



REGIONE DEL VENETO

Esame di fine corso

Cod. Progetto 4262/2/668/2015 - Cod. Intervento 4262/001/636/DEC/22

Titolo: Tecnico per la gestione di impianti di produzione della carta

Sede del corso: Verona - VR - 37138 - Via Don Giovanni Minzoni, 50

Lisciatura e calandratura della carta

di Ciocca Emanuele



**Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari**

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona
fcs.istitutosalesianosanzeno.it - scuolacartaria@sanzeno.org

I N D I C E

1 - INTRODUZIONE

2 - CARTIERA DI FABRIANO

2.1 - La Pastalegno

3 - LISCIATURA E CALANDRATURA

3.1 - La liscia di macchina

3.2 - La Soft-Calander

3.3 - La Calandra

3.3.1 - Presse elastiche

3.3.2 - Cilindri in ghisa a conchiglia

3.3.3 - Cilindri Nipco e Kuester

4 - FUNZIONAMENTO DELLA CALANDRA

5 - LE CARICHE

5.1 - Caolino

5.2 - Carbonato di calcio

5.3 - Talco

5.4 - Pigmenti al titanio

6 - LA TEMPERATURA

7 - L'UMIDITÀ DEL SUPPORTO

8 - DEFINIZIONE DEL LISCIO

9 - RUGOSITÀ DEL FOGLIO

9.1 - Lisciometro Bendtsen

9.2 - Lisciometro Bekk

9.3 - Lisciometro e Porosimetro Sheffield

9.4 - Porosimetro Gurley

10 - GENERALITÀ E DETERMINAZIONE DEL LUCIDO DELLA CARTA

1 - INTRODUZIONE

In quasi tutti gli ambiti industriali e nel quotidiano possiamo trovare un materiale che comunemente si pensa di facile produzione, un materiale semplice ma che in realtà nasconde caratteristiche meccaniche tecnologiche sempre ricercate e avanzate per soddisfare un mercato sempre più ampio ed esigente.

Stiamo parlando della carta, un prodotto che ha mosso i primi passi fin dal lontano Egitto dei faraoni.

Inizialmente fu utilizzata la sola parte interna del fusto della pianta di papiro, tagliata in strisce sottili e poi disposte una accanto all'altra per formare un primo foglio. In seguito a questo foglio iniziale venivano disposte altre strisce in maniera perpendicolare rispetto alle prime. Una volta compresse ed essiccate queste strisce di papiro assumevano l'aspetto di un vero e proprio foglio.

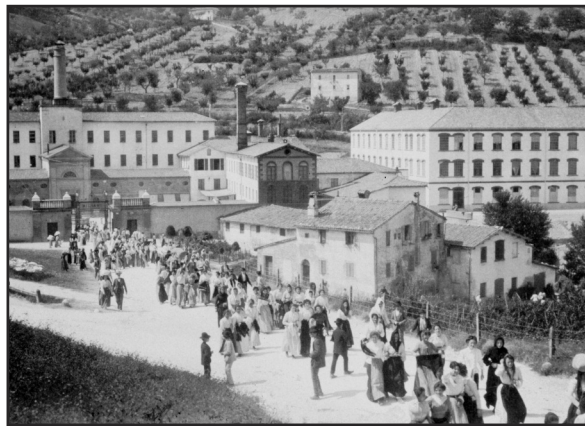


Di fatto però la nascita della carta vera e propria viene collocata appena dopo il 100 d.C. grazie ad un cinese che inventò un metodo di fabbricazione vero e proprio utilizzando brandelli di stoffe usate e corteccia d'albero.

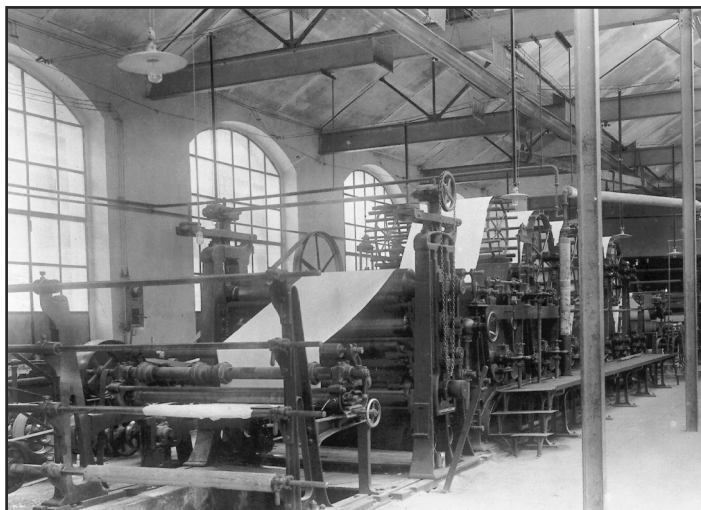
Dal 100 d.C. ad oggi, la carta ha subito una trasformazione sempre più tecnologica adatta a soddisfare le più svariate richieste del mercato

2 - CARTIERA DI FABRIANO

Il perfezionamento della carta fu opera dei cartai di Fabriano, i primi a capire realmente il potenziale di questo prodotto. Fu proprio in questa cittadina delle Marche che nacque la prima cartiera italiana e in seguito, quando la richiesta per questo prodotto pratico ed relativamente economico aumentò ulteriormente, si diffusero in molte altre città italiane ed europee.



In particolare si devono ai cartai italiani alcuni meriti : il perfezionamento della tecnica che fu meccanizzata in alcune fasi della lavorazione, come ad esempio la macinatura degli stracci prima manuale ed in seguito semi-automatica ; l'introduzione della collatura con gelatina animale anziché vegetale; l'introduzione della filigrana nei fogli, tecnica sconosciuta al resto del mondo. Inizialmente, come indicato precedentemente, per la produzione della carta venivano impiegati in larga maggioranza scarti e brandelli di stoffa usata. Successivamente grazie a studi sempre più dettagliati e all'evoluzione tecnologica di nuove macchine si riuscì a migliorare la qualità del materiale impiegato e di conseguenza al miglioramento dell'impasto a base del ciclo produttivo. Poco per volta il legno divenne la materia prima impiegata per la produzione della carta a discapito delle fibre di tessuto. L'evoluzione e lo studio della carta continuò e dopo vari tentativi di miscela dei componenti, anche grazie all'avvento di nuovi materiali chimici, si giunse ad un impasto comunemente chiamata pasta legno.



2.1 - La pastalegno

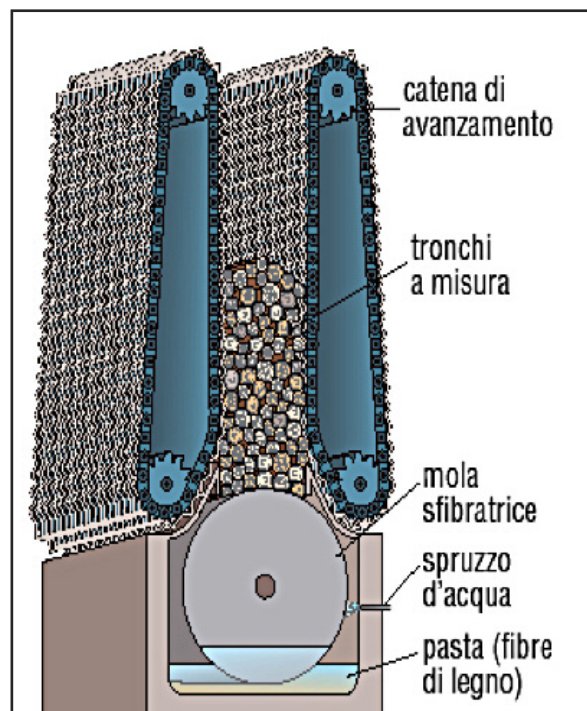
La pastalegno è un materiale fibroso, ricavato con mezzi esclusivamente meccanici, ottenuto per sfibratura del legno appoggiato e premuto contro una mola rotante.

Le singole particelle che costituiscono la pastalegno hanno forma allungata e in esse si possono distinguere le fibre originali del legno più o meno libere e più o meno integre.

La qualità del legno scelta per la produzione di questa materia prima ha molta importanza, specialmente in funzione dell'uso al quale è destinato il prodotto ottenuto.

In pratica si considera adatta per fabbricare pastalegno qualunque essenza legnosa tenera, priva eccessive nodosità e possibilmente di colore chiaro.

Nei paesi in cui vi è scarsità di conifere, quali l'Italia, vengono impiegate con ottimi risultati le latifoglie, quali il pioppo, le betulle e l'eucalipto.



