccatasi dagli stessi, andavano poi a legarsi fra di loro (feltrarsi) ai margini del corso d'acqua, formando un "foglio".

La fondamentale e primaria esigenza, è stata senza dubbio la ricerca di conferire alle fibre fin da allora usate, la proprietà di legarsi, "feltrarsi" fra loro.

Per diversi anni la materia prima impiegata comunemente nella fabbricazione della carta fu la fibra di lino, canapa, cotone, ricavata dagli stracci scartati dai tessuti.

L'espansione economico culturale, che ha segnato il secolo scorso, provocò un notevole incremento nel consumo di carta; la crescente richiesta sviluppò gli impianti rendendo lo straccio come materia prima per carta, sempre più insufficiente.

Ecco dunque la necessità di trovare altre materie prime fibrose adatte alla fabbricazione della carta; questo problema venne risolto grazie all'utilizzo di due materiali fibrosi vegetali: la pastalegno e la cellulosa.

Queste sono le principali materie prime fibrose impiegate attualmente nell'industria cartaria che permisero di produrre grandi quantità di carta, riducendo notevolmente i costi. Se non ci fosse stata una fonte di materie prime così abbondante non si sarebbero potute fronteggiare le richieste sempre più crescenti dell'industria grafica, dell'imballaggio e delle carte speciali.

Per materie fibrose si intendono le fibre vegetali, cioè gli elementi filiformi che costituiscono la massa dei tessuti più tenaci della pianta.

1. LE FIBRE VEGETALI UTILIZZATE NELLA FABBRICAZIONE DELLA CARTA.

1.1 La cellulosa.

La cellulosa, cioè la materia prima fibrosa estratta dal legno con procedimenti chimici, è senza dubbio la più importante materia prima impiegata nell'industria cartaria.

Di cellulosa, è costituita la membrana delle fibre vegetali; chimicamente s'intende un altopolimero della famiglia del glucosio.

Tutti i vegetali contengono in quantità molto diverse, cellulosa; l'industria si è orientata per evidenti ragioni economiche e di raccolta verso le piante con più alto contenuto. Le piante utilizzate maggiormente dall'industria cartaria moderna per la produzione di materie fibrose, sono: Pino, Abete, Larice, Pioppo, Eucalipto, Faggio, Betulla e Castagno.

Le piante si dividono, a seconda della lunghezza delle fibre estraibili, in due grandi famiglie aghifoglie (conifere) e latifoglie.

Le aghifoglie o conifere comprendono principalmente, il Pino e l'Abete; il loro contenuto in cellulosa è di circa il 50% e la lunghezza della fibra varia dai 2,5/4 mm. In gergo cartario queste vengono anche chiamate "fibre lunghe".

Le latifoglie o "fibre corte" sono state introdotte ed apprezzate successivamente dall'industria cartaria. Queste piante contengono pure un 50% di cellulosa e la lunghezza della fibra è di circa 1-2 mm.

Le cellulose si distinguono anche dal procedimento di cottura; questo può essere alcalino (soda - solfato) o acido (bisolfito di calcio) secondo il reattivo impiegato.

Le fibre cellulosiche possono essere gregge se dopo la cottura non hanno subito altri processi; bianchite se, successivamente alla cottura, hanno subito un trattamento di imbianchimento che può essere ottenuto con ipoclorito di sodio, cloro, acqua ossigenata.

1.2 La pasta legno.

La pastalegno è un materiale fibroso, ricavato esclusivamente con mezzi meccanici, ed è ottenuta sfibrando il legno contro una mola rotante in presenza di acqua.

Essa perciò, sarà molto scheggiata e conterrà pure tutte le sostanze “incrostanti” o “cementanti” presenti nel legno (lignina, resine, gomme, cere, olii, sostanze coloranti, ecc), riducendo di molto la capacità delle fibre di feltrarsi, cioè legarsi fra di loro.

Una delle caratteristiche determinanti la qualità della pastalegno, è il grado di scheggiosità: più grossolane sono le schegge contenute, peggiore viene considerata la qualità di una pastalegno.

2. LO SPAPPOLAMENTO E PREPARAZIONE DELL'IMPASTO.

Generalmente le materie prime fibrose ed in particolare la cellulosa, arrivano in cartiera in uno stato tale (fogli secchi imballati) da non poter essere utilizzate direttamente per formare un foglio di carta.

Ogni tipo di carta richiede particolari caratteristiche qualitative e pertanto sarà composta da diversi tipi di cellulosa dosata e miscelata ad altri materiali quali cariche, collanti, coloranti, ecc , formando così l'impasto.

Per poter ottenere un foglio di carta si deve poter trasformare l'insieme dei componenti dell'impasto in pasta, sempre con l'aggiunta di un elemento fondamentale per la lavorazione cartaria: l'acqua.

Lo spappolamento è la prima operazione per la produzione della carta e consiste nel disperdere in acqua i fogli delle materie fibrose che arrivano in cartiera allo stato secco. Si ottiene così una sospensione uniforme ed omogenea nella quale tutte le fibre sono ben separate le une dalle altre, con l'assenza di grumi che andrebbero a causare dei problemi in fase di fabbricazione.

Di diversa natura sono le difficoltà che si incontrano in questa operazione: esse dipendono in particolare, dal tipo della materia fibrosa, dal grado di disidratazione e dalla stagionatura a magazzino della stessa.

Per molto tempo la macchina impiegata per aprire cellulosa, fogliacci e cartaccia, è stata la “molazza”

Questa macchina ha origine molto remota; il suo funzionamento è basato sul

principio di una ruota di pietra che gira su un'altra pietra, macinando così tutto ciò che incontra sul suo percorso.

Questa macchina ha perso valore nel tempo, per l'elevato consumo di energia e, per la lentezza nell'operazione, è stata sostituita nel tempo da un'altra macchina chiamata **tritatore**.

Essa, consiste in una camera a forma circolare nella quale gira un albero portante dei pioli; questi girando dilanano il materiale trasformandolo in pezzetti.

L'esigenza di poter aumentare continuamente la produzione di carta, portò la tecnica moderna ad introdurre sempre più nel processo di spappolamento, una nuova macchina chiamata "hydra pulper" o più semplicemente "**pulper**"; essa consiste in una grande vasca metallica a forma di "scodella" sul fondo della quale si trova un rotore con una girante opportunamente sagomata, che imprime alla massa liquida un moto vorticoso molto energico.

In questa macchina viene introdotta e fatta girare molta acqua alla quale si aggiungono poi le balle di cellulosa e/o altro materiale fibroso, che si spappoleranno formando così una pasta ad una densità molto variabile a seconda del tipo di hydra pulper. Esistono infatti pulper a bassa densità (circa 5% di materiale secco) e pulper ad alta densità (circa 12% di materiale secco). La scelta di uno o dell'altro dipende generalmente dal tipo materiale che si deve lavorare. Queste macchine sono state sempre più potenziate; ai nostri giorni si è giunti alla costruzione di pulper con capacità di circa 50 m³.

Queste grandi quantità di pasta in circolazione, danno subito un'idea della forte necessità di acqua da parte delle cartiere. L'acqua come le fibre vegetali è indispensabile nella fabbricazione della carta e il grado di diluizione influenza tutte le fasi di produzione.

