

8° Corso di Tecnologia per Tecnici Cartari  
edizione 2000/2001



# **Progettazione e produzione di una carta bipatinata senza legno per stampa roto-offset**

di Scalcon Fabio

**Scuola Interregionale di Tecnologia per Tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50 - 37138 Verona



# Indice

## 1- Introduzione

## 2- Considerazioni sulla scelta dell'impast

2.1 - Dimensioni delle fibre

2.2 - Variazione dei parametri nel processo di delignificazione

## 3- Preparazione dell'impasto

3.1 - Materie prime non fibrose utilizzate per la produzione di carta roto-offset

3.2 - La raffinazione dell'impasto

## 4- La ritenzione dell'impasto

## 5- La macchina continua V<sup>^</sup>

## 6- La patinatura della carta

6.1 - I componenti della patina

6.1.2 - il caolino

6.1.3 - Il carbonato di calcio

6.1.4 - I leganti

6.1.5 - I co-leganti

6.1.6 - Prodotti ausiliari

6.2 - Reologia delle patine

6.3 - Formulazione di una patina per carta bipatinata per stampa roto-offset

## 7- L'allestimento di una carta roto-offset

7.1 - La calandratura

7.2 - La bobinatura

7.3 - L'imballaggio

## 8- Caratteristiche tecniche della carta

8.1 - Caratteristiche fisico/meccaniche

8.2 - Caratteristiche ottiche

## **9- La stampa roto-offset**

## **10- La macchina rotativa offset**

### **11- Unità fondamentali di una roto-offset**

- 11.1 - Sistema di alimentazione del nastro
  - 11.1.2 - La tensione del nastro di carta
  - 11.1.3 - Problematiche di tensione del nastro nei passaggi tra gli elementi
- 11.2 - Configurazioni più significative dell'elemento stampa roto-offset
  - 11.2.1 - Il gruppo inchiostante
  - 11.2.2 - Sistemi di bagnatura
- 11.3 - Sistemi d'asciugamento dell'inchiostro
- 11.4 - Raffreddamento
- 11.5 - Le piegatrici

### **12- Parametri fondamentali del processo roto-offset**

- 12.1 - Costituzione chimica degli inchiostri per stampa roto-offset
  - 12.1.1 - pigmenti
  - 12.1.2 - Il veicolo
  - 12.1.3 - Additivi
  - 12.1.4 - Le vernici di sovrastampa
  - 12.1.5 - Caratteristiche reologiche degli inchiostri
  - 12.1.6 - La viscosità
  - 12.1.7 - Il tiro
- 12.2 - La soluzione di bagnatura
  - 12.2.1 - Gli additivi
  - 12.2.2 - Controllo dell'emulsione

### **13- Problematiche di stampa dovute alla difettosità del supporto**

# 1. Introduzione

La stampa roto-offset si è diffusa molto lentamente in Italia e solo nell'ultimo decennio questa tecnologia ha subito un'accelerazione molto vistosa in seguito alla diffusione delle pubblicazioni specializzate, ricche di pagine a colori e stampate in tirature medio-alte. Nel panorama delle aziende grafiche attualmente la roto-offset occupa una posizione di rilievo, circa il 20 % del mercato. Gli impianti con forno ammontano circa a 150 e per il 35% sono composti da macchine di medio-grande formato, 32 e 48 pagine, per il 5% da rotative di grande formato 64 pagine, il restante 60% è costituito da macchine a 16 pagine. Il tasso di crescita della capacità produttiva del comparto roto-offset è stato, negli ultimi anni, molto intenso tanto da pronosticare un andamento crescente anche per i prossimi anni. Questo comporterà un aumento di domanda di carte grafiche per questo specifico settore. L'Italia è al quarto posto in Europa per il consumo di questa tipologia di stampati, con 3.168.000 tonnellate di carta consumate, di cui 633.600 tonnellate stampate in roto-offset. È stato inoltre previsto un tasso medio di crescita dei prodotti commerciali che si aggira intorno al 5%. Per questo settore il cartaiolo dovrà fornire un prodotto che sia in grado di soddisfare le esigenze dello stampatore, e superare il giudizio finale dell'utilizzatore.

La carta stampata in roto-offset, prodotta a Lugo, si può vedere sulle copertine di molti settimanali italiani e in qualche giornale di cucina e più genericamente in prodotti commerciali con una tiratura superiore a 25.000 copie. Tirature inferiori sono ancora oggi più convenientemente realizzate in macchine a foglio, mentre per tirature superiori a 250.000 copie si preferisce la macchina rotocalco. Per la maggior parte degli stampati si utilizza una carta lucida, un piccola fetta di mercato è occupata da carte roto-offset matt, circa il 5%, la cui scelta è solamente dettata da un fatto di gusto del cliente o da specifiche richieste di voluminosità del fascicolo.

## **2. Considerazioni sulla scelta dell'impasto**

Per la produzione di una carta bpatinata per stampa rotooffset, dove sono richiesti elevati gradi di bianco ed elevate resistenze meccaniche, si utilizza un impasto di pura cellulosa. Le paste chimiche impiegate si ottengono per cottura del materiale fibroso vegetale con diversi reattivi chimici:

- Acidi: soluzioni al solfito
- Alcalini: soluzioni kraft o alla soda

Le caratteristiche possedute dai vari tipi di cellulose sono in relazione a due fattori:

- il primo legato alle dimensioni delle fibre, sul quale non si può in alcun modo agire anche se il processo di estrazione modifica in parte la loro struttura.
- il secondo determinato dalle variazioni dei parametri e dal tipo di processo di delignificazione.

### **2.1 DIMENSIONI DELLE FIBRE**

L'industria della carta suddivide le fibre vegetali utilizzate in produzione in lunghe e corte; in botanica la suddivisione è più particolareggiata e troviamo tre categorie:

- fibre lunghe da 2,5 a 4 mm di lunghezza (conifere )
- fibre medie da 1 a 2 mm (latifoglia)
- fibre corte da 0,1 a 1 mm (particolari latifoglie e piante annuali).

Di una fibra si prende in considerazione:

- la lunghezza "l"
- il diametro o la larghezza "s"
- lo spessore della parete cellulare "p"
- la larghezza o diametro del lume "c"

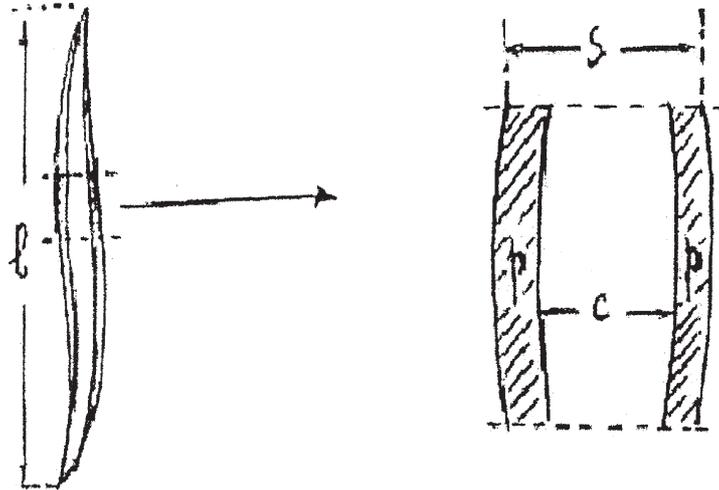


Figura 1

Mediante l'analisi microscopica, si riesce a stabilire il comportamento e l'idoneità cartaria di una fibra. Gli indici più comuni, che permettono di fare tali valutazioni, sono:

- indice di feltrabilità  $F = 1/s$
- indice di Runkel  $R = 2p/c$

L'indice di feltrabilità indica la capacità della fibra a formare il contesto fibroso. L'esperienza ha dimostrato che il valore minimo del rapporto tra  $l$  e  $s$  deve essere almeno 50 per ottenere una buona qualità, e al crescere di tale valore migliora la formazione e la resistenza del foglio alla lacerazione e alle doppie pieghe. Queste caratteristiche sono fondamentali per il processo di stampa roto- offset e per le lavorazioni successive di legatoria, in parte realizzate on- line (piega), e confezionamento (punti metallici).

L'indice di Runkel, correlando lo spessore della parete cellulare con la larghezza del lume, dà un'indicazione di quanto la fibra è flessibile, il suo valore ci indica la capacità delle fibre di legarsi tra loro ed è in relazione

con le caratteristiche di resistenza alla trazione e di resistenza allo scoppio del foglio di carta.

L'indice può assumere i seguenti valori:

-  $R < 0,25$  è indice di una fibra molto flessibile, morbida che presenta la capacità di collassarsi facilmente, conferendo ottime caratteristiche meccaniche al foglio, ma con basso volume specifico. (caso A).

-  $R > 0,25 < 0,50$  indica una fibra meno flessibile di prima con le pareti cellulari più spesse in grado di dare ancora buoni risultati nella fabbricazione di carta. (caso B).

-  $R > 0,50 < 1$  è indice di una fibra poco flessibile e morbida che presenta caratteristiche meccaniche modeste, ma è ideale per ottenere carte ad alto volume specifico. (caso C).

-  $R > 1$  il rapporto indica che le pareti si sono fortemente ispessite rispetto alla larghezza del lume, e si ottengono con queste fibre modeste resistenze meccaniche, ma un elevato volume specifico. (caso D).

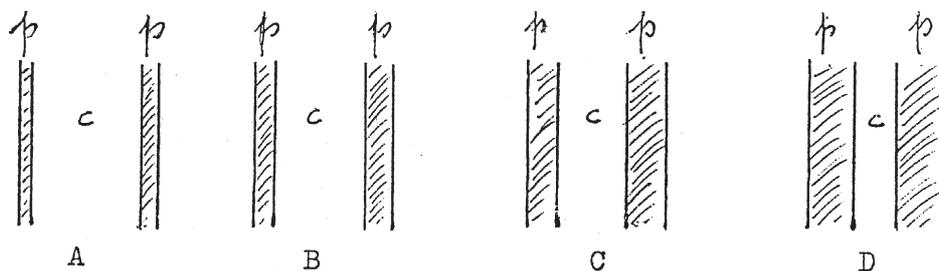


Figura 2

Fra le latifoglie la betulla presenta una buona lunghezza della fibra e pareti cellulari sottili, essa si comporta come una serie di nastri flessibili che si intrecciano e si dispongono gli uni vicini agli altri, formando una superficie unita, compatta (B). Il foglio presenta una scarsa porosità e resistenze meccaniche buone. La quercia che ha pareti cellulari spesse non può assumere un'analogia distribuzione a causa della minore flessibilità; produce pertanto un foglio più poroso, con resistenze meccaniche basse, e con volume specifico maggiore (A). La lunghezza delle fibre è una caratteristica certamente importante; le conifere, con misure maggiori di quelle delle latifoglie, presentano caratteristiche meccaniche migliori, dovute ad una maggior superficie di legame.

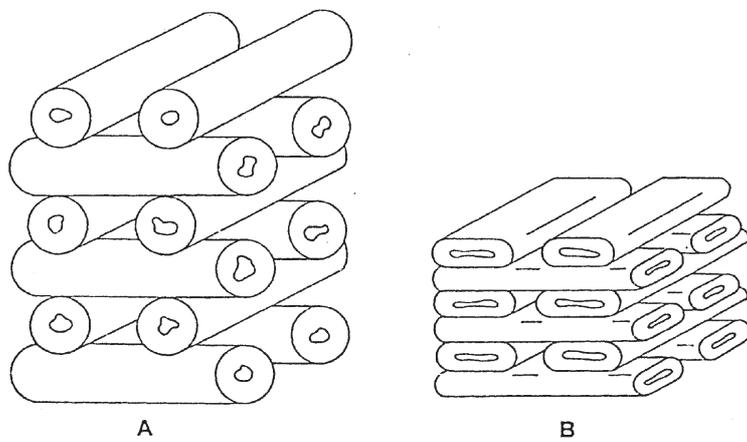


Figura 3

## 2.2 VARIAZIONE DEI PARAMETRI NEL PROCESSO DI DELIGNIFICAZIONE

Alle caratteristiche derivanti dalle dimensioni delle fibre ,si sommano quelle conferite dal tipo di cottura e dalle condizioni del processo estrattivo. L'acidità o l'alcalinità del liscivio,la temperatura, i tempi di delignificazione, le concentrazioni dei reattivi, sono tutte variabili che influenzano e determinano la modifica dei componenti strutturali della fibra e influenzano pertanto le caratteristiche finali della cellulosa.

Nel caso di delignificazione con reattivi di natura acida otteniamo fibre di facile raffinabilità rispetto a quelle kraft o alla soda. Questo comportamento è funzione del pH del liscivio che data la sua natura acida, non porta in soluzione le emicellulose, componenti di facile raffinabilità.

Le emicellulose sono invece quasi totalmente degradate nel caso di estrazione con processi alcalini. Lo stesso tipo di specie forestale può pertanto dare paste con differenti caratteristiche meccaniche a seconda che sia stata trattata in ambiente acido o alcalino e questo dipende dal differente attacco chimico subito dalla catena cellulosidica. In ambiente alcalino la cellulosa subisce una depolimerizzazione lenta e graduale che non pregiudica sostanzialmente le proprietà meccaniche, mentre in ambiente acido, la catena cellulosica è spezzata in più parti, dando catene mediamente di lunghezza ridotta con conseguente indebolimento delle caratteristiche meccaniche e anche per questo motivo di più facile raffinabilità.

CARATTERISTICHE	PROCESSO KRAFT	PROCESSO AL SOLFITO
Proprietà di resistenza	Più elevate	
Comportamento alla raffinazione		Più veloce
Voluminosità della carta	Maggiore	
Grado di bianco e della pasta greggia		Molto più alto

### 3. Preparazione dell'impasto

Una carta per stampa roto- offset richiede soprattutto elevate resistenze meccaniche perché sia le operazioni di stampa sia quelle di realizzazione delle riviste comportano notevoli stress che il foglio deve sopportare senza rompersi.

- Per grammature inferiori a 100 g/m<sup>2</sup> (prodotto finito), un buon impasto può essere costituito dal 50% di FL di conifera bianchita alla soda che dà elevatissime resistenze meccaniche dovute alla loro flessibilità, alla loro lunghezza e al tipo di processo di delignificazione. Il resto dell'impasto può essere costituito da cellulosa mista di latifoglie (faggio, betulla, eucalipto). Quest'ultima, posizionandosi tra i pori presenti in un impasto contenente molta fibra lunga, conferisce al supporto maggior sofficià , voluminosità, regolarità superficiale, una migliore formazione e una più regolare distribuzione della patina.
- Nelle grammature superiori ai 100g/m<sup>2</sup> aumenta la percentuale di fibra corta a discapito della lunga poiché il foglio già per l'aumentato peso migliora le sue caratteristiche meccaniche e inoltre nella tavola piana continuiamo ad avere un buon drenaggio dell'impasto; per ultimo ma non meno importante, un impasto con più fibra corta richiede una minor quantità di energia specifica per la raffinazione.

Naturalmente l'impasto di partenza non è mai costituito dal 100% di cellulosa, ma ci sono sempre importanti quantità di fogliacci. Per grammature fino a 100g/m<sup>2</sup> possiamo trovarne fino ad un 30% e tale percentuale può raggiungere anche il 40% dell'impasto nelle grammature superiori ai 100g/m<sup>2</sup>. I fogliacci bianchi utilizzati, generalmente patinati, sono tutti gli scarti e i refili di produzione oppure sono acquistati. Essi danno il vantaggio di dare una miglior formazione, infatti vanno a ridurre la porosità del foglio e forniscono il materiale di carica sufficiente ad ottenere il tenore di ceneri desiderato. Qualora non ci fossero fogliacci disponibili le cariche minerali necessarie devono essere aggiunte all'impasto dopo la raffinazione .

### 3.1 MATERIE PRIME NON FIBROSE UTILIZZATE PER LA PRODUZIONE DI CARTA ROTO-OFFSET

Il numero di legami tra le fibre e quindi le resistenze meccaniche possono essere aumentate mediante la raffinazione della pasta e con l'aggiunta di prodotti che agiscano da leganti, realizzando legami con la stessa cellulosa o alternativamente fra loro stessi. Uno di questi prodotti è l'amido aggiunto in impasto sotto forma di salda, ottenuta mediante cottura in cuocitori continui ad una concentrazione massima del 12%.

Generalmente la percentuale di amido in impasto raggiunge valori massimi del 1, 5% (sull'impasto) poiché con percentuali più elevate si ha una perdita notevole di amido nelle acque del sottotela in quanto non più ritenuto dalle fibre.

