



Esame di fine corso

Cod. Progetto 4262/2/668/2015 - Cod. Intervento 4262/001/636/DEC/22
Titolo: Tecnico per la gestione di impianti di produzione della carta
Sede del corso: Verona - VR - 37138 - Via Don Giovanni Minzoni, 50

Tavola piana e formazione del foglio

di Ponzin Alessio



Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari

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

INDICE

1. PRESENTAZIONE DEL GRUPPO

2. LE PRIME MACCHINE CONTINUE A TAVOLA PIANA

3. LA TAVOLA PIANA

- 3.1 Cassa d'afflusso e forming board
- 3.2 La fase di formazione
- 3.3 Elementi drenanti (foils)
- 3.4 La turbolenza sulla tavola piana
- 3.5 Drenaggio – cassette aspiranti low vac
- 3.6 Drenaggio – cassette aspiranti high vac
- 3.7 Impianto del vuoto per le casse aspiranti
- 3.8 La tela di formazione
- 3.9 Il cilindro aspirante
- 3.10 Il cilindro pick-up

1. PRESENTAZIONE DEL GRUPPO

Cartiere gruppo SACI spa

- Cartiere SACI, situata in Verona, avvia la prima macchina continua per la produzione di carta da imballaggio partendo da materie prime riciclate nel 1959. All'epoca, il riciclo della carta sotto l'aspetto dell'ecologia e della salvaguardia dell'ambiente erano ancora concetti in via di sviluppo. Viene avviata la produzione con ottimi risultati, i quali permettono di installare la seconda macchina continua nel 1964.
- Nel 2014, il gruppo SACI acquisisce l'ex stabilimento Cartiere Cariolaro. Da qui nasce Pm3, stabilimento situato in Carmignano di Brenta nel quale presto servizio lavorativo dal 2021.

Pm3 ha una linea dove si produce carta da imballo 100% riciclata, con una produzione annua che si attesta attorno alle 45.000/48.000 tonnellate.

Il formato carta utile è di 2,5 m e il range di grammature prodotto varia dai 40 gr/m² ai 140 gr/m² a seconda delle richieste di mercato.

2. LE PRIME MACCHINE CONTINUE A TAVOLA PIANA

La macchina continua è stata inventata nel 1799 dal francese Louis Robert che cedette successivamente il brevetto agli inglesi Fourdrinier i quali realizzarono in Inghilterra la prima macchina continua estremamente semplice, ma progenitrice delle moderne e complesse macchine continue da carta. La macchina continua moderna è suddivisa in due parti ben distinte, la prima è la cosiddetta parte umida che comincia con la tavola piana e termina con l'ultima pressa umida; in questa zona l'impasto fibroso subisce l'eliminazione di gran parte dell'acqua, prima per sgocciolamento in seguito per aspirazione ed infine per pressione. La seconda parte, della quale non parlerò in questa relazione scritta, è la "seccheria" costituita da cilindri essiccatori riscaldati a vapore, il quale scopo è quello di favorire l'evaporazione dell'acqua residua nel foglio di carta.

Come già accennato precedentemente, le macchine continue hanno subito dei notevoli progressi col passare degli anni, basti pensare che le prime macchine avevano una velocità massima di circa 10 metri al minuto, mentre ai giorni d'oggi raggiungono e superano i 1800 metri al minuto. Anche per quel che riguarda il formato utile c'è stata un'evoluzione passando da 1 metro circa per quelle più antiche, a quelle di oltre 10 metri di alcune cartiere moderne. Le macchine continue moderne hanno sempre meno bisogno dell'intervento dell'uomo in quanto i computer possono gestire tranquillamente tutte le sue componenti.

Esistono infatti, delle aziende che forniscono dei supporti informatici in grado di gestire tramite un monitoraggio continuo tutte le fasi della produzione della carta.