3. LA RAFFINAZIONE

3.1 Scopo della raffinazione.

Come è noto la carta è un feltro di fibre vegetali ottenuto da una sospensione acquosa di tali fibre in concentrazione inferiore all'1% che per sgocciolamento si disidrata lasciando le fibre irregolarmente disposte e reciprocamente cementate. Le materie fibrose casualmente "intrecciate" costituiscono il tessuto della carta.

Le proprietà finali della carta, in particolar modo le proprietà meccaniche, l'opacità, il bianco e il volume apparente, dipendono fortemente dal tipo di fibra che si va ad utilizzare. La fibra lunga infatti mi permette di ottenere carte con elevata resistenza meccanica, la fibra corta mi permette di aumentare l'opacità e la stampabilità, la pasta legno mi dà opacità, volume e stabilità dimensionale.

Sembrerebbe quindi che il cartaio non abbia grandi possibilità di manovra se non quella di scegliere le giuste materie prime in dosi opportune.

Nella realtà è possibile con la raffinazione governare tutte le caratteristiche sopradescritte ed aumentare o diminuire alcune proprietà dell'impasto al fine di ottenere un prodotto finale che mi garantisca una buona formazione del foglio e l'ottenimento di una carta che risponda alle esigenze dell'utilizzatore finale.

Regolando alcuni parametri della raffinazione si possono produrre notevoli trasformazioni delle materie fibrose, cercando di sfruttare in modo vantaggioso, gli aspetti positivi del processo. Infatti la raffinazione aumenta la compattezza del foglio, e legami fra le fibre, aumenta la resistenza alla trazione, allo scoppio, alla piegatura, ma per contro peggiora altre caratteristiche quali ad esempio la resistenza alla lacerazione, l'opacità e la stabilità dimensionale del foglio al variare del grado di umidità.

3.2 Principio della raffinazione.

La raffinazione è un trattamento meccanico che si effettua sulle fibre dopo la loro dispersione in acqua. L'impasto contenente una quantità al secco di circa 3-6 % di fibra viene forzato a passare tra due o più elementi in metallo (o pietra) che si sfiorano ad alta velocità. Le fibre passando tra questi elementi si "offrono" come lubrificante a questo lavoro meccanico e assorbono tutta la forza di attrito che si sviluppa in questa apparecchiatura chiamata raffinatori. Lo sfregamento, che il materiale vegetale subisce, determina una modifica nella sua struttura.

Questa si manifesta con due effetti principali:

- un'azione di taglio della fibra, e quindi si ottiene un accorciamento della stessa;
- un'azione di sfibratura o ingrassamento che fa apparire al microscopio la fibra più sfilacciata e con una forte capacità di trattenere l'acqua.

Le condizioni in cui si opera durante la raffinazione sono molto importanti; per esempio un'elevata densità dell'impasto favorisce un'azione prevalente di sfibratura e quindi di ingrassamento riducendo invece molto l'azione di taglio; se invece la densità dell'impasto è bassa, si accentuerà l'azione di taglio delle fibre riducendo di molto la sfibratura. Altri parametri molto importanti che possono influenzare in maniera determinante il risultato del processo di raffinazione dell'impasto sono la temperatura durante la raffinazione, la distanza delle lame, la natura, lo spessore, la velocità di rotazione, il disegno delle stesse e molti altri.

Le resistenze meccaniche della carta dipendono dalla resistenza della fibra stessa e dalla resistenza dei legami tra fibra e fibra.

La resistenza della fibra è una caratteristica legata al vegetale di partenza e al processo chimico che è stato utilizzato per l'ottenimento della cellulosa. Ad esempio una pasta di betulla ottenuta con procedimento al solfito ha una lunghezza di rottura di 5700 contro i 7000 della stessa pasta ottenuta con procedimento alcalino. Anche il grado di imbianchimento determina la resistenza della singola fibra, una pasta greggia in genere è sempre più tenace del suo corrispettivo bianchito. Se consideriamo la fibra riciclata il discorso diventa più complesso poichè è legato ai trattamenti meccanici che ha subito durante le varie lavorazioni. La fibra che si ricava dai fogliacci di fabbricazione non avrà mai le stesse caratteristiche della fibra vergine ma sarà sempre più debole. La situazione peggiora se utilizziamo il macero come materia prima poichè i contenuti fibrosi e le lavorazioni subite sono diverse e le resistenze meccaniche sono per certi casi limitatissime.

I legami tra fibra e fibra dipendono dalla lunghezza della stessa, dalla sua flessibilità e dalla sua "predisposizione" a legarsi con altre fibre ed è qui che interviene la raffinazione.

Per ciò che riguarda le caratteristiche della fibra vergine la tendenza al legame viene definita con l'aiuto di due valori: l'Indice di feltrabilità (IF) e l'indice di Runkel (IR).

L'Indice di feltrabilità (IF) è il rapporto tra la lunghezza della fibra e il suo diametro esterno espressi in millimetri. Il valore che ne deriva mi indica con buona approssimazione la resistenza alla lacerazione che offrirà una carta prodotta con questo materiale. Questa misura spiega anche come sia possibile far carta anche con la fibra corta. Una materia prima è accettabile (senza considerare la pasta legno) quando ha un valore di IF superiore a 50.

L'indice di Runkel (IR) è il rapporto tra il doppio dello spessore della parete cellulare e il diametro interno del lume. Questo valore che esprime la flessibilità

della fibra mi indica la capacità della stessa ad “intrecciarsi” con altre fibre. Il valore numerico rispecchia in genere la resistenza alla trazione che avrà la carta prodotta con questa materia prima. Se l'indice di Runkel è compreso tra 0,25 e 0,4 la fibra in esame è molto portata a legarsi con altre, se l'indice IR è compreso tra 0,4 e 0,6 avremo un valore medio, se l'indice è tra 0,6 e 1 la tendenza a legarsi (e quindi la resistenza meccanica) sarà molto limitata.

Una fibra di conifera può avere una lunghezza di 3,5 mm e un rapporto lunghezza / spessore di 91 (Indice di feltrabilità). La sua parete è spessa, quindi robusta, ed in ogni caso il rapporto $2\text{parete}/\text{lume}$ è 0,35 (Indice di Runkel).

Una fibra corta invece ha una lunghezza di circa 1 mm, indice di Feltrabilità 50 e indice di Runkel 0,60.

Ciò spiega come la fibra di conifera abbia maggior resistenza meccanica.

Il legame tra fibra e fibra non è dato solo dall'intrecciarsi casuale delle fibre ma anche da una “attrazione” fisico-chimica tra le fibre stesse. È possibile infatti che l'acqua presente all'interno del foglio di carta faccia da ponte con dei legami ad idrogeno tra i gruppi ossidrilici delle fibre di cellulosa. Una fibra darà quindi maggior capacità a legarsi con un'altra tanti più gruppi ossidrilici può mettere a “contatto” con altre fibre, ovvero tanta più acqua è in grado di legare chimicamente a sè.

Se noi osserviamo una fibra vergine al microscopio possiamo paragonarla ad un tubicino. Questo può assorbire facilmente dell'acqua al suo interno e rigonfiarsi ma con la stessa velocità può cederla e tornare come prima.

