

INDICE

Introduzione

1. Campi d'impiego della carta in risme

- 1.1 Stampa «a impatto» e «a non impatto»
- 1.2 Stampanti laser
- 1.3 Le copiatrici digitali
- 1.4 Stampanti a getto d'inchiostro

2. Definizione degli aspetti cartari di maggior rilievo

- 2.1 L'orientamento della fibra
- 2.2 Imbarcamento del foglio
- 2.3 Doppio viso
- 2.4 Planarità
- 2.5 Variazioni dimensionali
- 2.6 Rigidità
- 2.7 Carica elettrostatica
- 2.8 Tendenza allo spolvero
- 2.9 Abrasività
- 2.10 Liscio
- 2.11 Collatura
- 2.12 Caratteristiche di risalto d'immagine

3. Soluzioni tecniche adottate per la produzione

- 3.1 La preparazione dell'impasto
- 3.2 La cassa d'afflusso a diluizione
- 3.3 Il telino formatore
- 3.5 La pressa offset
- 3.6 Aspetti relativi alla seccheria
- 3.7 La film press

4. Bibliografia

INTRODUZIONE

Ho scelto di sviluppare come argomento il seguente perché si tratta di un momento tutt'altro che secondario per quanto concerne ai supporti cartacei per la stampa digitale, essendo questa ultima entrata a far parte a tutti gli effetti del mondo della grafica, offrendo ottimi livelli di qualità ed elevate velocità di produzione.

Attualmente queste modalità di stampa sono in via di sviluppo e richiedono caratteristiche cartarie del supporto sempre più performanti, in quanto, in molti casi è il maggior responsabile del fattore qualità. Per di più le continue per la fabbricazione lavorano a velocità sempre più elevate, i tempi di produzione diventano sempre più ristretti, il mercato porta ad una corsa concorrenziale sempre più accentuata.

Va da se quindi, che lavorare in una realtà di questo genere richieda conoscenze tecniche e capacità operative sempre maggiori agli operatori, che devono essere in grado di risolvere rapidamente i problemi inerenti il processo.

Con questa semplice tesi voglio fare un excursus su come funzionano i sistemi di stampa che sfruttano risme, quindi sulle principali caratteristiche cartarie del supporto e sulle modalità produttive che le soddisfano, in maniera da rendere chiaro il significato di alcune soluzioni tecniche inserite nel processo.



1. CAMPI D'IMPIEGO DELLA CARTA IN RISME

La risma è l'unità di misura per la carta impaccata; essa è composta da 500 fogli, ma, poiché normalmente non deve superare i 21kg, nel caso di carte con grammatura elevata o grande formato si ricorre alla confezione in pacchi, cioè in sottomultipli della risma. A seconda dei casi i pacchi possono essere da 250, 125, o 100 fogli.

La carta per rismette, la cui grammatura varia dai 60 ai 240gr/m² di massima, trova impiego nel campo della stampa digitale, laser, LED (xerografia) o Ink-Jet.

Il principio che sta alla base della xerografia è il Sistema Elettrofotografico. È da tale sistema che hanno preso vita tutte le varie tecnologie di stampa in questo campo, delle quali non verrà data ampia trattazione in quanto esulano dalle finalità di questo testo. Il processo si diversifica a seconda del tipo di sistema di esposizione che utilizza; infatti si trovano macchine che applicano il Sistema Elettrofotografico a LED e altre che sfruttano il Sistema Elettrofotografico a Laser. I due principi, molto simili nel loro funzionamento, sono stati introdotti per poter rispondere ad esigenze qualitative e produttive diverse.

La tecnologia a getto d'inchiostro o Ink-Jet si basa invece sull'espulsione di minuscole gocce d'inchiostro liquido da appositi ugelli della testina; queste gocce arrivano sulla superficie della carta e per capillarità vengono assorbite sul foglio.

1.1 STAMPA «A IMPATTO» E «A NON IMPATTO»

La stampa a impatto è la tecnologia più vecchia e sfrutta l'energia meccanica attraverso una battuta che permette il trasferimento dell'inchiostro da nastro alla carta. Il metodo di stampa può essere seriale (viene impresso su carta un carattere per volta) o parallelo (una riga di caratteri).