3. LA TAVOLA PIANA

La carta è un materiale costituito prevalentemente da fibre di origine vegetale, che si forma mediante drenaggio di una sospensione fibrosa attraverso una tela. Si costituisce così un manto fibroso che viene successivamente pressato (zona presse umide) ed asciugato mediante essiccazione forzata. Nella tavola piana avviene la formazione del tappeto fibroso con tutte le caratteristiche che questa parte di macchina continua fornisce al supporto. Nella parte umida l'asciugamento del nastro di carta avviene inizialmente per semplice drenaggio, successivamente per drenaggio indotto (turbolenza data dai *Foils* oppure mediante vuoto indotto che può essere più o meno intenso a seconda della zona in cui sta transitando in quel momento il foglio di carta). Il getto che esce dalla cassa d'afflusso, contiene per il 99% acqua e per l'1% sostanze solide. Le parti solide della sospensione si devono disporre in un certo modo (creando legami tra di loro, detti "a ponte Idrogeno") tale da permettere la formazione di un foglio uniforme e conforme alle esigenze richieste dalla Fabbricazione e dal cliente. Le fibre si intersecano e si fissano tra di loro per mezzo del drenaggio, rendendo così stabile e non più modificabile il manto fibroso.

Accanto alla semplice separazione fra l'acqua e le sostanze solide della sospensione, il processo di filtrazione viene influenzato da elementi che servono a conferire al foglio le caratteristiche volute o richieste; la tavola piana di una macchina continua è perciò un'apparecchiatura di filtrazione in continuo, sulla quale avvengono quattro fasi importanti:

- **Miscelazione**
- **Formazione**
- **Transizione**
- **Consolidamento del tappeto fibroso.**

L'elemento di separazione è rappresentato dalla tela, sul cui lato inferiore sono montati i cosiddetti *Foils* (elementi che, grazie alla loro azione, favoriscono il drenaggio ed insieme alla tela influenzano la formazione del foglio e la distribuzione delle fibre).

Le forze Laminari sono applicate solo alla sospensione non ancora drenata e quindi ancora molto ricca di acqua e sono determinate dal differenziale di velocità del getto della Cassa d'afflusso in relazione alla velocità della tela (cosiddetto *rapporto Getto/Tela*).

L'obiettivo del processo di formazione è creare un foglio di carta in cui le fibre siano uniformemente distribuite, con una superficie liscia e omogenea; ciò si ottiene depositando una sospensione di fibre, cariche ed acqua ad una diluizione molto alta sulla tela di formazione. L'acqua rappresenta il 99,2 – 99,5% del totale.

L'impasto in sospensione deve essere depositato in modo uniforme e le fibre devono essere libere di muoversi l'una rispetto l'altra per poter formare uno strato di fibre intersecate tra loro. Sulle macchine continue con tela singola un lato del foglio si forma a stretto contatto con la tela, mentre l'altro si forma liberamente. Tutta l'acqua drenata nella parte umida viaggia in una sola direzione, dal lato libero verso il lato tela; questo fa sì che si crei una distribuzione differenziata di fibre, fini e cariche attraverso lo spessore del foglio e quindi si avrà un foglio di carta con le due facce dissimili. Questo fenomeno è chiamato “*doppio viso*”, ed in cartiera si fa distinzione tra lato tela o lato feltro del foglio. Appena le fibre sono depositate sulla tela e si distribuiscono, iniziano ad agire come elemento filtrante. Molte fibre sono più piccole dei fori di drenaggio della tela e nella fase iniziale molte di esse riescono a passare attraverso la tela insieme all'acqua: si ha così, in questa fase, una ritenzione molto bassa. Successivamente le fibre depositate formano il manto fibroso che riduce la dimensione dei fori di drenaggio e aumenta pertanto la ritenzione, trattenendo le fibre più corte e i fini. Le particelle delle cariche e dei coloranti, sono più piccoli di quelle delle fibre e sono ritenute solo dopo che il manto si è formato, quindi si troveranno in proporzione maggiore nella parte superiore del foglio (nelle macchine continue con zona di formazione a doppia tela questo fenomeno è molto ridotto).