Una fibra che è stata raffinata e che quindi mediante frizionamento è stata deformata, appare al microscopio molto sfilacciata e presenta degli elementi filiformi che escono dalla sua parete esterna definiti fibrille. Se bagnamo questa fibra noteremo un rigonfiamento molto maggiore. Anche la parete interna è stata rotta e quindi l'assorbimento dell'acqua nel lume centrale è notevole. Quando cercheremo di togliere acqua si noterà la difficoltà che la fibra offre alla sua disidratazione.

La raffinazione aumenta quindi i legami tra la fibra e l'acqua che, se presente in minime quantità nel foglio, fa da ponte con altre fibre. Possiamo quindi affermare che una carta perfettamente secca ha minori resistenze meccaniche di una carta contenente il 3-4% di umidità. La prova che più esalta questa caratteristica è quella delle doppie pieghe.

Come avevo precedentemente premesso la raffinazione ha due effetti: il taglio e la sfibratura (o ingrassamento).

Il taglio va ad accorciare la fibra e quindi diminuisce la possibilità che ha la fibra di legarsi. L'indice di feltrabilità infatti diminuisce velocemente. Il taglio apparentemente è quindi un effetto esclusivamente negativo. Nella realtà si deve in certe situazioni aumentare quest'effetto per diminuire la “nuvolosità” finale della carta dovuta alla creazione di “fiocchi” di maggior densità di impasto durante la formazione della carta sulla tavola piana.

La sfibratura invece è l'effetto più interessante. Nella fase di raffinazione la

parete primaria comincia a rompersi e si formano degli interstizi tra i fasci di molecole di cellulosa. Siccome esternamente la fibra appare ancora intatta si parla di sfibratura interna. Questa fase si esalta grazie alla presenza di emicellulose all'interno della fibra poichè queste rigonfiano molto più velocemente che non la cellulosa essendo molto avida di acqua. Successivamente si manifestano anche cambiamenti all'esterno, iniziano a comparire sulla superficie dei filamenti sottili definiti fibrille. Si può parlare quindi di sfibratura esterna.

La pasta dopo sfibratura viene definita grassa poichè al tatto dà una sensazione di scivolosa e di unta. Ciò è dovuto alla resistenza che oppongono le fibre alla disidratazione meccanica. Se prendiamo un pugno di pasta prima della sfibratura e lo schiacciamo per disidratarlo, noteremo che l'acqua scorre facilmente tra le dita lasciando l'impasto subito più asciutto e quindi ci sarà il contatto diretto della pelle con le fibre più secche. Se ripetiamo l'operazione con la pasta raffinata noteremo che tra le dita scivolerà fuori anche della pasta e quella che rimane nella mano è meno asciutta, inoltre ogni fibra sarà sempre ricoperta da un velo d'acqua e rimarrà sempre la sensazione di viscido.

È in base a questa sensazione di untuosità al tatto che si è misurato fino a non molti anni fa il grado di raffinazione dell'impasto.

3.3 I raffinatori.

L'operazione nei tempi più remoti veniva praticata con sistemi più o meno meccanizzati battendo e pestando l'impasto fibroso in mortai o piccole vasche munite di pestelli o grossi magli in legno.

L'evolversi della tecnologia industriale e le richieste sempre più elevate di carta hanno fatto realizzare macchinari più adatti alle crescenti esigenze di questa fase operativa.

Le esigenze sono: produzione di quantità elevata di pasta raffinata (ton/h), produzione in continuo, massima azione di ingrassamento e minima di taglio, consumi energetici ridotti (Kwattora/chilocarta), durata degli organi di raffinazione o loro facile ripristino.

3.3.1 Raffinatore Olandese.

La prima macchina che potè sostituire i vecchi mulini a pestelli per la preparazione dell'impasto, fu creata in Olanda agli inizi del 1800 e prese appunto il nome di "Olandese".

E' stata senza dubbio la prima macchina industriale per raffinare; ed ha avuto da subito, un impiego molto diffuso. Si è adeguata alle continue esigenze di aumenti produttivi ed è ancora oggi impiegata in alcune cartiere.

I cartai hanno dovuto sostituire l'olandese con più potenti e moderne macchi-

ne per evidenti motivi economici; senza dubbio l'olandese rimane però la macchina più versatile con la quale si riusciva e si riesce tuttora ad ottenere particolari risultati di raffinazione.

E' una macchina molto versatile, con la quale si è in grado di trattare le diverse fibre nel modo ad esse più adeguato; è possibile, per esempio, tenere l'impasto molto denso all'inizio, lasciar girare il rotore staccato dalla platina, favorendo così il rigonfiamento ed il conseguente ingrassamento della fibra, e poi, alla fine della lavorazione, diluire l'impasto, abbassare molto il rotore e, se richiesto, tagliare la fibra.

La macchina è costituita da una vasca di forma ovale nella quale è affondata un cilindro orizzontale in legno portante sulla superficie lungo l'asse, delle lame in ferro; sul fondo della vasca, in corrispondenza del cilindro, è sistemato un blocco "platina" nel quale sono infisse altre lame parallele a quelle del cilindro.

Questa vasca viene riempita con il materiale fibroso, preventivamente spappolato (con le molazze, i triturator o pulper), al quale è aggiunta acqua per arrivare ad una densità di circa il 5-7%.

Il cilindro, che prende anche nome di "rotore" perchè gli viene impresso un movimento rotatorio da un motore, sfrega le proprie lame contro quelle della "platina". L'impasto fibroso dovrà così passare attraverso le lame sopra descritte, subendo lo schiacciamento e/o il taglio delle fibre che sono appunto le operazioni specifiche della raffinazione.

Tradizionalmente dopo la raffinazione nell'olandese vengono eseguite anche le operazioni di coloritura e collatura, e molto spesso, vengono aggiunte pure le sostanze di carica ed eventuali altri additivi completando così la preparazione dell'impasto.

E' possibile regolare la distanza fra le lame del rotore e quelle della platina mediante un sistema di leve comandate da una coppia di ingranaggi con viti senza fine; il controllo di tale distanza, i vecchi cartai, lo facevano dopo aver acquisito molta esperienza con l'udito; essi infatti, sentivano se il rotore "cantava" oppure "puntava" e si regolavano conseguentemente.

Successivamente vennero installate altre apparecchiature che indicavano invece l'assorbimento di energia del motore.

Per la produzione di carte per le quali è richiesta un elevato grado di raffinazione, intesa come "ingrassamento" e non taglio della fibra, le olandesi vengono dotate di rotor e platine in lava di basalto anzichè con lame metalliche. Si riduce così al minimo la possibilità di taglio della fibra incentivando al massimo l'azione

di sfregamento e schiacciamento dell'impasto che origina appunto, la sfibrillatura (l'ingrassamento).

Per poter alimentare una macchina continua servono diverse "olandesi"; la capacità di queste può variare da 4 a 20 m³ di sospensione fibrosa che corrisponderà a 200/800 Kg di pasta secca.