La testina di stampa può essere costituita da elementi che riportano in rilievo i singoli caratteri da stampare e che permettono di comporre l'intero carattere con una singola battuta (è il caso del martelletto, della margherita o della pallina), o da una matrice di aghi che permette di comporre (a punti) l'intero carattere da stampare.

Nel primo caso la qualità di stampa inferiore va a vantaggio della velocità e della possibilità di grafica. La qualità del carattere o della grafica è funzione del numero di aghi. Nelle impact una notevole importanza per una buona qualità di stampa è assunta dal tipo di inchiostro con cui viene impregnato il tessuto di cui il nastro è costruito.

Alle tecnologie di stampa non ad impatto va sicuramente il merito dato del nuovo impulso al mercato printer degli ultimi anni. Le stampanti basate su questa tecnologia hanno conquistato il mercato grazie all'affermarsi ed al perfezionarsi di un mix di tecnologie di stampa che vanno dalla meccanica, alla chimica, all'ottica.

Le tecnologie di stampa non impact si suddividono, in funzione delle modalità con cui viene impresso su carta il testo/grafico desiderato, in: getto di inchiostro, laser, LED, sublimazione. Assume rilevante importanza, per la stampa e la qualità della stessa, il tipo di supporto utilizzato.

1.2 STAMPANTI LASER

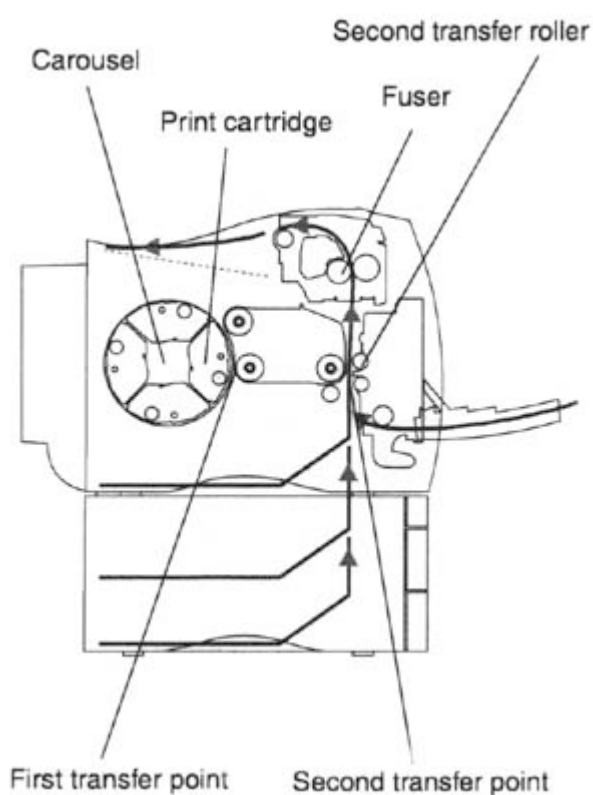
Il principio di funzionamento delle stampanti Laser è abbastanza semplice da illustrare anche se queste periferiche sono un concentrato di alta tecnologia e complessità costruttiva; all'interno della stampante troviamo una sorgente laser che genera un fascio di luce concentrato ed una lente prismatica, cioè una sorta di specchio rotante, in grado di indirizzarlo nei punti desiderati; questo fascio colpisce puntualmente e con grande precisione un rullo di stampa ricoperto da uno strato di materiale fotosensibile, cioè in grado di caricarsi elettricamente se eccitato da un fascio di luce. Lo specchio viene movimentato sulla base dei segnali che arrivano dal nostro PC, in modo tale da "disegnare", per linee orizzontali, l'immagine sul rullo fotosensibile rotante; è un procedimento analogo a quello che governa le stampanti ad impatto ed InkJet, cioè la formazione della pagina avviene per linee orizzontali. Il rullo elettricamente caricato entrando in contatto con una finissima polvere denominata Toner, costituita da piccole particelle di carbone e di resina, attira su di sé queste particelle nelle zone caricate elettricamente per poi depositarle, per contatto, sul foglio di carta. Con un successivo processo termico si fissa il Toner al foglio; in pratica il foglio viene fatto passare tra due rulli riscaldati ad alta temperatura in modo tale che il calore fonda temporaneamente la resina contenuta nel Toner fissandolo sul foglio e dando origine a stampe con un nero molto marcato e duraturo nel tempo. Tutto il processo di stampa viene gestito da un apposito processore, in genere di tipo RISC, presente sul circuito integrato della stampante.

