

# La formazione del foglio nelle macchine a doppia tela

**Alumni Barbarossa**  
**Alberto**  
*(Burgo)*

Relazione finale  
4° Corso di Tecnologia per tecnici cartari  
**1996/97**



**Scuola Interregionale  
di tecnologia  
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50  
37138 Verona

# INDICE

## PREMESSA

1. IL PRINCIPIO DELLA FELTRAZIONE
2. COSA SI INTENDE PER FORMAZIONE DEL FOGLIO
  - 2.1 Definizione della qualità di formazione
  - 2.2 Metodi di misura
3. PREPARAZIONE DELL'IMPASTO
4. CARATTERISTICHE TECNICHE DI UN FORMATORE A DOPPIA TELA
  - 4.1 Cassa d'afflusso Converflo (caratteristiche generali)
  - 4.2 Zona di formazione
  - 4.3 Tavola di formazione
5. FATTORI CHE INFLUENZANO LA FORMAZIONE IN UNA MACCHINA CONTINUA A DOPPIA TELA
  - 5.1 Densità
  - 5.2 Temperatura
  - 5.3 Rapporto getto/tela
  - 5.4 Variazioni di apertura del labbro
  - 5.5 Scolantezza
  - 5.6 Ritenzione
  - 5.7 Tela di formazione
6. CARATTERISTICHE FINALI DEL SUPPORTO
7. CONCLUSIONI

## BIBLIOGRAFIA

## PREMESSA

Per "formazione" del foglio (speratura) si intende la capacità di un foglio di carta di risultare otticamente uniforme se analizzato per trasparenza.

La prima reazione del cartai a cui viene consegnato un campione di carta è quella di controllare proprio questo aspetto. Questo perché la difficoltà di ottenere un foglio uniforme, impiegando fibre che hanno la naturale tendenza a flocculare, ha da sempre amareggiato la vita dei cartai.

Formare un foglio distribuendo l'impasto su una tavola piana è stato, ed è tuttora, uno tra i più comuni metodi di fabbricazione della carta. Tuttavia i limiti di velocità di produzione e della qualità del prodotto finito, condizionati dalla instabilità della sospensione fibrosa sulla tela e dal drenaggio unidirezionale, ci portano verso i sistemi di formazione a doppia tela.

## 1. IL PRINCIPIO DELLA FELTRAZIONE

L'aneddoto a proposito della nascita della carta ad opera del ministro cinese Ts'ai Lun può anche essere nato dalla fantasia popolare, come la maggior parte delle leggende: ciò nondimeno in questo caso vi sarebbero sufficienti ragioni scientifiche per affermare il contrario.

Tali ragioni sono infatti confermate dai moderni studi sul principio fondamentale della «feltrazione», per effetto del quale è possibile unire saldamente tra loro fibre cellulosiche di minima lunghezza sospese in acqua e dare così origine ad un foglio di carta.

Come è noto, le fibre cellulosiche sono formate da fasci di molecole di cellulosa; questi fasci sono separati in molti punti da interstizi finissimi che, quando la fibra è impregnata di acqua, ne sono completamente riempiti.

Il primo strato di molecole d'acqua a contatto dei fasci di molecole cellulosiche è adsorbito alla loro superficie ad opera di forze chimico-fisiche; quest'acqua è denominata «acqua di idratazione». Il resto dell'acqua contenuta negli interstizi più fini vi è trattenuta da forze di capillarità, mentre l'acqua trattenuta negli interstizi più grossi è invece trattenuta meccanicamente.

Quando si sottopongono le fibre ad essiccamento, le forze chimico-fisiche che legavano le molecole di acqua a quelle di cellulosa poste alla superficie dei fasci tendono ad unire fra loro i fasci stessi. Lo stesso avviene quando i fasci di molecole cellulosiche non appartengono alla stessa fibra, ma a due fibre diverse; pertanto, nei punti dove le fibre sono a contatto le une con le altre, durante l'essiccamento si stabiliscono dei legami di natura chimico-fisica che cementano le fibre fra loro.

È appunto quello che succede durante la formazione del foglio di carta: quando il contesto fibroso, costituito di fibre strettamente allacciate le une alle altre, è disidratato, prima per pressatura e poi per essiccamento, le fibre risultano cementate reciprocamente nei punti che si trovavano a contatto mentre il foglio era ancora umido.

Le proprietà di resistenza del foglio di carta asciutto sono dovute a questi legami interfibra: la resistenza della carta è tanto maggiore quanto più numerosi sono i punti di contatto fra le fibre.

I legami interfibra esistenti nel foglio asciutto si attenuano fortemente quando la carta è nuovamente inumidita, perché le molecole di acqua assorbite alla superficie delle fibre attraggono su di sé le forze chimico-fisiche di legame, per questo motivo un foglio di carta completamente impregnato di acqua è pochissimo resistente e può essere facilmente spappolato, a meno che non abbia subito un particolare trattamento che lo renda resistente allo stato umido.

Le materie fibrose tal quali non sono adatte alla fabbricazione della carta, per cui è necessario prima sottoporle a un trattamento meccanico in presenza di acqua.

L'operazione di "battitura", cioè il pestare l'impasto fibroso in mortai o in opportune vaschette con pestelli o modesti magli di legno, è pratica antichissima. Tale operazione, che in origine veniva fatta a mano, fu in un secondo tempo meccanizzata. Una ruota a palette mossa dall'acqua in un canale sollevava alternativamente dei magli di legno, che nel ricadere pestavano in appositi recipienti l'impasto fibroso. Questa operazione di trattamento meccanico dell'impasto in presenza di acqua, che nel linguaggio cartario si chiama «lavorazione» o «raffinazione», resta ancora sempre l'operazione base mediante la quale è possibile arrivare alla "feltrazione", cioè alla possibilità di ottenere da un numero elevatissimo di fibre cellulosiche di lunghezze molto limitate (0,5-2 mm), uno strato sottilissimo, compatto e resistente che si chiama foglio.

## 2. COSA SI INTENDE PER FORMAZIONE DEL FOGLIO

Per formazione di un foglio o "SPERATURA" si intende la distribuzione delle fibre e dei fiocchi di impasto nel foglio di carta.

L'analisi di questa caratteristica viene normalmente fatta su una striscia di carta prelevata a fine rotolo e disposta su un tavolo luminoso. Le aree di maggiore concentrazione (densità) di fibre risultano più opache rispetto alle zone di minor densità che appaiono invece più trasparenti. Questa "nuvolosità" identifica quindi la qualità della formazione che siamo riusciti ad ottenere.

Questa non omogenea distribuzione può comportare notevoli difettosità nelle successive fasi di lavorazione e nell'utilizzazione finale della carta.

Nel valutare la speratura dobbiamo analizzare tre aspetti fondamentali:

- intensità ottica dei fiocchi
- dimensione dei fiocchi
- distribuzione dell'intensità ottica per diverse dimensioni dei fiocchi

Le caratteristiche del prodotto finito vengono normalmente suddivise in grandi gruppi: meccaniche, fisiche, ottiche, di stampabilità, ecc... Ognuna di queste caratteristiche, quando viene misurata, viene espressa con un valore che identifica tutta la partita di carta fabbricata o fornita.

Se per esempio consideriamo l'assorbimento COBB, possiamo dopo alcune misure ottenere un valore di assorbimento medio su un'area di 100 cm<sup>2</sup>, ma se la carta non è di struttura omogenea questo valore perde di significato, in quanto dovremo considerare la capacità di assorbimento anche nelle zone più dense e nelle zone in cui gli spazi vuoti sono maggiori. Quando andremo a patinare, come potremo formulare una patina in funzione dell'assorbimento della carta se questo non è omogeneo? Durante la fase di stampa su un supporto naturale, come potremo prevedere l'interazione carta-inchiostro ai fini dell'assorbimento, essiccamento, sovrastampa, uniformità di ingrossamento del punto?

Se consideriamo invece le caratteristiche meccaniche è chiaro che la carta tenderà a rompersi nei punti dove la concentrazione di fibre è più bassa e quindi la cattiva formazione lascia degli "inviti alla rottura", che possono essere pericolosissimi soprattutto quando si lavora con grammature molto basse e con fibre dalle caratteristiche morfologiche non particolarmente adatte a sviluppare legami interfibra (pasta legno).

La formazione si ottiene attraverso il controllo di molti parametri e molto spesso vincola le libertà di manovra che l'impianto di produzione tecnicamente potrebbe permettere. Infatti quando si studia in laboratorio un nuovo prodotto, si possono fare diverse formulazioni con diverse materie prime, e si può lavorare un impasto in modo da ottenere il risultato richiesto, ma finchè non si andrà a fare una prova industriale non si potrà vedere se, alle condizioni ipotizzate, la formazione sarà corretta.

In ogni caso possiamo dire che la formazione o "speratura" sarà tanto più regolare quanto più saranno state rispettate le condizioni che andremo ad elencare e descrivere successivamente.

## **2.1 Definizione della qualità di formazione**

La qualità della formazione può essere definita con tre formulazioni differenti:

- uniformità di distribuzione delle fibre nel piano del foglio;
- uniformità di distribuzione delle fibre nel piano e nello spessore del foglio, l'analisi della irregolarità nello spessore sembra offrire una correlazione più affidabile tra la qualità della formazione e le proprietà di stampa;
- uniformità di distribuzione su piccola scala (zone di minima area) della grammatura del foglio, ovvero verificare la distribuzione della massa fibrosa su piccola scala;

Da alcuni anni sono stati messi a punto alcuni strumenti per la valutazione oggettiva on-line che si affianca alla consueta valutazione visiva.

Dal punto di vista dei principi fisici utilizzati, i tester di formazione possono essere divisi in due gruppi:

- strumenti ottici che affidano la valutazione della qualità di formazione alla misura delle variazioni dell'intensità della quota parte di luce trasmessa da un fascio di luce di intensità controllata diretta sulla carta;

- strumenti che affidano la valutazione della qualità di formazione alla trasmissione della radiazione Beta attraverso la carta.

La maggior parte dei tester impiegati commercialmente sono del primo tipo. I limiti di affidabilità di questi strumenti sono da ricondurre all'insieme dei fattori che influiscono sull'opacità della carta. Infatti la quota parte di luce trasmessa dal foglio è tanto minore quanto maggiori sono le frazioni di luce assorbita e di luce diffusa. Ricordiamo inoltre che l'opacità della carta è legata anche alla grammatura.