Per la facile reperibilità della materia prima alla base dell'impasto, la produzione di carta subì un'impennata trasformandola in un prodotto capace di adempiere a funzioni e fini più disparate.

Oggi la carta è un prodotto industriale realizzato grazie a macchinari e tecniche di lavorazione che consentono di ottenere svariati sottoprodotti.



*Cippato per la produzione
di pasta legno*

Il sistema di fabbricazione inventato a fine ottocento è nella sostanza quello in uso ancora oggi, sebbene nel corso degli anni siano stati introdotti miglioramenti atti a soddisfare le richieste qualitative via via più differenti e sempre più specifiche, anche attraverso trattamenti di trasformazione e finiture specifiche finalizzati all'uso per cui essa è destinata.

Possiamo trovare una serie di lavorazioni

chiamate genericamente trattamenti di finiture superficiali della carta che vanno da semplici operazioni meccaniche quali lisciatura e calandratura a trattamenti più complessi quali patinatura, accoppiamenti di più strati di fogli e materiali, goffrature ...



Nella mia ricerca evidenzierò gli aspetti, le differenze e i risultati delle diverse fasi di lisciatura e calandratura anche in considerazione dei lavori che verranno effettuati nei prossimi mesi all'interno del mio stabilimento; lavori che coinvolgeranno la macchina continua. Infatti sarà sostituita la liscia presente e montata una soft-calander di ultima generazione per ottenere un supporto qualitativamente migliore dal punto di vista del liscio. Il liscio della carta prodotta in Favini deve avere caratteristiche dal punto di vista qualitativo elevate poichè i trattamenti effettuati in fase di patinatura risentono molto delle irregolarità esistenti sulla superficie della carta pregiudicandone o migliorandone il prodotto finito.

Nell' esporre l' argomento inizierò dapprima a spiegare il motivo per il quale ci viene richiesto un trattamento meccanico di lisciatura o calandratura, con le varie differenze, e poi in seguito i vari punti che differenziano i trattamenti.

3 - LISCIATURA E CALANDRATURA

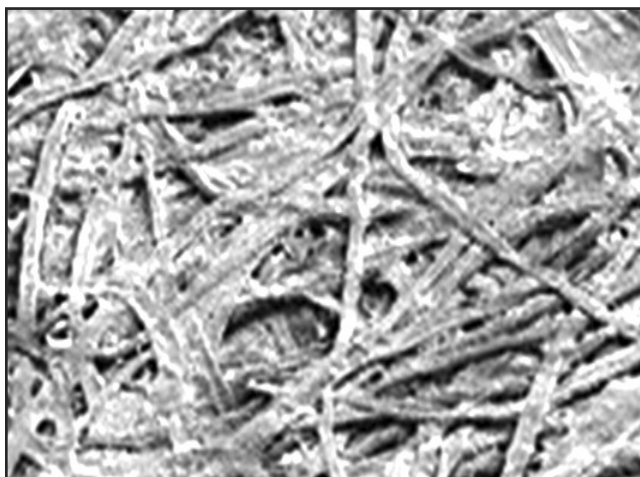
La carta fabbricata dalla macchina continua è un supporto cartaceo che in genere presenta sempre delle irregolarità della superficie, irregolarità generate nella fase di formazione sulla tela e durante il passaggio nelle zone di pressatura umida ed essiccamento.

Queste irregolarità di liscio e di rugosità potrebbero causare problemi durante i successivi trattamenti e compromettere la qualità del prodotto finito.

A differenza di alcune caratteristiche come ad esempio il colore della carta, l'assorbimento, la resistenza (utilizzo di fibre lunghe o corte) le quali variano in base all'utilizzo delle materie prime a disposizione in fase di preparazione impasti e dalla conduzione in macchina, il liscio e il lucido si possono modificare anche nelle fasi successive di lavorazione utilizzando macchinari che tramite pressioni controllate modificano la superficie del foglio.

Questo procedimento si può indicare con il termine processo termo-meccanico in quanto oltre a pressioni scende in campo anche la temperatura di esercizio.

La liscatura e la calandratura del foglio sono lavorazioni molto simili ma possiamo affermare che la liscatura porta a risultati meno performanti, limitati alla sola modifica del liscio.



Fibre della carta viste al microscopio

3.1 - La liscia di macchina



Liscia di macchina in macchina continua a Crusinallo

La liscia di macchina è inserita nella zona finale della macchina continua appena prima del pope – avvolgitore. La liscia in macchina, a differenza della calandra, è composta da una serie di cilindri in ghisa lucidata a specchio o, come nel caso della liscia presente in stabilimento, da 2 soli cilindri. Solitamente, anche esercitando forti pressioni tra i 2 cilindri, si possono ottenere variazioni che interessano solamente la parte superficiale del foglio andando a migliorare le imperfezioni che si formano nelle fasi iniziali di formazione.

Il cilindro di base è l'unico comandato, l'altro sovrastante ruota per trascinamento, questa impostazione è importante poiché permette di sottoporre una maggiore azione di frizione alla carta in quanto è la stessa carta a trasmettere il movimento ai cilindri.

L'operazione di liscatura tenta di riprodurre la superficie liscia dei cilindri sulla superficie della carta mediante una pressione sufficiente per causare uno schiacciamento del foglio.

La rigidità dei cilindri che esercitano le pressioni tendono a calibrare con uno spessore uniforme la carta di passaggio, se la grammatura non è lineare e costante causano variazioni di massa volumica, le quali a loro volta inducono variazioni nelle proprietà superficiali della carta. Anche la temperatura ricopre un ruolo importante perché, oltre alla pressione esercitata nelle zone di contatto, il tempo di azione e il numero dei cilindri utilizzati, la carta riscaldata si presta ad esser liscata con pressioni minori, conservando maggiormente la resistenza meccanica.

L'umidità della carta gioca un ruolo di primo piano assieme alle variabili qui sopra citate poiché la presenza di acqua nella carta influenza la comprimibilità.

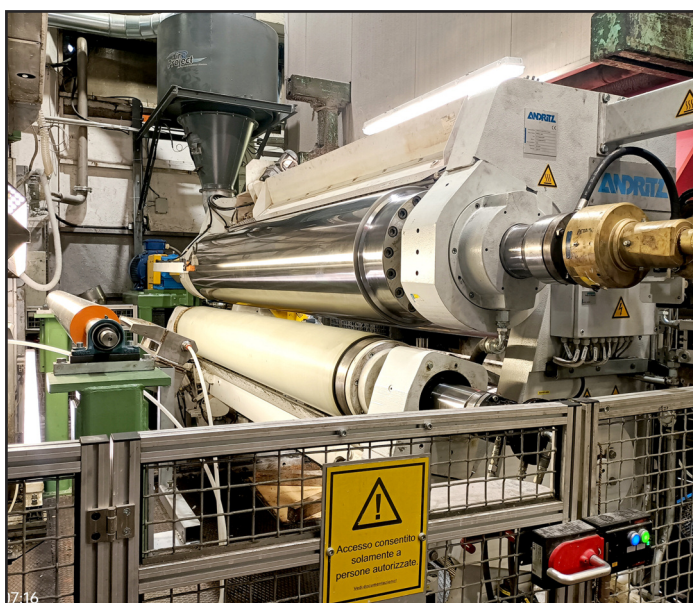


Liscia di macchina in macchina continua a Crusinallo

3.2 - La soft-calander

Possiamo trovare in sostituzione della liscia, una soft-calander per liscatura, la quale si differenzia dalla prima per la presenza di un cilindro con rivestimento sintetico.