3.1 CASSA D'AFFLUSSO E FORMING BOARD

La cassa d'afflusso ha il compito di distribuire uniformemente su tutta la larghezza della macchina la sospensione fibrosa in modo che in ciascun punto della tela scorra sempre la stessa quantità d'impasto. Deve inoltre provvedere che il getto si depositi nel punto giusto e con l'angolazione più appropriata per consentire la migliore formazione del foglio e il miglior drenaggio possibile.

La geometria del getto della cassa d'afflusso va regolata secondo standard ben definiti.

A regola, l'80/90% del getto dovrebbe atterrare sulla lama di formazione, il restante 10/20% dovrebbe essere “raschiato” dalla lama stessa.

Il forming board assolve alle seguenti funzioni:

- **Supporta la tela** nel punto in cui il getto vi atterra;
- **Regola il drenaggio**, evitando che lo stesso sia rapido nei primi centimetri della tavola causando il congelamento del foglio;
- **Permette un drenaggio controllato** dando inizio alla formazione del manto fibroso;
- **Cambia l'angolo d'impatto del getto** dirigendolo nella direzione orizzontale, in tale modo rende più gradevole la deposizione delle fibre sulla tela.

Il *Forming board* è costruito da listelli di materiale sintetico, ceramica o altri materiali resistenti alla continua abrasione esercitata dalla tela. Deve avere la possibilità di essere regolato in maniera orizzontale (avanzamento), verticale (pressione esercitata sulla tela stessa) ed angolarmente (inclinazione) per poter essere sistemato nella posizione più corretta. Deve essere stabile e in piano, non deve flettere e, soprattutto, vibrare. La parte superiore è costituita da una lama di formazione larga circa 200 mm, seguita da una serie di lame più piccole ed equidistanti.

3.2 LA FASE DI FORMAZIONE

Gli scopi della sezione che va dal Forming board alla zona in cui il foglio è completamente formato sono:

- **Mantenere o generare un'adeguata turbolenza** per avere una buona formazione e uniformare eventuali disomogeneità proveniente dalla cassa;
- **Rimuovere l'acqua** in modo controllato;
- **Ottenere una buona ritenzione complessiva**

Se il controllo del drenaggio è troppo alto o troppo basso, si possono avere inconvenienti quali:

- **Cattiva formazione**
- **Eccessivo doppio viso**
- **Eccessiva flocculazione**
- **Congelamento del foglio**

Se la turbolenza è inadeguata, la formazione del foglio risulterà non ottimale.

La fase di formazione è la più critica per quanto riguarda le caratteristiche finali del foglio in quanto è alla base di tutte le caratteristiche che si vogliono conferire alla carta da produrre.

La *Tavola piana* influenza fortemente le seguenti caratteristiche:

- **Formazione**
- **Struttura superficiale del foglio di carta finito**
- **Resistenza alla Lacerazione**
- **Resistenza alla Delaminazione**
- **Lunghezza di rottura (MD e CD)**

3.3 ELEMENTI DRENANTI (FOILS)

La quantità di lame, la loro spaziatura e il loro angolo sono determinanti ai fini del drenaggio e dalla turbolenza.