Ne consegue che gli strumenti che misurano la formazione del foglio devono essere calibrati in funzione delle condizioni di fabbricazione, del tipo di impasto, della ritenzione e delle singole grammature.

A parità di grammatura l'opacità della carta dipende dalla composizione dell'impasto e dal suo colore. L'assorbimento della luce aumenta con l'intensità cromatica dei suoi componenti. Una cellulosa greggia è più opaca di una bianchita, una carta nuancata è più opaca dell'impasto di partenza, nel quale non sono presenti coloranti.

La diffusione della luce nel foglio dipende dalle caratteristiche strutturali e dall'indice di rifrazione dei vari componenti dell'impasto. Gli impasti ricchi di pasta legno presentano un tenore elevato di particelle fini con un'elevata superficie specifica, che moltiplicano le occasioni di riflessione e rifrazione per i raggi che penetrano nella carta.

Le cariche minerali per la stessa ragione hanno un forte effetto opacizzante, tanto più accentuato quanto più le particelle di carica sono fini.

La diffusione della luce dipende principalmente dai punti di contatto ottico tra le fibre e le particelle di carica. Nei punti di contatto ottico e i raggi luminosi incidenti la carta proseguono il loro cammino senza essere deviati, contribuendo quindi alla frazione di luce trasmessa. Pertanto tutti i fattori che fanno aumentare i punti di contatto ottico tendono ad aumentare la luce trasmessa. Le carte ottenute da impasti molto raffinati sono più trasparenti di quelle il cui impasto è molto scolante. Un aumento della densità apparente del foglio, a parità di altre condizioni, produce sempre un aumento della luce trasmessa, perché fa aumentare i punti di contatto ottico. Pertanto un foglio calandrato è più trasparente del foglio di partenza non calandrato. Lo schiacciamento delle presse umide ed alla liscia di macchina aumentano la frazione di luce trasmessa.

Le variazioni di spessore del foglio di carta alterano la diffusione di luce nel foglio e quindi influiscono sulla quota parte di luce trasmessa.

Per le ragioni sopra esposte, la correlazione tra l'uniformità di distribuzione del materiale nel piano del foglio e le variazioni di intensità della luce trasmessa deve essere ritenuta in alcuni casi molto equivoca. Per la stessa ragione, le misure di formazione ottenute con strumenti ottici ed i risultati dell'esame visuale della carta risultano qualche volta contrastanti.

## 2.2 Strumenti di misura

NUI (REED Ltd)

Il campione di carta in esame ha la forma di un disco di diametro di 16 cm. Durante la misura il disco di carta rimane parzialmente appoggiato su una piattaforma rotante ad alta velocità (1000 - 1500 RPM).

L'area esplorata ha quindi una forma anulare di larghezza 15 mm. La sorgente di luce è alimentata in C.C. così da garantire una intensità costante e controllata. Il diametro del trasmettitore è di 3 mm.

Il segnale della fotocellula ricevente (espresso in mVolt nel campo 0,1 - 100) contiene una componente in C.C. proporzionale al valore medio dell'intensità della luce trasmessa ed una componente in C.A. che riflette le variazioni di intensità della luce trasmessa e che in ultima analisi misura il livello di non uniformità del foglio in esame.

L'indice di non uniformità (NUI = Non Uniformity Index) è rappresentato dal rapporto:

$$\text{NUI} = \frac{\text{variazione intensità luce trasmessa}}{\text{valore medio intensità luce trasmessa}}$$

Pertanto l'indice di formazione NUI è tanto più basso quanto migliore è la formazione.

#### AMBERTEC (BETA FORMATION TESTER)

La testa di misura avanza con un movimento discontinuo (stepwise scanning). Durante ciascuna misura il campione di carta in esame è stazionario, quindi viene garantita una maggiore accuratezza della misura stessa.

L'area esplorata del foglio è di 70\*70 mm. Vengono eseguite 400 misure con una spaziatura di 3,5 mm tra due punti adiacenti. La finestra di misura ha un diametro di 1,0 mm. La sorgente di radiazione è prometheum-147.

L'indice di formazione (gr/m<sup>2</sup>) è rappresentato dalla deviazione std. relativa alle 400 misure di grammatura. Un basso valore indica quindi una buona formazione.

Per confrontare la formazione di fogli con grammature diverse, l'indice di formazione può essere rappresentato anche dalla deviazione std. normalizzata (deviazione std./ gr/m<sup>2</sup>). Lo strumento stampa gli istogrammi delle misure di grammatura e la mappa topografica delle variazioni. Lo strumento è calibrato rispetto alla grammatura in un campo molto ampio tra 30-300 gr/m<sup>2</sup>.

## KAJAANI

È uno strumento ottico che misura la variazione di intensità della luce trasmessa. L'area del foglio esplorata è di 63,5\*63,5 mm, scomposta in 246 celle elementari. I dati sono distribuiti sottoforma di istogrammi per classi di densità ottica. L'indice di formazione varia nella scala 20-122,4 (il valore s=estremo superiore rappresenta la misura ottenuta senza campione di carta).

I valori più alti indicano una formazione migliore.

6

### 3. PREPARAZIONE DELL'IMPASTO

Già prima dell'arrivo in cassa d'afflusso l'impasto deve possedere delle caratteristiche ben precise, se non vogliamo avere dei seri problemi durante la fabbricazione.

Nelle fasi di spapolamento e raffinazione l'impasto deve essere lavorato in modo da ottenere fibre elementarizzate (ovvero non si devono fornire pastiglie), convenientemente fibrillate (per ottenere la capacità delle fibre a far feltro) e di ben determinata lunghezza.

Durante l'azione di raffinazione infatti si ottiene anche un effetto di taglio. Tale risultato comporta da un lato la perdita di resistenza meccanica del prodotto finito, dall'altro però diminuisce di molto il rischio di una eccessiva formazione di fiocchi e quindi di una cattiva speratura.

Per evitare questo rischio infatti, su alcuni impianti, anche se questa soluzione è da ritenersi superata, è presente un raffinatore di testa macchina che ha il compito di "lavorare" ulteriormente il materiale fibroso prima del suo arrivo in cassa d'afflusso. Poichè la densità dell'impasto è estremamente bassa l'azione di taglio prevarrà sul minimo apporto in fibrillazione.

Nelle successive fasi di stoccaggio nelle varie tine, e nelle fasi di epurazione attraverso cleaners e centriscreens l'impasto viene movimentato e agitato in modo più o meno forte, per cui è possibile che si formino fiocchi più o meno grossi in funzione delle caratteristiche dell'impianto e della capacità di coagulazione che la sospensione fibrosa possiede. Come avremo modo di approfondire in seguito questa capacità è fortemente legata al potenziale elettrocinetico della sospensione stessa.

In queste fasi quindi oltre alla preoccupazione di eliminare eventuali contaminanti si aggiunge quella di evitare la formazione di fiocchi troppo grossi e contemporaneamente aiutare la formazione di microfocchi che permetteranno di migliorare la formazione in macchina continua.

Prima che l'impasto giunga in cassa d'afflusso diluito ed epurato necessita ancora di un certo tipo di "epurazione" specialmente nel caso di macchine ad alta produzione e velocità. Si tratta di ridurre l'aria inglobata nell'impasto che

può essere di disturbo sia nei dosaggi che nella formazione del foglio. Tale aria che proviene dallo spapolamento, dal moto delle pompe, dai vortici che si possono creare nelle tubazioni e/o nelle cadute libere, può trovarsi sotto forma di aria libera, di aria disciolta e di aria aderente alle fibre.

Ridurre questa aria significa acquisire i vantaggi che sono elencati nella tabella.

#### **Vantaggi della riduzione dell'aria dall'impasto**

- 1) Proporzioni costanti H<sub>2</sub>O e fibra in C.A.
- 2) Minor aderenza alle pareti e tubazioni in C.A.
- 3) Riduzione problemi limo.
- 4) Minore schiuma.
- 5) Possibilità di eliminazione spruzzi abbatti-schiuma.
- 6) Foglio più chiuso.
- 7) Uniformità del foglio.

Le macchine per eliminare l'aria sono essenzialmente basate sul vuoto prodotto in camere di espansione (DECULATOR E VORVAC) e nel caso di quest'ultimo compare anche l'azione di separazione a cleaner oltre a quella del vuoto.

Anche l'impiego di una certa quantità di antischiuma può portare alla eliminazione dell'aria dell'impasto, tuttavia l'uso di tale additivo va assolutamente limitato a casi particolari e deve essere introdotto nel punto di formazione della schiuma per essere efficace. Impieghi massicci di antischiuma disturbano la formazione e deteriorano la collatura.

È necessario tuttavia adottare ancora alcune attenzioni sia per quanto riguarda il movimento dell'impasto (impasti lasciati senza opportune turbolenze decantano e flocculano prima di giungere sulla tela) sia per quanto riguarda la disponibilità delle fibre a flocculare e cioè a riunirsi in fiocchi che non devono mai essere di eccessiva grandezza, ma che devono comunque formarsi per ottenere speratura regolare e ritenzione di fini.

Nel primo caso saranno adottati accorgimenti meccanici come: diaframmi, cilindri rettificatori, scuotimento, turbolenze con foils, e cilindri sgocciolatori.

Per contro, al fine di ottenere un'idonea flocculazione verranno impiegati flocculanti specie in presenza di una notevole quantità di fini. Il drenaggio sulla tela di formazione ne verrà così particolarmente favorito.

Come additivi si utilizzano flocculanti-ritentivi, colle, amidi, allume e la ricerca di un opportuno pH.

Tra i ritentivi ricordiamo quelli cationici e anionici che hanno le proprietà di far variare la polarità dei componenti dell'impasto favorendo poi l'unione dei fini alle fibre.

Questi migliorano la porosità (nel senso che diminuisce) e la resistenza alla trazione; inoltre diminuisce il C.O.D. delle acque per un minor contenuto di inquinanti (fini). Il fenomeno della formazione è comunque influenzato da un notevole numero di variabili che analizzeremo più avanti.