La soft-calander è costruita con un rullo centrale di materiale sintetico riscaldato e sulla circonferenza sono presenti cilindretti elastici indipendenti a settori che consentono di modificare la bombatura e ne consegue la possibilità di intervenire in maniera più mirata e indipendente sui vari settori. Solitamente in uscita è presente



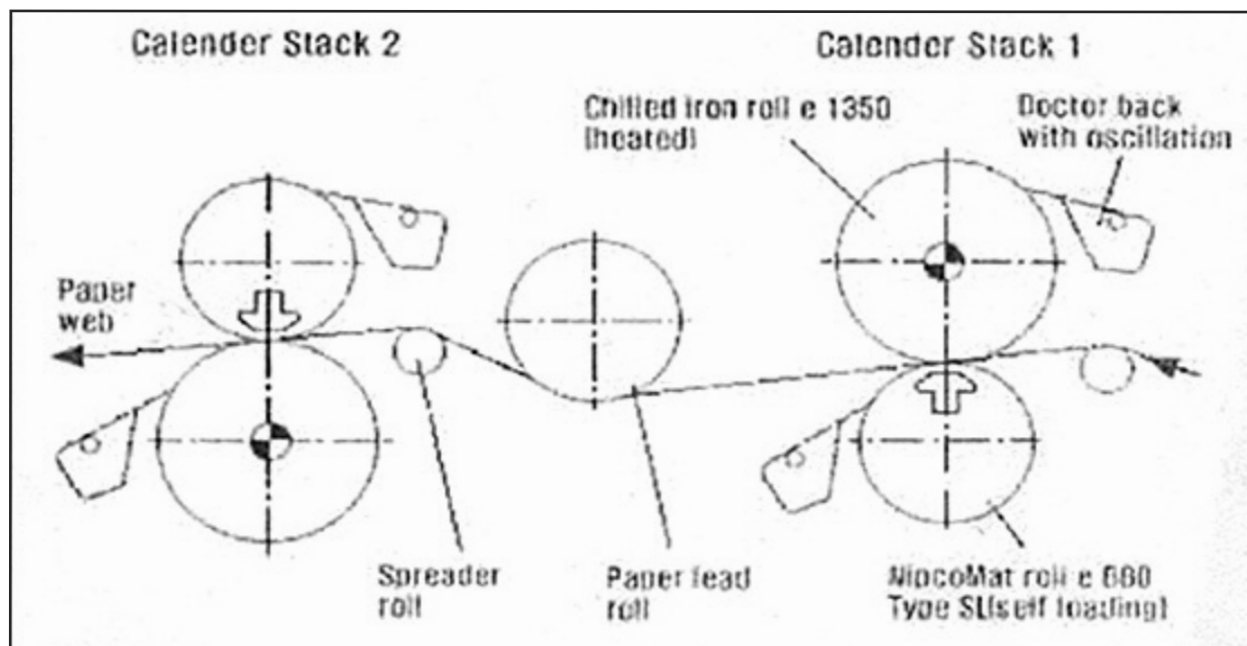
La nuova soft-calander a Crusinallo

un rilevatore del profilo della carta che garantisce un monitoraggio sul prodotto e segnala eventuali anomalie. Per ovviare il formarsi del doppio visto, in alcune produzioni di carte in cui lato tela e lato ballerino devono necessariamente esser simili, possiamo inoltre trovare 2 soft-calander disposte una vicina all'altra con la sola differenza delle postazioni dei cilindri di ghisa e sintetico.

In una troveremo il cilindro di ghisa sotto e il cilindro sintetico sopra, nell'altra troveremo in cilindri disposti in maniera inversa.

La soft-calander non richiede molto spazio e per la sua particolare e contenuta progettazione può esser inserita in macchine continue già presenti.

La nuova soft-calander a Crusinallo



Doppia Soft-calander

Sia la liscia che la soft-calander, pur essendo dei validi macchinari, non riescono comunque ad ottenere risultati migliori raggiunti dalla calandratura in quanto durante l'operazione di calandratura il foglio di carta subisce una trasformazione più decisa acquisendo caratteristiche di lucido, rugosità, lucentezza opacità migliori.

3.3 - La calandra

La calandra è una struttura costituita da una serie di cilindri sovrapposti su un unico asse verticale idonea ad aumentare il grado di lucido e di liscio superficiale della carta mediante azione meccanica di frizionamento.

Solitamente nella parte iniziale partendo dall'alto, una calandra è formata da un cilindro superiore a bombè controllato tipo nipco o kuesters.

Quindi, alternati, troviamo una pressa elastica ed un cilindro in ghisa fino a metà struttura dove si inseriscono 2 presse elastiche consecutive chiamate gemelle (più avanti vedremo la loro funzione). In seguito riprende l'alternanza tra presse e cilindri fino ad arrivare alla base della struttura dove si trova un cilindro a bombé controllato.



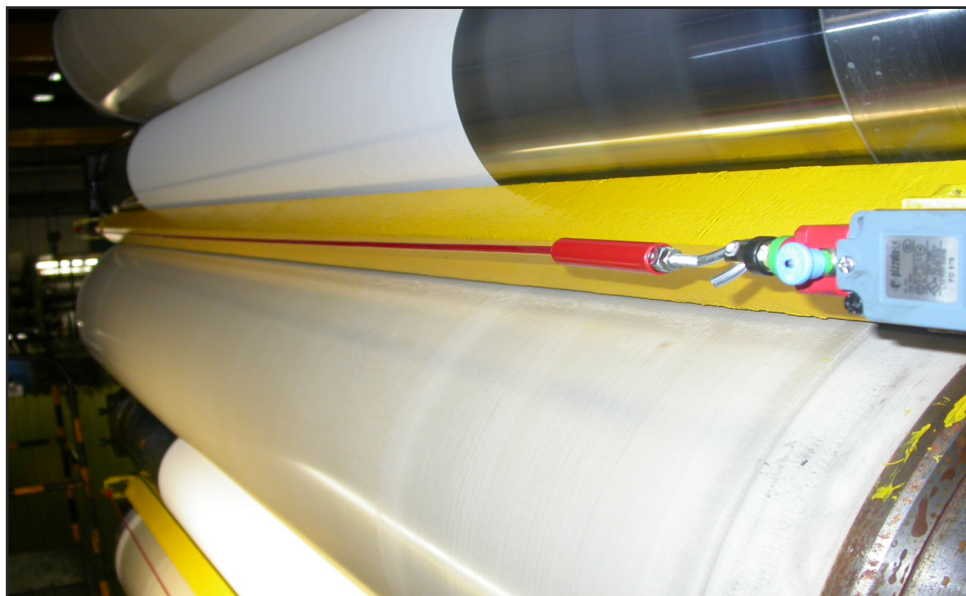
*Calandra presente
nello stabilimento di Crusinallo*



Una calandra classica solitamente è costituita complessivamente da 12 cilindri ma possiamo anche trovare calandre più grosse e con un numero di cilindri maggiori indicate con il termine di supercalandra.

Le presse elastiche sono di diametro più grosso rispetto ai cilindri in ghisa. La trazione e il movimento delle presse elastiche viene dato tramite un solo cilindro motorizzato indicato con il termine di cilindro di comando o cilindro di traino appunto e ne consegue che le presse girano solo quando appoggiate l'una sopra l'altra.

*Calandra presente
nello stabilimento
di Crusinallo*



Le presse della calandra, a seconda del materiale con cui sono composti, possono essere di tre tipi:

3.3.1 - Presse elastiche

3.3.2 - Cilindri in ghisa a conchiglia

3.3.3 - Cilindri nipco e kuester

Le **presse elastiche** possono essere costruite in vari materiali quali rivestimenti polimerici, carta lana e un tempo anche amianto, materiale molto utilizzato all'epoca per la caratteristica d'essere molto resistente al calore.

La realizzazione del materiale di rivestimento di questi cilindri si ottiene con l'utilizzo della macchina continua come si realizzasse un foglio di carta. Questi fogli sono costituiti da fibre di cotone, lino, e lana.

Le presse elastiche sono formate essenzialmente da un albero centrale in acciaio, una flangia laterale fissa ed una flangia avvitabile. Il rivestimento è costituito da più dischi di materiale fibroso i quali vengono inseriti sull'albero in acciaio e sottoposti a pressioni pari a 800 kg/cm² in modo da comportarsi come un corpo unico. Terminata l'operazione di pressione viene bloccato il tutto tramite la flangia mobile così da mantenere il tutto sotto pressione.

Dopo la chiusura, il cilindro viene tornito al diametro richiesto.

Per la natura del cilindro, i rivestimenti sono soggetti ad una forte usura e sono molto delicati infatti si può rovinare per ammaccature (semplice rottura del foglio di carta), rigatura, scondizionamento (dovuto ad irregolarità di umidità del foglio) o per semplice usura.

Per questo motivo dopo un certo periodo, il cilindro di carta lana usurato o ammaccato deve essere sostituito con un altro cilindro.

Va detto che a seconda del tipo di rivestimento o materiale usato, cambia anche la resistenza alle temperature. Infatti possiamo avere cilindri che arrivano a resistere a temperature massime di circa 90° C mentre altri, fatti con altri materiali, possono arrivare ad una temperatura d'esercizio di 120° C - 130 °C.

E' inoltre possibile trovare cilindri formati da più materiali miscelati assieme in fase di preparazione per rispondere alle varie esigenze produttive.