Nelle periferiche di tipo LED al pari delle stampanti laser, la stampa avviene attraverso del Toner fissato con il calore su di un foglio di carta; i due processi, però, differiscono per le modalità con le quali l'immagine viene formata sul tamburo di stampa. Con le laser, come detto poc'anzi, un raggio di luce emesso da una apposita sorgente forma l'immagine sul rullo di stampa movimentandosi in direzione orizzontale, grazie ad uno specchio mobile comandato dalla stessa periferica, mentre nelle stampanti a LED abbiamo una barra fissa con delle piccolissime lampade denominate "LED" (light emitting diode) che si accendono e



spengono caricando elettricamente il rullo di stampa; l'accensione o meno del LED dipende dall'immagine che stiamo formando sul foglio e quindi dal fatto che il corrispondente punto sul rullo di stampa debba essere o meno caricato elettricamente, per poi attrarre il Toner da depositare sul foglio; sul disegno sopra si vede proprio la sorgente luminosa fissa ed i piccoli raggi di luce che colpiscono il rullo di stampa dovuti all'accensione degli stessi LED.

A differenza delle unità monocromatiche in quelle a colori il procedimento di stampa, o meglio di formazione della pagina nel processo di stampa, è leggermente differente; la stampante è caratterizzata dalla presenza di un supporto rotante nel quale vengono alloggiati 4 unità di stampa, cioè dispositivi che contengono sia le particelle di Toner che il relativo rullo fotosensibile (unità cartridge).



L'immagine si crea con la combinazione di particelle di Toner nei 4 colori base nero, magenta, ciano e giallo. Per consentire la formazione dell'immagine si utilizza un cosiddetto "nastro di trasferimento", visibile nella foto a lato tra il "first" e il "second transfer point".

Un raggio laser, oppure LED a seconda della tecnologia adottata, viene opportunamente indirizzato sui rulli fotosensibili interni alle 4 unità cartridge presenti (Print cartridge), una per ogni colore, e li carica elettricamente. In questo modo le piccole particelle di Toner contenute nelle unità cartridge verranno attratte in queste zone elettricamente cariche depositandosi sui rulli. Questi 4 rulli, con la rotazione del supporto che li ospita (Carousel), entrano in contatto con il "nastro

di trasferimento" nella "prima zona di trasferimento (First transfert point); questo nastro essendo caricato negativamente attira su di se le particelle di Toner. Il nastro di trasferimento ruotando arriva nella zona frontale della stampante dove incontra un rullo cosiddetto "rullo di trasferimento" (Second transfert roller), nella "seconda zona di trasferimento" (Second transfert point); questo rullo essendo caricato negativamente attira le particelle di Toner creando su di se l'immagine da stampare; il passaggio successivo del foglio di carta consente al rullo di depositare il Toner sul foglio stesso; il foglio verrà poi inviato all'unità di fusione (Fuser) dove il Toner opportunamente riscaldato e schiacciato sul foglio andrà ad aderire a quest'ultimo terminando il processo di stampa.

Le copiatrici digitali

La tecnologia illustrata per quanto concerne al funzionamento delle stampanti laser richiama quella utilizzata nelle fotocopiatrici; le sostanziali differenze si devono individuare



sia nelle sorgenti luminose adottate nel processo di formazione dell'immagine, costituita da una lampada in grado di generare un fascio di luce ad elevata luminosità per le fotocopiatrici e da una sorgente laser per le stampanti, sia per il fatto che l'immagine nelle fotocopiatrici viene acquisita per via ottica (come negli scanner) da un documento già esistente, mentre nelle stampanti è creata dal software in uso nel PC e dall'elettronica presente sulla stampante.