## 4. CARATTERISTICHE TECNICHE DI UN FORMATORE A DOPPIA TELA

### 4.1 Cassa di afflusso Converflo Caratteristiche generali

La cassa d'afflusso è l'elemento della macchina continua maggiormente responsabile della formazione del foglio.

Nel caso del former a doppia tela denominato Bel Baie della Beloit viene eliminato un notevole volume d'acqua in un percorso molto più breve di quello che è normalmente a disposizione nel caso di una tavola piana tradizionale.

Le fibre che fuoriescono dal labbro della cassa d'afflusso vengono quindi immediatamente bloccate tra le due tele. La cassa deve essere perfetta, in quanto una eventuale redistribuzione delle fibre è in questo caso ben più difficile rispetto alle macchine tradizionali nelle quali la si può ottenere grazie all'uso della forming board, dei vecchi sgocciolatori, dei più recenti foils.

La cassa d'afflusso Converflo, montata su questo tipo di macchina a doppia tela, comprende una serie di dispositivi.

1. *Collettore rastremato a sezione rettangolare.* Lo scopo è di trasportare l'impasto a pressione e portata costante da una estremità all'altra della cassa d'afflusso.

2. *Banco di tubi conici di prima mescolazione (distribuzione).* Lo scopo di questi tubi a sezione crescente è quello di prelevare l'impasto dal collettore e farlo entrare nella camera di distribuzione. Poiché la portata è costante, la geometria a cono crea una variazione di velocità dell'impasto che a sua volta genera una microturbolenza. Questo permette un'ultima "lavorazione" del flusso dell'impasto prima della sua "laminazione" sulle tele.

3. *Camera di espansione e piastra forata.* Dai tubi conici l'impasto entra all'interno della camera di espansione che ha lo scopo di omogenizzare

l'impasto per evitare le piccole differenze di velocità del getto proveniente dai tubi conici. Poi l'impasto attraversa una piastra forata che ha la dimensione dei fori calibrata in modo da mantenere la conveniente pressione all'interno della cassa al fine di generare la giusta velocità di fuoriuscita del getto.

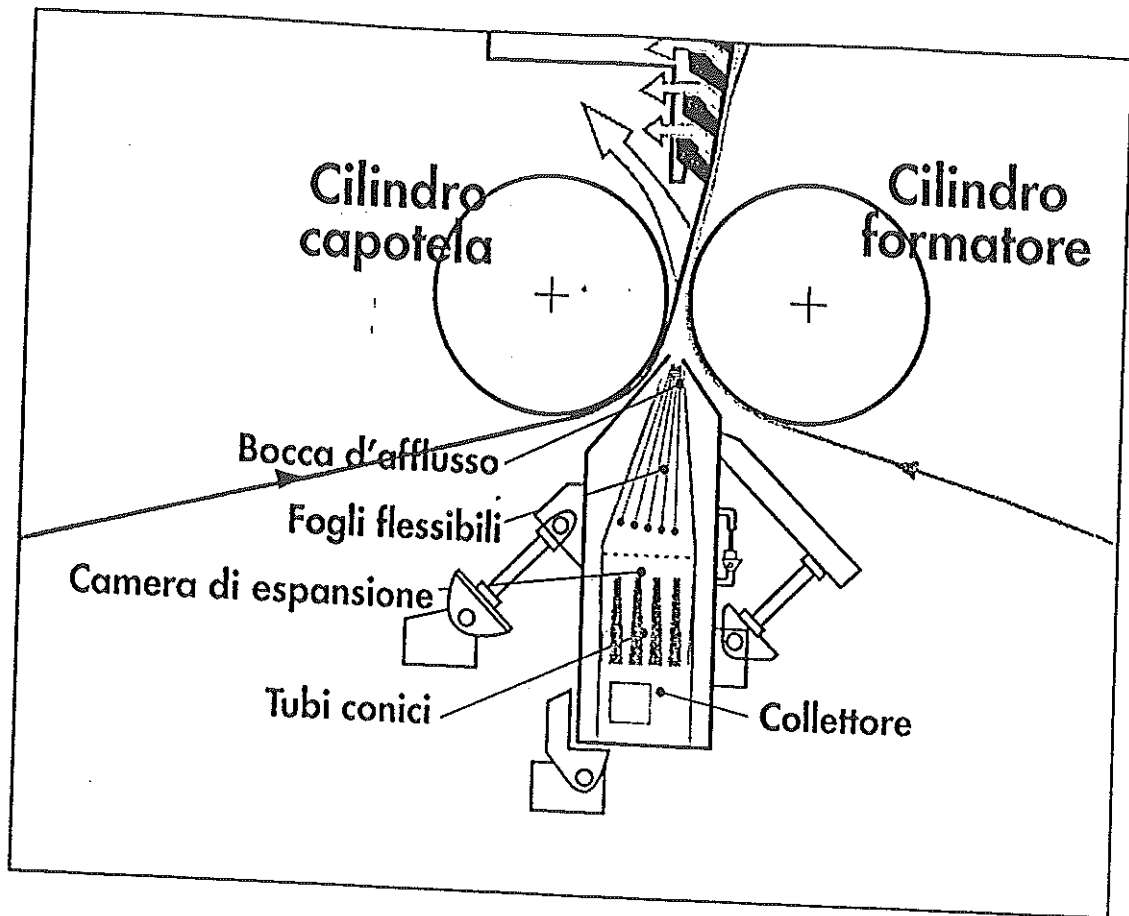
4 *Fogli flessibili (Lame lexan)*. Questi elementi accompagnano l'impasto fino alla bocca della cassa d'afflusso. I fogli flessibili, come dice il loro nome, non sono fissati rigidamente ma sono mantenuti in posizione di lavoro grazie alla pressione idraulica dell'impasto, e coprono l'intera larghezza della cassa. La loro funzione è quella di laminare l'impasto, eliminando le macroturbolenze generate dalla piastra forata. Convergenza inoltre il flusso verso l'uscita originano resistenze idrauliche (attrito) sufficienti a ridurre le dimensioni dei flocculi fin quasi alla loro eliminazione. I fogli flessibili sostituiscono i cilindri rettificatori a tutto vantaggio della semplicità della cassa.

5. *Bocca d'afflusso*. Per bocca d'afflusso si intende l'apertura dalla quale fuoriesce l'impasto. La cassa Converflo incorpora tutti i tradizionali sistemi di regolazione che avremo modo di spiegare più avanti in questa trattazione.

Nelle installazioni con la doppia tela "Bel Baie" la cassa "Converflo", che può essere anche impiegata con vantaggio su tavole piane convenzionali, è appoggiata su basi di cemento sotto il piano macchina e scarica l'impasto quasi verticalmente nella zona di formazione.

Questa soluzione che sembra un "arrangiamento" presenta invece molti vantaggi e tra i più significativi possiamo elencare:

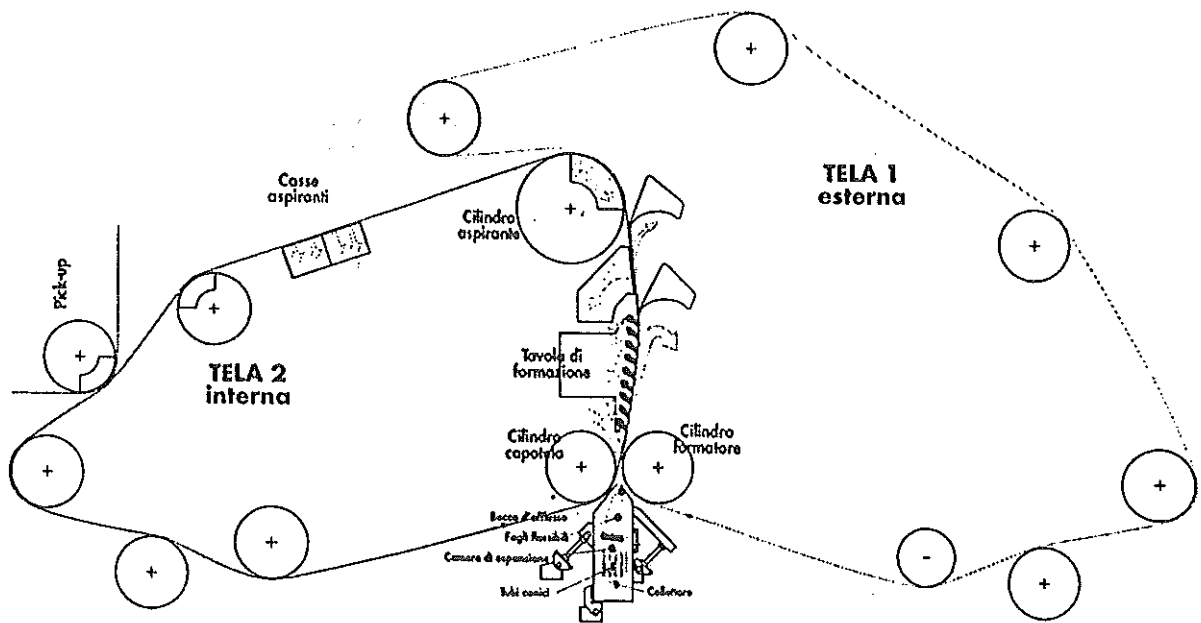
- assenza di vibrazioni;
- facilità di lavaggio;
- spurgo permanente dell'aria;
- ingombro limitato;
- elevata accessibilità;
- facile controllo del getto che può essere effettuato al piano macchina.



Cassa d'afflusso Beloit Converflo®

Ricapitolando possiamo dire quindi che la cassa d'afflusso deve dare le seguenti garanzie:

- la distribuzione della sospensione;
- il mantenimento della uniformità;
- la trasformazione di un flusso in uscita dagli epuratori centrifughi dotato di pressione non omogenea in un flusso a pressione costante nel senso trasversale.