Terminata l'operazione di raffinazione e preparazione dell'impasto, come precedentemente descritto, la pasta viene scaricata in una tina che deve avere la capacità di poter contenere diverse cariche; questa tina serve oltre che per lo stoccaggio dell'impasto, anche come "mescolatore" perchè appunto, mescola la pasta di più lavorazioni e riduce così le differenze di lavorazione delle singole macchine e ricicli.

Verso il 1950, la fabbricazione della carta ha assunto sempre più un aspetto industriale con inserimento di macchine continue veloci ad alta produzione.

Anche l'operazione di raffinazione pertanto, ha dovuto trasformarsi, abbandonando sempre più le discontinue "olandesi" e trasformando la raffinazione in un'operazione in continuo.

L'uso delle macchine olandesi è tutt'oggi molto ridotto e riservato per la produzione di tipi di carta con particolari caratteristiche (carte molto ingrassate, ad esempio la carta da disegno trasparente o pergamin).

Ai nostri giorni pertanto si usano quasi esclusivamente raffinatori a ciclo continuo.

3.3.2 Raffinatori conici.

I raffinatori conici vennero realizzati per primi in America dopo la metà del 1800 con il nome di Jordan; essi, all'inizio furono impiegati per completare il lavoro dei sempre più insufficienti raffinatori olandesi.

Questo raffinatore è composto essenzialmente da due parti: una carcassa conica o "statore" e un corpo conico rotante o "rotore". Sulla parete interna della carcassa, sporgono delle lame disposte lungo l'asse della struttura; anche il rotore è rivestito di lame disposte lungo la generatrice del cono. Il rotore gira all'interno della carcassa e può essere avvicinato fino a sfiorare le lame dello statore.

In queste macchine l'impasto entra nella parte di minor diametro del cono; per effetto della velocità di rotazione del cono, del grado di inclinazione delle lame e della forza centrifuga, la pasta è costretta a passare tra le lame del rotore e dello sta-

tore del raffinatoro conico subendo l'operazione di **raffinazione** e fuoriesce dalla parte opposta.

In questi raffinatori la regolazione della raffinazione si può realizzare grazie alla possibilità di spostare orizzontalmente il rotore all'interno dello statore, avvicinando così, più o meno, le lame delle due parti ed ancora agendo con una valvola all'uscita della pasta del raffinatoro, quindi si regola la velocità di raffinazione.

Anche per questi raffinatori ha molta importanza, ai fini del risultato, la natura delle lame che possono essere di acciaio, ghisa o lava basaltica, la forma e l'angolo delle stesse, oltre naturalmente la velocità di rotazione del cono.

Non sarà superfluo affermare, che l'avvento di queste macchine sconvolse profondamente il metodo di preparazione della pasta introducendo concetti completamente nuovi e rivoluzionari, quali appunto, la possibilità di poter avere un flusso costante di pasta lavorata in modo continuo con grado di raffinazione costantemente controllabile e regolabile.

Questo nuovo concetto di raffinazione sviluppò continuamente la realizzazione di nuovi raffinatori, come ad esempio, i **"Clafflin"** anch'essi conici, ma con capacità di produzione superiori.

La continua evoluzione e ricerca nel campo della preparazione e raffinazione dell'impasto, introdusse ben presto i raffinatori a dischi, nuova e moderna macchina per la raffinazione. Questa ricerca si è resa ancor più necessaria dal sempre più pressante bisogno di ridurre il consumo energetico.

3.3.3 Raffinatori a disco.

Esso è costituito da due dischi ad albero orizzontale, rinchiusi in una carcassa.

Uno dei due dischi è fermo e può essere spostato assialmente nei confronti dell'altro disco, il quale, per mezzo di un'albero, è collegato ad un potente motore elettrico che lo mantiene in velocità. Sulle facce dei dischi sono state praticate scanalature con diversi disegni ed inclinazioni. I dischi si trovano affacciati; la pasta arriva attraverso una tubazione in corrispondenza della parte centrale del disco fermo.

Per effetto della forza centrifuga generata dalla rotazione del disco, la pasta sfugge verso l'esterno passando tra le superfici dei due dischi affacciati.

Ultimamente sono stati introdotti raffinatori sempre più sofisticati, come l'ultima generazione dei raffinatori **"multidischi"** nei quali il principio di lavora-

zione dei raffinatori a disco tradizionali, viene sviluppato da un raffinatore portante più dischi fatti ruotare da un unico albero.

I raffinatori multidischi possono essere molto versatili. Ad esempio un raffinatore a disco doppio è formato da un disco centrale portante le lame in entrambe le facce e due dischi laterali che portano le lame solo verso il disco centrale. Questa macchina possiede quindi due "camere" di raffinazione e può funzionare monoflow o duoflow. Nell'utilizzo del doppio disco come monoflow le due camere sono in serie, ovvero l'impasto entra dal centro della prima camera di raffinazione e tende ad uscire verso l'esterno. Non trovando nessuna apertura è costretto ad entrare nella seconda camera di raffinazione dall'esterno e, vincendo la forza centrifuga, uscire dal centro del disco esterno. In questo modo la pasta subisce una doppia raffinazione. Nell'utilizzo duoflow invece la pasta entra sia da destra che da sinistra del raffinatore, subisce il frizionamento tra uno dei due dischi esterni ed una faccia del disco centrale e fuoriesce dall'esterno. Possiamo dire che le due camere lavorano in parallelo. La fibra subisce una sola raffinazione ma la portata della macchina è doppio rispetto al sistema precedentemente descritto.

Anche la tipologia dei dischi, continua ad evolversi introducendo sul mercato dischi fabbricati con lame di durezza diversa come l'acciaio e ghisa. Così pure gli angoli e la forma delle lame dei dischi continuano a trovare nuovi parametri di fabbricazione.

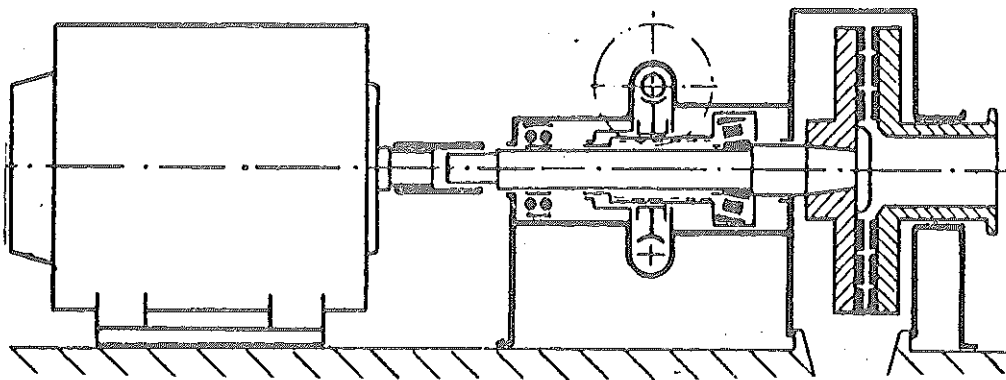
Tutto questo viene realizzato in funzione della natura della fibra da raffinare, del tipo ed delle caratteristiche della carta da fabbricare, avendo come costante obiettivo la riduzione del consumo di energia.