I rivestimenti si differenziano sia per la durezza che per la densità e questi due parametri sono molto importanti per la loro influenza sulla carta.

	Materiale	Densità	Durezza
Rilast E	cotone e lana 40	0,47	87-90
Rilast D	cotone e lana 25	0,55	85-88
Rilast C	cotone e lana 20	0,56	83-85
Rilast B	cotone e lana 15-18	0,56	82-88
Rilast A	cotone e lana 10-15	0,56	83-89
Woco Flex	cotone denim	0,60	84-89
Prodiflex	cotone bianco linters	0,54	85-89
Woco Flex	cotone denim fibra lunga	0,58	84-89
Linmat	cotone e lino 50	0,57	87-90
Compflex 1	cotone + silicato	0,58	87-90
Compflex 2	cotone + silicato	0,60	87-90

Differenza di densità e durezza dei vari rivestimenti

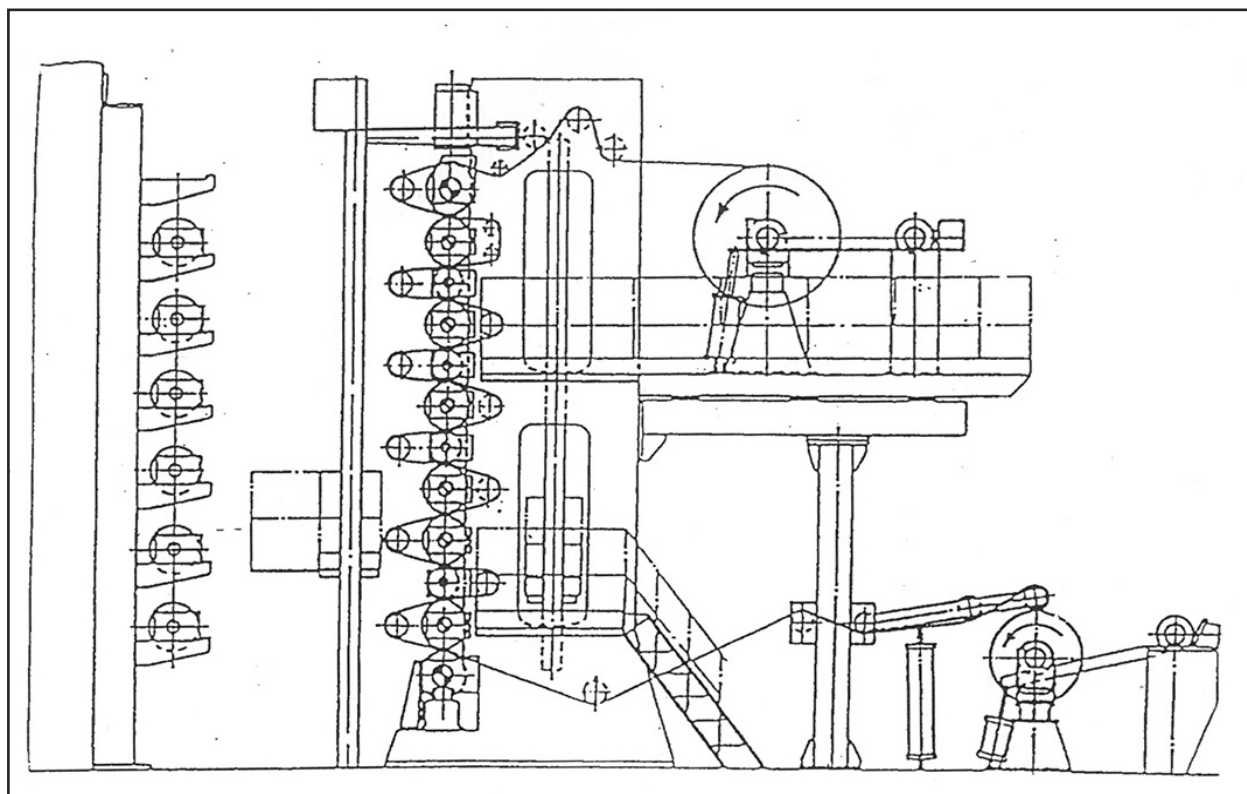
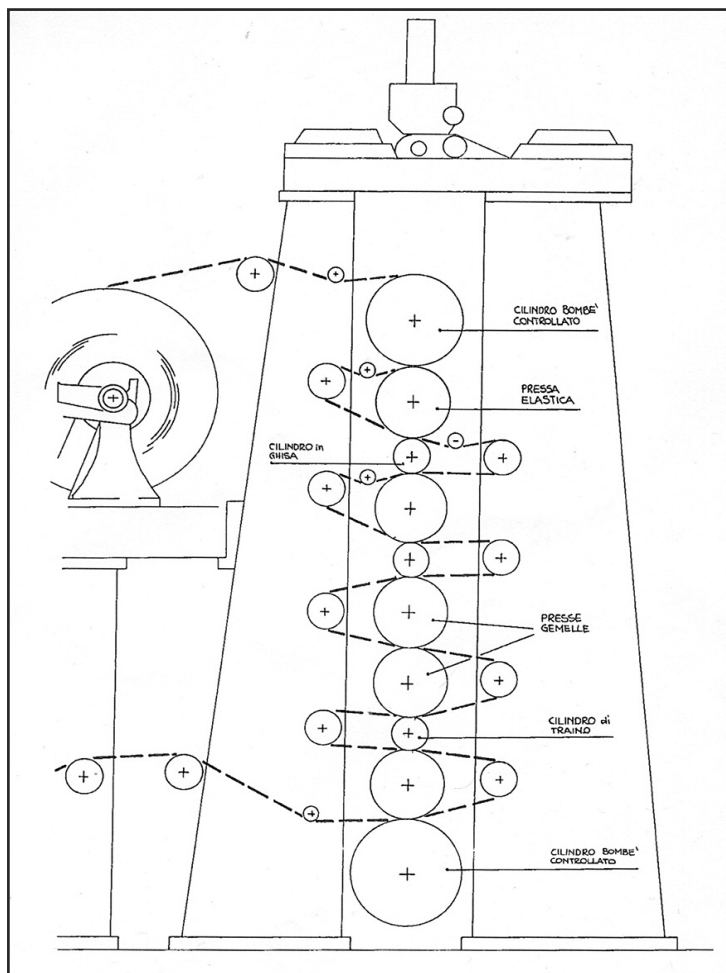
Le presse con rivestimenti polimerici si differenziano per la durata maggiore di vita garantendo sempre un'alta resistenza superficiale.

Parametro molto importante da tenere sempre in considerazione è la temperatura d'esercizio al quale il cilindro deve esser sottoposto. Le temperature massime vengono stabilite dal fornitore e lo stesso fornisce anche indicazioni sulle differenze massime di temperatura che il cilindro può sopportare tra le zone di contatto con altri cilindri.

Abbiamo zone del rivestimento che non è usata (usurata) per la calandratura in quanto la larghezza del formato è inferiore alla larghezza delle presse. Poiché queste zone sono riscaldate sia dai cilindri in ghisa sia dall'attrito meccanico, possono facilmente raggiungere temperature elevate rispetto alle temperature di esercizio consone alla zona di rivestimento a contatto della carta causando possibili distacchi del rivestimento e relativa rottura del cilindro elastico.

Le presse in ghisa fusa in conchiglia sono cave al loro interno per permettere l'introduzione di tubi di soffiaggio del vapore oppure dell'acqua di raffreddamento. Le prime vengono montate nella posizione alta della struttura e sono queste che a contatto con la carta iniziano l'azione di lucidatura.

Ai bordi i cilindri in ghisa vengono lubrificati da dell'olio. Cosa molto importante è la pulizia del cilindro cromato, i cilindri devono essere sottoposti a pulizia e manutenzione con particolare riguardo senza l'utilizzo di paste abrasive per togliere eventuali residui. Solitamente si utilizzano prodotti a base di petrolio e acquaragia.