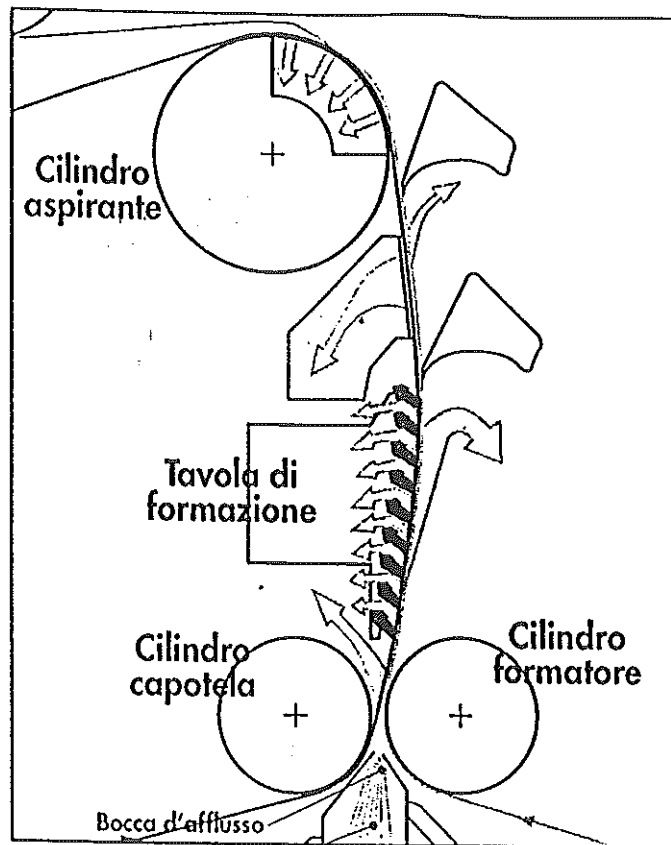


Schema di una doppia tela

#### 4.2 Zona di formazione

La Zona di formazione comprende i seguenti elementi:

- un cilindro formatore abbracciato dalla tela n. 1, ovvero dalla tela che partecipa alla formazione del foglio ma che non lo accompagnerà verso la sezione presse (tela esterna o tela superiore);
- un cilindro capotela nel giro della tela n. 2 (tela interna o inferiore);
- una tavola di formazione nel giro della tela n. 2 (tela interna).



Zona di formazione nel sistema Bell Baie

Il cilindro capotela è sempre piano (ovvero non aspirante e nemmeno a fori ciechi). Il cilindro formatore invece è piano per grammature inferiori a circa  $100 \text{ g/m}^2$  ed è grigliato ma non aspirante per grammature superiori.

Il getto della cassa Converflo viene convogliato nella gola formata dalle due tele e il drenaggio iniziale, regolato dalla pressione esercitata dalle due tele opportunamente disposte, avviene sui due lati, a differenza di ciò che avviene sulla tavola piana.

Il getto si incunea tra le due tele e angolando la posizione della cassa Converflo, l'operatore può cercare le condizioni ottimali di funzionamento. Normalmente il getto supera il cilindro formatore o lo colpisce, quando è grigliato, per allungare la zona di formazione.

Come risaputo, il cilindro capotela piano non deve essere di norma colpito dal getto per evitare il cosiddetto «pompaggio», con il conseguente impoverimento del foglio, e danneggiamento della speratura.

Quando la tela che trascina con sé dell'acqua di lavaggio si stacca dal cilindro capotela crea sotto di sé una forte depressione. Se il getto colpisce la tela in questo punto subirà un eccessivo effetto di drenaggio. Inoltre questa forza di suzione non è costante, e tenderebbe così a dare continue fluttuazioni di qualità della carta finita.

La quadratura del foglio, come in una tavola piana convenzionale, viene controllata modificando il rapporto velocità getto/velocità tela (drag) all'interno di un range tra 0,9 ad 1,1. Indicativamente si può affermare che il rapporto tra la lunghezza di rottura longitudinale e trasversale di un foglio (quadratura) varia da 1,5 con il getto della pasta e le tele a pari velocità (drag 1), fino a 3,5 quando l'impasto ha velocità inferiore alle tele (drag < 1).

#### 4.3 Tavola di formazione

Subito dopo il cilindro capotela, all'interno del giro della tela n. 2 (tela interna), è ubicata la tavola di formazione (forming shoe) che si presenta come una tavola di formazione convenzionale con deflettori in ceramica a contatto della rete. Questa tavola e la cassa aspirante, che quasi sempre la segue, forzano le tele lungo un raggio di curvatura ( $r$ ).

Quando le tele si muovono lungo un percorso curvo la forza centrifuga agisce sulla sospensione fibrosa con una direzione orientata verso il lato esterno delle tele. L'entità della pressione è data dalla formula:

$$P = m h \frac{v}{r}$$

dove  $P$  è la pressione,  $m$  è la massa volumica della sospensione fibrosa,  $h$  è lo spessore della sospensione,  $v$  è la velocità periferica della sospensione,  $r$  è il raggio di curvatura della tela.

Per non avere rimozione dell'acqua soltanto dalla parte della tela esterna la forza centrifuga deve essere bilanciata da una tensione sulla tela esterna. Una tensione supplementare crea infatti una pressione addizionale tale da far rimuovere l'acqua da entrambi i lati.

L'effetto della forza centrifuga può essere bilanciato applicando il vuoto all'interno della tela interna ottenendo un drenaggio simmetrico.

Nel sistema Bel Baie la maggior parte dell'acqua viene rimossa mediante dispositivi di drenaggio stazionari, chiamati "deflettori" sui quali scorrono le due tele. La forza di reazione che si genera nella sospensione fibrosa è data da:

$$F = 2 T \sin \vartheta$$

dove  $F$  è la forza che genera la pressione tra le due tele,  $T$  è la tensione della tela esterna,  $\vartheta$  è l'angolo formato tra la tela e il deflettore.

La pressione locale  $P$  nella sospensione è sempre data dalla formula:

$$P = \frac{T}{r}$$

dove  $P$  è la pressione,  $T$  è la tensione della tela,  $r$  è il raggio di curvatura.

L'ampiezza della zona di pressione dipende dalla larghezza dell'elemento stazionario e dalla rigidità delle tele, nel senso che più esse sono rigide maggiore è la lunghezza di azione della pressione.

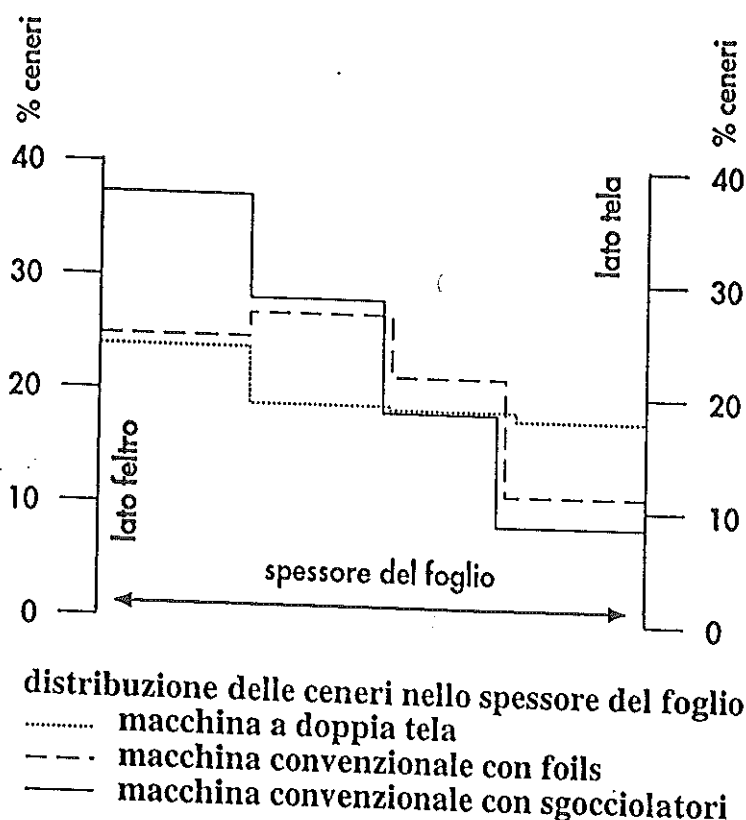
Nello spazio compreso tra due deflettori, lungo il quale le due tele coprono un percorso rettilineo, non ha luogo il drenaggio perchè due tele parallele non possono né generare né mantenere la pressione all'interno (tenendo presente che esistono dispositivi di vuoto).

La pressione sarà quindi generata ad impulsi.

Importante caratteristica di queste Macchine è quindi quella di avere un drenaggio simmetrico sul feltro di carta che si va a formare; infatti, l'acqua drenata nella zona di formazione viene eliminata per gravità e, per la

conformazione propria della Bel Baie, non disturba il foglio in formazione: eventuali grumi di pasta non possono cadere sul foglio.

Se andiamo a confrontare la distribuzione percentuale delle ceneri all'interno dello strato di carta nel caso di una doppia tela rispetto ad una macchina a tavola piana convenzionale possiamo notare le seguenti differenze.



La cassetta aspirante, che segue la tavola di formazione, è di tipo convenzionale e lavora a livelli di vuoto normali. Nel caso di fabbricazione di carte di bassa grammatura, visto il basso volume di acqua da evacuare, questa cassetta diventa necessaria solo alle alte velocità di produzione.

All'interno del giro della tela n. 2 (tela interna) sono pure ubicati due cilindri aspiranti che estraggono altra acqua dal foglio e lo trasportano correttamente assieme alla tela.

Il primo cilindro, avvolto dalle due tele per circa 102°, ha una doppia cassa aspirante che estrae acqua. Il livello del vuoto applicato può raggiungere i 250 mm di Hg sulla prima ed i 500 mm di Hg sulla seconda.

Le tele si separano sul cilindro aspirante per cui non può accadere che il foglio segua la tela 1 (tela esterna).

Il secondo cilindro aspirante è posto immediatamente prima del cilindro pick up ed ha il compito di levare l'ultima acqua dal foglio prima di passare alla pressatura.

Come ho già avuto modo di illustrare, la zona di formazione e la cassetta aspirante formano una zona di appoggio delle tele che ha andamento curvilineo e termina sul cilindro aspirante. Questa curvatura contribuisce all'eliminazione dell'acqua dal foglio per centrifugazione. La quantità di acqua drenata attraverso la tela n. 1 sarà quindi in funzione della velocità di produzione e potrà essere controllata modificando la tensione della tela, il tipo e la posizione del cilindro di formazione, il numero di listelli della tavola di formazione ed i livelli di vuoto applicati.