Al fine di ottenere una buona ritenzione sulla fibra, l'amido deve essere precedentemente modificato, in fase di produzione, aggiungendogli gruppi cationici che permettono un'affinità elettrostatica con il contesto fibroso caricato negativamente e realizzando in tal modo anche una considerevole azione di ritenzione, il tutto può essere adeguatamente monitorato controllando il potenziale " Z " dell'impasto.

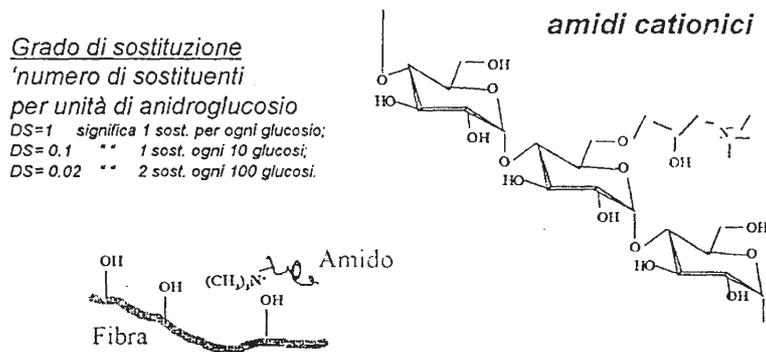


Figura 5: formula chimica dell'amido cationico.

L'amido può essere aggiunto in prossimità della cassa di afflusso quando si vogliono ottenere benefici effetti sulla ritenzione e formazione, mentre lontano dalla cassa di afflusso quando si vogliono privilegiare le caratteristiche meccaniche.

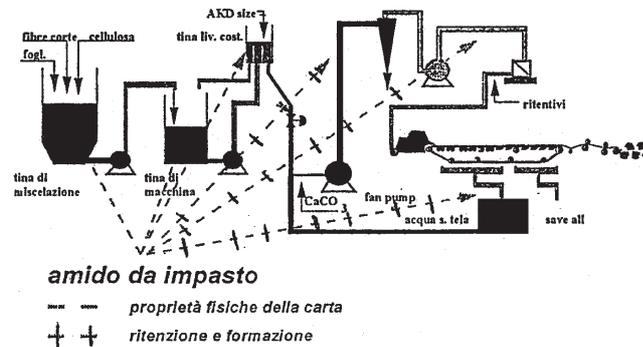


Figura 6: punti di aggiunta della salda d'amido.

Nel caso delle carte roto-offset prodotte a Lugo l'amido è addizionato in tina di macchina, pertanto relativamente distante dalla cassa d'afflusso.

Generalmente il supporto per roto- offset necessita di un certo grado di collatura realizzata con resine sintetiche AKD (dimero dell'alchil- chetene), un collante reattivo utilizzato in ambiente neutro alcalino che sviluppa in macchina solo una parte della sua collatura, mentre la reazione completa avviene successivamente nel tempo.

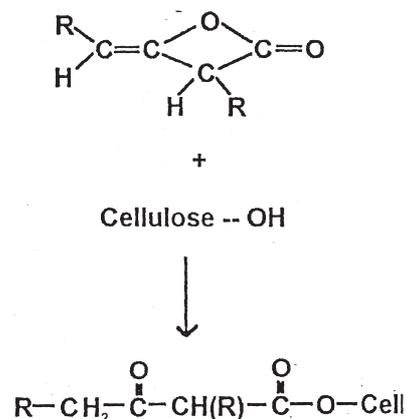


Figura 7: dimero dell'alchil chetene e reazione con la cellulosa.

Il laboratorio, per controllare se la quantità di colla è quella corretta, può eseguire la collatura Cobb 60”dopo aver messo in stufa il campione di carta max 5 minuti a 105 °C, questo riscaldamento fa maturare completamente la collatura.

Alternativamente si possono utilizzare delle AKD modificate che esplicano quasi completamente la loro azione collante in macchina.

Nel nostro caso sono proprio quest’ultime ad essere utilizzate dato che la continua, dove sono prodotte le roto-offset, ha la patinatrice in linea. L’aggiunta del collante, in continuo, è fatta nella stuff-box solo per grammature inferiori ai 100gm/m<sup>2</sup>; la funzione principale della collatura è di regolare e quindi ridurre la penetrazione e lo spandimento dei liquidi, nel nostro caso è aggiunta per controllare l’assorbimento d’acqua, da parte del supporto, nella fase di patinatura.

Ai fini pratici la collatura del supporto conferisce al prodotto patinato anche una maggiore resistenza allo strappo superficiale (IGT) in conseguenza del fatto che la patina rimane maggiormente in superficie e non si hanno perdite di legante per assorbimento nel supporto.

Generalmente una certa collatura del supporto può fare risparmiare del lattice nella formulazione della patina top o a parità di questo può dare maggiori garanzie di resistenza allo strappo superficiale.

Fino a pochi anni fa la collatura del supporto, nella macchina V<sup>^</sup> di Lugo, era un’operazione obbligata per tutte le grammature perchè la carta veniva prepatinata con un sistema Bill Blade che realizzava un pozzetto di patina attraverso la quale passava il foglio; con questo sistema la carta era sottoposta ad un notevolissimo stress e non doveva assorbire molta acqua, pena la rottura del foglio.

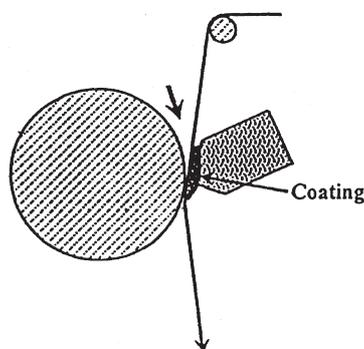


Figura 8: Bill Blade

Attualmente la macchina ha un sistema di patinatura a Film Press, dove sui due cilindri applicatori è dosato, da una barretta spiralata, un film di patina che è trasferito al foglio; con questo sistema la collatura del supporto può anche mancare.

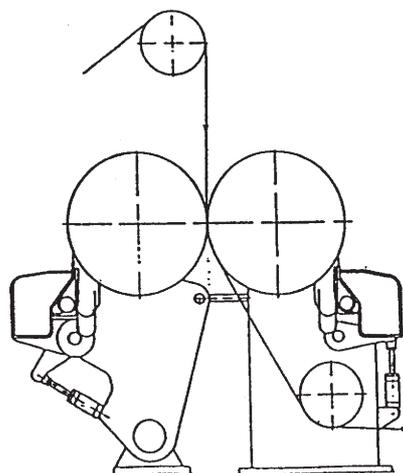


Figura 9: Voith Speedsizer

Altre proprietà della carta come opacità, grado di bianco, liscio, assorbimento dell'ink, sofficità sono influenzate anche dalla presenza delle cariche, caolini e carbonati che sono introdotti nell'impasto grazie ai fogliacci patinati presenti in una certa percentuale nell'impasto di partenza. Se questi dovessero scarseggiare viene aggiunto del caolino calcinato direttamente nel pulper. Altra caratteristica importante richiesta ad una carta roto-offset, è quella di avere un elevato grado di bianco; da questo parametro dipende il contrasto dell'ink e la purezza dei colori di stampa; anche se la carta è bipatinata il bianco e l'opacità del supporto influiscono sempre sul risultato finale del prodotto finito. La cellulosa ha sul diagramma cromatico una dominante gialla, per compensarla si aggiungono piccole quantità di blu e violetto complementari al giallo. Si nota che la tonalità gialla si estingue, la carta appare più bianca e le coordinate cromatiche sono prossime al punto acromatico. Il miglioramento del grado di bianco è però fittizio poiché siamo nella situazione di miscela sottrattiva di colore per cui in realtà si ha un calo del giallo e anche della luminosità della carta. È indubbio che questo miglior bianco della carta è solo un effetto ottico poiché in

realtà il campione ha subito un ingrigimento, infatti l'area racchiusa dallo spettro di remissione, che rappresenta la riflessione totale, è inferiore per la carta contenente i due coloranti rispetto alla carta gialla.

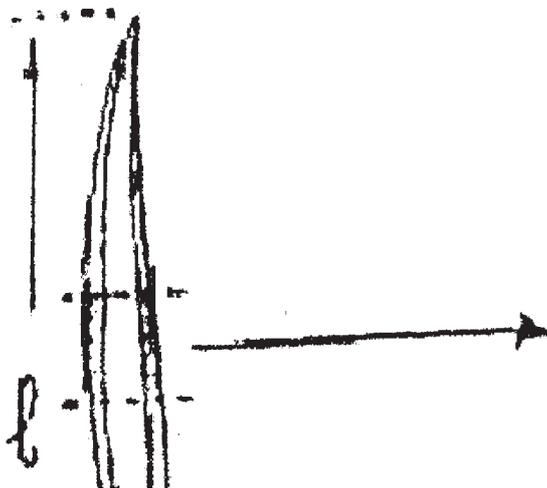


Figura 10

L'unico modo per incrementare il grado di bianco di una carta è aggiungere all'impasto del candeggiante ottico. Questi composti fanno parte di quella classe di sostanze, dette fluorescenti, che si eccitano e sono in grado di assorbire le radiazioni ultraviolette, (bassa lunghezza d'onda e alta energia). Quando queste sostanze emettono l'energia assorbita, ritornando allo stato iniziale, lo fanno emettendo radiazioni a lunghezza d'onda maggiore che rientrano nello spettro del visibile. Il risultato complessivo è un'aumento del bianco in quanto la carta aumenta la percentuale di luce riflessa nel nostro campo visivo. Queste sostanze possono quindi essere usate come miscela additiva di colore, assorbono nell'ultravioletto, non sottraggono nulla allo spettro del visibile e riemettono ad una lunghezza complementare al giallo correggendo la curva di remissione giallastra .

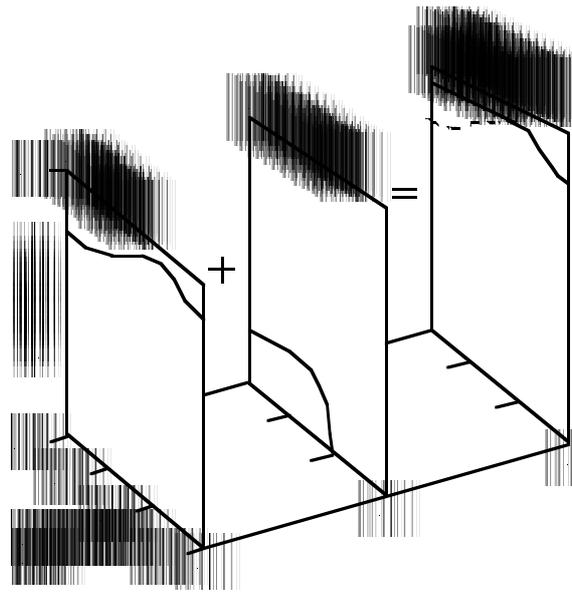


Figura 11

### 3.2 LA RAFFINAZIONE DELL'IMPASTO

Lo scopo della raffinazione in una carta roto-offset è operazione importante perché importanti sono le caratteristiche meccaniche che questa tipologia deve avere. Essa viene effettuata sottoponendo la sospensione fibrosa, a una concentrazione di circa 4%, al trattamento meccanico all'interno dei raffinatori.

Il grado di raffinazione è direttamente proporzionale alle resistenze meccaniche del foglio e alle sue caratteristiche estetiche (speratura). La raffinazione ha in effetti un limite oltre il quale il processo può risultare controproducente per le resistenze; questo è dovuto al fatto che la raffinazione è sempre accompagnata da un taglio delle fibre e questa può diventare l'azione predominante per lavorazioni estremamente spinte e portare ad una riduzione delle caratteristiche meccaniche del foglio; in realtà con le produttività delle attuali macchine generalmente si è lontani da questo punto di massimo.

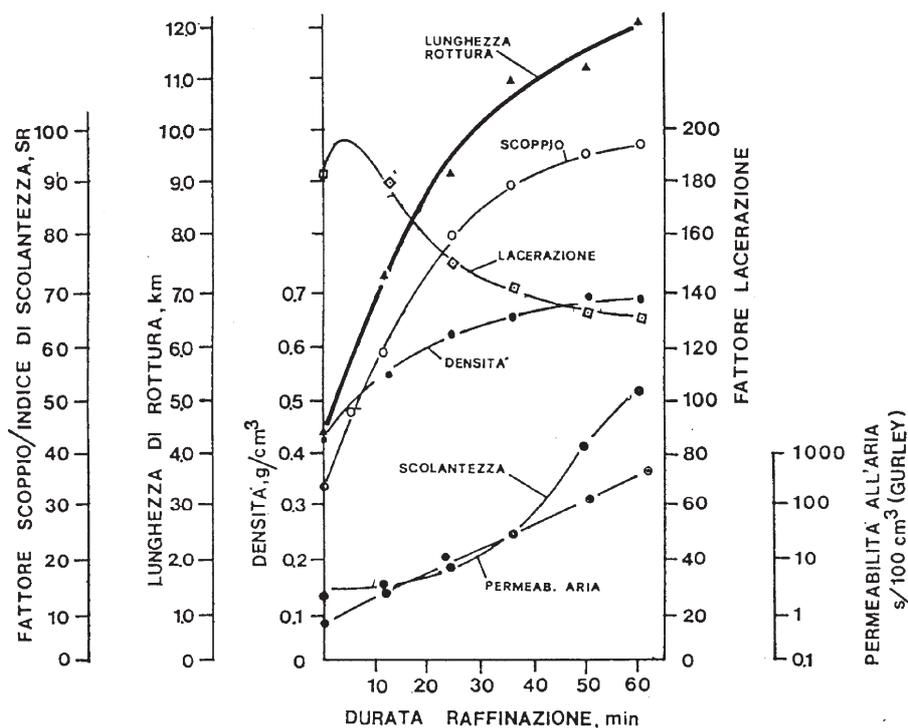


Figura 12

Il processo di raffinazione provoca i seguenti cambiamenti strutturali della fibra:

- fibrillazione interna: provoca l'apertura e lo snervamento della sua struttura fisica, aumentando i legami tra fibra e acqua, la fibra diventa più flessibile e aumentano le aree su cui si possono instaurarsi i legami fibra- fibra.
- fibrillazione esterna: crea parti di fibra che sporgono dalla sua superficie. Anche se meno importante della precedente da un suo contributo all'aumento delle resistenze meccaniche del foglio, aumentando le aree di legame interfibra.
- formazione di parti fini: costituite da frammenti di fibre che vengono strappate per l'eccessivo sfregamento e che sono la causa della graduale perdita di scolantezza.

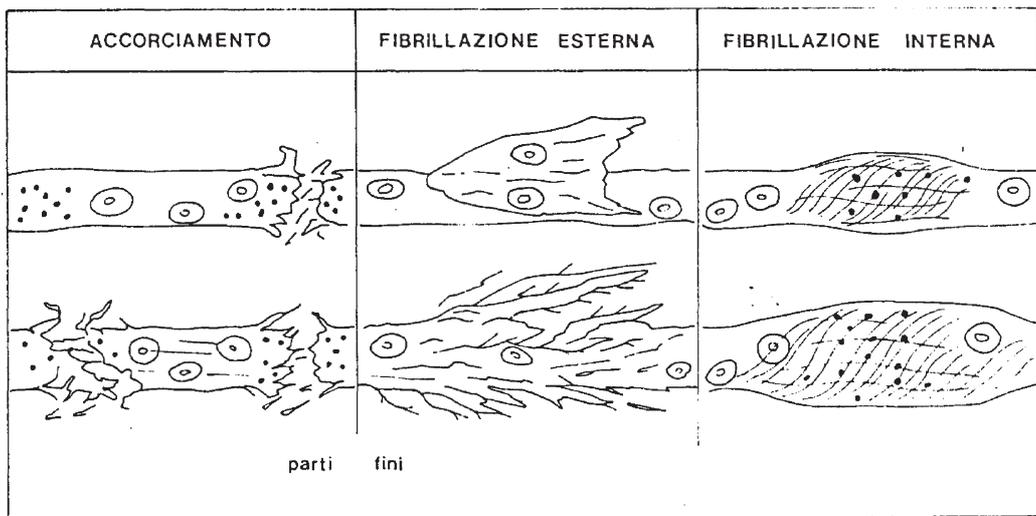


Figura 13: effetti della raffinazione sulla fibra.

A Lugo c'è un'unica linea di raffinazione impasto, per cui si ha un mix di fibra lunga e fibra corta all'entrata dei quattro raffinatori, due DSR, un conflò e un conico in testa macchina per omogeneizzare l'impasto.