Per poter quantificare l'esatta quantità di energia utilizzata per la raffinazione vera e propria della fibra, generalmente si opera con un metodo molto semplice; la quantità di energia assorbita dal raffinatore sarà data dalla differenza tra l'energia assorbita dal raffinatore sotto carico (lame accostate), e l'energia assorbita per far girare il raffinatore a vuoto (lame aperte).

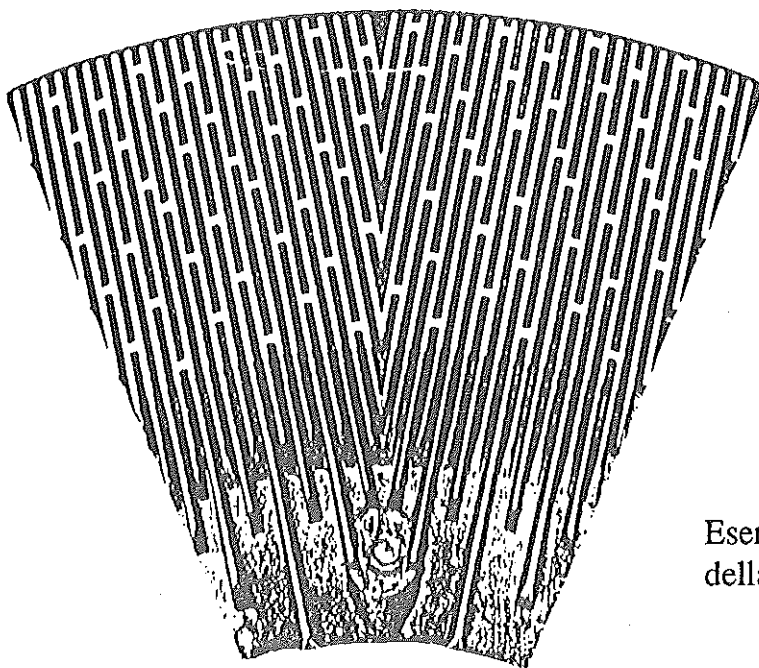
Ogni tipo di fibra si comporta in maniera diversa durante il processo di raffinazione; le cellulose contenenti più emicellulose, tendono come già accennato, ad ingrassarsi più facilmente rispetto alle altre fibre.

Un valido contributo per accentuare i legami tra le fibre, senza aumentare l'azione di raffinazione, si ottiene aggiungendo all'impasto, prima della raffinazione dei prodotti che facilitano il rigonfiamento delle fibre, facilitando così i legami fra di esse.

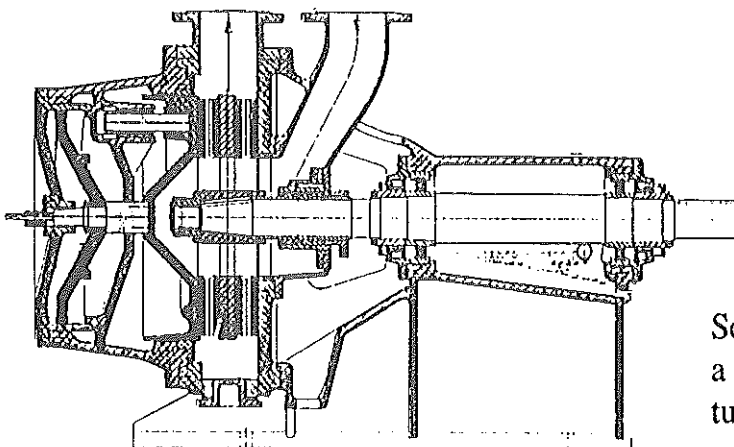
Questi prodotti possono essere amidi, gelatine, carbossimetilcellulose o altri ausiliari



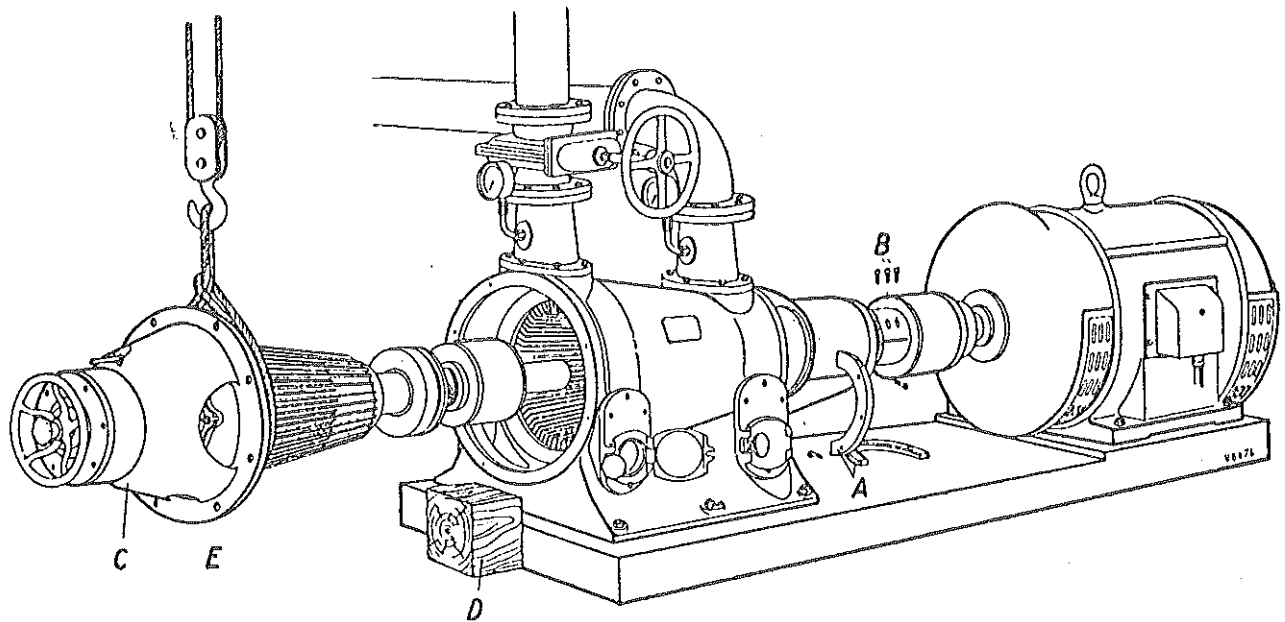
Schema di un raffinator a dischi: a sinistra il motore, al centro il sistema di regolazione del carico di raffinazione, a destra il rotore e lo statore.