Nell'interno della tela n. 1 sono installati due deflettori a contatto, di disegno adatto a convogliare l'acqua bianca verso la vasca di ricupero.

Misure effettuate sulla macchina continua sperimentale, durante la produzione, confermano che, il drenaggio dell'acqua attraverso la tela n. 2 provvista di cassette aspiranti è lievemente superiore a quello attraverso la tela n. 1. La quantità di acqua eliminata è comunque da considerarsi quasi uguale quindi, le migrazioni delle cariche e dei fini sono minime. Si riesce di conseguenza ad avere un foglio con un doppio viso molto limitato.

## 5. FATTORI CHE INFLUENZANO LA FORMAZIONE DEL FOGLIO SU UNA MACCHINA CONTINUA A DOPPIA TELA

### 5.1 Densità

La diluizione dell'impasto fibroso in cassa d'afflusso è governata attraverso l'apertura del labbro. Visto che la velocità del getto (definita anche battente) deve essere mantenuta costante dal sistema automatico, se si aumenta l'apertura del labbro è necessario un repentino aumento del flusso totale di impasto in quanto le tre variabili flusso (portata), velocità e apertura (sezione) sono legate tra loro.

Per aumentare il flusso di impasto il sistema automatico deve aumentare il numero di giri della fan pump. Poichè essa viene alimentata principalmente dalla tubazione delle "acque prime" attingerà dalla torre di raccolta dell'acqua sottotela il volume necessario, mentre la pasta densa scenderà sempre nella quantità prevista in quanto al termine della tubazione è posta un strozzatura regolabile definita valvola di grammatura.

Su questo tipo di macchina (Bal Baii III), il valore di densità si aggira mediamente da 0,66% a circa 1,05% a seconda della grammatura e della velocità di produzione.

Il labbro, in condizioni normali, ha una apertura di circa 0,7-0,8 cm.

### 5.2 Temperatura

La temperatura piuttosto elevata, circa 50 °C, ci aiuta nella formazione perché permette di abbassare la viscosità dell'acqua. La regolazione della temperatura viene effettuata nel silos delle acque primè tramite l'immissione di vapore a 3 bar collegato ad un trasmettitore di temperatura.

Anche nella cassa d'afflusso sono posizionati dei sensori di temperatura che la mantengono uniforme alla temperatura dell'impasto mediante un impianto di termostatazione a ciclo chiuso.

Ciò favorisce le microturbolenze provocate nella cassa d'afflusso e ci darà la possibilità di mantenere l'impasto molto disperso. Questo è fondamentale perchè, ricordo, il getto verrà bloccato molto rapidamente dalle tele e non sarà possibile, come sulla tavola piana, una riformazione di turbolenze che ci aiuterà a correggere la formazione iniziale del foglio.

Lavorando ad una temperatura di 50 °C con l'ausilio di alcuni biocidi specifici abbiamo notato anche un miglioramento nella prevenzione alla formazione di alghe e muffe.

### 5.3 Rapporto getto/tela (DRAG)

Il Drag è dato dal rapporto tra Velocità getto(impasto)/Velocità tela. Normalmente questo rapporto nel nostro caso varia tra 1,015 e 1,030

Il rapporto fra questi due parametri ci serve per poter identificare e quindi regolare la formazione e la direzionalità delle fibre nella carta.

Nel caso della doppia tela verticale il getto (velocità pasta) viene mantenuto più veloce della tela per dare modo alle tele di catturare il foglio fra di esse in modo corretto, permettendo così la prevista direzionalità alle fibre

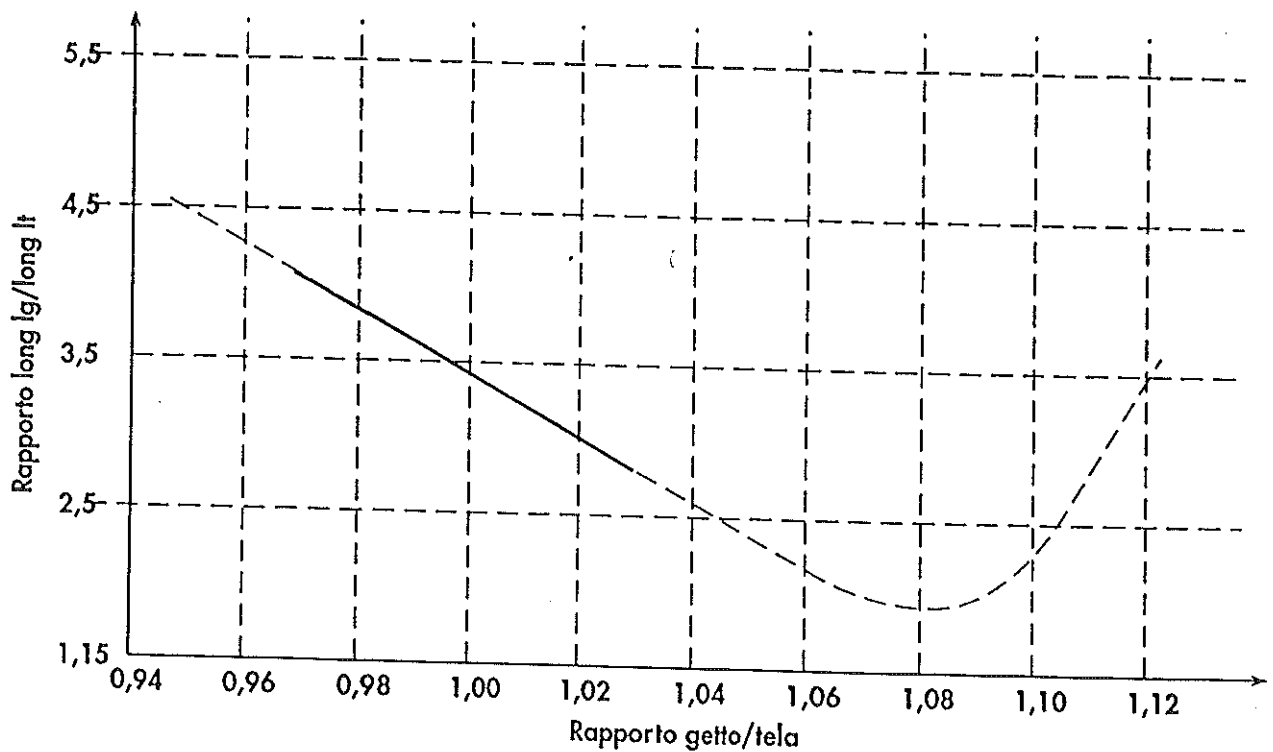
Su prodotti che vengono commercializzati in bobina è importante avere una lunghezza di rottura longitudinale di 3 o 4 volte superiore alla trasversale. Per raggiungere questi valori si deve agire sul rapporto getto/tela e si controlla che "l'atterraggio" della pasta, avvenga secondo la geometria corretta, come vedremo più avanti.

Per permettere l'atterraggio corretto oltre ad aiutarci con il Drag useremo tutti i movimenti delle casse d'afflusso:

- apertura del labbro (slice),
- posizionamento del movimento verticale,
- getto con impatto sul 1° listello della tavola di formazione,
- altezza del battente (velocità del getto),
- diluizione,

- posizione del cilindro formatore tela 1.

Nel grafico seguente possiamo vedere la variazione del rapporto tra le lunghezze di rottura longitudinale/lunghezza di rottura trasversale in funzione del rapporto getto/tela (drag)

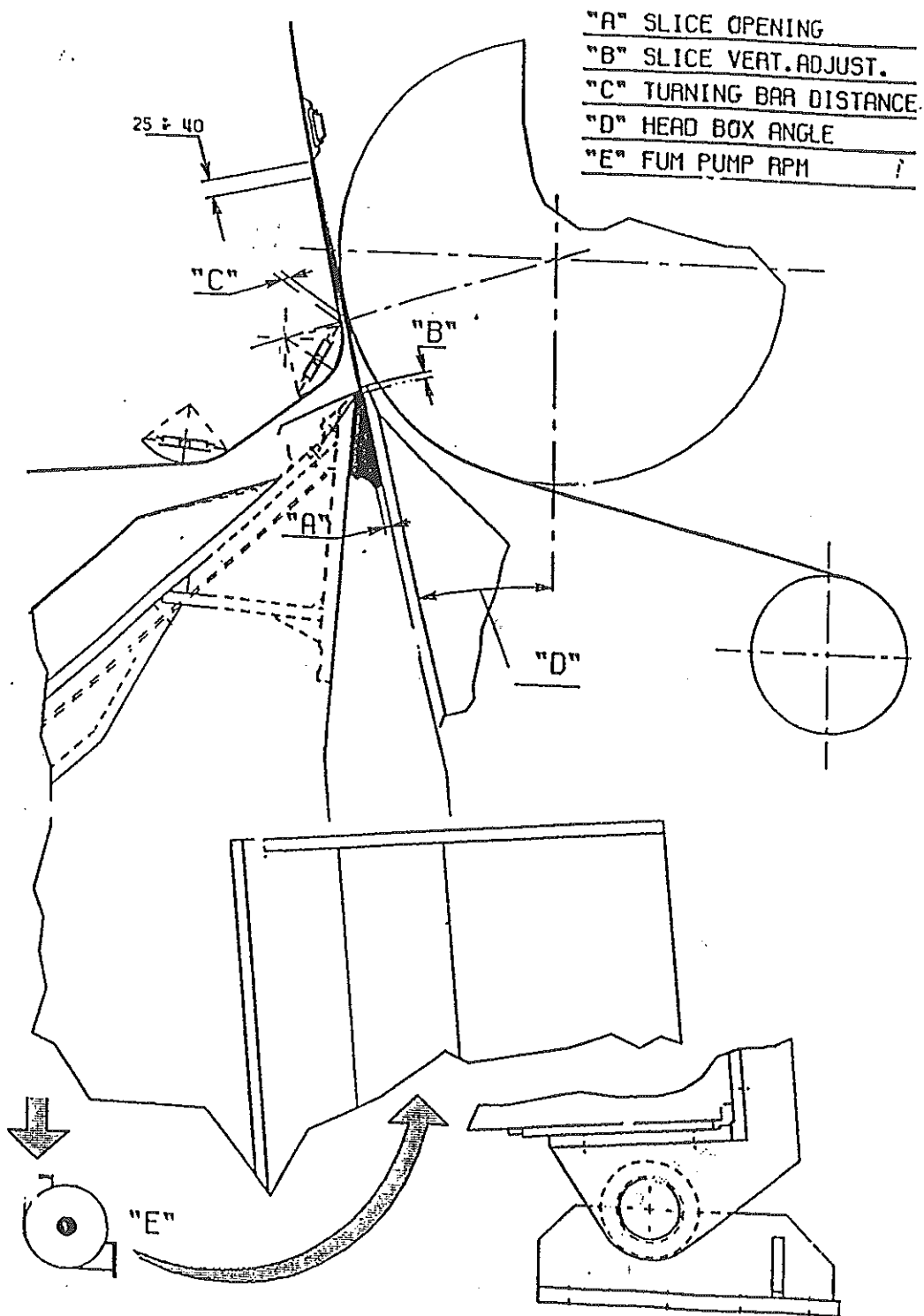


#### 5.4 Variazioni di apertura del labbro

Il labbro permette attraverso le sue regolazioni diverse possibilità. Innanzitutto dobbiamo distinguerne i diversi movimenti.