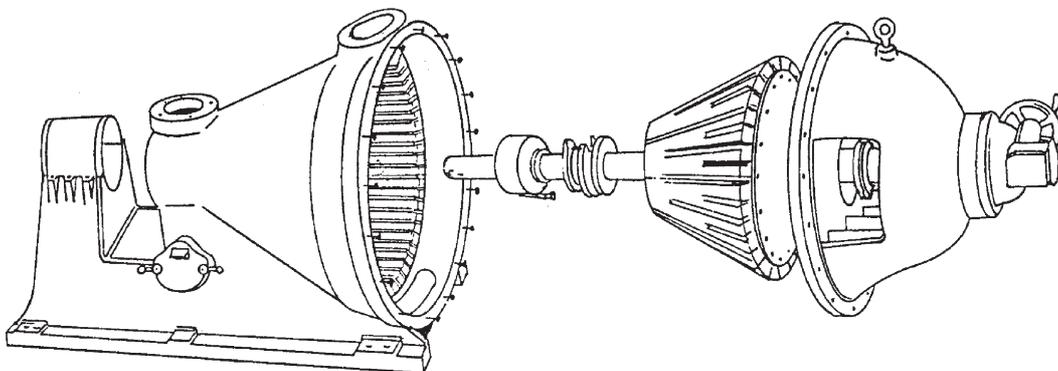


Figura 14: raffinatore conico.

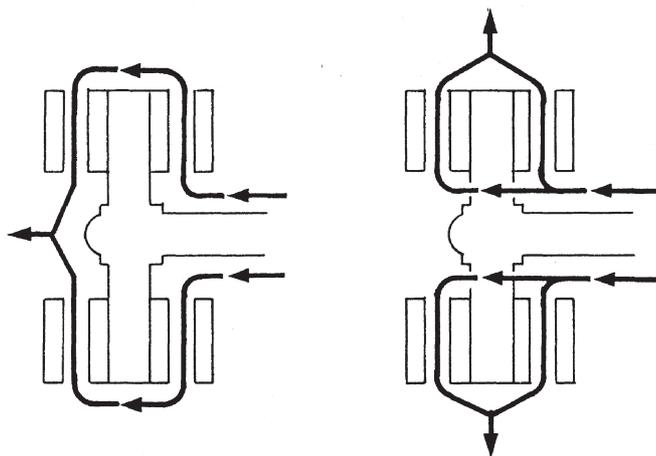


Figura 15: schema delle due versioni di flusso nel raffinatore a doppio disco. A Lugo è presente la prima versione.

Sulle carte per roto-offset la raffinazione della cellulosa è spinta fino a circa 30 °SR valori abbastanza elevati ma necessari su questa tipologia per i motivi sopraesposti.

Gli effetti che la raffinazione provoca sulla fibra hanno ripercussioni di grande importanza sulle proprietà ottiche del foglio. La produzione di parti fini e la fibrillazione esterna portano alla formazione di nuove superfici e ad un maggior numero di particelle che rifrangono e diffondono la luce comportando un aumento dell'opacità del foglio.

Allo stesso tempo la rottura dei legami interni della fibra porta ad una sua maggior plasticità, con conseguente aumento delle aree di contatto ottico tra le superfici delle fibre. Ne deriva una diminuzione del numero di superfici disponibili per la rifrazione della luce incidente e perciò dell'opacità del foglio. Questo secondo effetto prevale sul primo per cui l'opacità del foglio diminuisce col progredire della raffinazione.

All'aumentare della raffinazione si ha una progressiva riduzione della capacità di scolare spontaneamente l'acqua da parte dell'impasto a seguito dell'aumentato numero di legami fibra-acqua; generalmente le carte per stampa roto-offset non sono prodotte in grammature alte, un 150 g/mq è già una grammatura elevata, perciò non ci sono penalizzazioni della velocità della continua a seguito della raffinazione spinta.

D'altronde non è possibile rinunciare alla raffinazione anche per un

altro importante motivo legato all'asciugamento forzato degli inchiostri nelle rotative. In questa fase uno degli inconvenienti peggiori è la formazione di grosse bolle, il "blistering", causate dalla violenta evaporazione dell'acqua contenuta nel foglio.

Questa evaporazione, in determinate condizioni, è responsabile dello sfaldamento del contesto fibroso.

All'inconveniente si pone rimedio in due modi:

- lasciando bassi valori di umidità residua sulla carta, 4% contro 5-6% delle carte per stampa offset.
- raffinando in modo deciso per fare sì che aumenti la coesione interna delle fibre.

## 4. La ritenzione dell'impasto

Una volta che la sospensione fibrosa raggiunge la tavola piana essa comincia a drenare l'acqua spontaneamente e se non è presente un adeguato programma di ritenzione si ha un accumulo di elementi fini nel sistema delle acque del sottotela, il quale influisce negativamente sulle prestazioni della macchina e degli epuratori.

I fini sono incorporati nel foglio grazie a due sistemi:

- intrappolamento meccanico
- aggregazione colloidale.

Su questi due fattori influiscono la grammatura, la velocità della continua, la consistenza in cassa d'afflusso, il contenuto di cariche e la formulazione dell'impasto. Con il solo intrappolamento meccanico noi perderemo moltissimi fini in quanto le aperture della tela sono più grandi dei fini. L'industria della carta si è concentrata pertanto sullo studio dell'aggregazione colloidale, che porta alla formazione di fiocchi composti di soli fini, di fibre e fini. Ricordo che se i fini dell'impasto vengono ritenuti sulla tavola piana lo stesso vale per le cariche.

Un fenomeno indesiderato è la flocculazione tra fibre, desiderata tra fini e fibre, mentre si cerca di evitare la flocculazione di soli fini per ottenere così una buona distribuzione di questi nell'impasto. Infatti un fiocco formato da fini viene intrappolato meccanicamente dalla tela formando uno strato vicino ad essa ed originando fenomeni di doppio viso.

Gli additivi chimici utilizzati per l'aggregazione tra particelle sono classificati come additivi di processo, e sono in grado di influenzare direttamente le proprietà della carta; sono dei polimeri che hanno gruppi ionici nella loro struttura molecolare, e questi sono responsabili della formazione dei fiocchi.

A Lugo di Vicenza è presente un programma di ritenzione a doppio componente, allume e polietilenimina. Il primo viene addizionato nella stuff-box e assorbito sulla superficie di fibre e fini riducendo le forze di repulsione fra le particelle, mediante un meccanismo di neutralizzazione della carica, che è in relazione con il potenziale Z dell'impasto (COAGULAZIONE).

Fig. 16: adesione a mosaico

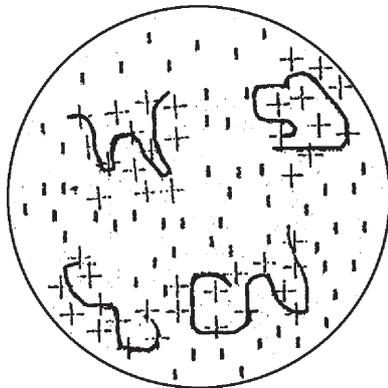
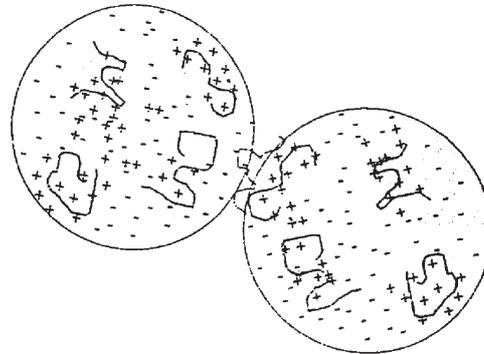


Fig. 17: "toppe" elettrostatiche.



I due passi della coagulazione:

Dopo i centriscreen viene aggiunta la PEI, che provoca la formazione di legami idrogeno e ionici con le particelle dell'impasto portando alla formazione di fiocchi (FLOCCULAZIONE), questi devono, successivamente, resistere alle forze di taglio e alle turbolenze presenti nell'impianto per evitare che vengano rotti e che passino nelle acque bianche.

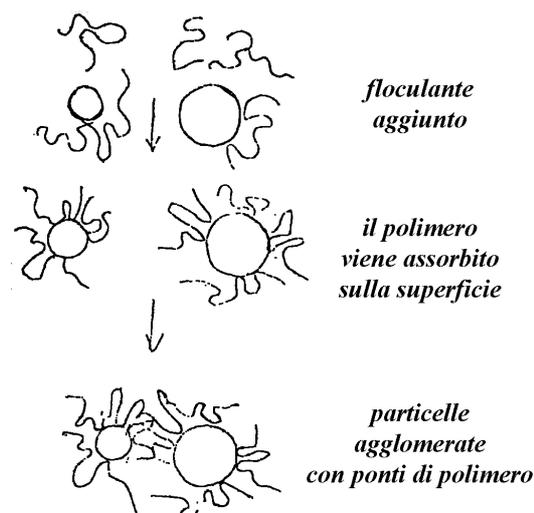


Figura 18: processo di flocculazione.

## 5. La macchina continua V<sup>^</sup>

È stata riassembleata nel 1976 dalla Beloit, con un formato di 283 cm e una velocità massima raggiunta di 670 m/min. Caratteristica di questa macchina, che produce per circa il 50% carte roto-offset, è l'ampio range di grammature che vanno dai 40 ai 200 g/m<sup>2</sup>, con una produzione media di 200t/die.

L'alimentazione della sospensione fibrosa alla macchina deve avvenire nel modo più uniforme possibile, con flusso perfettamente regolare e omogeneo su tutta la larghezza della tela, per regolare questo flusso è stata montata una cassa d'afflusso idraulica, duoflò della Beloit.

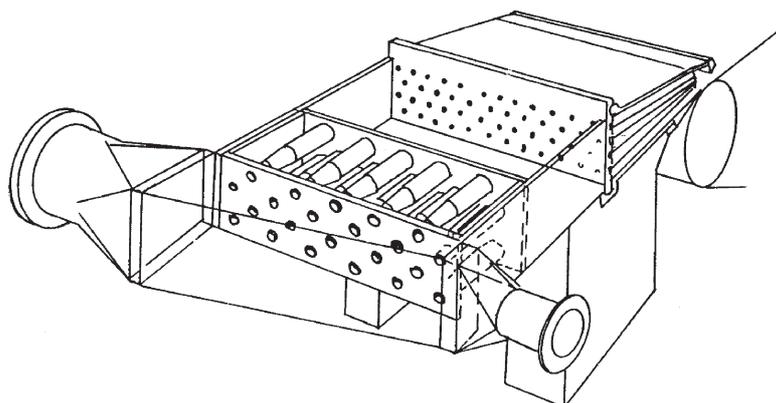


Figura 19: schema della cassa d' afflusso

La tela è sostenuta prima dal rullo capo-tela, posto sotto la bocca della cassa, poi dalla tavola di formazione, successivamente da 28 hydrofoils, quindi da 15 casse aspiranti, dal cilindro aspirante, dal cilindro comando tela; i vuoti sono generati da un Sulzer e da due pompe ad anello liquido Nash. L'insieme di tutti questi elementi costituisce la tavola piana, lunga 14.5 m e larga 3.30 m. Poco prima della linea d'acqua è montato il balleri-

no, con un diametro di 1.5 m. Inoltre la macchina è dotata di scuotitela e di centiguide. Il foglio viene prelevato automaticamente nel tratto di tela fra cilindro aspirante ed il rullo comando tela mediante il feltro pick-up, nell'interno del quale ruota un cilindro aspirante il cui vuoto è generato dalle pompe Nash. La carta è accompagnata al primo nip umido, cilindro in granito a una pressione di 2 bar, tramite cilindro aspirante; il nastro viene trasferito ad una pressa piana, il nip prevede l'uso di un cilindro venta-nip, ad una pressione di 3.3 bar, prima dei quali è stato posto un aspirabolle. Si passa poi ad una pressa inversa sempre venta-nip (3.5 bar) e infine all'offset (3-4 bar) situata all'entrata della seccheria.

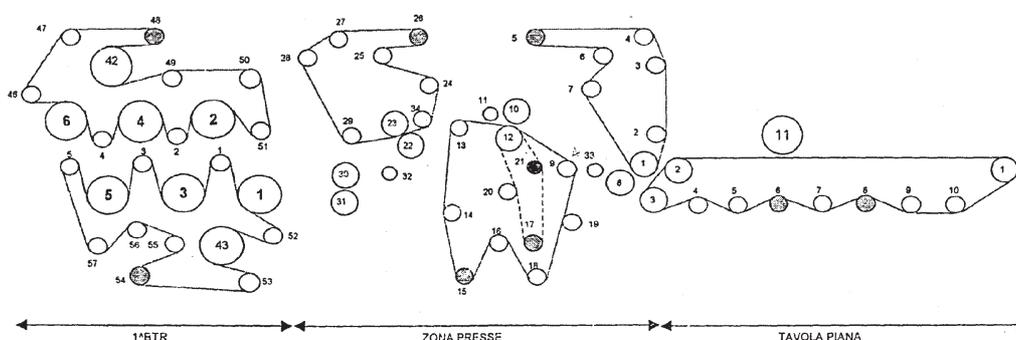


Figura 20

Il foglio entra in zona seccheria con secco variabile fra 40-44 %, questa è costituita da 30 cilindri più un asciugafeltro superiore; in seccheria si utilizza un vapore saturo secco, con sistema a cascata che prevede di inviare il vapore di una sezione, separato dalla condensa, in una sezione a minor pressione, con l'eventuale integrazione di altro vapore fresco; l'ultimo stadio è costituito da un condensatore, che crea una depressione favorendo i successivi salti di pressione. Una pompa a vuoto aspira gli incondensabili, mantenendo la depressione al livello voluto. In zona patinatura ci sono poi 3 cilindri nella post seccheria e 7 cilindri essicatori della patinatrice più uno raffreddatore, tutti alimentati dal medesimo impianto. A seconda delle esigenze e della carta da produrre si può scegliere, fra diverse curve di lavoro, quella più adatta e queste regolano e integrano automaticamente il vapore

in base alla richiesta d'asciugamento. Si ha un consumo di vapore a 2.5 bar che oscilla dalle 8 alle 15 t/h e intorno a 1 t/h per quello a 35 bar.

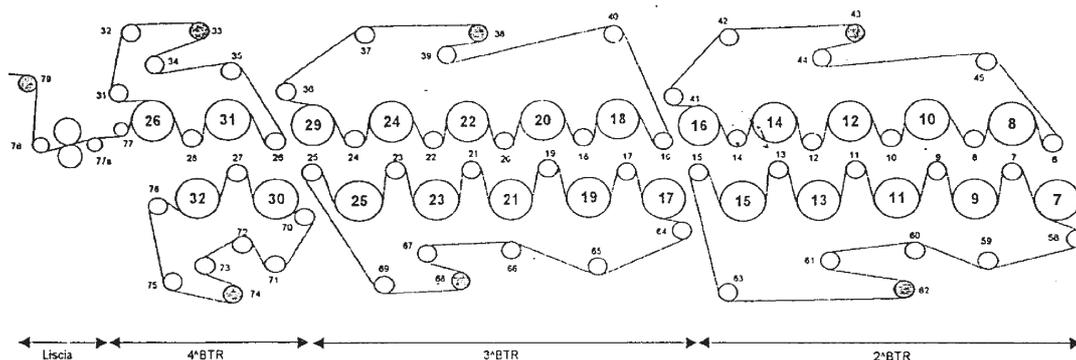


Figura 21

All'uscita della seccheria c'è una Speedsizer, utilizzata o per prepatinare o per trattare superficialmente il foglio; l'asciugamento è realizzato con 12 file di infrarossi Krieger e una cappa Bachofen; si entra poi nella prima testa di patinatura, Bent Blade lato feltro (ballerino), e subito dopo nella seconda per il lato tela. Sulle teste sono montate le lame flessibili in acciaio, che portano via l'eccesso di patina.