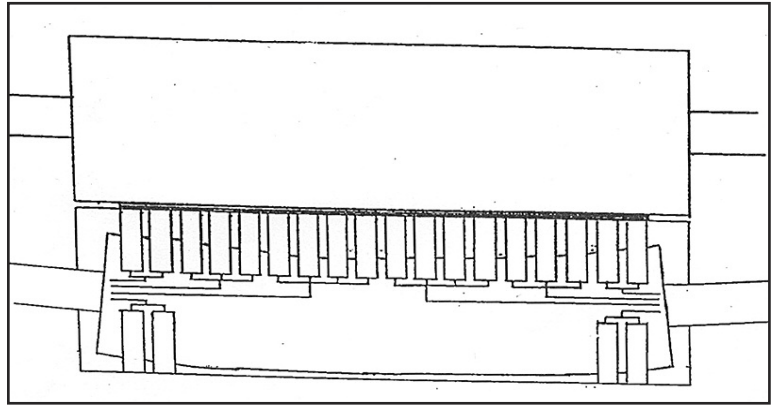
Cilindro Nipco e Cilindro Kuester

Nella zona superiore ed inferiore sono allestiti dei cilindri in ghisa che possono essere a bombè controllato kuester o nipco. Lo scopo dell'inserimento all'interno della calandra di questi cilindri è quello di correggere la fisiologica tendenza dei rulli a curvarsi verso il basso sotto l'effetto del proprio peso.

Il cilindro nipco permette di effettuare una regolazione della bombatura in maniera più settoriale e agire in varie zone del cilindro.

Esso è formato da una serie di pistoncini oleodinamici presenti al suo interno distribuiti su tutta la larghezza del cilindro lungo la linea del nip e hanno la caratteristica di ricevere pressioni d'olio differenziate per più segmenti.

Questo permette di correggere in maniera più performante eventuali irregolarità che si possono venire a creare sulla larghezza del rotolo.



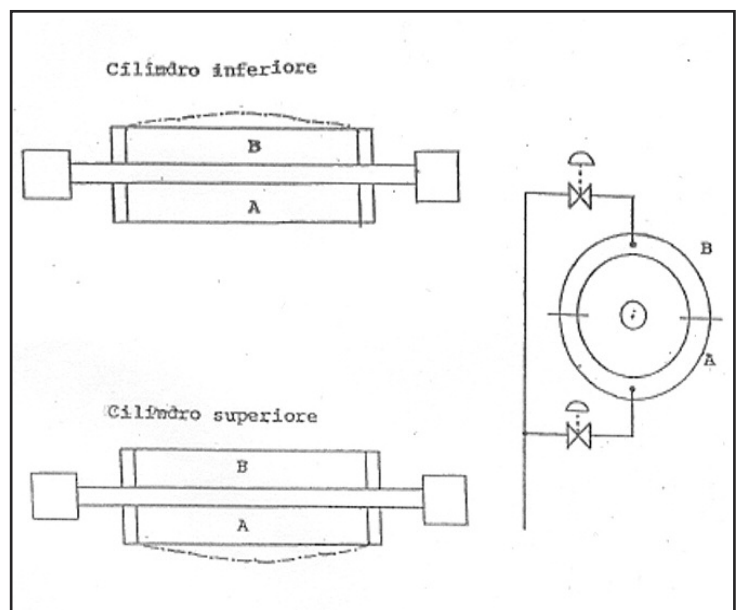
Il cilindro kuester ha la stessa funzione del precedente cilindro ma non permette di effettuare una regolazione settoriale.

E' costruito da un corpo fisso centrale, su di esso sono supportati due cuscinetti che delimitano la larghezza del cilindro consentendo al mantello esterno di girare.

Tramite due barre di bronzo longitudinali l'interno del cilindro si divide in due distinte camere con all'interno dell'olio. Ne consegue una pressione uniforme su tutta la larghezza del cilindro.

All'interno delle due camere si hanno pressioni diverse e quindi si ottiene una differenza di pressione (DP).

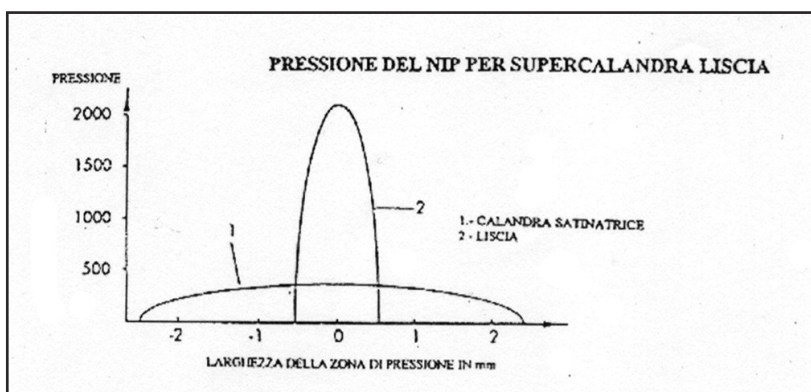
Agendo su questo DP si otterrà la curvatura o bombè del cilindro. In base alle pressioni esercitate nelle due camere è possibile ottenere curvature verso l'alto (kuester inferiore) oppure curvature verso il basso (kuester superiore).



4 - FUNZIONAMENTO DELLA CALANDRA

La carta viene svolta in calandra dall'alto andando a toccare rispettivamente un superficie di ghisa e una di materiale elastico. Come scritto in precedenza a metà macchina troviamo due presse elastiche vicine che prendono il nome di gemelle. Questo allestimento permette di invertire la su-

perficie di contatto della carta nel caso in cui la lavorazione lo richiede, andando ad invertire i punti di contatto della carta sui differenti cilindri. Una caratteristica molto importante nella fase di calandratura è lo spostamento assiale del nastro di carta. Esso è generato da un'oscillazione trasversale dello svolgitore e contemporaneamente anche dell'avvolgitore e tale spostamento permette alla parte dei cilindri non a contatto della carta di evitare surriscaldamenti e fastidiose usure. In calandra la carta subisce un'azione combinata di schiacciatura e di frizionamento. Le presse elastiche nelle quali passa la carta hanno una superficie morbida rispetto ai cilindri rigidi in ghisa e pertanto quando vengono a contatto con questi cilindri di ghisa si deformano, il diametro della pressa diminuisce e di conseguenza diminuisce la velocità periferica fino ad un minimo che corrisponde alla zona centrale del NIP.



Superato il punto di contatto la pressa riacquisisce il diametro originale, in questa fase la velocità periferica aumenta. Questo meccanismo produce uno slittamento della pressa elastica in direzione opposta a quelle di rotazione provocando così un frizionamento con il cilindro in ghisa a contatto mentre il supporto rimane aderente alla superficie della pressa.

Per aumentare il grado di lucido della carta è necessario applicare più pressione al sistema e per questioni di fisica se vengono utilizzati cilindri di ghisa con diametri più piccoli otteniamo una

deformazione maggiore dei cilindri elastici in quanto le forze applicate si distribuiscono in minor spazio, ottenendo maggior frizionamento. La calandratura è una lavorazione che si effettua quando si ha la necessità di ricavare un prodotto con superficie lucida e speculare. I fattori che influenzano il risultato e ne determina il risultato sono principalmente tre – la composizione dell'impasto con cariche – la temperatura – l'umidità.



5 - LE CARICHE

La cellulosa e specificamente quelle a fibra lunga, impartisce alla carta principalmente qualità meccaniche quali : resistenza alla trazione, alla lacerazione, allo sgualcimento, in altre parole la carta di pura cellulosa è soltanto una carta robusta.

Questa qualità è essenziale nella carta da involgere, da imballo o per sacchi, secondaria nelle carte da stampa o da scrivere.

La carta di sola cellulosa non è idonea, in molti casi, a esser trattata ulteriormente pertanto va accompagnata da altre materie fibrose, da colle, leganti, cariche, ausiliari vari che modificano più o meno profondamente le caratteristiche del foglio rendendolo idoneo all'impiego e facendogli acquisire nuove caratteristiche.

Le principali particolarità richieste a un materiale di carica sono quindi: elevato grado di bianco, di opacità, di potere coprente, di finezza, di risparmio in materie prime.

Durante la fabbricazione della carta vengono aggiunti all'impasto con il compito di migliorare alcune caratteristiche del prodotto finito.

La maggior parte delle cariche sono minerali naturali

5.1 - Caolino

Il caolino impiegato nell'industria cartaria è costituito principalmente dalla caolinite, prodotto di alterazione di rocce contenenti alluminio.

Il caolino, come si trova in miniera, non può essere adoperato direttamente nell'impasto; occorre purificarlo, liberarlo dalla sabbia e dalle particelle grossolane.

Un buon caolino privo sabbia è soffice, voluminoso e il suo indice di rifrazione è molto vicino a quello della cellulosa.

Per queste ragioni, rappresenta un ottimo materiale di carica e quindi la sua presenza nella carta è utile a tutti effetti, compreso quello di migliorare l'aspetto di liscio.