##### 1. Apertura in generale.

Il labbro superiore (slice) può essere aperto con un movimento generale. Ciò comporta l'aumento della apertura e di conseguenza, come già descritto, si ottiene una diluizione dell'impasto. La diluizione favorisce la formazione del



Schematizzazione delle regolazioni possibili per modificare il punto di atterraggio del getto sulla tela.

foglio in quanto il materiale fibroso ha nell'acqua maggiore possibilità di movimento e, in conseguenza potrà andare a riempire gli spazi di vuoto (maggior velocità di drenaggio) che si sono formati in quell'istante sulla tela di formazione.

## *2. Apertura a settori.*

Il labbro superiore 'è suddiviso a settori ognuno dei quali può essere ulteriormente regolato rispetto all'apertura generale. Questa operazione ci permette di regolare il profilo di uscita del getto e di conseguenza il profilo finale di grammatura. Nel caso della cassa d'afflusso Converflow questa regolazione non viene effettuata mediante volantini a movimento meccanico, ma attraverso un sistema automatico della Measurex che invia un segnale elettrico a delle resistenze in corrispondenza di ogni settore. La dilatazione termica di questi attuatori apporterà la modifica desiderata al profilo.

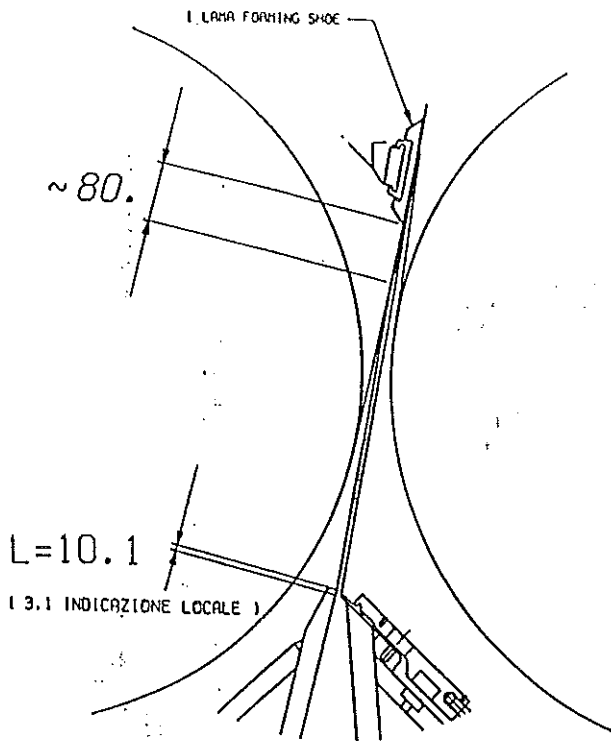
Nella realtà queste regolazioni comportano una diversa strozzatura e di conseguenza una differente velocità del getto nel senso trasversale del foglio in formazione. Ciò comporta una formazione non perfetta.

Attualmente sono in fase di sperimentazione nuove casse che non presentano questa regolazione, ma che agiscono sulla diluizione settoriale del flusso di impasto direttamente sui tubi conici (casse a diluizione).

## *3. Posizionamento del labbro superiore rispetto a quello inferiore.*

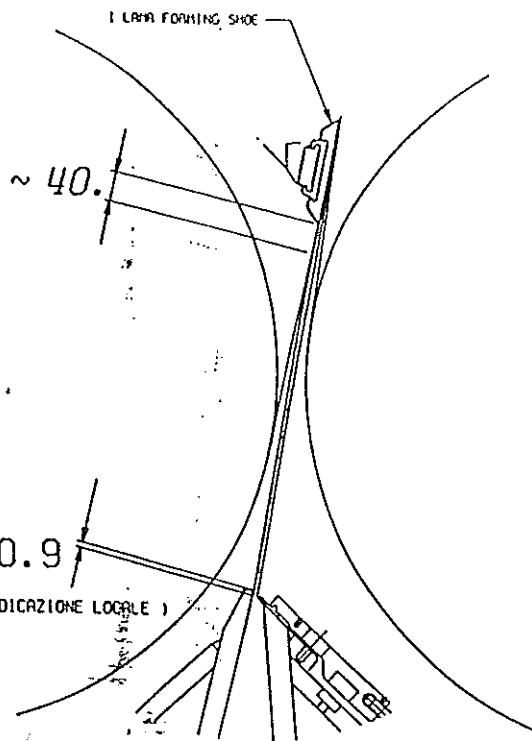
Esiste la possibilità di regolare la posizione verticale del labbro rispetto al becco (fisso). Questo non allineamento produce un "salto" del getto e permette una regolazione fine del punto di atterraggio del getto sulla tela.

Come si può vedere dai due schemi seguenti l'abbassamento di 8 mm del movimento verticale porta il punto di atterraggio del getto in avanti di 40 mm.



VISTA LATO SERVIZIO

TRAJETTORIA ATTERRAGGIO GETTO



VISTA LATO SERVIZIO

TRAJETTORIA ATTERRAGGIO GETTO INIZIALE

#### 4. *Inclinazione della cassa.*

La cassa può essere inclinata rispetto alla sua posizione perpendicolare. Ricordo infatti che il getto deve superare il cilindro formatore ed atterrare prima della forming shoe. In genere una volta trovato il giusto posizionamento in funzione del tipo di carta prodotto, questa regolazione non viene più toccata.

#### 5. *Portata della cassa.*

Per ogni tipo di carta in fabbricazione esiste un valore minimo di portata della cassa d'afflusso. Ciò garantisce una buona formazione. Per esempio nel caso di grammature di circa 33.5 gr/m<sup>2</sup> questo valore è di circa 75000-80000 litri/min.

## 5.5 Scolantezza dell'impasto

L'impasto per la produzione di patinatino normalmente è così composto:

Cellulosa (F.L) dal 55% al 57%

Pasta legno prodotte in continuo dal 45% a 43%

Fogliacci di produzione interna dal 20% a 35% max

Tenendo in considerazione queste percentuali potremo definire questo impasto poco scolante o "grasso".

La "scolantezza" in gradi Schopper-Riegler (°SR), a dispetto del termine, esprime con un numero la capacità di un impasto a trattenere l'acqua durante la fase di drenaggio su una tela di formazi .

La scolantezza è legata quindi a due aspetti:

- all'idratazione della fibra dovuta alla raffinazione e alla eventuale rilavorazione nella fase di riciclaggio (fogliacci);

- alla presenza di fini (pasta legno), data la loro capacità di otturare le maglie della rete e di chiudere gli spazi di fuga all'acqua.

Vista la tipologia di fibre utilizzate diventa fondamentale innanzitutto mantenere costanti le percentuali di composizione dell'impasto.

Dovremo aver particolarmente cura di mantenere la raffinazione, per le cellulose, mediamente dai 18 ai 23 °SR, per preservare il più possibile le fibre lunghe creando comunque un buon legame interfibra con la pasta legno preservando quelle che sono le sue resistenze meccaniche.

La pasta legno viene raffinata dai 76 agli 80 °SR ha il compito di dare al foglio capacità e comprimibilità.

Arrivati in cassa d'afflusso la scolantezza dell'impasto si aggirerà attorno ai 76 -77 °SR. Da questo si riesce a capire il ruolo, della tela in questo tipo di carta ed alle velocità di produzione di 1300 m/min. Il drenaggio e la ritenzione occupano infatti un ruolo molto importante nella formazione.

## 5.6 Ritenzioni

Come è ben noto, il concetto di ritenzione è il rapporto percentuale tra la concentrazione della pasta in Cassa d'Afflusso meno la concentrazione residua nelle acque del sottotela, rapportati alla concentrazione iniziale di cassa.

$$\text{Ritenzione} = \frac{\text{Concentrazione C.A.} - \text{Concentrazione sottotela}}{\text{Concentrazione C.A.}}$$

Quanto maggiore sarà questo rapporto, entro certi limiti, tanto migliore risulterà l'andamento della continua e la qualità della carta prodotta.

Questo effetto che è fortemente influenzato da molteplici fattori, trova aiuto nell'impiego di particolari prodotti.

I polimeri utilizzati come coadiuvanti di ritenzione cariche e fibre nei processi di produzione di carta e cartone sono polimeri organici solubili in acqua con medio-alto peso molecolare.

I polimeri possono essere anionici, cationici e non ionici.

La carica e il peso molecolare dei prodotti sono variabili in funzione dei tipi di macchina, dei cicli di produzione e degli obiettivi che si perseguono.

L'aiuto dato dal ritentivo è il controllo del grado di flocculazione dell'impasto.

I due principali meccanismi di flocculazione sono ad "effetto ponte" e ad effetto "mosaico".

Fibre, cariche e particelle di resina sono caricate negativamente.

La natura dell'impasto, in fase acquosa, varia a seconda del pH, della concentrazione di ioni metallici e della presenza di sostanze disciolte, solitamente anioniche, provenienti da cellulosa, pasta legno e fogliacci.