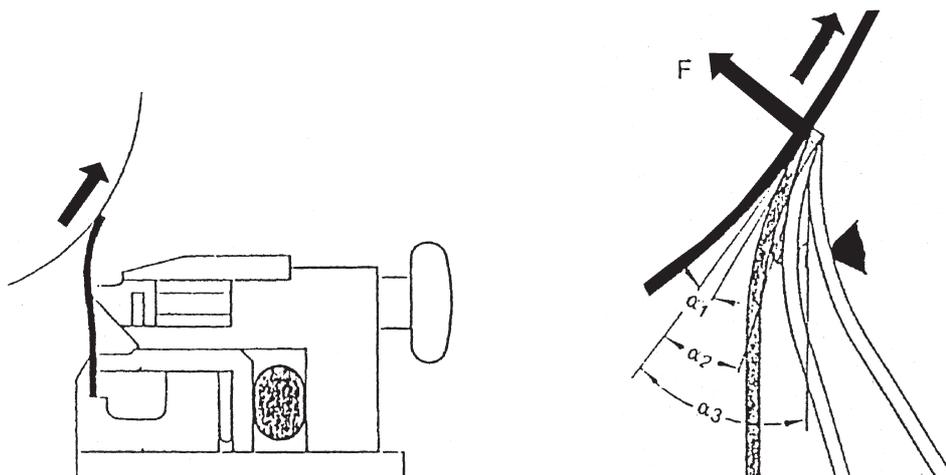


Figura 22: particolare di una lama lisciante.

La patina della prima testa è asciugata con 9 file di Krieger, una cappa ad aria calda, 2 cilindri essicatori; la seconda testa di patinatura lato tela, ha come asciugamento 7 file di Krieger, una double impact potenziata, altri 4 cilindri essicatori.

Prima del pope c'è un sistema rilevabuchi "Ulma"; la macchina dispone poi dei controlli in continuo "Accuray" posizionati all'uscita della secceria, dopo la Speedsizer, e dopo ciascuna testa di patinatura.

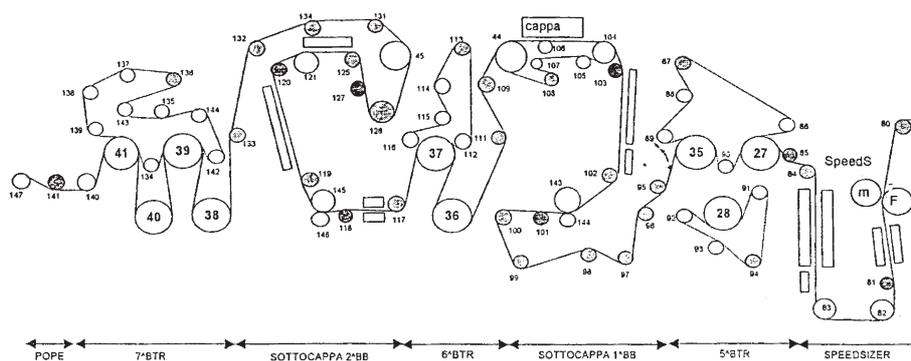


Figura 23

## 6. La patinatura della carta

La patinatura è l'insieme delle operazioni che ha lo scopo di applicare uno o più strati di un rivestimento chiamato "patina" su entrambi i lati del supporto. Lo scopo è di ottenere una carta alternativa a quelle naturali, con migliori caratteristiche di stampabilità e di aspetto che risponda alle richieste del mercato per quanto riguarda qualità e prezzo. Si applica sul supporto uno strato formato in massima parte da pigmenti e da una quantità di adesivo necessaria a tener legate le particelle di pigmento fra loro e alla superficie della carta in modo che non vengano asportate in fase di stampa per l'azione di tiro esercitata dagli inchiostri. La patina livella la superficie del supporto, conferendogli una certa microporosità e migliorando la ricettività degli inchiostri; ne consegue che nel contatto tra caucciù e superficie cartacea si ha una più fedele riproduzione dei soggetti di stampa. La patina conferisce anche particolari caratteristiche ottiche alla carta, come lucido, bianco e opacità.

### 6.1 I COMPONENTI DELLA PATINA

Una patina è formata principalmente da:

- acqua
- pigmenti
- leganti
- ausiliari

L'acqua è il veicolo dei componenti solidi in dispersione delle patine. Il suo rapporto con questi componenti, contenuto secco, ha grande importanza sul comportamento della patina nella patinatrice e quindi sulla qualità della carta.

Tra i pigmenti esistenti quelli utilizzati a Lugo sono il caolino e il carbonato di calcio.

### 6.1.2 IL CAOLINO

È composto prevalentemente da caolinite che è un silicato idrato di alluminio.



Figura 24

Questa possiede caratteristiche chimico-fisiche che la rendono particolarmente adatta all'applicazione su carta. Essa cambia la sua struttura cristallina intorno alla dimensione di due micron (sotto i quali le particelle sono singole e piatte e di forma esagonale, sopra sono degli agglomerati fortemente saldati). Le lamelle di caolinite, accumulate ordinatamente una sull'altra, hanno l'aspetto geometrico di esagoni con i lati ben netti e con un rapporto anisotropico (diametro/spessore) che può variare da 2/1 a 8/1.

L'industria può modificare la natura dei caolini, per renderli adatti a specifici utilizzi. Esistono caolini calcinati e delaminati. I primi sono ottenuti riscaldando il caolino a 900/1000 °C. Si realizza così un aumento del grado di bianco e si ha un'agglomerazione di particelle in maniera abbastanza voluminosa che porta il prodotto ad essere un buon opacizzante; per contro, aumenta la sua abrasività.

Nei caolini delaminati gli agglomerati sono ridotti a singole lamelle ottenendo un pigmento con alte caratteristiche di coprenza, che però può dare origine a qualche problema reologico.

Per identificare un caolino di solito si parla solo della percentuale di particelle con diametro inferiore a due micron, ma ciò non indica del tutto le caratteristiche del pigmento, in quanto altri parametri sono di basilare importanza:

- superficie sviluppata per grammo di pigmento (che dipende dal rapporto diametro/spessore della lamella)
- distribuzione gaussiana delle particelle. In altre parole la frazione con diametro inferiore a due micron può avere una distribuzione da definire e in base a questa può cambiare notevolmente la richiesta di legante (più fine, più legante) e di co-legante (più fine, meno co-legante).

### 6.1.3 CARBONATO DI CALCIO

È il pigmento più usato perché facilmente reperibile, estratto dalle miniere di Massa Carrara, ha un costo sensibilmente inferiore rispetto al caolino.

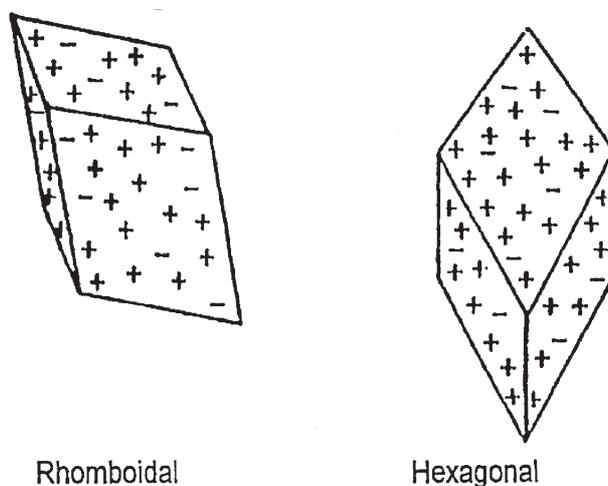


Figura 25

È particolarmente indicato per il grado di bianco elevato, discreta opacità, buon assorbimento degli inchiostri. Può essere di tipo naturale o precipitato. Il primo viene ottenuto per macinazione e poi classificato per filtrazione: il più fine viene utilizzato in patina.

Il secondo viene ottenuto per calcinazione del calcare ottenendo calce



I componenti che prendono normalmente parte alla reazione per la preparazione di un lattice sono:

- acqua deionizzata
- monomeri, molecole che contengono nella molecola un doppio legame che permette loro di reagire reciprocamente: butadiene, stirene e acrilato di butile
- emulsionanti che hanno lo scopo di aiutare prima la polimerizzazione e successivamente di conferire alle particelle di polimero cariche elettriche spiccatamente negative che ne impediscano il contatto e la flocculazione (stabilità dell'emulsione)
- catalizzatori, composti che hanno la capacità di abbassare l'energia di attivazione di una reazione, velocizzandola. In questo caso permettono ai monomeri di aprire i doppi legami e di reagire gli uni sugli altri per formare il copolimero
- limitatori di catena, hanno la funzione di arrestare la polimerizzazione quando il polimero è arrivato al grado desiderato.

Un lattice stirene- butadiene carbossilato sarà così formulato:

- acqua deionizzata	50 parti
- emulsionante, alchilsolfonato di sodio	3 parti
- limitatore di catena, laurilmercaptano	0, 5 parti
- monomero morbido, butadiene	40 parti
- monomero duro, stirene	58 parti
- acido carbossilante, acido acrilico	2 parti
- tampone, pirofosfato di sodio	1 parte.

La polimerizzazione avviene in autoclave a P e T variabili.

Precedentemente non ho parlato di carbossilazione perché, fino agli anni '70 la stabilizzazione dell'emulsione di un lattice avveniva con l'aggiunta al sistema di colloidali protettori che impedivano alle particelle di venire in contatto tra di loro impedendo la flocculazione. L'inizio della carbossilazione, con l'introduzione di acidi carbossilici che hanno la possibilità di polimerizzare già nel sistema, ha costituito un netto miglioramento sia nella stabilità sia nella produzione e gestione dei lattici. Questa reazione conferisce alla particella maggiore polarità ed una forte reattività con gli amidi.

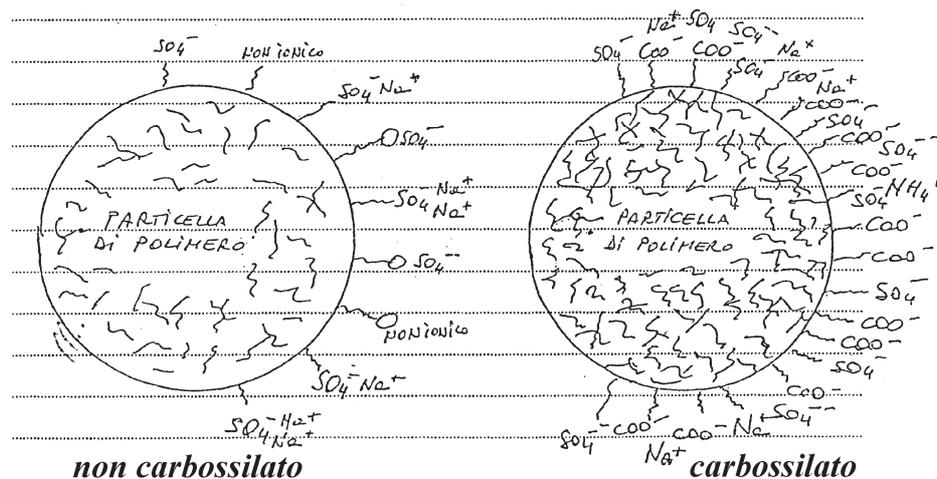


Figura 26

Il potere legante dei lattici è funzione della grandezza particellare in quanto aumenta al diminuire delle dimensioni (a parità di peso del polimero), anche se ciò porta ad un aumento di viscosità dell'emulsione ed una maggior tendenza alla migrabilità del lattice all'interno dello strato di patina, fino al supporto fibroso. I lattici con particelle più grandi presentano viscosità minori e sono più stabili nel tempo (minor tendenza alla coalescenza), e sviluppano sul prodotto finale un minor grado di liscio e lucido.

La plasticità o deformabilità è un aspetto importante delle caratteristiche del film che si origina da un lattice ed è influenzata dalla temperatura. Tenendo presente che i polimeri hanno sia le proprietà elastiche dei solidi che la viscosità dei liquidi, la somministrazione di energia termica comporta una maggiore libertà di movimento da parte delle molecole, portando il materiale da uno stato duro e vetroso ad uno stato soffice e plastico. In questo processo è possibile identificare una temperatura alla quale si verificano delle variazioni rilevanti in alcune caratteristiche come il volume specifico, la viscosità, l'indice di rifrazione, la conducibilità. Questa temperatura viene definita come temperatura di transizione vetrosa TG.

Il TG è il parametro che viene normalmente utilizzato come indice numerico della morbidezza o durezza di un lattice. Ogni monomero che

entra nella composizione ha una ben definita temperatura di transizione vetrosa (minore per il polibutadiene) questo monomero dà la possibilità di collocare il TG finale al valore desiderato. Ad un TG più basso corrisponde un aumento della plasticità del lattice il che equivale a:

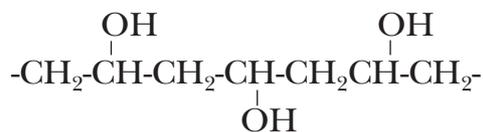
- maggior potere legante
- miglior resistenza allo strappo superficiale
- miglior calandrabilità
- minor lucidabilità
- minor porosità
- minor rigidità
- minor stabilità della dispersione
- maggior tendenza al blistering.

#### **6.1.5 CO- LEGANTI**

Oltre che ad alcune caratteristiche collaterali come la regolazione della viscosità e l'aumento della resa dei candeggianti ottici, la loro funzione principale è quella di aumentare la ritenzione d'acqua della patina in modo che, riciclando nella stazione finale, essa mantenga invariate le sue caratteristiche di contenuto di solidi e di viscosità affinché restino costanti i parametri di applicazione. Fra di essi, a Lugo, si utilizzano la sodio-carbossimetilcellulosa e l'alcool polivinilico. La prima viene prodotta partendo da un polimero naturale quale la cellulosa, con l'introduzione di gruppi sostituenti nella catena. La reazione è di eterificazione di una parte dei gruppi ossidrilici, si ottiene in tal modo questo derivato solubile in acqua. La natura del gruppo sostituito e il grado di polimerizzazione determinano le caratteristiche reologiche, la viscosità e la solubilità del prodotto in acqua. Un parametro che influenza la viscosità della CMC è la temperatura, periodi lunghi a temperature elevate, possono innescare la reazione di depolimerizzazione.

Il PVA è un colegante polimerico particolarmente efficace, con un'ottima forza di coesione e notevoli proprietà barrieranti. Si prepara dall'acetato di polivinile per idrolisi e i prodotti si caratterizzano in base al grado di idrolisi in superidrolizzato, ad alta idrolisi e parzialmente idrolizzato. Tale valore indica il numero di gruppi acetici sostituiti da gruppi OH. Molti studi dimostrano che il PVA ad alto grado di idrolisi conferisce alla patina

maggior resistenza allo strappo superficiale, ma tali prodotti provocano anche notevoli aumenti di viscosità e quindi problemi reologici. Come potere legante il PVA ad alto grado di idrolisi è circa quattro volte più efficace dell'amido.



### 6.1.6 PRODOTTI AUSILIARI

In una patina vengono aggiunti dei prodotti chiamati ausiliari, per migliorare le proprietà della patina e per evitare l'insorgere di difficoltà operative nei processi di miscelazione, applicazione, essiccamento, calandratura e finitura.

Tutti gli ausiliari provocano una variazione più o meno marcata nelle caratteristiche di flusso delle patine con alcune funzioni specifiche:

- modificare le caratteristiche di scorrimento delle miscele, preparare patine più omogenee, con maggior facilità di applicazione;
- modificare le patine in modo di impartire determinate proprietà ai prodotti finiti (ottiche, durata e stampabilità).

Fra i primi ci sono i disperdenti, i fluidificanti e gli addensanti; alla seconda classe appartengono gli antischiuma, gli insolubilizzanti i preservanti e gli sbiancanti fluorescenti.

## 6.2 REOLOGIA DELLE PATINE

Le patine, in quanto sistemi eterofisici, aventi cioè sia una componente solida sia liquida, non hanno un comportamento reologico newtoniano, come quello dell'acqua che non risente delle sollecitazioni a cui è sottoposta conservando la sua viscosità.

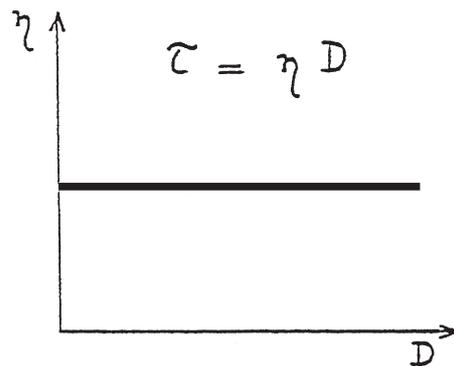


Figura 27: asse x tensione di taglio, asse y viscosità.

Le patine variano le loro viscosità in funzione della temperatura, della tensione di taglio applicata e del tempo di applicazione di quest'ultima. Infatti alle forti sollecitazioni può corrispondere, attraverso fenomeni di aggregazione, un aumento della viscosità apparente (DILATANZA) oppure una diminuzione di viscosità (PSEUDOPLASTICITA').