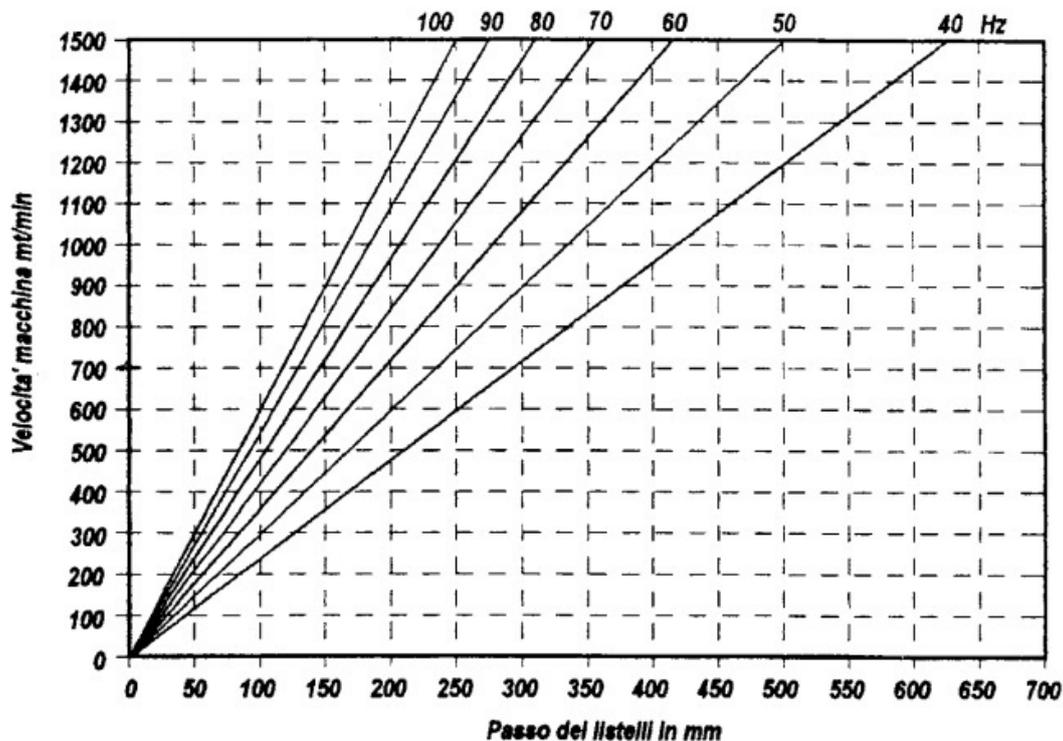
Fino al momento in cui il foglio non è formato (quando le fibre hanno ancora la possibilità di muoversi e flocculare) la turbolenza è un fattore molto importante. Fin quando l'impasto è in movimento il drenaggio avviene per gravità. Per ottenere un buon drenaggio per gravità è necessaria un'adeguata turbolenza sulla tavola, la quale è generata dall'impatto della tela con le lame delle unità drenanti. Da notare che per ottenere una buona turbolenza bisogna lavorare con una frequenza compresa tra 50 e 100 Hz, in base al numero di foils presenti sulla tavola piana. Tale frequenza viene adeguata al tipo di carta prodotta e può essere variata semplicemente aumentando o diminuendo il numero dei foils o variando la loro inclinazione. La frequenza in un tratto della tavola piana è calcolata dal rapporto tra la velocità e il passo interlama esistente in quel tratto e possiamo definirla o controllarla tramite il grafico sottostante dove è mostrata la funzione $F = V/S$ dove:

F = frequenza (Hz)

V = velocità (m/min)

S = spazio interlama (mm)

DIAGRAMMA DELLA TURBOLENZA



3.4 LA TURBOLENZA SULLA TAVOLA PIANA

Sulla tavola piana si verificano delle microturbolenze, che ad occhio nudo non si riescono a notare. L'impasto pur visivamente fermo, è in continuo movimento, difatti per mezzo di una lampada stroboscopica possiamo vedere molto bene tale fenomeno. L'impasto però, su tutta la tavola piana si comporta in maniera differente: le microturbolenze che si riscontrano sono di diverse tipologie, su tutta la lunghezza della tavola.

Avere una buona turbolenza sulla tela, significa ottenere una migliore formazione del foglio. Bisogna stare attenti a non incorrere in una turbolenza eccessiva poiché potrebbe solo peggiorare quello che è la formazione visto che la goccia che ricade sull' impasto tende a formare un foro ed un conseguente spostamento delle fibre e rottura dei legami precedentemente creati interfibra mediante le prime fasi della formazione.

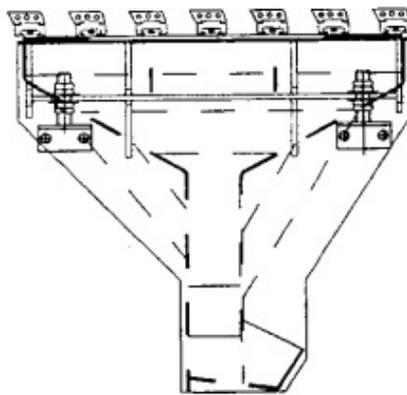
È particolarmente importante rendersi conto quindi di quello che realmente accade in tavola piana, ai fini di ottimizzare quello che quest'ultima offre e contribuisce alla realizzazione del prodotto finito.