In pratica le fotocopiatrici una volta rilevata l'immagine con un sistema di scansione (tipo scanner) procedono alla stampa del supporto con le metodologie sopra descritte.

Da qualche anno i produttori di copiatrici digitali forniscono sul mercato macchine in grado di eseguire il lavoro di finitura in line o Finishing del prodotto stampato, ovvero di eseguire oltre alla stampa, operazioni quali cucitura, dorsi collati, piegatura e taglio.

1.3 STAMPANTI A GETTO D'INCHIOSTRO

Si tratta di un tipo di stampanti che ha recentemente avuto notevoli miglioramenti, con una riduzione sensibile delle dimensioni, del prezzo e con una maggiore qualità nella stampa. Ha reso inoltre economica e molto fedele la stampa a colori.



La testina passa sul foglio di carta schizzando un sottile getto di inchiostro da una fila di ugelli. Dove il getto colpisce si forma un punto, e l'insieme dei punti forma il carattere. Anche qui si tratta di una "matrice di punti" come nelle stampanti ad impatto, ma trattandosi di gocce d'inchiostro invece che di aghi di acciaio, è possibile farne molto vicini ed anche parzialmente sovrapposti.

Migliorando la tecnologia, le gocce d'inchiostro sono diventate sempre più piccole e precise. Ne risultano caratteri formati da piccolissimi punti, quasi invisibili ad occhio nudo, e quindi una stampa particolarmente nitida. La risoluzione ottenuta anche dai modelli più economici è di 360 punti per pollice (dpi), per arrivare a 1440 per 720 dpi.

La risoluzione e la qualità di stampa aumentano in proporzione agli ugelli presenti sulla testina. Vi sono testine a 21, 32, 48 o 64 ugelli per ogni colore o per il nero, e vi sono stampanti a due testine (sino a 128 ugelli).

Il loro costo è basso, ormai sono le più economiche, al di sotto delle stampanti a matrice di punti, e ciò le rende anche le più diffuse.

L'unico aspetto negativo di queste stampanti è la moderata velocità con la quale lavorano. Nei modelli economici da 3 pagine per minuto (ppm) in un colore a 1,5 ppm a colori, nei modelli più evoluti sino a 7 ppm a colori.

I primi modelli, e quelli più economici, accettano solo fogli singoli, di formato A4. I modelli più evoluti accettano anche carta a modulo continuo, con trascinamento a "trattori" (cercando di rimpiazzare le stampanti a matrice di punti), e con fogli di carta di grosse dimensioni, sino a 5 metri di lunghezza per oltre mezzo metro di larghezza (cercando di rimpiazzare i plotter).

Non essendoci un impatto meccanico sulla carta, ovviamente, non è possibile utilizzare moduli continui di carta chimica autocopiante per effettuare la stampa su più copie.

Sono stati realizzati alcuni modelli molto compatti di stampanti a getto di inchiostro per essere abbinate ai computer portatili ed ai notebook. Le dimensioni sono eccezionalmente piccole, tali da occupare solo un terzo di una valigetta 24 ore, e senza alcun compromesso con la qualità. La riduzione della parte meccanica ha però provocato un sensibile rallentamento nella velocità: da 1 a 2 pagine al minuto.

Quasi tutte le stampanti a getto d'inchiostro sono a colori. E' importante controllare di che tipo sono le cartucce d'inchiostro. Prima di tutto, è meglio che ciascun colore sia indipendente, in modo tale che se finisce il giallo, ad esempio, si possa sostituire solamente la sua cartuccia e non l'intero caricatore. E' comunque indispensabile che il nero abbia una cartuccia separata, in quanto è il colore che si consuma più rapidamente.

2. DEFINIZIONE DEGLI ASPETTI CARTARI DI MAGGIOR RILIEVO

La carta destinata alla stampa digitale è senz'altro uno tra i prodotti che hanno avuto una maggior crescita percentuale di consumo. Si tratta di un foglio di pura cellulosa, perché non deve ingiallire sotto il calore del fusore del toner e deve durare nel tempo perché destinata alla produzione di documenti. È fortemente caricata per dare bianco ed opacità anche se generalmente viene stampata solo in bianca.