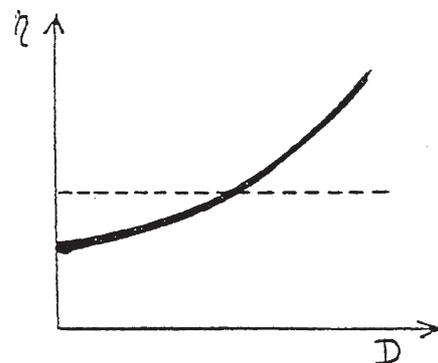


Figura 28: comportamento dilatante.

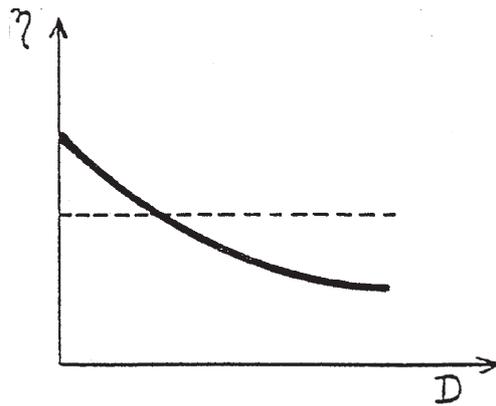


Figura 29: comportamento pseudoplastico.

Il comportamento TISSOTROPICO porta invece ad una lieve diminuzione della viscosità e ritorno ad un valore molto vicino all'originale al diminuire delle sollecitazioni creando una leggera isteresi fra l'andata e il ritorno. Considerando che la velocità di scorrimento, sotto la lama, raggiunge valori molto elevati, si può capire come il fenomeno della dilatanza sia molto sgradito, per la possibilità di eccessivi addensamenti al filo della lama che porterebbero alla formazione di depositi, righe, fiammature e bleeding, mentre sarà positivo un comportamento tissotropico.

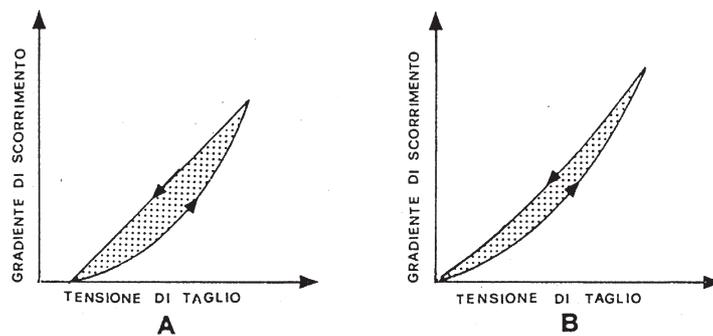


Figura 30: comportamento tissotropico; A) di tipo plastico e B) di tipo pseudoplastico

Teniamo presente che un qualsiasi procedimento reologico è scindibile in due parti:

- comportamento elastico, modulo di accumulo o storage modulus ( $G'$ ), tipico dei solidi
- comportamento viscoso, modulo di dissipazione o loss modulus ( $G''$ ), tipico dei liquidi

si può capire che quando in una patina si ha la prevalenza di  $G''$  su  $G'$ , si avrà un sistema che si distende bene e quindi un buon livellamento. Nel caso contrario, dove prevarrà il comportamento elastico si avrà progressivamente una maggior difficoltà nell'applicazione (formazione di righe ed altri difetti).

Altra caratteristica importante della patina è la sua stabilità meccanica, cioè la sua attitudine a mantenere un comportamento viscoso a fronte di sollecitazioni meccaniche quali agitazione, pompaggio e filtrazione. Sotto tale sforzi ci potrebbero essere fenomeni di destabilizzazione quali la flocculazione o l'aggregazione con conseguente flottazione e/o sedimentazione, coagulazione e filmazione della patina; tutti fenomeni indesiderati e quasi sempre irreversibili.

La coalescenza rappresenta il fenomeno di destabilizzazione della dispersione che porta da una fase dispersa fino alla formazione di una struttura separata (film) non ridispersibile. Può essere definito come un fenomeno di sinterizzazione che porta all'impaccamento e conseguente deformazione delle particelle con la logica eliminazione del veicolo liquido. In fase di patinatura la qualità del film che si viene a creare sarà influenzato dalla velocità di evaporazione dell'acqua, dalle grandezze particellari, dagli agenti stabilizzanti e dalla deformabilità del polimero.

## 6.3 FORMULAZIONE DI UNA PATINA PER CARTA BIPATINATA PER STAMPA ROTO-OFFSET

Essendo la carta bipatinata, viene steso sul supporto in una Speed Sizer un primo strato di patina per lato (prepatina) che ha essenzialmente lo scopo di chiudere i pori e preparare la superficie all'applicazione successiva. A questo scopo si usa una patina con carbonato di calcio (es. Carbital 75 o 90), meno costoso e con dimensioni particellari più grossolane rispetto ai pigmenti utilizzati per la patina top. Come legante si utilizza un lattice stirene-butadiene carbossilato (11 parti), con un TG=15 °C quindi con una plasticità ed un potere legante medio per non portare ad un eccessivo abbassamento della porosità, caratteristica sgradita perché accentua il fenomeno del blistering. Teniamo comunque conto che con questa prima patinatura si applicano 5-8 grammi di patina, quantità pertanto non molto rilevanti. Un altro legante utilizzato, in coppia col precedente, è l'amido (5 parti) che oltre a legare ha la funzione di regolare la viscosità. Per evitare che le particelle di pigmento floccolino, viene miscelato un disperdente (0,2 parti) per vincere le forze di attrazione esistenti. Nella formulazione della patina entra anche un antischiuma e un antifermentativo, vista la presenza di amido.

Nella patina top della roto-offset lucida, come pigmenti si utilizzano 15 parti di caolino e 85 parti di carbonato di calcio fine (Carbital 99), preferito al primo sia per il maggior bianco e opacità che per i costi più bassi. Per le carte con finitura matt si utilizza come pigmento solo carbonato di dimensioni maggiori del precedente. Come leganti si utilizzano due lattici: uno a base di acrilato di stirene e butile (4 parti), con una TG elevata il che comporta una maggior rigidità, una maggior porosità che rende difficile la formazione in fase di stampa del blistering, migliore lucidabilità, una minor calandrabilità e minor potere legante; il secondo è uno stirene butadiene carbossilato (7 parti) con una TG bassa e quindi con caratteristiche quasi opposte. Sono presenti anche 0,7 parti di colegante che hanno la funzione di mantenere costante il contenuto di solidi e la viscosità, affinché restino costanti i parametri di applicazione della patina che ricicla nella stazione finale.

Le altre caratteristiche ottiche desiderate sono ottenute con l'aggiunta di nuanzanti e imbiancanti ottici, oltre ai soliti antischiuma.

## 7. L'allestimento di una carta roto-offset

È evidente che anche in roto-offset, per ottenere dei buoni risultati di stampa è importante la finitura superficiale della carta sia per i tipi lucidi sia per i tipi matt. La finitura garantisce l'ottenimento di buoni lucidi stampa, di maggiori contrasti e definizione delle immagini che compongono i soggetti stampati. In realtà per i tipi lucidi non è essenziale che la carta abbia un grado di lucido elevato dato che l'asciugamento forzato degli inchiostri garantisce in ogni caso una elevata brillantezza di stampa.

### 7.1 LA CALANDRATURA

Grazie alla calandratura si ottiene un incremento di liscio delle superfici, quindi una migliore stampabilità, un maggior lucido, ma ha lo svantaggio di diminuire l'opacità, il grado di bianco, lo spessore e la rigidità; si ha anche una diminuzione dell'umidità della carta che passa dal 4,5% al 3,5-4,0% per effetto del riscaldamento che il foglio subisce nell'operazione.

Le macchine che schiacciando la carta dopo la patinatura conferiscono al foglio queste caratteristiche sono le calandre. Sono costituite da una serie di cilindri sovrapposti alternativamente duri (metallici) e morbidi (cartalana e polimerici). A metà macchina sono presenti due cilindri contigui che permettono di invertire la superficie della carta a contatto col cilindro duro, anche perché gli effetti di lucido e liscio si ottengono sulla superficie metallica. A Lugo la macchina V<sup>^</sup> è servita da due calandre una da 10 e una da 12 cilindri. Per le caratteristiche finali è molto importante regolare e mantenere costante la temperatura durante la calandratura; grazie a questo controllo è possibile ottenere, con pressioni di esercizio più basse, elevate caratteristiche di liscio e lucido, senza perdere troppo in voluminosità, opacità e caratteristiche meccaniche. Solo per le carte matt non si lavora con pressione ma col semplice peso e con un numero di nip inferiore. La calandra è una macchina molto delicata, in quanto righe di patinatura e buchi, se non scartati precedentemente, possono danneggiare i cilindri morbidi costringendo a operazioni di rettifica.

Ecco perché anche dopo patinatura la carta viene riarrotolata al fine di eliminare tutti i difetti prima della calandratura.

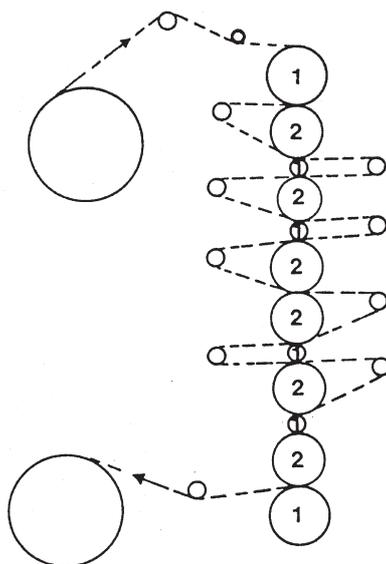


Figura 31: schema di una calandra (1 cilindri duri; 2 cilindri morbidi)

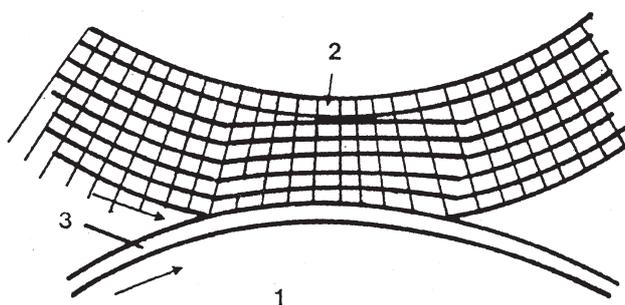


Figura 32: deformazioni accentuate del cilindro morbido (2) nella zona di contatto con quello rigido (1); 3 foglio di carta.

## 7.2 BOBINATURA

Dopo la calandratura la bobina viene svolta e bobinata in rotoli più piccoli della larghezza e diametro richiesto dal cliente.

Tale operazione è decisamente importante per un regolare utilizzo della carta in macchina da stampa, pertanto è necessario:

a) eseguire delle giunte fra bobine diverse in modo che la carta possa essere stampata senza inconvenienti. Una giunta mal eseguita che si rilassi in macchina da stampa, causa un danno legato alla fermata e alla necessità di dover rieffettuare il passaggio della carta. Anche lo spessore della giunta deve essere controllato, se non lo è può anche causare la marcatura del caucciù di stampa. Le giunte sono eseguite obliquamente e il foglio è unito con i lembi combacianti, il nastro utilizzato ha due larghezze diverse in modo che a giunta eseguita ci sia un incremento graduale dello spessore.

L'obliquità della giunta e lo spessore così distribuiti permettono un ingresso morbido fra gli elementi di stampa.

b) dare la giusta tensione al nastro che si avvolge, in modo che la bobina abbia la durezza corretta. Se questa è bassa la bobina è facilmente danneggiata durante il trasporto o l'anima interna può fuoriuscire, se è elevata si possono determinare delle rotture (scoppi) all'interno della stessa. Inoltre se la tensione non è uniforme per tutto lo spessore si creano delle ondulazioni ai bordi, le quali in fase di stampa, creano problemi di fuori registro o peggio ancora di grinze con possibili rotture .

## 7.3 IMBALLAGGIO

Questa operazione ha lo scopo di proteggere la bobina finita, durante il trasporto ed il magazzinaggio, da danneggiamenti dovuti a manipolazioni normali. Un buon imballaggio deve provvedere a mantenere costante il contenuto di umidità della carta, in modo che essa non assorba umidità dall'ambiente circostante. Ricordo che una carta per roto- offset ha un basso contenuto d'acqua 4-4,5 % e risulta pertanto maggiormente sensibile all'ambiente esterno.

Il sistema di imballo utilizzato a Lugo prevede due giri di carta kraft politenata in pancia alla bobina, due testate di cartone e un paraspigoli sempre in cartone, il tutto viene poi avvolto, in una imballatrice automati-

ca, con del polietilene estensibile che avvolge completamente la bobina.

Lo stoccaggio delle bobine deve essere fatto in modo accurato e cioè sovrapponendole e appoggiandole sul pavimento con la testata, per evitare che il peso possa causarne l'ovalizzazione e quindi l'inutilizzabilità.

Molta attenzione bisogna porre alla pulizia del posto dove vengono stoccate e alla pulizia dei cassoni dei camion di trasporto, il tutto per non danneggiare in nessun modo le testate delle bobine.

## 8. Caratteristiche tecniche della carta

La prima esigenza a cui deve obbedire la carta è che le sue caratteristiche rispondano ai requisiti imposti dal cliente.

È pertanto necessario che il produttore disponga degli strumenti necessari per stabilire che il prodotto presenti le caratteristiche volute e che sia in grado di bloccare un prodotto fuori standard al fine di evitare le contestazioni derivanti dalla impossibilità del cliente di utilizzare la carta ricevuta.

Le caratteristiche che una carta bipatinata per stampa roto- offset deve possedere per essere utilizzata come supporto da stampa, si possono suddividere in due gruppi: fisico/meccaniche e ottiche.

### 8.1 Caratteristiche fisico-meccaniche

- **la grammatura** che rappresenta il peso della carta espresso in grammi per metro quadrato e viene misurata in continuo in macchina. La costanza del profilo è un fattore da non sottovalutare per mantenere il più possibile costanti le caratteristiche della carta.

- **Lo spessore**, che dà opacità e rigidità al prodotto, deve essere il più uniforme possibile; all'andamento di questa caratteristica, più della grammatura, è legata l'assenza di cordonature e fasce dure o molli.

- **Il liscio** misurato col lisciometro BEKK, associa un valore in secondi a quanto la superficie è liscia. La parte essenziale dello strumento è un disco di vetro perfettamente piano, forato al centro. Questo comunica con una camera dove si può creare il vuoto, a sua volta collegata con un tubo manometrico a mercurio che permette di leggere la depressione. Per l'esecuzione si mette una provetta di carta tra disco e una superficie di vetro, l'aria fluisce tra l'esterno e l'interno dell'apparecchio tanto più lentamente quanto più la carta è liscia. Al valore di liscio è associata la facilità con cui il foglio prende l'inchiostro al contatto con il caucciù della macchina da stampa.

- **La resistenza interna** della carta, o internal-bond, si misura con l'apparecchio dello Scott Tester, la prova si esegue facendo aderire le due

superfici di una striscia di carta a due strisce di nastro biadesivo, che aderisce a sua volta a delle superfici metalliche opportunamente sagomate. Queste vengono poi caricate sull'apparecchio dove un pendolo cadendo provoca la delaminazione del campione di carta che viene diviso al suo interno. Il lavoro necessario per eseguire tale operazione dà l'indicazione di quanto raffinato è l'impasto e quanto saldamente siano le fibre legate fra loro. La coesione interna del supporto è una caratteristica fondamentale per una carta roto-offset, in quanto è stato riscontrato che maggiore è questa caratteristica, minore sarà la tendenza al blistering.

- **Le ceneri** sono il residuo lasciato dalla carta dopo completa combustione fino a pesata costante e sono un parametro importante per capire se il supporto ha il giusto contenuto di cariche per l'opacità e se il prodotto patinato ha il giusto apporto patina.

- **La resistenza al blistering** viene determinata immergendo in olio al silicone caldo 190/200 °C un campione di carta finita dopo calandratura. Se dopo una brusca immersione non fa bolle la prova è superata. Bisogna però dire che questa prova può risultare meno critica di quanto poi accadrà nella rotativa dato che la presenza dell'inchiostro da stampa chiuderà ancora di più la superficie della carta aumentando la difficoltà all'evaporazione dell'acqua contenuta all'interno del foglio.

- **La resistenza allo strappo** superficiale determina la forza di coesione interna patina-patina e patina-supporto che deve essere superiore alla forza che si genera per dividere in due l'inchiostro durante la stampa dopo l'inchiostrazione del foglio. La resistenza allo strappo superficiale si misura con l'apparecchio IGT. Per la prova in cartiera si utilizzano inchiostri standard a viscosità controllata, (alta, media, bassa). L'esame delle strisce stampate consente di stabilire l'inizio dello strappo e quindi dà una misura dei valori di resistenza a secco di una carta.