Sicuramente un'elevata qualità della gestione "formazione e drenaggio" in tavola piana, può rendere solo migliori quello che sono i processi lavorativi successivi.

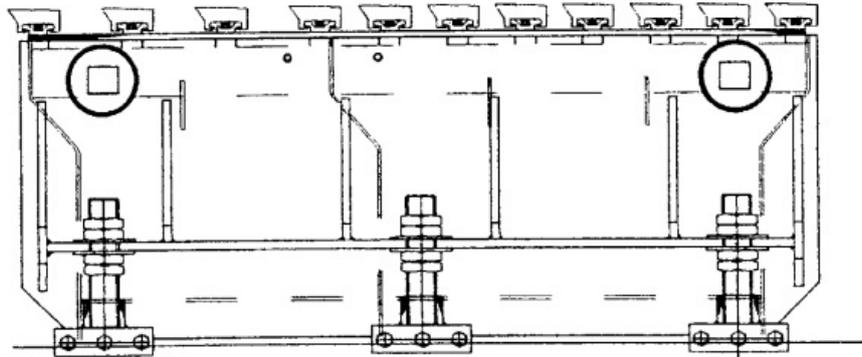
3.5 DRENAGGIO – CASSETTE ASPIRANTI LOW VAC

Una volta che il primo strato di fibre si è formato può iniziare il processo di consolidamento. La rimozione dell'acqua viene incrementata progressivamente aumentando l'angolazione delle lame e riducendo lo spazio interlama, introducendo i Vacufoil, Hydrofoil con basso vuoto applicato. Creati per favorire la transizione graduale del foglio dall'area di formazione a quella ad alto vuoto differenziato dalla casse aspiranti. In questa zona vengono impiegati anche Twinvac, Vacufoil con due zone di vuoto differenziato, e gli Enervac con due zone di vuoto differenziato e diversa distanza tra le lame. In genere i foils sono in grado di rimuovere acqua fino ad una consistenza del foglio compresa tra il 2 e 3%. I Foils a basso vuoto indotto possono restituire un secco in uscita di circa il 5%, mentre i Foils ad alto vuoto indotto portano il secco intorno al 9%. È evidente che questi valori sono puramente indicativi; essi variano con i tipi d'impasto, grammature e intensità dei vuoti applicati.

Fondamentale, è l'importanza vista precedentemente della spaziatura tra le lame, in relazione alle condizioni di marcia della macchina continua.



Dettaglio di una cassetta drenante Hydrofoil



Dettaglio di una cassetta drenante Enervac

Nelle due figure soprastanti, si possono osservare nel dettaglio le differenze sia geometriche che strutturali tra un Hydrofoil a basso vuoto ed un sistema Enervac ad alto vuoto indotto.

Altro dettaglio da notare nello schema del sistema Enervac, sono due differenti stadi di vuoto applicato, distinti anche da un differente passo interlama dalla prima alla seconda fase.

I fattori che influenzano il drenaggio delle lame sono:

- **Angolo della lama:** indica come il drenaggio di una lama raggiunge la massima resa per poi diminuire con il crescere dell'angolo della lama.
- **Larghezza della lama:** la lama, nella sua larghezza, è composta da due parti: la parte piana, che agisce solo come tenuta del vuoto ed è larga circa 15mm e la parte divergente del nip.
NB: Quando la larghezza del nip aumenta, si riduce l'angolo richiesto per ottenere il massimo drenaggio.
- **La velocità della macchina:** Essa influenza il drenaggio; infatti più è alta la velocità e più alto può essere l'angolo della lama per ottenere il drenaggio massimo.

ESEMPIO: una lama larga 100 mm ad 1° avrà la stessa capacità drenante di una lama larga 5 mm a 2° o 25mm a 40°.