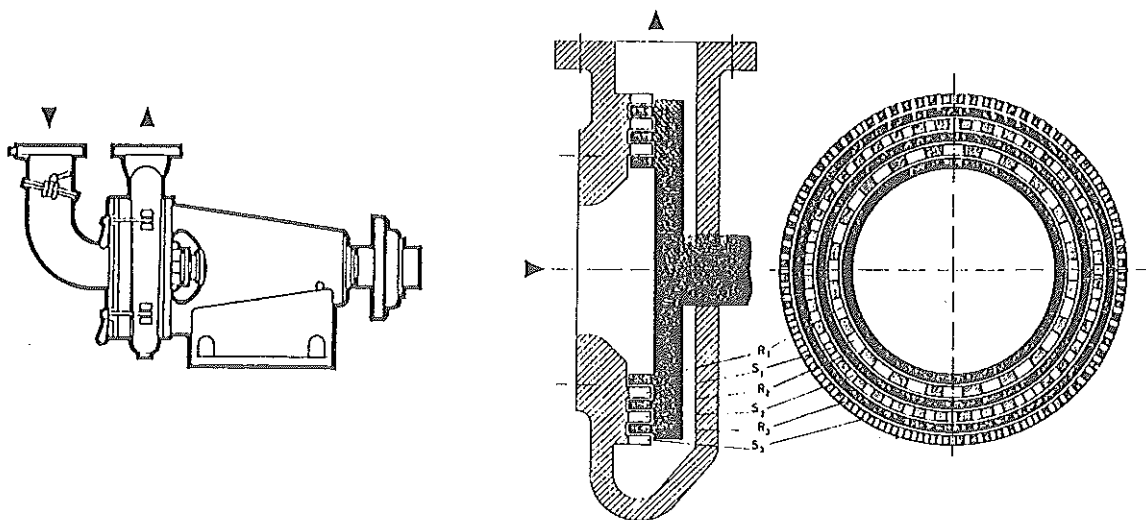
Esempio di disegno della lamatura di un disco.



Schema di un raffinator a disco doppio: la pasta entra dalla tubazione in alto a destra.



Schema di un raffinatore conico. Si nota la trama della lamatura sul rotore e sullo statore.



Schema di un depastigliatore. A sinistra l'aspetto esterno a destra il disegno dei due dischi. R=rotore, S=statore.

3.4 Impianti di raffinazione.

Ci sono due vie per ottenere l'impasto raffinato:

- la raffinazione dell'impasto già miscelato;
- la raffinazione separata delle varie componenti fibrose.

La prima soluzione è la più semplice dal punto di vista impiantistico poichè prevede il mescolamento degli ingredienti nella fase di caricamento del pulper. L'impasto così formato viene poi lavorato da un'unica batteria di raffinatori e arriva in tina di miscelazione già lavorato e definito. Riceverà forse un pò di fogliacci di scarto di fabbricazione e la pasta recuperata dalle "seconde acque". Tuttavia questo sistema è stato abbandonato dalle moderne scelte impiantistiche poichè la raffinazione deve essere differenziata a seconda del tipo di fibra che usiamo in funzione del prodotto finale.

La seconda soluzione si presta molto meglio a risolvere questo scopo. Esistono perciò delle linee di preparazione impasti separate per fibra lunga, fibra corta, pasta legno, fogliacci, macero. Ogniuna di queste linee è costruita con le attrezzature più adatte a risolvere al meglio la fase per ottenere il miglior prodotto con il minor consumo energetico.

Ad esempio la linea per la fibra lunga avrà un suo pulper, la sua batteria di raffinazione e delle tine di stoccaggio finale dove avremo una riserva pari al volume di tre pulper. Così facendo non sono costretto ad avere un'enormità di spappolatori o hydropulper, ma la stessa macchina può lavorare alternativamente per una o un'altra linea.

Il dosaggio delle varie paste, sospese in acqua e raffinate verrà effettuato in tina di miscelazione. Anche questo è un grosso vantaggio per chi è responsabile della produzione della macchina continua poichè se siamo costretti ad utilizzare un gran numero di fogliacci a causa di qualche problema tecnico in macchina possiamo decidere di aumentare il contenuto di fibra lunga a scapito della fibra corta in modo da avere un impasto che garantisca le stabilite resistenze meccaniche del prodotto finito.

3.5 La raffinazione della pasta legno.

Si è fin qui parlato di raffinazione intendendo tale operazione rivolta alle materie fibrose di natura cellulosica. È infatti improprio parlare di raffinazione, intesa come ingrassamento, delle fibre della pasta legno, perchè esse, contenendo un'elevata percentuale di elementi incrostanti (resine, lignina) non possono rigonfiarsi, e quindi sfibrillarsi. Se andassimo quindi a raffinare in un raffinatori tradizionale (conico o a dischi) la pasta legno potremmo ottenere solo un'azione di taglio che come già descritto non porta in questo caso nessun vantaggio. Per evitare comunque che arrivino in tina di miscelazione dei grumi o fiocchi di fibre non ele-

menterizzati si fa passare la pasta legno, dopo il suo spappolamento in acqua, attraverso speciali macchine definite depastigiatori. Il depastigliatore è un'attrezzatura molto simile ad un raffinatore a disco solo che le sue lame sono meno fitte, non sono continue dal centro fino al perimetro, ma sono interrotte in più punti formando una serie di anelli.

3.6 Il controllo della raffinazione.

Molti possono essere i controlli per individuare la lavorazione di un impasto; esistono però particolari prove che servono in modo specifico a determinare il grado di raffinazione basate sulla misurazione della velocità di disidratazione.

La prova Schopper-Riegler.

Uno di questi metodi molto diffuso, è stato studiato dal prof. Riegler e l'apparecchiatura necessaria fu costruita dalla casa Schopper.

Il principio sul quale si basa questo apparecchio è, come già accennato, la misura della velocità di **drenaggio** di una determinata sospensione di impasto, ad una ben precisa densità. Esso è in funzione sia della lunghezza delle fibre, sia delle loro condizioni superficiali, cioè dello stato di sfibrillatura

I valori che si ricavano impiegando questo apparecchio, sono espressi nei cosiddetti gradi Schopper-Riegler che si indicano brevemente con "°SR".

Descrizione dell'apparecchio.