Una carta che non soddisfa queste specifiche non può essere utilizzata dallo stampatore a meno che non rallenti la macchina o intervenga sulla viscosità e tiro dell'inchiostro. Poiché queste soluzioni generano in ogni caso una richiesta di rimborso da parte dello stampatore, è preferibile intervenire prontamente sulla formulazione della patina e in particolare sulla quantità di legante. Un'altra prova che misura la resistenza allo strappo superficiale è quella delle cere Dennison. Essa consiste nell'applicare sulla carta dei bastoncini di resina, numerati da 1 a 18, aventi potere adesi-

vo crescente. Dopo aver fuso su fiamma l'estremità il bastoncino è appoggiato sul foglio e da questo viene tolto dopo che si è completamente raffreddato; si osserva se la cera ha asportato frammenti di patina o fibra se la prova è eseguita sul supporto. Questo metodo è molto diffuso, tuttavia l'azione della resina è molto diversa dal tiro di un inchiostro, infatti confrontando carte differenti si trova una correlazione molto scarsa con il comportamento in fase di stampa.

- Il contenuto di umidità, deve avere un valore basso (3,5-4, 0 dopo la calandratura) per ridurre la tendenza al blistering, la cui resistenza è inversamente proporzionale al contenuto di acqua nel foglio.

## 8.2 Caratteristiche ottiche

Queste caratteristiche della carta sono molto importanti, perché è in base ad esse che si valuta il suo aspetto. Le principali sono:

- **Il grado di bianco:** una carta si definisce bianca quando riflette, uniformemente su tutto lo spettro, almeno il 50% della luce incidente. Il grado di bianco viene misurato con lo spettrofotometro Elrepho, a doppio raggio, nel quale l'illuminazione è realizzata con una sfera di integrazione che riceve la luce da due lampade allo xeno. Il valore generalmente utilizzato per indicare il bianco di una carta è l'indice di riflessione alla lunghezza d'onda 457, tale valore essendo nella zona blu dello spettro visibile è fortemente influenzato dalla presenza degli sbiancanti ottici che, ricordo, sono quelle sostanze in grado di assorbire radiazioni UV, non visibili all'occhio umano, e riemettere radiazioni nel campo del visibile, aumentando in tale modo il grado di bianco della carta.

- **L'opacità** è la capacità della carta a non lasciarsi attraversare dalla luce. Infatti se una carta non è sufficientemente opaca, dopo la stampa si può leggere lo stampato dall'altra parte del foglio. Questo fenomeno è da evitare in quanto nella stampa roto-offset si lavora in bianca e volta e generalmente con carte di grammature basse.

- **Il lucido** è la proprietà della carta di riflettere specularmente la luce quando la superficie del foglio è osservata secondo un angolo uguale a quello di incidenza della luce. La carta può essere lucida quando viene calandrata a tutta pressione e i pigmenti presenti nella patina hanno dimensioni piccole in grado di sviluppare lucido; per le carte matt la calan-

dratura è fatta a minor pressione e con un numero minore di passaggi e la composizione della patina prevede l'utilizzo di pigmenti più grossolani. Le carte lucide sono normalmente preferite dagli stampatori, perchè permettono di ottenere risultati di stampa migliori. Il lucido viene misurato col glossmetro Gardner, con lampadina a filamento e con angolo di incidenza di 75°.

- **Le coordinate colorimetriche** vengono misurate sempre con l'Elrepho. L'analisi del colore di una carta ha lo scopo di esprimere in termini quantitativi i parametri che ne definiscono il colore, che sono  $a^*$ ,  $b^*$ , e  $L^*$ .  $a^*$  e  $b^*$  sono rappresentati su degli assi cartesiani nel sistema CIELAB e ogni punto del piano rappresenta la cromaticità di un colore, mentre  $L^*$  è la luminosità, cioè la chiarezza ed è un asse perpendicolare rispetto al piano individuato da  $a^*$  e  $b^*$ . Nel punto di incrocio degli assi  $a^*$  e  $b^*$  si associano i valori di un campione di riferimento tinta. La nostra produzione analizzata individuerà un punto su questo piano, e quanto più vicino è all'origine questo punto tanto più siamo centrati sul riferimento.

Differenze dell'ordine di +/-0,5 di  $a^*$  e di  $b^*$  sono comunemente accettate in quanto non facilmente rilevabili dall'occhio umano. Se si gira in senso orario c'è il rosso, il blu, il verde, e il giallo.

- **La speratura** più o meno buona della carta dipende dal fatto che le fibre, nel momento della formazione, tendono ad aggregarsi in fiocchi che permangono nel foglio finito. Si ha una speratura nuvolosa quando si utilizzano molte fibre lunghe e poco raffinate, mentre con quelle corte, o ben raffinate la spera sarà più uniforme. Essa viene anche influenzata dalla quantità di acqua presente nell'impasto, e generalmente il conduttore di continua lascia in cassa la massima quantità d'acqua possibile compatibilmente con la grammatura ed il profilo del supporto da produrre. Nel caso della carta per roto-offset, considerato che la raffinazione è mediamente spinta e che si utilizza anche fibra corta, si ottiene generalmente una spera uniforme. Questa è misurata in continuo in macchina dal Microfomation Tester, che misura le variazioni localizzate di densità ottica del foglio.

Tabella degli standard:

<b>Caratteristiche tecniche</b>	<b>Standard</b>
Grammatura g/2	115
Spessore micron	89
Liscio Bekk sec.	850
Interal bond lb/ ft	200
Ceneri %	23
Blistering °C	200
Strappo IGT mm	120
Umidità assoluta %	4
Grado di bianco	93
Opacità	93
Lucido Gardner %	77
Coordinate colorimetriche a*, b*	1,80 - 7,30
Luminosità	93,5

## 9. La stampa roto-offset

Prima di addentrarci nelle caratteristiche tecniche di una rotativa offset e dei relativi inchiostri, mi sembra giusto ricordare che quello roto-offset è un processo di stampa planografico indiretto. Planografico perché sia i grafismi che i contrografismi sono posti sullo stesso piano, con una capacità di inchiostrazione dovuta ad un effetto chimico fisico e cioè alla diversa affinità che hanno le due superfici per l'acqua piuttosto che per i grassi. Le zone stampanti sono liofile cioè affini ai grassi (inchiostri), i contrografismi sono idrofili quindi affini all'acqua e repellenti all'inchiostro per il naturale rifiuto fra acqua e sostanze grasse.

Il termine indiretto sta a significare che il trasferimento dell'immagine non è più solo tra cilindro forma e supporto, ma è presente un elemento intermedio detto caucciù. È costituito da un cilindro rivestito di gomma morbida a durezza controllata che ha il compito di trasmettere l'inchiostro dalla forma al supporto con la massima precisione, assicurando la stampa anche su carte non perfettamente lisce. È per questa sua caratteristica che la stampa offset è, a parità di grammatura, inferiore come qualità alla rotocalco; la quantità di inchiostro trasferita sulla carta ha uno spessore regolare, mentre in rotocalco lo spessore dell'inchiostro, quindi la sua densità, è regolabile grazie alla profondità delle celle incise sul cilindro.

Il cilindro forma è costituito da una lastra di alluminio microgranita sulla quale viene steso un strato di prodotto fotosensibile costituito da una resina e da un diazocomposto, l'alluminio tratterrà la soluzione di bagnatura, il secondo fisserà l'inchiostro. Segue poi la fase d'esposizione, con luci blu, violetta e U.V. assorbite dal diazocomposto, rendendolo solubile in una soluzione acquosa di sostanze alcaline. La fase di sviluppo rimuove la resina, trasformata dalla luce, in corrispondenza dei contrografismi, scoprendo il metallo. Attualmente la fase d'esposizione è leggermente cambiata in quanto si utilizza un plotter, collegato ad un software, che incide, tramite raggi I.R. la lastra ricoperta di materiale termosensibile; anche se di costo elevato, il plotter, permette di accorciare notevolmente i tempi di preparazione della lastra.

## 10. La macchina rotativa offset a bobina.

L'utilizzo di rotative offset a bobina ha avuto un incremento eccezionale negli ultimi trent'anni, di pari passo con la nascita e lo sviluppo degli inchiostri a rapida essiccazione. Il principio base di stampa è lo stesso delle macchine da foglio, mentre è totalmente diverso il sistema di alimentazione della carta, oltre ad avere un notevole numero di equipaggiamenti per l'ottenimento del prodotto finito.

Le ragioni che hanno determinato lo sviluppo delle offset a bobina sono:

- a) le alte velocità raggiungibili;
- b) il diametro ridotto dei cilindri dell'elemento stampa;
- c) la riduzione dei movimenti alternati, presenti nell'offset da foglio;
- d) la macchina esegue anche le operazioni di taglio e piega, limitando le operazioni di allestimento;
- e) la carta, nell'unico passaggio in macchina, riceve la stampa di quattro o più colori in bianca e volta;
- f) minor costo della carta non avendo il costo di taglio;
- g) maggior brillantezza dei colori, determinata dall'essiccazione istantanea degli inchiostri, ottenuta grazie al calore.

Per contro le limitazioni sono:

- h) elevato costo della macchina;
- i) i fermi macchina dovuti a rotture sono più costosi;
- j) gli scarti di stampa sono maggiori, soprattutto durante l'avviamento;
- k) i costi del combustibile, per alimentare il forno di asciugamento, incidono molto sui costi d'esercizio;
- l) il formato stampa è fisso (16, 24, 32 o 64 pagine).

Si può dire che fino a 25.000 copie è più conveniente usare una macchina offset da foglio.

# 11. Unità fondamentali di una roto-offset

Una macchina roto- offset può essere ricondotta a tre unità fondamentali:

- a) sistema di alimentazione e tensione del nastro;
- b) elementi stampa;
- c) piegatrice e dispositivi di uscita.

## 11.1 Sistema di alimentazione del nastro

Le macchine roto-offset attualmente in commercio sono dotate di svolgitori per l'alimentazione del nastro con cambio non-stop; ovvero il cambio bobina avviene senza interrompere la carta col sistema denominato a festoni. Questo effettua il cambio con le due bobine, quella nuova e quella in esaurimento, completamente ferme, senza interrompere la produzione.

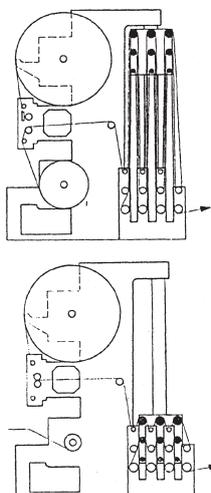


Figura 1: alimentazione a festoni.

### 11.1.2 LA TENSIONE DEL NASTRO DI CARTA.

Nelle macchine a bobina, per garantire i requisiti minimi di stampabilità, è necessario che venga mantenuto, durante tutto il percorso carta, un costante rapporto tra tensione applicata al nastro e allungamento dello stesso: ovvero quel rapporto che viene definito come modulo di elasticità. La carta è un materiale elastico, perciò applicandole una forza di trazione, subisce un'alterazione in allungamento che tende a ritornare allo stato iniziale quando viene a mancare suddetta forza. Durante lo svolgimento della bobina, per effetto delle sue possibili ovalizzazioni, o per la presenza di zone a diversa concentrazione di fibre, si rende necessario predisporre lungo tutto il percorso del nastro degli elementi in grado di controllare e mantenere costante questo rapporto. Per regolare la tensione del nastro viene inserito un elemento chiamato gruppo portarulli ballerini. La variazione di tensione del nastro carta durante il suo svolgimento, si tramuta in continue variazioni della posizione di questo carrello. Un movimento verso l'alto o verso il basso del gruppo dei rulli ballerini, genera un aumento o una riduzione del valore di frenatura della bobina, tale da permettere il ritorno del gruppo portarulli nella posizione iniziale. Lo spostamento viene rilevato elettronicamente e automaticamente viene pilotata la variazione di frenatura della bobina, tale da permettere il ritorno del gruppo portarulli nella posizione iniziale.

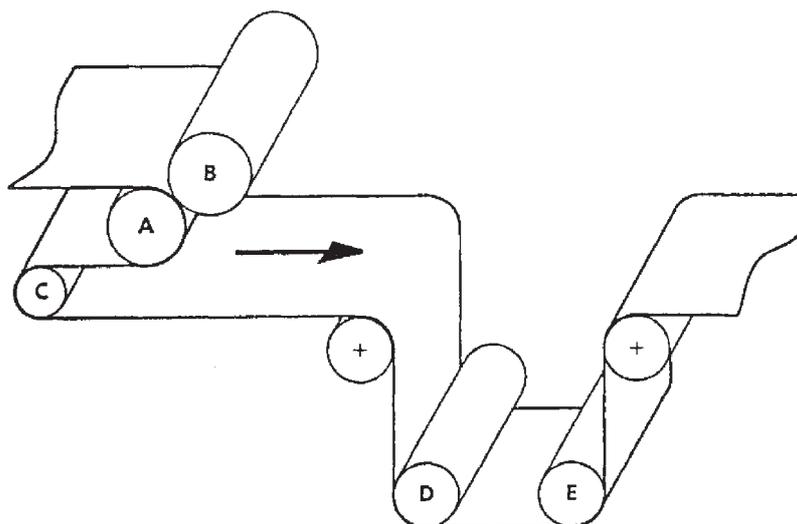


Figura 2: schema del gruppo portarulli ballerini.

### 11.1.3 PROBLEMATICHE DI TENSIONE DEL NASTRO NEI PASSAGGI TRA GLI ELEMENTI

Dopo il gruppo di traino, la carta avanza solo perchè trascinata dagli elementi stampa, dalle coppie di cilindri caucciù, i quali girano in modo sincrono e con identico sviluppo periferico. I gruppi stampa devono essere sfasati tra di loro in modo che il contatto tra le gole delle quattro coppie di cilindri non avvenga mai nello stesso momento e quindi il nastro non sia mai liberato nello stesso istante da tutti i gruppi stampa. Se ciò succedesse si interromperebbe per un brevissimo istante la trazione, rendendola discontinua. La tensione del nastro di carta non deve mai cessare, neppure per il brevissimo istante in cui le gole di uno stesso gruppo stampa coincidono. Questo problema viene risolto dalla cosiddetta conduzione; al momento del rilascio del nastro, questo rimane attaccato e segue il caucciù per un breve tratto, la cui lunghezza dipende dalla rugosità del caucciù, dal diametro dei cilindri, dal tiro dell'inchiostro, dal liscio della carta, dall'angolo di sfasatura dei due cilindri rispetto alla perpendicolare. Infatti sono disassati di alcuni gradi, a seconda della velocità massima della macchina e del diametro dei cilindri. In questo modo quando le due gole coincidono, il foglio, per quel breve tratto, viene trainato dal caucciù al quale aderisce.

## 11.2 Configurazioni più significative dell'elemento di stampa roto-offset

Analizzando l'elemento stampa roto-offset, vi possiamo trovare gli stessi elementi presenti nelle offset da foglio:

- gruppo cilindri portaforma, portacaucciù e di pressione;
- sistema di bagnatura;
- sistema di inchiostrazione.

La disposizione di questi elementi può assumere differenti configurazioni, soprattutto il cilindro di pressione, che può addirittura mancare.

Una differenza molto importante dell'elemento stampa roto-offset rispetto all'offset da foglio è rappresentato dallo spazio minimo riservato alla gola per il fissaggio della lastra e del caucciù ai rispettivi cilindri. Mentre nella macchina a foglio suddetto spazio occupa circa un terzo del-

l'intera circonferenza, nella roto-offset il minigap occupa meno di un centimetro, il che permette di ridurre lo scarto.

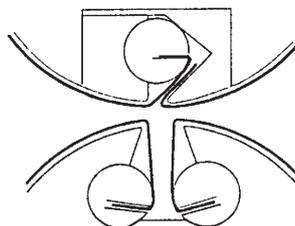


Figura 4: particolare del sistema di aggancio della lastra (sopra) e del caucciù (sotto) nei rispettivi cilindri.

L'elemento stampa roto- offset può presentare tre configurazioni:

- sistema a satellite;
- sistema caucciù- caucciù;
- sistema a elementi in linea.