Tutto ciò comporta nell'impasto, una tendenza a rimanere in dispersione; è perciò molto importante intervenire con gli opportuni sistemi per invertire questa tendenza.

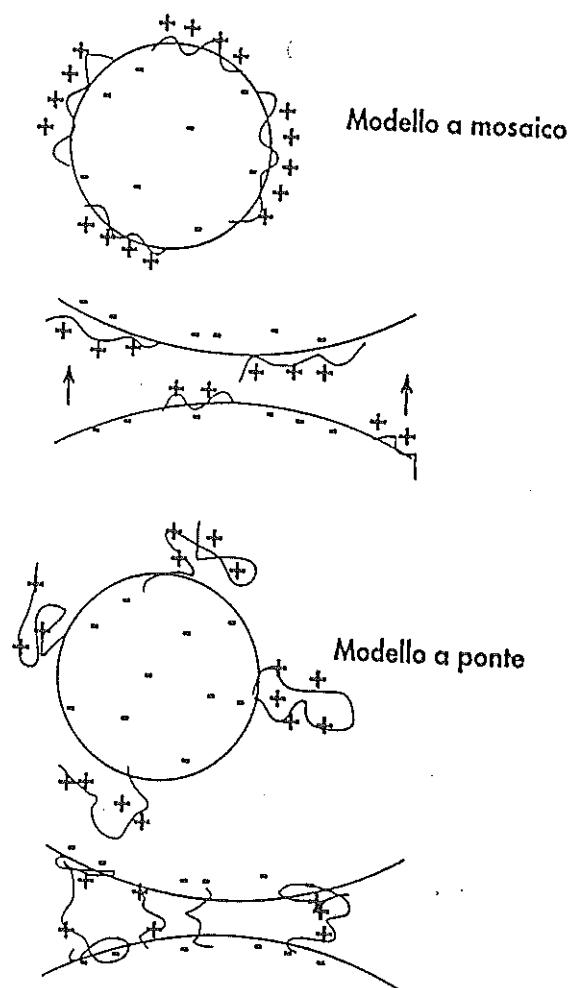
La flocculazione si può ottenere sia con polimeri cationici che anionici (normalmente sempre cationici).

Mentre prodotti cationici si legano spontaneamente alle cariche negative i flocculanti anionici necessitano della presenza di cationizzanti per creare i ponti che garantiscono la formazione del fiocco.

Questi prodotti possono essere di natura sintetica, a basso peso molecolare, o soluzioni di sali inorganici, come ad esempio i composti dell'alluminio.

È innegabile che una limitata aggiunta di questi cationizzanti (pH dell'impasto circa 7) agevoli anche il lavoro dei ritentivi cationici, in quanto funzionando da coagulanti, formano dei micro fiocchi più facilmente legabili dal polimero cationico.

La flocculazione ad "effetto ponte" si ha prevalentemente con i ritentivi anionici.



meccanismi della ritenzione

In questo caso il fiocco è di elevate dimensioni e la ritenzione è molto buona, ma si corre il pericolo di avere nello spessore una brutta formazione.

Con la flocculazione a "mosaico", propria dei prodotti cationici, si ottengono fiocchi più piccoli e compatti che si dispongono e si legano in orizzontale.

Si avrà così una valida ritenzione e la garanzia di una buona formazione con l'indiscutibile vantaggio dell'incremento della velocità della macchina e di un minor consumo di vapore.

I vantaggi di avere una buona ritenzione si riflettono positivamente sulla qualità della carta finita.

La buona formazione permette di ottenere un foglio dove l'effetto del doppio viso si attenua e migliora il grado di liscio e l'opacità.

Il fatto di "chiudere" il foglio con la presenza di cariche e fini trattenuti dal ritentivo riduce la porosità e ciò permette, particolarmente nel caso di un supporto da patinare, di distribuire meglio la patina.

Tra i ritentivi più usati ricordiamo le resine Polietileniminiche (Polymin, Percol) siglate PEI e le Poliacrilamidiche, siglate PAI.

Il meccanismo di azione è quello rappresentato dalla tavola precedente.

### 5.7 Tela di formazione

All'interno della zona di formazione del foglio, la tela di formazione rappresenta, se non la parte più importante, sicuramente la parte più delicata. Le tele per macchina continua vengono definite con due numeri indicanti il numero di fili per centimetro lineare. Il primo riguarda i fili di ordito e il secondo quelli di trama.

Nella scelta di una tela per continua bisogna considerare le specifiche condizioni di lavoro, le caratteristiche meccaniche della macchina, i tipi di impasto (presenza di cariche, residui di sbianca) e infine, elemento di grande importanza, la velocità di marcia della continua. La scelta dipende inoltre da altri fattori come la grammatura, il tipo di impasto, l'equipaggiamento di cilindri, deflettori, arc foils, casse aspiranti, ecc...

Le tele a maglia fine sono logicamente meno scolanti di quelle a maglie grosse. Per produrre carte leggere si useranno tele molto fini, per esempio n. 30-38 unito oppure 28-32 triplo crociato. Per le carte da giornale il numero 25 unito o il numero 25-22 triplo crociato. È molto importante conoscere il coefficiente di scolamento di una tela.

La durata della tela sulla macchina continua è un dato molto variabile, ma allo stesso tempo di grande importanza. Per resa si fa riferimento alla quantità in peso di carta prodotta per metro quadro di superficie della tela alla fine della sua vita in macchina.

Il tipo di maglia è molto importante qualora si desideri una carta che non presenti la marcatura della rete, cosa molto importante per esempio per le carte destinate alla stampa rotocalco. L'impronta però non dipende solo dalla tela, ma anche dagli altri elementi sottotela e dalla loro conduzione.

Nella scelta della tela si devono tener presenti anche:

- la resistenza all'usura,
- la tendenza a formare pieghe,
- la resistenza all'allungamento,
- la resistenza all'insudiciamento da parte delle fibrille, delle peci, delle cariche

È bene tener presente che la tela è delicatissima e qualsiasi danno o lesione anche lieve la rende inservibile. Il cambio della tela su una macchina continua è un'operazione delicata e comporta una lunga fermata. Le macchine moderne hanno la tavola piana estraibile, cioè tutta l'incastellatura di essa esce e può scorrere lateralmente, oppure esiste la possibilità definita "a cantilever" dove dopo aver inserito dei martinetti idraulici ed alzato l'incastellatura si tolgono dei "cassetti" di appoggio e dopo aver abbassato i martinetti tutti i cilindri, casse e foils rimangono sospesi trattenuti dal lato comando con dei tiranti in acciaio vincolati a pavimento.

Diversamente a ciò che avviene in una macchina tradizionale, la sospensione che si forma in cassa d'afflusso, nel nostro caso, viene drenata attraverso gli spazi aperti tra le due tele che si incontrano subito dopo il contatto con la rivestizione.

I parametri della tela più importanti che influiscono sulla qualità della carta sono la ritenzione iniziale, capacità di drenaggio, stabilità e sostegno del foglio che è dato dalla tipologia delle superfici della tela (marcatura).

Nella scelta della vestizione dovremo quindi tener presente questa qualità; allo stato attuale sono ancora in fase di studio tele a triplo strato da montare in tutte e due le posizioni, differenziandole per tipo di tramature, spessore dei fili in direzione macchina, per poter permettere un drenaggio il più omogeneo possibile fra le due facce del foglio.

Inizialmente le tele erano in bronzo, attualmente i fili che vengono utilizzati per realizzare le tele sono in poliestere, poliammide o poliacrilici.

Nelle tavole che seguono analizzeremo alcuni dei modelli di tessitura studiati per ottenere comportamenti ottimali in diverse situazioni.

Le tele possono essere suddivise in quattro famiglie: monostrato, doppio strato, doppio strato e mezzo, triplo strato.

#### TELE MONOSTRATO

Sono utilizzate per velocità medio basse, per carte con bassa percentuale di ceneri. Poichè hanno filati di dimensione media hanno più massa usurabile e quindi una buona durata.

#### TELE DOPPIO STRATO

Usate per grammature leggere, alte velocità con elevata capacità drenante.

In questo caso si avrà una minore marcatura, aumento di ritenzione, maggior stabilità della tela.

#### TELE DOPPIO STRATO E MEZZO

Sono tele in cui si sono realizzate le condizioni ottimali con lo studio analitico di numerosi fattori. Sono stati considerati e studiati:

- indice di supporto ai vari livelli;
- area aperta ai vari livelli;
- la dimensione dei fori;
- il fattore di allungamento;
- la quantità di spessore tela disponibile all'usura;

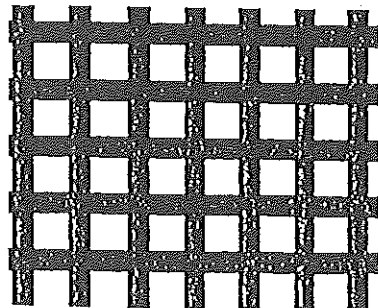
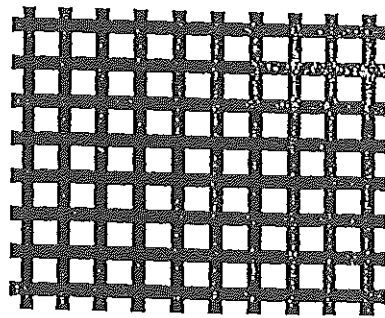
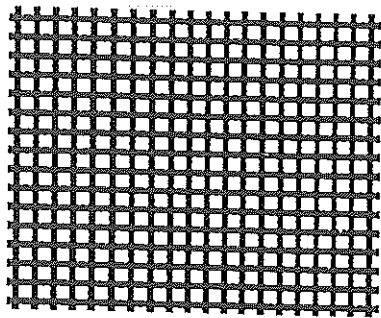
- la permeabilità;
- il volume di vuoto;
- la superficie umidificabile;
- l'indice di marcatura;
- il fattore di rendimento griglia
- la sezione longitudinale e trasversale;
- tipo di fori;
- simulazione della marcatura.