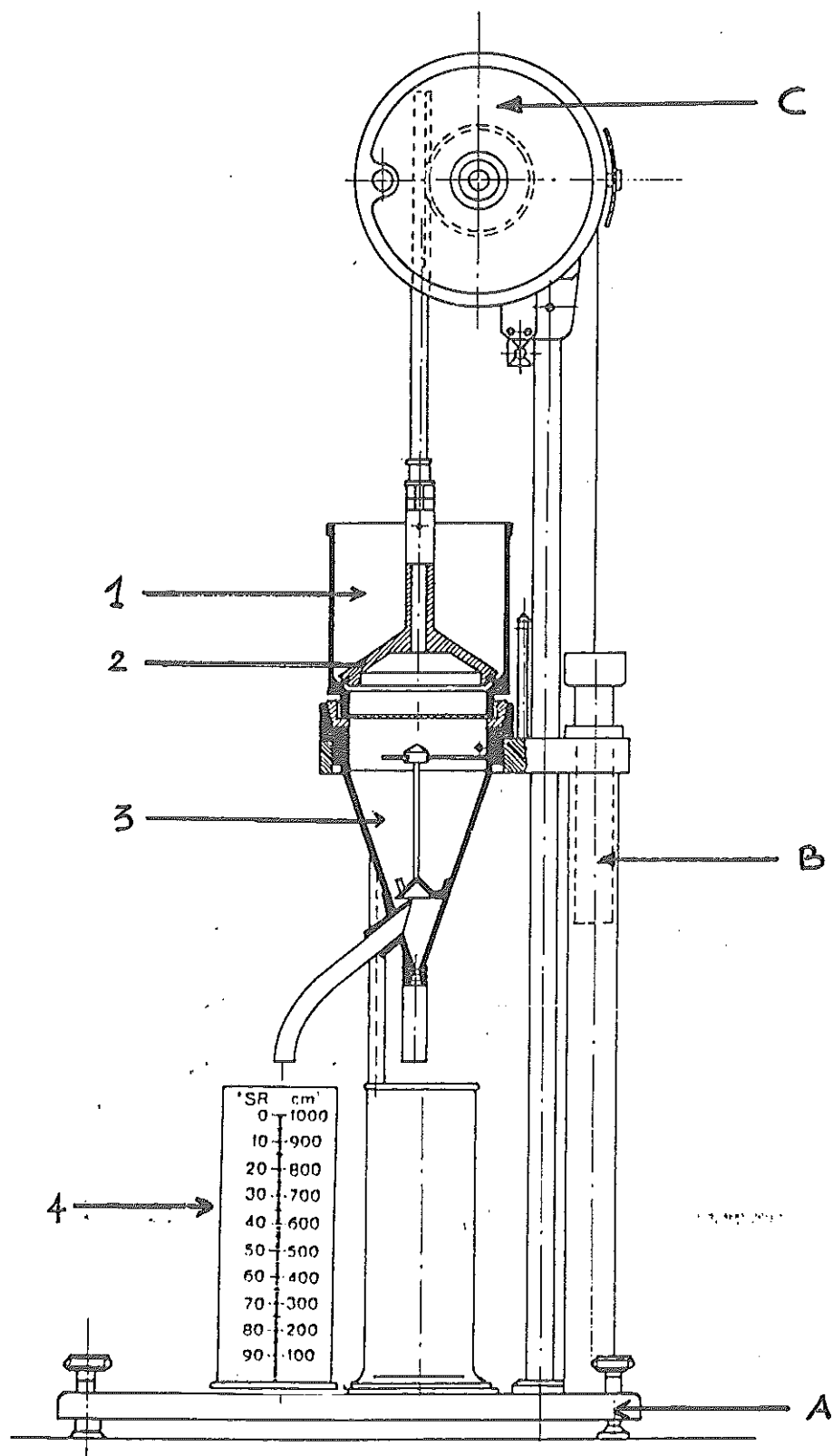
L'apparecchio Schopper-Riegler è costituito da:

1. Camera di caricamento con tela filtrante calibrata.
2. Coperchio conico a tenuta.
3. Camera conica di separazione dotata di due scarichi di cui uno laterale molto grande ed un altro **centrale** con ugello calibrato.
4. Recipiente graduato.

L'apparecchio è montato su un'intelaiatura costituita essenzialmente da:

- A Basamento munito di viti di livellamento.
- B Montante laterale verticale sul quale è fissato l'apparecchio vero e proprio.
- C Dispositivo dotato di contrappesi per il sollevamento e l'abbassamento del coperchio conico a tenuta.

È importante quando si utilizza questa apparecchiatura, la massima pulizia dell'ugello calibrato e della tela, cioè che non vi siano residui di fibra e di grasso.



Schema dello strumento Schopper-Riegler.

3.7 Relazione tra raffinazione e caratteristiche della carta.

L'azione meccanica dei raffinatori produce profonda trasformazione nella fibra cellulosica. Regolando alcuni parametri è possibile sfruttare vantaggiosamente gli aspetti positivi e cercare di minimizzare gli aspetti negativi.

Molto importante e determinante è il grado di raffinazione che un tipo di fibra può sopportare per sviluppare al meglio le proprie caratteristiche, perchè le fibre arrivano ad una curva di tollerabilità oltre la quale subiscono un degrado, e pertanto, si riducono le caratteristiche volute dal cartaio.

Generalmente quando viene aumentata la raffinazione, aumentano i legami interfibra; aumenta così la compattezza del foglio e di conseguenza aumentano le caratteristiche meccaniche (carico di rottura, doppie pieghe, delaminazione, ecc...).

Al contrario, diminuisce la permeabilità all'aria dovuta appunto alla chiusura degli spazi interfibra.

La resistenza superficiale aumenta, la resistenza alla lacerazione diminuisce, la collatura aumenta, ed aumenta pure la resistenza allo scoppio.

All'opposto, diminuisce l'opacità ed il volume specifico perchè l'azione di sfibrillatura rende meno voluminosa la fibra.

La rugosità nel foglio diminuisce presentandosi al tatto più liscia.

La rigidità del foglio diminuisce perchè appunto, calando lo spessore e le fibre diventando più elastiche, hanno meno rigidità.

L'azione di sfibrillatura condiziona l'asciugamento nelle batterie essiccatrici; cioè, un impasto molto sfibrillato (grasso) cede con difficoltà l'acqua, ciò porta ad un rallentamento della continua e maggior consumo di vapore.

Si è solamente accennato ad alcune delle caratteristiche della carta che possono essere influenzate dalla raffinazione dell'impasto.

Senza dubbio, però, la raffinazione produce molteplici altri effetti che vanno ad influenzare non solo le caratteristiche della carta, ma anche molti importanti aspetti del processo produttivo.

È pure da evidenziare come la scolantezza della fibra cellulosica dipenda essenzialmente dal grado di raffinazione subita dalla stessa, mentre invece, la scolantezza dell'impasto finito, viene influenzata da molteplici altri fattori quali soprattutto la composizione dell'impasto. La presenza nello stesso di cariche o additivi

vari, può variare la scolantezza dell'impasto indipendentemente dal grado di raffinazione della cellulosa in esso contenuta.