Nella prima configurazione l'elemento stampa è costituito da più cilindri portaforma con altrettanti cilindri portacaucciù, disposti a satellite, attorno ad un unico grande cilindro di pressione. Mentre riceve la stampa dai vari cilindri portacaucciù, il nastro di carta rimane teso attorno alla superficie metallica del cilindro di pressione. Per effettuare la stampa sull'altra superficie del nastro, è necessario un altro elemento stampa a satellite. Alcune macchine presentano un solo elemento stampa, ma con doppia lunghezza dei cilindri: su una metà del cilindro il nastro riceve la stampa in bianca, entra nel forno, poi viene capovolto e ritorna nell'elemento di stampa sull'altra metà del cilindro di pressione, per la volta. Il sistema a satellite risulta ormai superato sia per la complessità della struttura e quindi per i costi elevati che per la gestione operativa più faticosa.

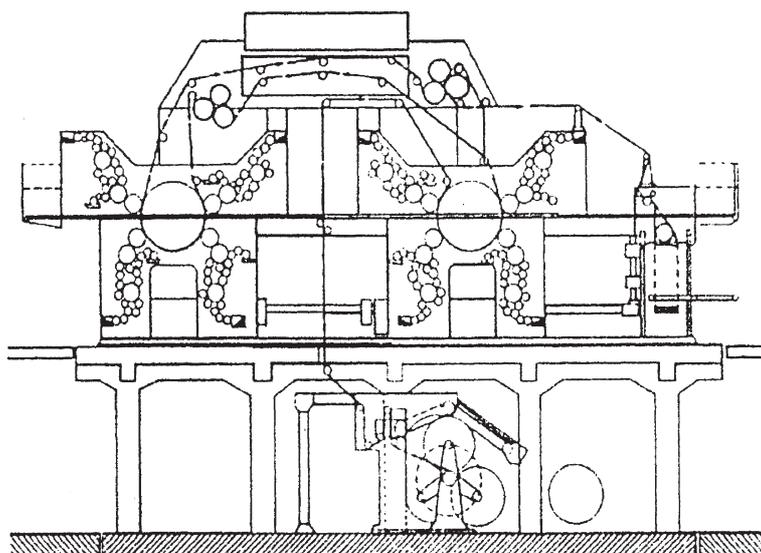


Figura 5: roto-offset a satellite.

L'elemento da stampa caucchiù- caucchiù è costituito da due cilindri portaforna, ognuno dei quali trasferisce l'inchiostro al rispettivo cilindro portacaucchiù; i quali sono fra loro a contatto e fra di essi passa il nastro di carta, che riceve contemporaneamente la stampa in bianca e volta. Un numero adeguato di elementi stampa, posti in successione, permette di realizzare una stampa a più colori in un unico passaggio in macchina. Il nastro di carta passa fra ogni elemento stampa in posizione orizzontale, sicché i cilindri portaforna e portacaucchiù sono posizionati al di sopra mentre gli altri due sotto; questa disposizione viene detta a elementi orizzontali. Esiste anche la versione a elementi verticali per la stampa di quotidiani.

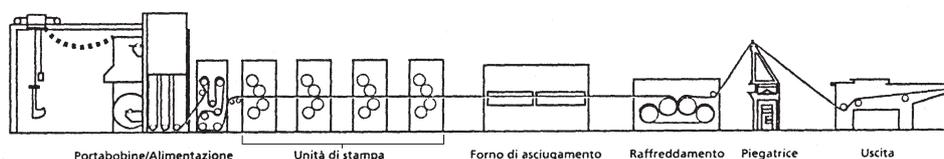


Figura 6: roto- offset caucchiù-caucchiù con nastro orizzontale.

Nel sistema a elementi stampa in linea, la struttura ricorda la caucchiù-caucchiù. Qui l'elemento stampa comprende tutti e tre i cilindri e quindi la pressione viene esercitata tra il cilindro portacaucchiù e il pressore, migliorando la qualità di stampa.

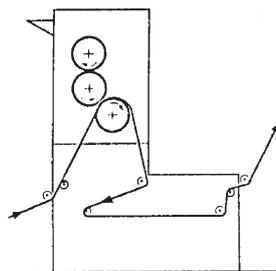


Figura 8: un elemento di una roto- offset ad elementi in linea.

### 11.2.1 IL GRUPPO INCHIOSTRANTE

Questo presenta qualche diversità nelle macchine roto- offset rispetto a quello di una macchina a foglio, infatti lo spazio ridotto dell'elemento ha portato ad una nuova concezione riguardo al numero e la dimensione dei rulli. Attualmente presentano un numero ridotto e con diametri maggiorati; la notevole velocità delle macchine ha richiesto una diversa soluzione del problema di alimentazione dell'inchiostro. Attualmente i sistemi più utilizzati sono quattro:

- rullo prenditore a settori staccati e regolabili indipendentemente
- rullo prenditore oscillante con motorizzazione del cilindretto duttore
- sistema a ondulazione continua, dove il cilindretto alimentatore consiste in una serie di dischi montati su un albero, in modo che l'inchiostro si trasferisca per fasce oblique
- sistema con rullo prenditore a sfioramento.

Ormai si utilizzano calamai con regolazioni settoriali a distanza.

### 11.2.2 SISTEMI DI BAGNATURA

Anche la bagnatura è notevolmente influenzata dalla velocità delle macchine e dal conseguente aumento di quantità di soluzione di bagnatura richiesta. Le soluzioni adottate sono:

- sistema a spruzzo, ottenuto mediante la pressione di una racla sul crine di una spazzola;
- sistema a flap che prevede un rullo sul quale viene avvolto un tessuto a guisa di pale, le quali pescano nella vaschetta d'acqua, distribuendola sui macinatori;
- sistema di bagnatura di tipo centrifugo.

## **11.3 Sistemi di asciugamento dell'inchiostro**

Le macchine roto-offset sono classificabili in heat set, con forno d'asciugamento, e cold set cioè senza forno utilizzate per la stampa di quotidiani che utilizzano inchiostri ad asciugamento per penetrazione.

Nelle heat set, usate per la stampa editoriale il tipo di supporto rende necessario l'utilizzo di forni per asciugare l'inchiostro. Gli inchiostri roto-offset che hanno viscosità minori rispetto a quelli utilizzati nelle macchine da foglio contengono una certa quantità di solventi i quali sono evaporati con il calore, lasciando sul supporto uno strato di particelle solide di pigmento racchiuse in uno strato di vernice. L'evaporazione dei solventi avviene in modo veloce e violento, con temperature all'interno del forno di circa 320°C. Il tempo di permanenza del nastro all'interno del forno è di circa 0,6-0,8 secondi, mentre la sua temperatura all'uscita è di circa 160°C. Meno di un secondo dopo, l'unità di raffreddamento porta la temperatura a 30 °C. Nelle caucciù-caucciù, il nastro è umido da entrambe le parti, perciò durante i 5-6 m di lunghezza del forno il nastro viene sostenuto dalla tensione e dall'aria soffiata. Le prime versioni dei forni erano a fiamme libere, che lambivano la superficie della carta, successivamente furono utilizzate lampade ad infrarossi, mentre ora i più utilizzati sono quelli ad aria calda.

## **11.4 Raffreddamento**

La temperatura elevata del nastro di carta viene subito abbassata, all'uscita del forno, grazie a una serie di rulli (da 2 a 6), all'interno dei quali scorre una serpentina di tubi con ricircolo d'acqua, con relativo impianto di raffreddamento. Tale sistema permette di mantenere un buon controllo di temperatura del nastro, ed inoltre svolge la funzione di trainarlo dall'ultimo gruppo stampa e regolarne la trazione- allungamento prima dell'immissione nel gruppo piega.

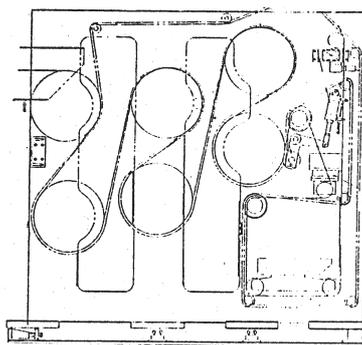


Figura 10: schema di un gruppo di raffreddamento.

## 11.5 Le piegatrici

Una caratteristica che rende molto produttive le macchine roto- offset, oltre alla velocità di stampa, è quella di produrre segnature già piegate. Sono presenti sul mercato vari tipi di piegatrici, ma tutte hanno lo scopo di trasformare il nastro di carta, di qualunque larghezza esso sia, in singole strisce aventi normalmente larghezza pari all'altezza della segnatura in uscita. Ciò viene ottenuto tagliando la bobina longitudinalmente per mezzo di coltelli circolari. Escono delle singole strisce che seguono un percorso diverso e convergono in un unico punto, nel cono di piega, cioè dove inizia la piegatrice vera e propria. Tutto ciò che serve per il taglio longitudinale delle strisce, il loro convogliamento, la messa a registro fra loro e rispetto agli organi della piegatrice, è detto castello di piega.

All'uscita del castello di piega e in entrata alla piegatrice vi è un pacchetto di strisce di pari larghezza e a registro tra loro, che scendendo trovano un coltello lineare rotante, che ha lo scopo di tagliare trasversalmente l'insieme delle strisce, generando segmenti aventi lunghezza pari alla larghezza della segnatura aperta. Ogni segmento generato dal coltello costituisce la futura segnatura ed è formato da cartesiani distesi in numero corrispondente alle strisce ottenute dalla bobina. Questo blocco, perfettamente a registro, viene guidato da un sistema di nastri e consegnato alle pinze del primo elemento della piegatrice. Questo è costituito da due cilindri tangenti tra loro: uno detto cilindro delle pinze e ventaline e l'altro cilindro dei morsettoni. L'insieme dei cartesiani si posiziona sotto le pinze, queste si chiudono trattenendo i cartesiani che, a causa della rotazione, si adagiano sulla superficie del cilindro stesso. Dal cilindro pinze ventaline

può scattare una lama, detta ventolina, che ha lo scopo di inserire i segmenti di striscia nei morsettoni per determinare la loro piega e quindi la formazione della segnatura. Il cilindro morsettoni è dotato di opportune serie di morse atte a raccogliere la segnatura che, forzata dalla ventolina, viene presa e piegata nella posizione prevista. Dopo di che ci sono i gruppi ragnò che raccolgono la segnatura piegata per depositarla sui tappeti di trasporto .

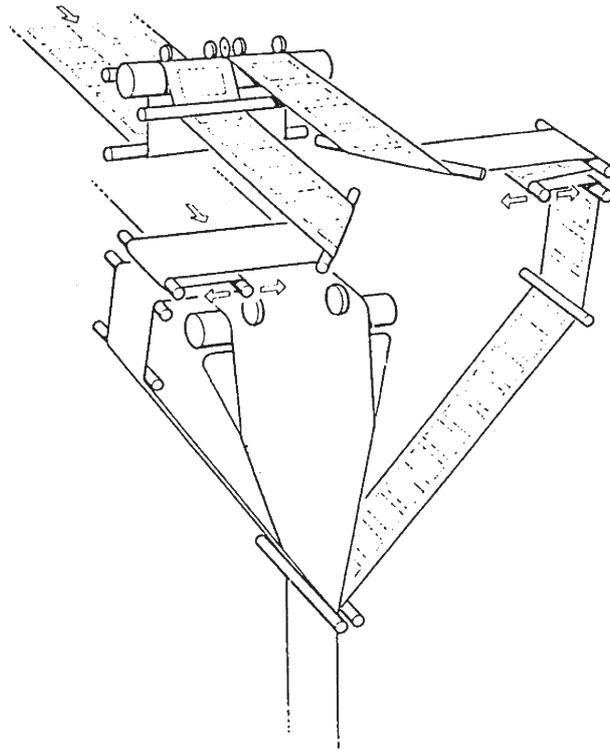


Figura 11: schema di due nastri in entrata al gruppo di piega.

Possiamo paragonare il processo di stampa roto- offset ad un puzzle, possibile solo se tutti i componenti sono incastonati nel posto giusto. Se uno di questi venisse a mancare o se fosse inserito in modo errato, il quadro risulterebbe incompleto e senza valore.

Lo stampatore dovrà unire fra di loro le caratteristiche dei vari elementi quali:

- macchina
- carta
- inchiostro
- tessuto gommato
- lastra
- soluzione di bagnatura.

## **12. Parametri fondamentali del processo roto-offset**

Spesso sono ben conosciuti gli elementi "ritenuti più importanti" tipo macchina, lastra, tessuto gommato, carta e inchiostri, tenendo a trascurare le caratteristiche della soluzione di bagnatura, un errato utilizzo della quale provocherebbe uno squilibrio nel processo influenzando negativamente il risultato di stampa.

Fra tutti gli elementi precedentemente elencati, prendiamo in considerazione i parametri:

- inchiostro, la cui reologia è un' importante funzione di stabilità di stampa
- soluzione di bagnatura, perché la più variabile.

### **12.1 Costituzione chimica degli inchiostri per stampa roto-offset**

Vengono detti inchiostri grassi per la loro viscosità, sono costituiti da pigmenti, che determinano la colorazione, dal veicolo che rende possibile il trasferimento del pigmento dal calamaio alla forma, dalla forma alla carta (funzione di veicolo) e il suo fissaggio su di essa, e da additivi (es. correttori di viscosità). In base al loro differente tipo di asciugamento si suddividono in heat-set e in cold-set. I primi sono tipici delle carte patinate utilizzate per la stampa di settimanali d'elevata qualità; i secondi richiedono carte naturali molto assorbenti per la stampa di quotidiani. La qualità di stampa ottenibile con la roto-offset con forno ha fatto rapidi progressi in questi ultimi anni e non cessa di migliorare, tanto da essere paragonabile alla qualità ottenibile con le macchine da foglio.

Gli inchiostri sono di tipo polidisperso, analoghi a quelli per macchina da foglio, dai quali si differenziano perché hanno una viscosità minore e contengono anche degli oli minerali.

L'essiccazione, in forno con fiamme dove la carta raggiunge i 150 °C, avviene in pochi secondi per effetto combinato di tre processi:

- evaporazione degli oli minerali
- la filtrazione selettiva, processo di tipo fisico, in quanto sfrutta il fenomeno dell'assorbimento per capillarità dei componenti più fluidi.
- ossidopolimerizzazione degli oli vegetali delle resine

### **12.1.1 I PIGMENTI**

Si tratta di sostanze solide insolubili che si presentano sotto forma di polvere finissima dispersa nel veicolo. Le loro dimensioni variano da 0.01 a 0,5 micron. I pigmenti devono fornire all'inchiostro:

- le caratteristiche di colore: tonalità, vivacità, intensità;
- le caratteristiche di stabilità: agli agenti fisici e chimici, agli alcali, ai solventi e alla luce.

In relazione al colore i pigmenti si suddividono in tre grandi categorie:

a) i pigmenti neri, di largo impiego, ottenuti dalla combustione incompleta e controllata di oli minerali o di gas naturali e sono i neri fornace e i neri channel.

b) pigmenti bianchi, opachi, mascherano la superficie sulla quale sono stampati. Vengono combinati con dei pigmenti colorati per aggiungere opacità, formando le tinte pastello. I più usati, per ordine di opacità sono: biossido di titanio, solfuro e ossido di zinco. I pigmenti bianchi trasparenti non riflettono la luce che li attraversa, facendosi riflettere dal supporto. Sono utilizzati per offrire una viscosità sufficiente agli inchiostri di tinta chiara e sono l'idrato di alluminio, il carbonato di calcio e di magnesio.

c) pigmenti colorati, prodotti attraverso reazioni chimiche; i più utilizzati sono quelli organici perché facilmente disperdibili nei veicoli.

### **12.1.2 IL VEICOLO**

Il veicolo svolge le funzioni di:

- disperdere omogeneamente i pigmenti;
- assicurare il trasporto dei pigmenti dal calamaio al supporto;
- svolgere l'azione filmogena quando l'inchiostro è venuto a contatto col supporto, formando una pellicola solida, flessibile e resistente al graffio che ricopre i pigmenti.

I veicoli a base di olii vengono impiegati negli inchiostri grassi che pos-

sono essere:

a) veicoli ricchi di oli minerali e poveri di oli vegetali che evaporano ad elevate temperature per le offset da bobina;

b) veicoli ricchi di oli vegetali usati nelle offset da foglio e in tipografia.

Gli oli minerali sono estratti dal petrolio, non sono essiccanti, in altre parole non subiscono alcuna trasformazione a contatto con l'aria e non s'induriscono. Sono miscelati con resine sintetiche come quelle fenoliche modificate (colofonia).

### **12.1.3 GLI ADDITIVI**

Alcuni sono aggiunti dal fabbricante per migliorare le caratteristiche dell'inchiostro; altri sono impiegati dallo stampatore per apportare leggere modifiche.

Le cere vengono utilizzate per mettere a punto la viscosità, il tiro e per migliorare la resistenza allo sfregamento.