Il potere opacizzante del caolino è discreto, anche se non elevatissimo, e aumenta sensibilmente quando le dimensioni delle particelle sono omogenee e piccole.



5.2 - Carbonato di calcio

Altra carica abbondantemente usata è il carbonato di calcio. Utilizzando questa carica otterremo un grado di bianco elevato che però durante la calandratura dà origine ad un grado di lucido inferiore a quello che si potrebbe ottenere con il caolino.

Questa differenza è causata dalla struttura delle particelle che durante la formazione del foglio si distribuiscono in modo disordinato sulla tavola piana avendo una forma simile a cubetti. Il caolino invece ha una forma lamellare

e durante la formazione del foglio le particelle si distribuiscono in modo più uniforme aumentando il grado di opacità.

In fase di calandratura le particelle di caolino si lucidano maggiormente con un conseguente aumento del lucido rispetto alle particelle di carbonato.



5.3 - Talco

Merita di esser menzionato anche il talco commerciale, la fondamentale differenza tra il talco e il caolino è la seguente: il caolino si trova già in forma di polvere fine in miniera, per cui non necessita di macinazione, il talco, invece, non si trova in polvere e pertanto occorre macinarlo. Esistono notevoli tipi di talco classificati in base al grado di macinazione

ma soprattutto alla sua purezza e al grado di bianco. Sembra che il talco abbia una ritenzione in carica molto elevata e molto superiore al caolino. Anche la sua untuosità e scivolosità sono doti importanti per le carte da calandrare.



5.4 - Pigmenti al titanio

Un'ottima carica per la carta è il biossido di titanio, esso presenta grado di bianco e potere opacizzante assolutamente migliore di tutte le altre cariche per il suo alto indice di rifrazione. Di contro, il suo prezzo elevato ne limita l'utilizzo alle sole carte di altissima qualità.



6 - LA TEMPERATURA

A causa della pressione esercitata dai cilindri di ghisa sulle presse elastiche, si sviluppano attriti che generano calore e conseguentemente un aumento di temperatura.

La temperatura generata aumenta in maniera proporzionale con l'aumentare delle pressioni in gioco, alla velocità del sistema e all'elasticità dei cilindri.

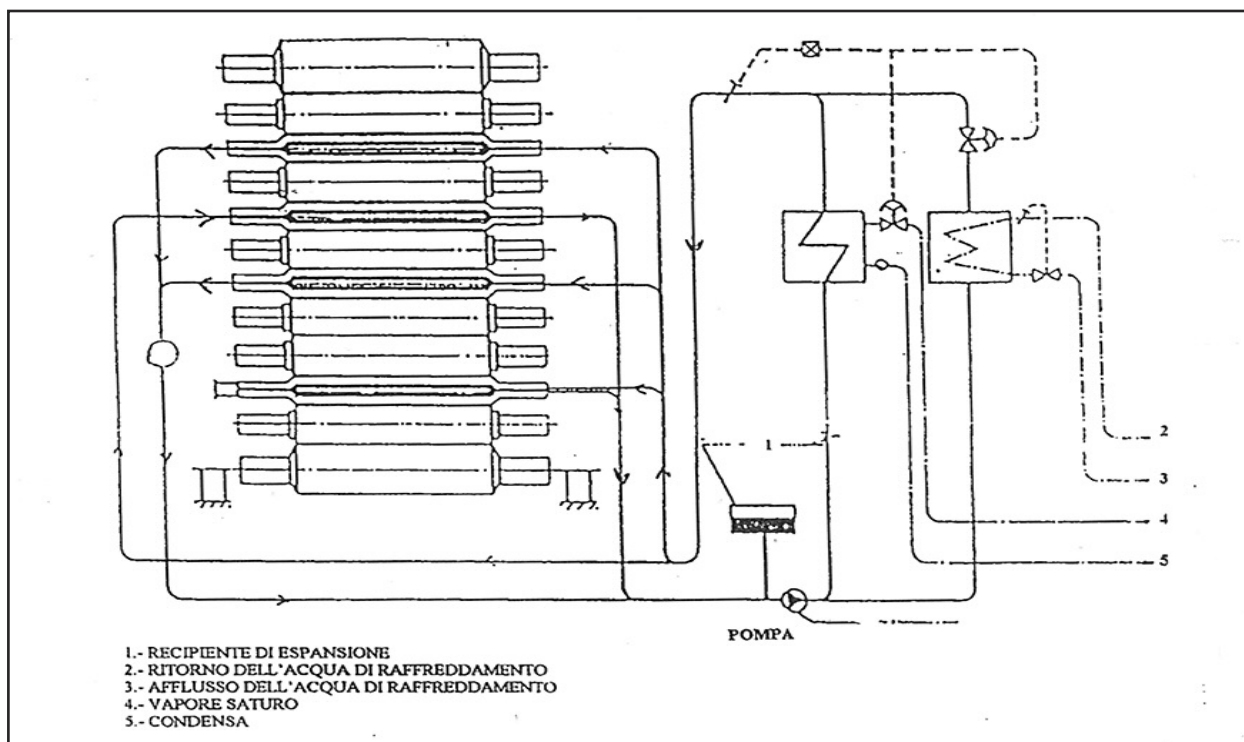
In alcuni casi risulta sufficiente la temperatura generata dall'autoriscaldamento prodotta dai cilindri in attrito per ottenere il lucido della carta richiesta. Quando questa temperatura non viene raggiunta per vari motivi come ad esempio una pressione lineare troppo bassa tra i cilindri, viene immesso all'interno delle camere dei cilindri di ghisa del vapore, questo viene fatto anche per ottenere una carta ad elevata trasparenza ed una elevata densità.

Immettendo vapore nei cilindri in ghisa si generano anche tutte quelle problematiche riguardanti la dilatazione termica e ne consegue che il diametro esterno varia in funzione della temperatura di esercizio.

Il vapore saturo all'interno dei cilindri in ghisa possiede, in base alla pressione esercitata, temperature variabili. Con l'aumentare della pressione d'esercizio infatti sale anche la temperatura. Nelle calandre di ultima generazione e che per tipologia di lavorazione non necessitano di temperature superiori a 140°-150°C, possiamo trovare anche sistemi di riscaldamento ad acqua o ad olio con benefici sulla stabilità del controllo delle temperature impostate, stabilità che non è possibile mantenere sui cilindri riscaldati con vapore.

Per mantenere costante la temperatura su tutta la superficie del cilindro, nel caso di utilizzo del sistema ad acqua o olio, abbiamo due entrate distinte in modo che il liquido percorra in senso alternato la parte interna.

Schema di riscaldamento ad acqua calda



7 - L'UMIDITÀ DEL SUPPORTO

Fattore di particolare rilevanza è anche la quantità d'acqua che il supporto cartaceo contiene prima della fase di calandratura. L'acqua rimasta all'interno della carta ha un effetto plastificante sulle fibre ed esercita un'azione diretta sui legami interfibra.

Per questo motivo un supporto con un alto contenuto d'acqua, durante la calandratura, offre dei risultati migliori in termini di lucido e liscio, cosa che normalmente non andrebbe bene per altri tipi di lavorazione. Lato negativo, un'umidità troppo alta potrebbe invece rendere la superficie meno bianca.

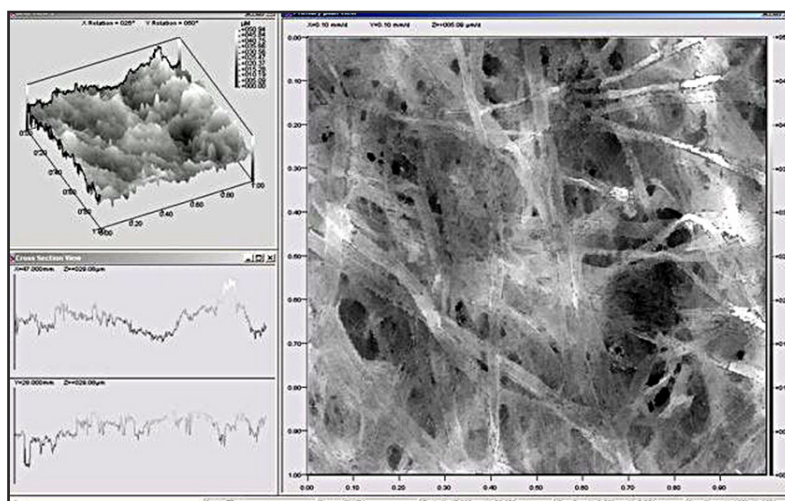
Altro problema legato alla quantità e soprattutto all'uniformità d'acqua contenuta nel supporto è la formazione nella bobina finita di punti con durezza disomogenea. Quest'ultimo problema è unicamente da attribuire ad un profilo di umidità non regolare nel caso in cui il profilo di grammatura sia costante e le condizioni operative di macchina siano giuste. A causa delle temperature, in alcuni casi elevate, la carta durante la calandratura subisce inoltre una diminuzione di umidità.