In questo modo è stato possibile approntare tele adatte alla produzione specifica di una data continua soddisfacendo alle esigenze del cartaio e ottenendo:

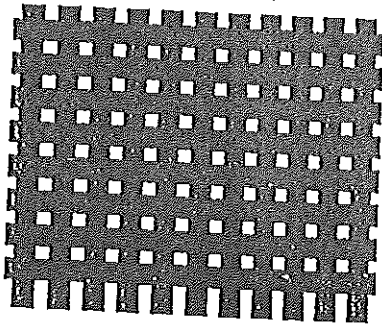
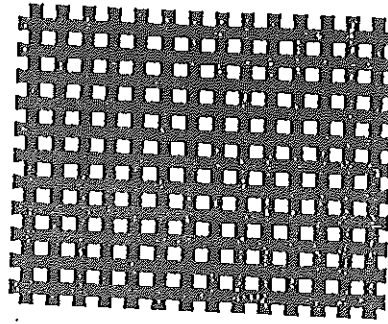
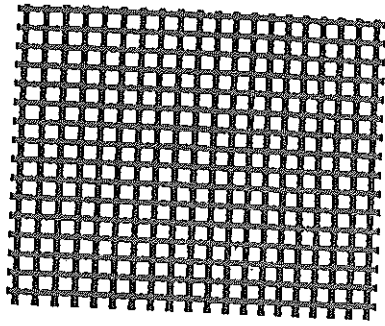
- a) una ottimizzazione del supporto fibra;
- b) un maggior diametro dei fili sul lato macchina;
- c) una struttura inferiore più aperta.

#### TELE TRIPLO STRATO

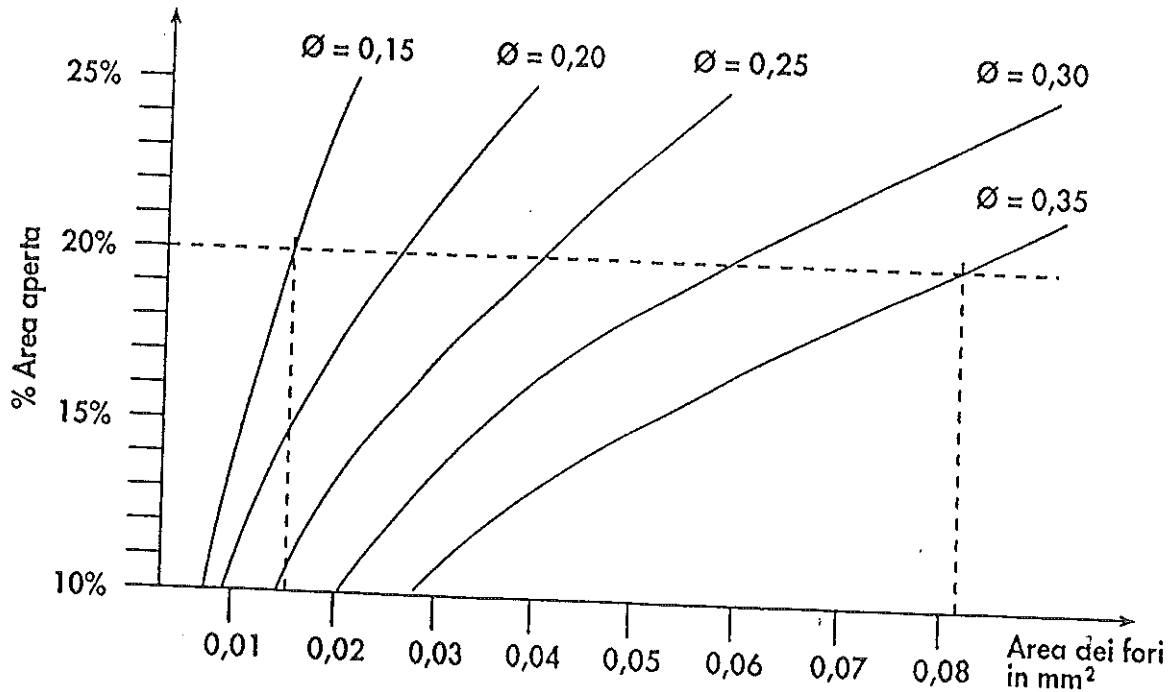
La tela a triplo strato è stata sviluppata per avere sulla superficie il maggior indice di supporto fibra con il maggior drenaggio e minor marcatura possibile. Sullo strato inferiore è stata prevista una struttura con filati di grande diametro per aumentare il drenaggio.



Trame ottenute con:  
 - diversi diametri di filo;  
 - uguale area aperta.



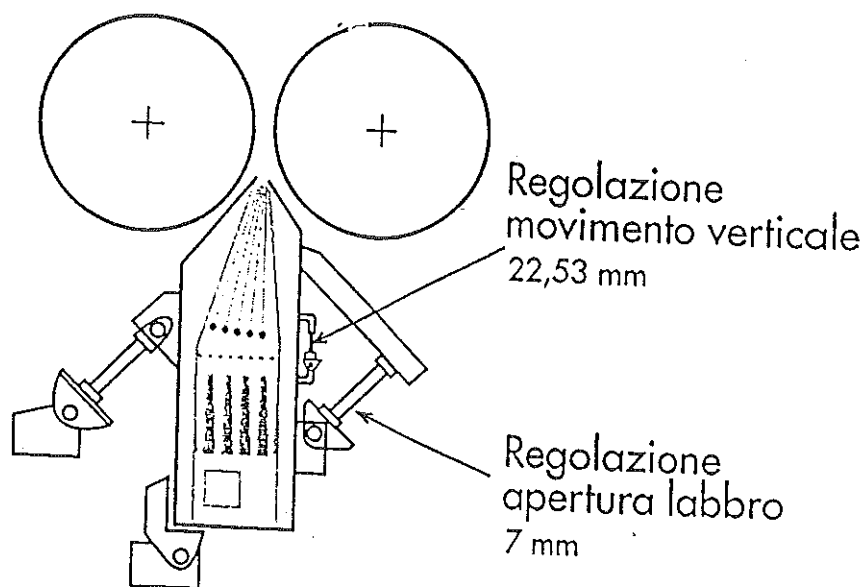
Trame ottenute con:  
 - diversi diametri di filo;  
 - uguale dimensione del foro;  
 - diversa area aperta.



effetto del diametro del filo sulla  
 grandezza dei fori e dell'area aperta

Velocità getto 1271 m/min  
Rapporto getto/tela 1,023  
Velocità tela 1243 m/min  
Velocità fan pump 985 giri/min  
Pressione cassa 2329 mBar

Portata fan pump 91480 litri/min  
Scarto Centriscreen 6550 litri/min  
Portata cassa 85000 litri/min  
Consistenza cassa 0,82



Quadro riassuntivo delle principali regolazioni che si possono effettuare  
in Cassa d'afflusso

## 6. CARATTERISTICHE FINALI DEL SUPPORTO

Le caratteristiche finali che il supporto da patinare deve possedere sono le seguenti:

- 1) Grammatatura, il più possibile omogenea senza cioè picchi che potrebbero disturbare la stampabilità.
- 2) Porosità Bendtsen con valori di ml/min. da 250 a non oltre 350.
- 3) Opacità del supporto circa 76%.
- 4) La percentuale di allungamento trasversale e longitudinale con valori orientativi di 2.50% e 1.30%.
- 5) Lunghezza rottura longitudinale almeno 8200 metri e una lunghezza di rottura trasversale 2500.
- 6) Resistenza alle lacerazione Elmendorf longitudinale 0,55 e trasversale 0,80.
- 7) Ceneri, che andranno ad influire sia sulla formazione che sulle caratteristiche meccaniche del foglio, da 4% a 6%.
- 8) Il liscio che può essere misurato in Bendtsen (ml/min.) con valori di 225 il Lato tela e 190 il Lato pressa.
- 9) Lo spessore che varierà a seconda della grammatatura da 55 a 60 micron.

## 7. CONCLUSIONI

Attingendo dalla letteratura tecnica rileviamo che una struttura del foglio con fibre a distribuzione perfettamente casuale (isotropa) non è la migliore e non è più desiderata. È meglio invece richiedere uniformità di orientamento e di consistenza da punto a punto perché una distribuzione casuale non è uniforme. Pensando poi al foglio come elemento sollecitato più secondo alcune direzioni, che altre, si deve esigere una determinata anisotropia strutturale nel piano: questa è intesa come la capacità che ha un foglio di carta di deformarsi in modo costante ed uguale da punto a punto, durante il processo di formazione fino all'essiccamento.

Le fibre assumono dimensioni fisiche differenti in funzione di contenuto di acqua, di umidità relativa, ecc.

Pertanto ci si deve preoccupare di rendere le conseguenti variazioni dimensionali del foglio uniformi e costanti. Ciò può essere fatto imponendo una distribuzione uniforme, planare e simmetrica rispetto al piano medio delle fibre.

In breve si può dire che deve essere raggiunto un compromesso fra una diffusione omogenea nel volume del foglio (opacità) e una dispersione localizzata negli strati esterni, oltre che una ottimale distribuzione di fibre è fini di un buon grado di liscio e una buona distribuzione delle cariche.

Riassumendo un foglio ideale può essere così definito:

- non isotropo, ma con una distribuzione anisotropa uniforme nel piano, voluta e controllata durante la produzione;
- simmetrico, con due facce uguali e lisce (monofacciale);
- con una opportuna distribuzione delle cariche;
- dimensionalmente stabile.

In conseguenza della definizione di foglio ideale il formatore ideale deve essere in grado di produrre tale tipo di foglio in modo voluto, controllabile e ripetibile con:

- massimo di produzione e quindi massima velocità di ottima formazione;
- minimo di mano d'opera impiegata, svincolata da empirismi tradizionali, ma semplicemente attenta al controllo dei fattori che determinano la produzione.

## BIBLIOGRAFIA

- FABBRICAZIONE DELLA CARTA E CARTONE (Ermanno Ghisolfi, Guerrando Poles e Giorgio Ceragioli) ATICELCA
- ENCICLOPEDIA DELLA STAMPA CARTA (Giorgio Botto-Micca Edoardo Grandis)
- DISPENSE LAMBERTI S.p.a.
- MANUALI STUDI INTERNI BURGO S.p.a.
- DISPENSE ALBANY S.p.a.
- Appunti dal corso di tecnologia per tecnici cartai
- DISPENSE GENERICHE BURGO S.p.a.