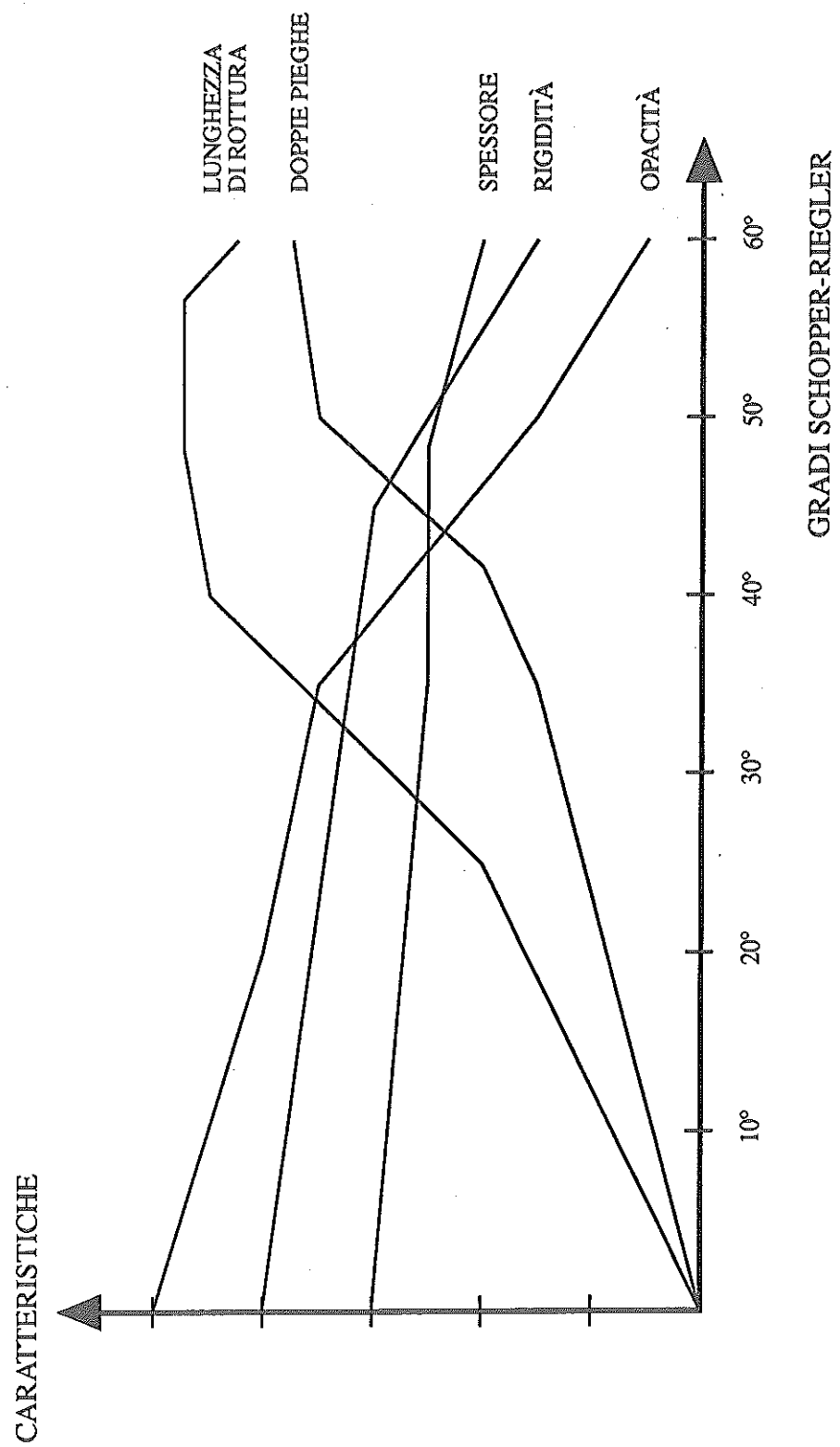
La raffinazione dell'impasto influenza in modo determinante anche la formazione del foglio (speratura) e per particolari tipi di carta (carte filigranate), essa è uno degli elementi fondamentali che contribuiscono al risultato del prodotto finale.

Oltre ad influenzare, come precedentemente accennato, molte caratteristiche della carta, (la formazione del foglio ed il processo produttivo), la raffinazione dell'impasto influenza pure il comportamento del foglio nelle successive lavorazioni e nel tempo; vedi ad esempio la igroespansività o la planarità del foglio durante la stampa o al variare della temperatura e dell'umidità nell'ambiente.

Tutto ciò spiega come i cartai fin dall'inizio della fabbricazione della carta, abbiano dato molta importanza e abbiano posto particolari attenzioni all'operazione di raffinazione.

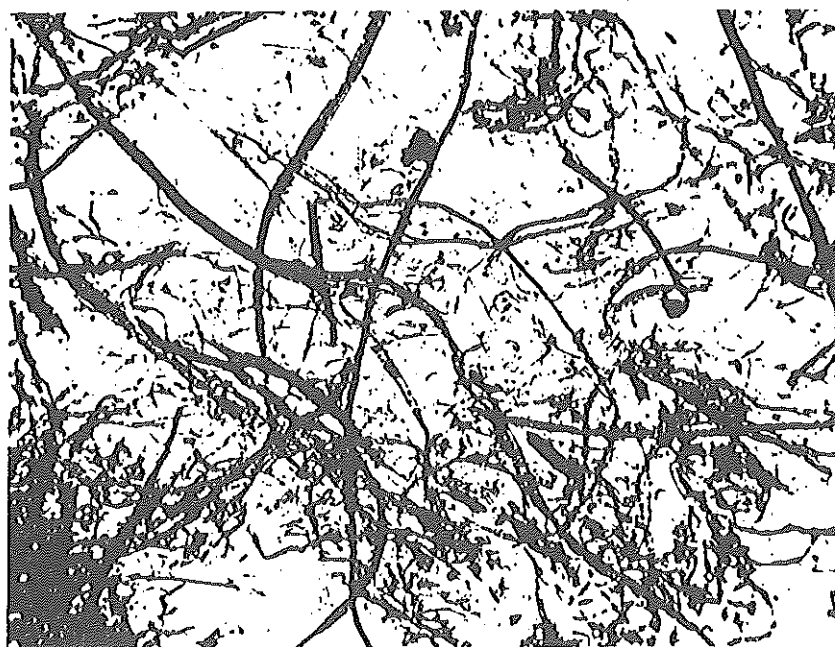
Concludendo, si può affermare che anche ai nostri giorni i cartai, in stretta collaborazione con tecnici specializzati nella costruzione di macchine per l'industria cartaria, pongono continua attenzione e sviluppano incessanti ricerche sul processo di raffinazione dell'impasto; questo a ulteriore conferma che l'operazione in oggetto è, senza dubbio, di fondamentale importanza nella fabbricazione della carta.

Relazione tra raffinazione e caratteristiche della carta.





Fibra prima della raffinazione.



Fibra raffinata.

4. CONCLUSIONE.

Osservando superficialmente il processo produttivo della carta, si può avere l'impressione che si tratti di una serie di funzioni abbastanza semplici.

Avendo avuto la possibilità di poter conoscere le produzioni delle Cartiere Fedrigoni, nella quale opero, mi sono reso conto che lavorare in cartiera è invece un'attività molto complessa e di alto contenuto tecnologico.

L'opportunità molto apprezzata che le Cartiere Fedrigoni mi hanno offerto, di poter frequentare il corso per tecnici cartai presso la scuola grafica "San Zeno" di Verona, mi ha fatto conoscere meglio il processo produttivo della carta e mi ha permesso di apprezzare maggiormente questa complessa e vasta attività.

Grazie a questo corso ho potuto visitare molte altre cartiere ed aziende attinenti la produzione cartaria e mi sono così ulteriormente convinto che quella del cartai è una professione veramente appassionante.

Questo processo è costituito infatti un insieme da un insieme di operazioni meccaniche e di fenomeni fisico-chimici, che opportunamente coordinate dalle conoscenze teoriche e dall'esperienza, concorrono alla realizzazione del foglio di carta.

Tra le varie operazioni che si svolgono in cartiera e nella fabbricazione della carta, sono stato maggiormente attratto dalla fase di preparazione dell'impasto, della sua raffinazione, data la complessità ed importanza di queste operazioni.

Per questi motivi ho scelto con entusiasmo di poter svolgere una pur modesta relazione che potesse trattare la raffinazione degli impasti; ho tentato di dare un piccolo contributo per cercare di far conoscere l'importanza della preparazione degli stessi e della loro raffinazione.

E' con semplicità, data la mia limitata esperienza dei processi produttivi, che ho tentato di illustrare un così vasto ed importante argomento, che senza dubbio, meritava maggiore professionalità nella sua stesura.

Verona, aprile 1992

De Bortoli Carlo