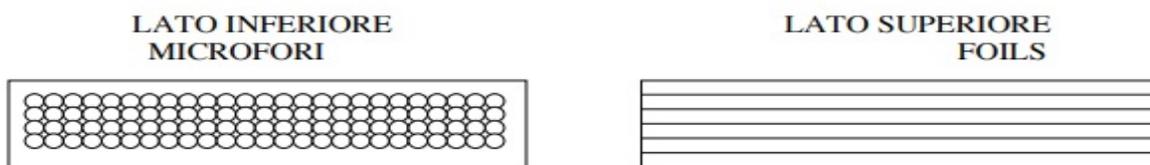
La ritenzione è più alta con una lama più larga a parità di drenaggio, ma con una lama più larga si ha anche un aumento della potenza assorbita in quanto la tela tende a seguire il nip divergente per effetto del vuoto. La differenza tra lame larghe e strette in termini di turbolenza risulta essere approssimativamente equivalente, a parità di drenaggio ottenuto.

La scelta della larghezza delle lame è in funzione della flessibilità di controllo e non del drenaggio, della ritenzione o della turbolenza. Ad una maggiore scelta di angoli corrisponde una maggiore flessibilità di controllo del drenaggio, turbolenza e salto di impasto.

3.6 DRENAGGIO – CASSETTE ASPIRANTI HIGH VAC

Le casse aspiranti ad alto vuoto si differenziano da quelle a basso vuoto sia per la forma dei foils, ma soprattutto per la forza di aspirazione. Come si può notare dalla figura sottostante, il cassetto aspirante nella zona sottostante i foils, è caratterizzato da dei microfori. Questa particolare geometria di cassetto aspirante è stata costruita in modo tale da non creare una deformazione della tela, oltre a prestare attenzione a non marcare la carta durante il processo produttivo.

Nella parte superiore a questi microfori, sono montati tanti piccoli foils molto vicini tra loro, rispettando sempre la regola del posizionamento descritta nelle pagine precedenti. Generalmente i vuoti che si vanno a creare in questi cassette aspiranti si aggirano tra i 5 ed i 60 (kPa). Solitamente queste tipologie di casse aspiranti sono presenti nel momento in cui è sempre più difficile drenare l'acqua dalla carta, quindi tali casse vengono inserite subito dopo il ballerino e proseguono fino al cilindro aspirante, ultimo elemento della tavola piana. Infatti, grazie alla reidratazione che il ballerino compie nel suo lavoro si riesce a drenare nuovamente dell'acqua, con il conseguente aumento di secco.



In questa zona della parte umida si cerca di ottenere con tutte le grammature, un secco che frequentemente si aggira attorno al 17-18%, per così ottenere un ultimo drenaggio da parte del cilindro aspirante, in modo tale da far risultare un secco in uscita dalla tavola piana di circa il 20%.

3.7 IMPIANTO DEL VUOTO PER LE CASSE ASPIRANTI

In corrispondenza della parte inferiore di ogni cassa aspirante vi è uno scarico collegato con il tubo aspirante che può essere di semplice caduta (Hydrofoils) oppure collegato con una pompa aspirante. A sua volta ogni cassa è dotata di un rubinetto di regolazione in modo da poter affinare singolarmente l'aspirazione di ognuna. Solitamente le prime tre o quattro casse asportano solamente acqua, mentre le successive aspirano anche quantità più o meno considerevoli di aria e ciò dipende dal grado di permeabilità della carta che si sta producendo. Una delle ragioni di rapido consumo delle tele di formazione è dovuto all'attrito fra la tela stessa e le casse aspiranti, dalla depressione esistente che tende a comprimere la tela sulle lame drenanti. Al fine di ridurre tale inconveniente si adotta l'accorgimento di predisporre una serie di casse aspiranti che si succedono senza soluzione di continuità. In questo modo si può ridurre l'aspirazione delle casse con notevoli benefici che favoriscono la longevità della tela.