I gelificanti che aumentano la viscosità senza far variare il tiro.

Le cariche, sostanze inerti che vengono aggiunte all'inchiostro per abbassarne il costo. I plastificanti usati per diminuire la fragilità delle resine.

### **12.1.4 LE VERNICI DI SOVRASTAMPA**

La verniciatura, ossia la sovrastampa di una vernice trasparente sul foglio stampato, serve a migliorare il grado di lucido, la resistenza allo sfregamento e a creare particolari effetti lucido-opaco. La verniciatura può essere eseguita sia su colori già asciutti che in linea con l'aggiunta di un quinto colore, può essere a fondo pieno o con riserve, cioè stampata su aree predeterminate.

Le vernici di sovrastampa si dividono in tre gruppi, a base oleoresinosa, vernici U.V. e quelle che interessano di più la roto-offset che sono a base acqua, costituite da resine acriliche con un secco del 45%. L'essiccazione avviene in pochi secondi per assorbimento da parte del supporto e per evaporazione dell'acqua grazie al forno.

### **12.1.5 CARATTERISTICHE REOLOGICHE**

Le caratteristiche reologiche che rappresentano un'importanza rilevante in fase d'impiego sono la viscosità e il tiro.

### **12.1.6 VISCOSITA'**

È il grado di scorrimento misurato col viscosimetro Laray ed espresso in gradi poises, che per un inchiostro roto- offset oscilla da 200 a 400 poises. Tali valori tengono conto delle condizioni operative e del tipo di carta da stampare poiché, al momento dell'utilizzo dell'inchiostro in macchina, i valori cambiano per due cause:

- temperatura
- acqua di bagnatura.

Mentre per la prima la variazione è proporzionale ed abbastanza lineare, nel caso della soluzione di bagnatura la variazione è più sensibile ed irregolare in quanto dipende dalla quantità di acqua e dalla velocità con cui viene assorbita dall'inchiostro.

Gli effetti principali di una diminuzione di viscosità rendono più critico l'equilibrio acqua inchiostro provocando velature e decadimento della qualità di stampa.

### **12.1.7 TIRO**

È il grado di coesione di un inchiostro misurato con Tack-o-Scope o Inkometer, apparecchi che indicano una grandezza correlata con la forza necessaria per rompere il film d'inchiostro fra due rulli inchiostrotori. Per esempio l'Inkometer esprime il tiro in unità da 0 a 50 che rappresentano il valore dello sforzo in grammi (0 a 500) diviso per 10. Anche il tiro, in fase di utilizzo, è influenzato dalla temperatura, dalla soluzione di bagnatura oltre che dalla velocità di stampa. In una stampa sequenziale i valori di tiro sono decrescenti dal primo all'ultimo colore.

È importante considerare l'effetto del tiro come grandezza risultante dalla somma di due comportamenti: uno plastico e uno elastico. Il tempo durante il quale avviene la rottura del film riveste un'importanza fondamentale, se è sufficientemente lungo da permettere l'intervento del comportamento plastico, la forza applicata è assorbita nel processo di separazione del film. In caso contrario la componente plastica non interviene, data la sua elevata inerzia. In tal caso la forza applicata è in parte assorbita

dalla deformazione elastica, ed in parte scaricata sul supporto di stampa. Da qui l'importanza che il tiro assume in rapporto alla resistenza allo strappo superficiale richiesta alla carta durante la stampa. Se tale forza supera la resistenza superficiale della carta avviene una cessione di particelle sui tessuti gommati che, nel caso di carte patinate, può manifestare uno spolvero di patina fino a raggiungere il picking o lo strappo di frammenti di patina o fibre.

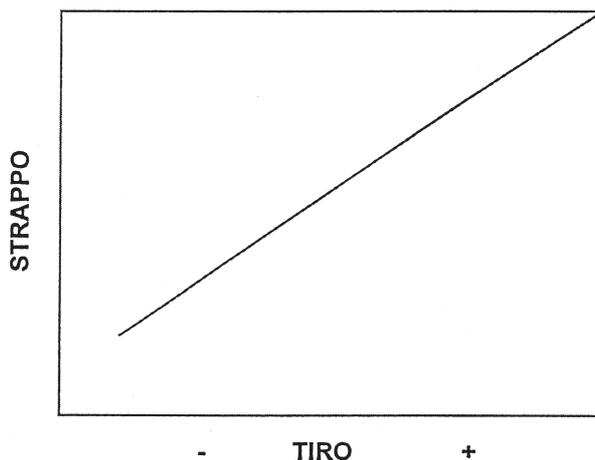


Figura 12: il grafico mostra l'influenza del tiro sullo strappo.

## 12.2 Soluzione di bagnatura

Nella stampa roto-offset, la soluzione di bagnatura riveste un elemento di primaria importanza, per la possibilità di controllare le variabili di processo. Visto che essa è in costante trasformazione per tutta la tiratura, bisogna conoscere e regolare le sue proprietà chimico fisiche per mantenere stabile l'equilibrio acqua-inchiostro. La soluzione di bagnatura è costituita da acqua e da additivi; andiamo ora a studiare i parametri chimico fisici dell'acqua quali:

- **Tensione superficiale:** possiamo dire che essa è una forza che impedisce a un liquido di distendersi, infatti l'acqua di rubinetto da sola è poco adatta ad appiattirsi, ha una tensione superficiale troppo elevata ed umidifica i metalli con uno strato spesso e disuniforme. Per questo motivo nella stampa sono utilizzati degli additivi.

- **Durezza:** è espressa in gradi idrometrici che corrispondono al tenore di sali di calcio e magnesio contenuti nell'acqua. ( $1^{\circ}\text{f} = 10 \text{ mg}$  di carbonato acido di calcio per litro d'acqua). I sali minerali di un'acqua dura ( $>32^{\circ}\text{f}$ ), in particolare di calcio, possono reagire chimicamente con gli acidi grassi degli inchiostri per formare dei saponi modificando l'equilibrio acqua-inchiostro sulla lastra e provocando depositi sulle zone del contrografismo.

- **pH - Acidità dell'acqua di bagnatura:** rappresenta la concentrazione degli ioni idrogeno e viene espressa in valori da 0 a 14. Può essere determinata tramite dei piaccametri o con le cartine di tornasole, più il pH è basso più l'acqua è acida.

Esso può variare nel corso della tiratura per reazione chimica con l'inchiostro, ma soprattutto con la patina della carta, proprio per evitare di correggerlo continuamente si utilizzano additivi tamponanti che permettono di mantenerlo costante e nei limiti stabiliti.

- **Conducibilità:** per le soluzioni acquose, il meccanismo per mezzo del quale avviene il passaggio di corrente differisce dai conduttori solidi, ed anziché essere espresso in resistenza  $R$ , viene espresso in conducibilità  $C$ , che è il suo inverso e si misura con dei conduttometri. Essa dipende dalla natura della soluzione e quindi dalla quantità di ioni presenti, dalla viscosità e dalla temperatura. Attualmente rappresenta il sistema più semplice e preciso nel controllo di una soluzione di bagnatura perché la sua variazione ha un andamento regolare anche in presenza di soluzioni tampone.

- **Temperatura:** è l'elemento più semplice da tenere sotto controllo, ma non per questo deve essere ignorata, perché essa influenza tutti i parametri che sono presenti nel processo di stampa. Una temperatura di pochi gradi superiore allo standard della soluzione di bagnatura può favorire fenomeni di ingrassamento sulla lastra, aumentare l'emulsione dell'inchiostro, rendere critico il trasferimento in macchina, peggiorare la qualità di stampa.

- **Viscosità:** visto che il prelievo ed il trasferimento della soluzione di bagnatura avviene grazie a un sistema di rulli, essa è l'elemento che più

influisce sulla distribuzione; infatti, una maggiore viscosità forma sul rullo uno spessore più elevato aumentando quindi, a parità di velocità, la quantità di soluzione trasferita.

### **12.2.1 ADDITIVI**

Sono soluzioni concentrate formulate allo scopo di modificare le caratteristiche dell'acqua, in particolare esse agiscono sul potere:

- bagnante
- acidificante
- lubrificante
- anticorrosivo
- antialghe
- antimuffe.

Data l'esigenza di una soluzione di bagnatura il più possibile ridotta, il liquido deve formare sui rulli e sulla lastra uno strato sottile (circa 1 micron) ed uniforme. Con prodotti adatti si abbassa la tensione superficiale dell'acqua e si migliora il suo potere bagnante. Il più noto di questi prodotti è l'alcool isopropilico. La bassa tensione superficiale migliora la tensione interfacciale tra inchiostro ed acqua, arrivando in tempi brevi all'equilibrio, con conseguente riduzione del tempo di avviamento e una riduzione degli scarti.

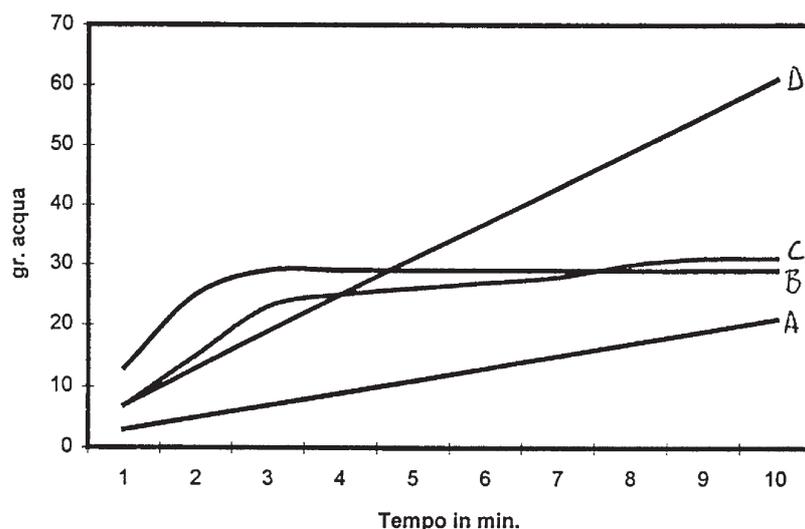
Il grafico mostra come può avvenire l'assorbimento dell'acqua nell'inchiostro.

Nella curva A l'inchiostro viene rifiutato dall'acqua sulla lastra.

La curva B evidenzia una buona presa d'acqua (è la migliore), condizione che favorisce l'ottenimento di buoni risultati di stampa con riduzione degli scarti perchè l'equilibrio acqua- inchiostro avviene in tempi brevi.

La curva C è buona, simile alla precedente, anche se inferiore perchè il punto di equilibrio si raggiunge dopo.

La curva D è la più critica in assoluto, l'inchiostro ha un'elevata tendenza all'emulsione, arrivando alla velatura.



Il potere acidificante è indispensabile per mantenere pulita la zona del contrografismo della lastra. Un additivo deve avere un effetto tampone per regolare il pH, ma poiché esso può essere influenzato dalla durezza, dovrà essere anche complessato cioè additivato di un prodotto che maschera i sali contenuti nell'acqua.

L'impiego di altri prodotti risulta indispensabile per mantenere intatte le caratteristiche della soluzione e preservarla dalle alghe e dalle muffe, ma anche per impedire che una soluzione acida produca la corrosione delle parti metalliche con cui è a contatto. Molto utile è anche il potere lubrificante richiesto per mantenere puliti sia la lastra che il tessuto gommato.

### 12.2.2 CONTROLLO DELL'EMULSIONAMENTO

L'assorbimento d'acqua nell'inchiostro avviene sotto la forte azione di frizionamento e di pressione fra i rulli. Questo fenomeno si presenta sotto forma di goccioline più piccole (microgocce) e più grandi (macrogocce).

Le microgocce vengono assorbite dall'inchiostro e trasferite con questo alla carta e tendono ad influire:

- sul tiro dell'inchiostro, e quindi sul buon trasferimento dal caucciù alla carta
- sulla stabilità in macchina
- sul tempo di essiccazione.

Le macrogocce saranno trasportate dall'inchiostro e sotto l'effetto della pressione depositate sulla lastra attorno al punto. Queste agiranno su:

- il film d'inchiostro
- sulla pulizia e sul lavaggio della lastra e caucciù.

## 13. Problematiche di stampa dovute alla difettosità del supporto

- **Ingrossamento eccessivo del punto:** il dot gain è un fenomeno che si verifica regolarmente ogni volta che si deposita un punto d'inchiostro sulla superficie della carta sotto l'effetto della pressione. Questo dipende dal fatto che la carta in fase di stampa viene bagnata e per quanto poco rigonfia, e quindi determina un aumento delle dimensioni del punto. Di questo si tiene conto già in fase di formatura della lastra, sapendo che l'ingrossamento del punto per determinati tipi di carta è variabile entro determinati valori. Un ingrossamento eccessivo del punto può determinare delle differenze tonali dei colori stampati rispetto agli originali.

- **Rifiuto dell'inchiostro:** si riferisce al fatto che non si è riusciti a trasferire l'inchiostro dal caucciù al supporto in modo omogeneo, si presenta sotto forma di un'immagine maculata o puntinata. Nella maggior parte dei casi il problema è attribuibile al supporto, il quale non è ben liscio, ma a volte anche all'inchiostro utilizzato e alla soluzione di bagnatura.

- **Marezzatura:** dagli stampatori il termine viene utilizzato per indicare una chiazzatura uniformemente distribuita sul foglio, derivata da una cattiva sovrapposizione dei punti di retino per un'errata angolazione della resinatura delle pellicole che devono riprodurre i vari colori. Il cartaiolo lo usa per definire un diverso assorbimento degli inchiostri in differenti punti della carta dando origine a degli stampati nuvolosi. Il difetto è determinato da varie cause, anche se in qualche modo legate tra di loro: un processo di patinatura non condotto correttamente, da un supporto non ben sperato, una cattiva distribuzione delle cariche, dovuta a una cattiva ritenzione.

- **Doppio viso:** presente anche nelle carte patinate, le quali possono avere una diversa distribuzione della patina sulle due superfici, il che darebbe alcune pagine con una stampa più brillante rispetto ad altre che si affacciano.

- **Velatura:** è un difetto caratteristico delle carte patinate che abbiano nella formulazione della patina alcuni componenti solubili nell'acqua di bagnatura. Così le proprietà di repellenza dell'acqua nei confronti dell'inchiostro grasso vengono influenzate negativamente, fino al punto che una parte dell'inchiostro che viene stampato dal gruppo precedente, viene

solubilizzato dall'acqua di bagnatura del gruppo successivo e quindi la comparsa di una velatura. Il problema si verifica quando si usa una patina scadente, la quale per essere idonea deve anche essere completamente insolubile nell'acqua di bagnatura.

- **Righe o mancanza di patina:** sono da attribuirsi a una cattiva conduzione della patinatrice, ma anche a dei problemi di reologia della patina stessa.

- **Mancanza di resistenza allo strappo superficiale:** lo strappo si verifica quando una carta, che viene sottoposta al tiro degli inchiostri, non presenta sufficienti caratteristiche di resistenza superficiali. Si può verificare lo strappo di frammenti di patina, in quanto non è ben legata, ma anche lo strappo di frammenti di fibra, dovuto ad una mancanza di coesione interna tra le fibre.

- **Capperatura:** si ha quando queste particelle, che si staccano dal supporto, vanno a depositarsi sul caucciù e successivamente inchiostrate, danno la formazione di punti aureolati, quando si staccano e vanno ad aderire al supporto. Questo fenomeno è quindi una conseguenza della mancanza di resistenza allo strappo.

- **Blistering:** come già detto, si verifica solo nelle rotative heat set, è dovuto ad un elevato contenuto di umidità, la quale in fase di asciugamento vaporizza ma non riesce a sfogare all'esterno perché intrappolata dalla patina e dall'inchiostro. Per risolvere il problema si è giunti a:

- aumentare la coesione interna del supporto
- aumentare la porosità dello strato di patina, usando pigmenti più grossolani e lattici adeguati
- regolare il contenuto di umidità del foglio.

# **Bibliografia**

**Introduzione alla fabbricazione della carta - "ATICELCA"**

**Principles of wet and chemistry - WILLIAM E. SCOTT**

**Prove sulle materie fibrose sulla carta e sul cartone - E. GRANDIS**

**Le paste per carta i processi per la loro produzione - Dott. DINO NISI**

**Quaderni di tecnologia cartaria - Dott. GIOVANNI RATTALINO**

**Saggio sulla tecnologia acqua inchiostro - Sig. GABRIELE RULLINI**

**Tecnologia grafica - Scuola Grafica San Zeno**

**Materiale vario - Scuola Cartaria San Zeno**