8 - DEFINIZIONE DEL LISCIO

Per liscio di una carta si intende la irregolarità che essa presenta in superficie sotto forma di solchi o avvallamenti. Il liscio si misura con degli strumenti chiamati lisciometri che misurano la quantità di aria fluida nell'unità di tempo oppure il tempo occorrente per l'efflusso di una quantità stabilita di aria. L'aria passa negli interstizi esistenti fra le irregolarità superficiali del foglio in quantità tanto minore quanto più gli interstizi sono piccoli, cioè quanto più la carta è liscia.

9 - RUGOSITÀ DEL FOGLIO

La superficie della carta, anche quella meglio livellata, presenta sempre delle irregolarità, sotto forma di solchi ed avvallamenti, oppure di risalti. Se la non è patinata, si tratta di fibre o di aggreganti di fibre che sporgono rispetto al livello medio della superficie; se è patinata, le irregolarità sono dovute ai sistemi di distribuzione della patina fluida o al comportamento reologico di questa.



I trattamenti meccanici cui si sottopone il foglio formato, come la lisciatura e la calandratura, possono migliorare il livellamento della superficie, senza riuscire ad eliminare completamente le irregolarità superficiali.

Sul liscio della carta influiscono la tela di macchina, i feltri ed il loro stato di usura, l'azione delle presse umide, quella delle lisce umide e della liscia di macchina; più di tutto però influisce la calandratura, il cui scopo principale è appunto quello di portare il liscio (e il lucido) della carta al massimo livello possibile. Il liscio dipende anche dalla composizione dell'impasto. L'umidità relativa dell'ambiente influisce fortemente sul liscio della carta, specie se esso è ottenuto per calandratura. Quando l'umidità relativa è elevata (più del 50%), le fibre rigonfiano e fanno rinvenire la superficie del foglio, attenuando di molto il liscio.

Salvo casi speciali, in cui si cerca di ottenere volutamente una superficie ruvida, questa è da considerare un difetto e si tende quindi a fabbricare carta quanto più liscia possibile.

Una valutazione meramente soggettiva del liscio può essere fatta con il tatto, facendo scorrere la superficie del foglio fra le dita. La sensazione che si ricava permette di cogliere talune caratteristiche del liscio che nessun apparecchio potrà mai valutare.

Un'altra valutazione qualitativa è quella che si ricava osservando a forte ingrandimento la superficie della carta, illuminata con luce radente.

La determinazione strumentale è fatta con liscimetri di vario tipo. I più adoperati sono quelli a flusso d'aria, nei quali si fa passare una corrente d'aria fra la superficie della carta e un'altra superficie, dura e perfettamente liscia (vetro o metallo), ad essa aderente, oppure fra due fogli di carta a contatto. L'aria passa negli interstizi esistenti fra le irregolarità superficiali del foglio, in quantità tanto minore quanto più la carta è liscia. Come indice numerico del liscio della carta si può assumere la quantità di aria fluida nell'unità di tempo (liscimetro Bendtsen; liscimetro Sheffield), o una grandezza da questa derivata (Pritsurf), oppure il tempo occorrente per l'efflusso di una quantità stabilita di aria (liscimetro Bekk). I liscimetri a flusso d'aria presentano alcune manchevolezze, tuttavia questi apparecchi hanno trovato un'ampia diffusione perché sono di facile impiego e forniscono dati agevoli da interpretare.

9.1 - Liscimetro Bendtsen

Il liscimetro Bendtsen è usato in primo luogo per la determinazione del liscio. L'apparecchio è del tipo a flusso d'aria; al contrario del liscimetro Bekk, quello Bendtsen lavora in pressione e l'aria sfugge verso l'esterno dopo che se n'è misurata la portata.

Parte essenziale dell'apparecchio è una testina di misura che porta inferiormente una lamina anulare lunga 100 mm e spessa 0,15 mm. L'interno della testina è alimentato con una corrente d'aria proveniente da un piccolo compressore e la cui portata è misurata con uno dei tre rotametri dei quali è munito l'apparecchio (5-150, 50-500, 150-3000 cm³/min). La pressione dell'aria è regolata con un dispositivo manostatico a 150 mm di colonna d'acqua. Per l'esecuzione della prova si adagia la carta su una lastra di vetro perfettamente levigata, quindi si poggia su essa la testina di misura, con la lamina contro la superficie del foglio.



*Strumenti utilizzati
nello stabilimento
di Crusinallo*

Fra questo e l'orlo della lamina, che esercita sulla carta una pressione localizzata di 1kg/cm^2 , sfugge l'aria che giunge nell'interno della testina, in quantità tanto minore quanto più piccole sono le irregolarità superficiali della carta, cioè quanto più questa è liscia. La portata dell'aria, letta sul rotametro conveniente in centimetri cubi al minuto, è quindi una misura inversa del liscio della carta.

Con il lisciomerto Bendtsen, in realtà si misura la ruvidità della carta perché il dato è tanto più alto quanto più la carta è ruvida.



Lisciometro non più utilizzato

9.2 - Lisciometro Bekk

Il lisciometro Bekk è destinato principalmente alla determinazione del liscio della carta, sebbene alcuni modelli possano essere usati anche per misurare la permeabilità all'aria e la durezza. Esso è del tipo afflusso d'aria; il passaggio dell'aria avviene per aspirazione, dall'esterno verso una camera nella quale esiste una pressione ridotta. Parte essenziale dell'apparecchio è un disco di vetro perfettamente piano e levigato. Forato al centro la corona circolare ha l'area di 10 cm^2 mentre il foro ha la sezione di 1 cm^2 .

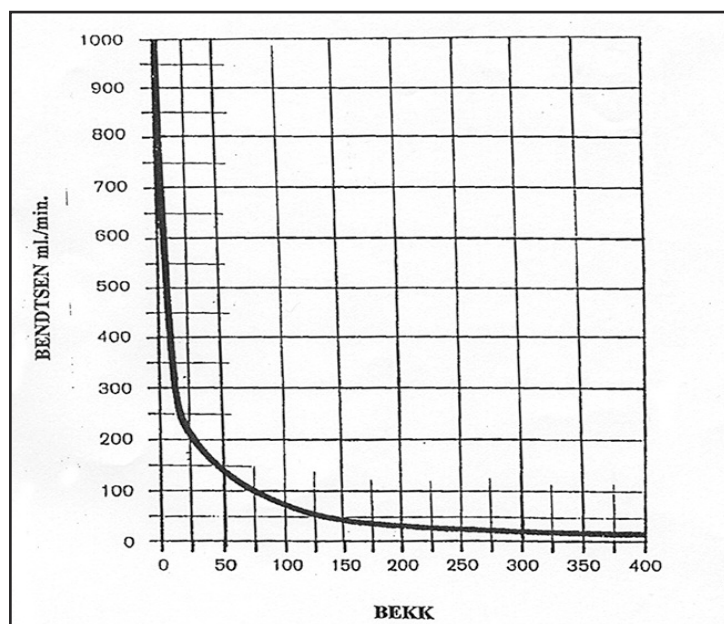
Il foro comunica con una camera cilindrica nella quale per mezzo di una pompa a vuoto si può creare una pressione ridotta di mezza atmosfera.

Questa camera è collegata a sua volta con un tubo manometrico a mercurio, che permette di leggere la depressione esistente nella camera.