Il vuoto nelle casse aspiranti si può ottenere anche con un tubo in caduta, ma spesso non si riesce a raggiungere un'intensità di vuoto sufficiente alla domanda odierna. Quindi si ricorre, generalmente, all'uso di pompe ad anello liquido per incrementare l'intensità del vuoto applicato. I tubi provenienti dalle singole casse aspiranti vengono collegati ad un separatore e successivamente confluiscono in un tubo di grande diametro per lo scarico delle acque drenate. Importante precisare che ogni tipo di carta necessiterà di un ben determinato setup tra inclinazione dei Foils e intensità del vuoto indotto in grado di ottenere la maggior eliminazione di acqua possibile garantendo la formazione richiesta ed un buon livello di ritenzione. Il guadagno che si ha in termini di secco con una adeguato setting delle casse aspiranti è nell'ordine del 10%.

3.8 LA TELA DI FORMAZIONE

In poche anni ci sono stati grandi passi in avanti nell'evoluzione delle tele di formazione. Siamo passati, in breve tempo, dalle vecchie tele metalliche (molto delicate e dalla durata limitata) a tele in materiale sintetico (molto robuste e leggere) che possono resistere anche svariati mesi, se condotte in modo regolare e curandone regolarmente la pulizia. Molto è migliorato dal punto di vista della ritenzione e del drenaggio in generale. Quindi, i vantaggi di adottare tele in materiale

sintetico non è stato puramente economico quanto piuttosto qualitativo; la carta prodotta con questo tipo di tela sintetica ha caratteristiche di aspetto e meccaniche sicuramente superiori.

La tela di formazione metallica presente sulle prime macchine continue era costituita da un tessuto di fili di ottone o di fili di bronzo fosforoso. I fili di ordito, come accade per le tele moderne, erano disposti in direzione di macchina mentre i fili di trama erano disposti in direzione trasversale. Il numero dei fili di ordito e di trama, per una certa unità di larghezza, rappresentavano il cosiddetto numero della tela metallica. Per esprimere tale numero si usava come unità di larghezza il pollice oppure il più comune centimetro. Per stabilire il numero della tela era necessario contare uno per uno i vari fili che si trovavano nell'ordito e nella trama. Il diametro dei fili, a seconda del tipo di carta che si voleva produrre, variava nell'ordine dei 0,15 e 0,6 mm. Come avviene ancora attualmente le tele venivano tessute con dei telai tessili, successivamente giuntate a mano facendo sì che l'unione risultante non fosse minimamente avvertibile. Una piccola imperfezione avrebbe comportato problemi di marcatura sulla carta.

Moderne tele di formazione in materiale sintetico

Con l'introduzione delle materie plastiche, le tele di formazione metalliche andarono in disuso. I costi più contenuti e la notevole resistenza che esse presentavano, nonché le più alte caratteristiche meccaniche conferite alla carta stessa spinsero le aziende cartarie ad adottare le tele in materiale interamente sintetico. Le prime esperienze dimostrarono in breve tempo che le tele fabbricate in materiale sintetico avevano una vita produttiva molto più lunga rispetto a quelle realizzate in materiale metallico ed inoltre il trasporto del tappeto fibroso ancora molto umido avveniva in modo più uniforme, la disidratazione era più regolare e la formazione della carta ne traeva un grande giovamento. Già le prime tele in materiale sintetico avevano una vita tre volte superiore rispetto a quelle metalliche e, poiché il materiale di cui erano composte era praticamente insensibile alle piegature, non si verificavano sfilacciamenti anormali sulla sua superficie, neppure dopo molti giorni di utilizzo.

Da notare però che le materie plastiche impiegate sono sensibili al calore e occorre pulire le tele con getti d'acqua a temperatura non superiore ai 100° C. Da notare invece che sono molto resistenti agli agenti chimici, quindi per la loro pulizia si possono impiegare acidi meno diluiti di quelli necessari alla pulizia delle tele metalliche, con risultati migliori e tempi ridotti.

Tipologie di tela di formazione

- **Tele monostrato**

Sono tele dal disegno semplice che vengono utilizzate per macchine con velocità medio basse, per carte con basse percentuali di ceneri.

Sono composte principalmente da filati di media grandezza, hanno una massa maggiore e una notevole resistenza all'usura, quindi una buona durata.

- **Tele doppio strato**

Sono tele usate per grammature leggere, alte velocità con un'elevata capacità drenante, ed una buona ritenzione nei confronti delle cariche minerali.

In questo caso si avrà una minore marcatura del nastro fibroso, aumento della ritenzione dovuta ai minori spazi di fuga tra le maglie, e una maggior stabilità dimensionale della tela in quanto più robusta della precedente

- **Tele triplo strato**

La tela a triplo strato è stata sviluppata con il preciso scopo di 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 elevato diametro per aumentare il drenaggio e ridurre ulteriormente l'usura.

L'evoluzione e il perfezionamento delle tele di formazione ha permesso anche la nascita di tele *a doppio strato e mezzo* e tele *a triplo strato e mezzo*, le quali aumentano ulteriormente le loro caratteristiche grazie ad una resistenza trasversale superiore e ad una capacità drenante maggiore nei substrati inferiori.

3.9 IL CILINDRO ASPIRANTE

Nel 1908 W.H. Millspaugh ha realizzato per primo dei prototipi di cilindri aspiranti che nel corso degli anni erano destinati a sostituire i cilindri tradizionali per i molteplici vantaggi apportati. L'applicazione del cilindro aspirante della tela è stata la premessa per giungere alle elevate velocità che oggi hanno le macchine continue da carta. In particolare si è notato come con l'applicazione di tale cilindro fosse possibile aumentare considerevolmente la velocità di produzione della macchina e conseguire lo stesso grado di secco che otteneva in precedenza a velocità molto inferiori.

Volendo quantificare questo risultato possiamo affermare che l'adozione del cilindro aspirante nella parte umida ha permesso di incrementare mediamente di un terzo, e in alcuni casi del doppio, la velocità della macchina continua. Il cilindro realizzato da Millspaugh, presentava le seguenti caratteristiche costruttive:

- Esso era costituito da un cilindro di bronzo di cui diametro era di circa 100 cm. In questo mantello di bronzo vi erano dei fori circolari svasati; tali fori erano disposti in file alternate in modo che la tela e l'impasto non passassero mai in zone prive di fori.
- All'interno di questo cilindro di bronzo è presente una cassa aspirante ad inclinazione variabile. La posizione della cassa aspirante, larga circa 250 mm, può essere scelta a piacere, in modo tale da variare la zona di vuoto sul cilindro aspirante in base alla necessità. Essa è collegata ad una pompa che provvede a creare il vuoto.
- Mediante strisce di gomma alle estremità, si crea un contatto tra la cassa aspirante ed il mantello forato in modo da assicurare la corretta tenuta per garantire la costanza al vuoto indotto.

Il cilindro aspirante, rispetto ai classici cilindri precedentemente utilizzate, ha reso possibile incrementare il secco in ingresso alla sezione presse di circa un 2/3%.

Un cilindro aspirante gestito male può causare marcatura del nastro di carta (*Shadow Marking*). Il tappeto fibroso staccato dalla tela in questa zona, subito a valle del settore aspirante, e prosegue il suo cammino verso la zona presse anche se ancora fragile dato l'alto tasso di umidità. Il grado di secco al momento del distacco dalla tela per mezzo del *Cilindro Pick-Up* si aggira tra il 13% e il 18%.

3.10 IL CILINDRO PICK-UP

Il cilindro Pick-Up é un cilindro aspirante, sempre con cassetta ad angolatura variabile, che ha la funzione di staccare (PickUp dal termine inglese "sollevare") il foglio delicatamente dalla tela di formazione ed accompagnarlo in ingresso al primo feltro della sezione "presse umide".

Anche qui, le regolazioni devono essere fatte secondo un certo criterio e l'angolo di abbraccio della cassetta aspirante deve essere ben preciso in modo tale da non stirare le fibre (inclinazione troppo aggressiva) rischiando rotture importanti ma nemmeno troppo delicato, in quanto si incorrerebbe in rotture per la non riuscita della transizione della carta dalla tela al feltro.