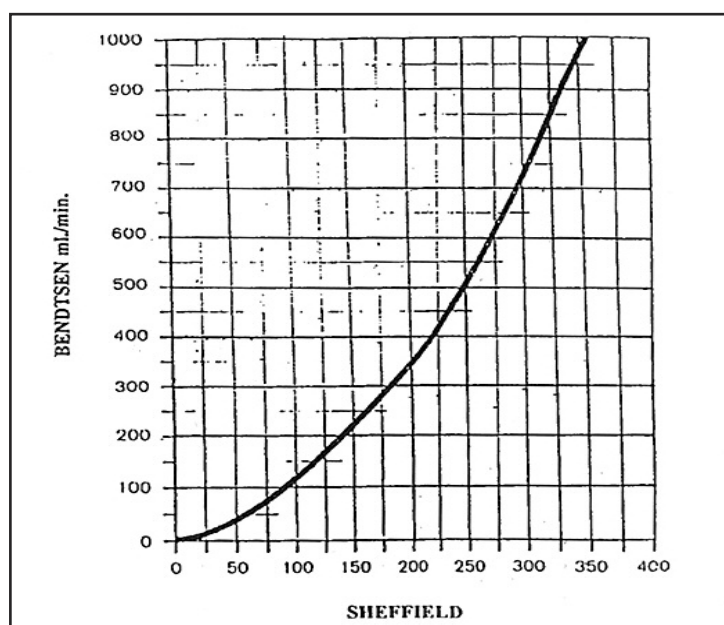
Per l'esecuzione della misura, si poggia la provetta sul disco, con il lato da provare contro il vetro, quindi si sovrappongono un disco di gomma e un piattello metallico caricato con una pressione di un kg/cm^2 per mezzo di un dispositivo a leva. Si produce nella camera del vuoto una depressione leggermente superiore a 380 mm Hg e si collega la camera con il disco di vetro. L'aria fluisce dall'esterno all'interno dell'apparecchio attraverso gli interstizi esistenti fra il disco di vetro e la superficie della carta, tanto più lentamente quanto più la carta è liscia. Il tempo in secondi necessario perché il livello del mercurio scenda da 380 a 360 mm misura il liscio Bekk della carta; l'apparecchio è dimensionato in modo che in tale tempo penetrano in esso 10 cm^3 di aria.



Il lisciometro Bekk esiste in diversi modelli che, pur essendo uguali nelle parti attive dell'apparecchio, differiscono in molti particolari.



Curva di comparazione tra sistema Bekk e Bendtsen



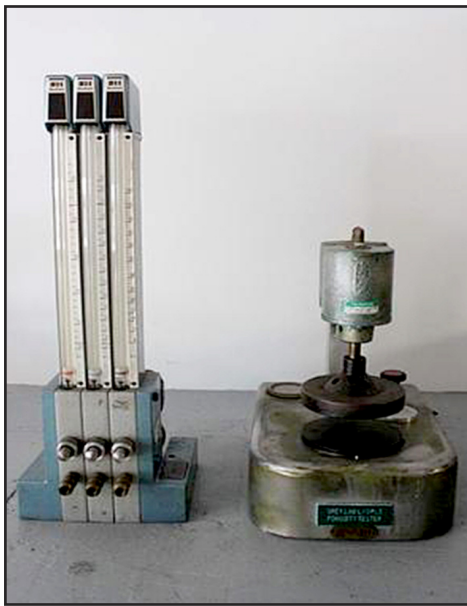
Curva di comparazione tra sistema Sheffield e Bendtsen

9.3 - Lisciometro e Porosimetro Sheffield

Il lisciometro Sheffield è basato sullo stesso principio del Bendtsen, anche se i parametri critici dell'apparecchio sono diversi. La testina di misura porta inferiormente due corone concentriche, la superficie totale delle due corone è di 97 mm^2 .

L'aria arriva nello spazio compreso fra i due risalenti e fluisce all'esterno attraverso gli interstizi fra la carta e la base delle due corone concentriche. La testina è applicata ad un braccio fisso e può essere abbassata per mezzo di una levetta punto sotto di essa, sul basamento del dispositivo vi è una lastra di vetro sulla quale si poggia la provetta.

L'unità di misura per la portata dell'aria è l'unità Sheffield, uguale a 10 volte la portata effettiva in centimetri cubi al minuto. La misurazione è fatta con tre Rota metri graduati rispettivamente da 0 a 48, da 48 a 180 e da 180 a 400 unità Sheffield.



Questi rotametri sono collocati in una piccola struttura a parte e sono collegati per mezzo di un tubo flessibile alla testina di misura.

Il porosimetro Sheffield è un apparecchio separato dal lisciometro, sebbene la costruzione dei rotametri sia la stessa. Il dispositivo di serraggio della provetta è analogo a quello del Bendtsen. L'aria arriva dal basso e, dopo aver attraversato la carta, sfugge attraverso alcuni fori praticati nel cilindro cavo, che è compresso da una molla contro la carta e una guarnizione di gomma che si trova sotto di essa punto la pressione dell'aria è di 10 PSI. I flussimetri sono 4 e coprono il campo da 0 a 1000 unità Sheffield.

Queste nel caso della permeabilità all'aria rappresentano la portata in centimetri cubi al minuto, moltiplicata per 100.

9.4 - Porosimetro Gurley

Questo apparecchio trova il suo impiego principale nella determinazione della permeabilità dell'aria della carta, ma è usato anche per determinare il liscio e la durezza. Esso è costituito da una recipiente cilindrico parzialmente riempito d'olio minerale, nel quale pesca un secondo cilindro, che scorre a leggero contatto con il primo ed è chiuso alle estremità superiore punto sulla parete esterna di questo cilindro è tracciata una serie di righe orizzontali, a distanza tale che l'intervento tra le due righe adiacenti corrisponda a 50 cm cubi di volume interno dell'apparecchio.

L'aria racchiusa fa il cilindro interno e l'olio può fluire all'esterno attraverso un tubo coassiale con il recipiente e che comunica con una apertura posta sotto di esso". Questa apertura ha l'area di un pollice quadrato ed è circondato da un anello metallico perfettamente piano e levigato, avente esso pure l'area di un pollice quadrato.

Per determinare il liscio, si colloca sotto l'apertura di efflusso dell'aria una piastrina Ceca portante una risalto anulare uguale a quello che circonda l'apertura, quindi si inserisce fra le due corone circolari una mazzetta di foglietti forati al centro l'aria e fluisce attraverso gli interstizi esistenti nei punti di contatto, tanto più lentamente quanto più gli interstizi sono piccoli e la carta è liscia.



*Porosimetro non
più utilizzato*

10 - GENERALITÀ E DETERMINAZIONE DEL LUCIDI DELLA CARTA

Se si escludono le carte speciali, la cui superficie cioè sia stata trattata in modo da ottenere effetti particolari, il tipo di lucido che interessa la carta è quello speculare.

Il lucido, come il colore, non è una proprietà fisica delle superfici, ma è la sensazione che un osservatore prova quando il suo occhio è colpito dalla luce riflessa direzionalmente da una superficie. La superficie lucida per eccellenza è quella dello specchio perfetto, il quale riflette tutta la luce che cade su Esso secondo le leggi dell'ottica geometrica, formando cioè un'immagine esatta, anche se speculare, dell'oggetto dal quale proviene la luce. Si potrà pertanto dire che una superficie e tanto più lucida quanto più il suo comportamento si avvicina a quello di uno specchio nella sua capacità di riflettere la luce.

Il lucido della carta è determinato di solito illuminando il foglio con un fascio di Raggi paralleli, secondo un angolo di incidenza stabilito, e misurando l'intensità della luce riflessa secondo un angolo uguale a quello di incidenza, il primo dato costruttivo di un glossometro e l'angolo di incidenza della luce punto nel nostro caso si usano secondo il tipo di carta da esaminare, apparecchi con angoli di 20 gradi, 45 gradi, 60 gradi, 75 gradi. Siccome l'intensità della luce riflessa aumenta fortemente con l'angolo di incidenza, si tende ad esaminare le carte poco lucide con angoli di incidenza ele-

Nuovo Lucidometro in uso



vati, quelle molto lucide con angoli bassi. Siccome il lucido della carta è di rado molto alto, la maggior parte degli apparecchi, almeno quelli di origine americana, hanno adottato L'Angolo di 75°, chi è anche oggetto di una norma TAPPI. Con questo angolo sono misurate le carte calandrate, le carte patinate e le carte pergamena. L'angolo di 75° ha anche il vantaggio che la misura ottenuta è relativamente indipendente dal colore della superficie osservata, il che consente di determinare con lo stesso angolo anche lucido delle superfici stampate, senza che il colore dell'inchiostro influisca in modo apprezzabile sul risultato.



Lucidometro 20 gradi



Lucidometro 75 gradi

BIBLIOGRAFIA

- ATICELCA Introduzione alla fabbricazione della cartaceo
- E. Grandis..... Prove sulle materie fibrose sulla carta e sul cartone
- ATICELCA Manuale del conduttore di continue per cartaceo
- Zaninelli Paolo Docente Corso di Tecnologia per tecnici cartari
- Meneghelli Angelo,
Triberti Marco,
Caldana Davide,
Lunardi Lorenzo Relazioni finali Corso di Tecnologia per tecnici cartari