Fondamentali le caratteristiche di buona rigidità per non far inceppare le macchine destinate alla stampa (es. fotocopiatrici), l'assenza di spolvero ed abrasività per non danneggiare la delicata componentistica della macchina e una capacità elettrica costante, che significa garanzie di trasferimento corretto mediante cariche elettrostatiche del toner dal fotoconduttore al supporto, ottenendo così fondi stampati omogeneamente su tutta la superficie. Significativi inoltre gli indici di orientamento fibra (TSO-TSI), che devono essere mantenuti all'interno di valori prestabiliti per non incorrere in deformazioni della pila stampata lungo la verticale. Assai importante è l'umidità assoluta e relativa del supporto che vado a stampare, che può essere causa di variazioni dimensionali e igroespansività del foglio.

Dato lo sviluppo della stampa digitale è previsto un incremento di questo settore per quanto concerne alla stampa a colori.

L'ultima sfida tecnologica per i produttori è rappresentata dalla produzione di carta per Ink-Jet. La caratteristica richiesta maggiormente è una facile accettazione delle microgocce di inchiostro (generalmente a base acqua) spruzzate dalla testina sul supporto, senza assorbirle all'interno e senza provocarne sbavature. Deve quindi abbinare una buona porosità ad una giusta collatura. La carta deve inoltre favorire l'asciugamento e quindi la produttività del processo.

Oggi ne esistono di tre tipi:

carte per stampa da un solo lato, molto simili alla carta da fotocopie ma con una diversa porosità;

carte per stampa in bianca e volta, alcune delle quali contengono all'interno una pellicola di polietilene;

carte «premium» per stampa a colori con resa fotografica.

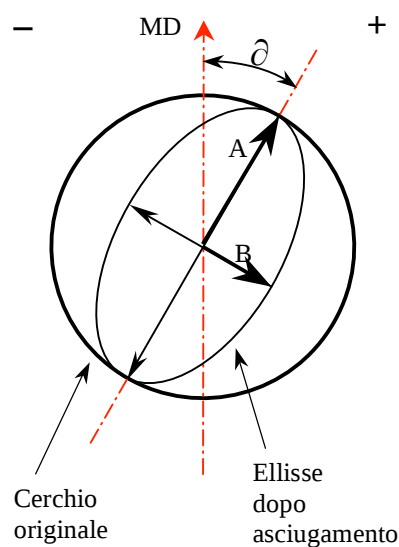
Nel resto della trattazione saranno prese in considerazione solo le carte per stampa da un solo lato, essendo le altre due tipologie così complesse nella fabbricazione da meritare un trattato fine a se stesse. Basti pensare che le tecnologie utilizzate per la realizzazione di queste ultime sono derivate dalle aziende leader nella spalmatura di materiali fotosensibili su carta. Ciò non toglie che la ricerca in questo settore è molto forte, unitamente allo studio di nuove soluzioni per la realizzazione degli inchiostri.

2.1 L'INFLUENZA DELL'ORIENTAMENTO FIBRA

L'orientamento delle fibre è un termine piuttosto generico che descrive la distribuzione statistica della fibra; è uno dei fattori che influenza in modo determinante la carta, sia durante tutte le sue fasi produttive (facilitandone la macchinabilità), che durante le fasi di lavorazione, ove alla macchinabilità si aggiunge la qualità di stampa.

Il TSO - Tensile Stiffness Orientation (misura dell'orientamento della resistenza elastica) è l'indice dell'angolo d'orientamento delle fibre. In pratica rappresenta l'angolo formato dalla direzione di macchina (MD) e da quella lungo la quale lo strumento ha misurato il massimo valore del modulo di elasticità, essendo che l'elasticità in senso assiale è maggiore rispetto a quella radiale. Secondo la convenzione adottata, partendo dalla direzione macchina (MD), si hanno valori positivi andando in senso orario, valori negativi andando in senso antiorario. Dato che è collegato alla direzione lungo la quale sono in prevalenza disposte le fibre, il TSO è influenzato dagli stessi fattori che la determinano, ed in particolare dalla differenza di velocità fra il getto e la tela e dalla componente trasversale della velocità del getto.

Il TSI - Tensile Stiffness Index (indice di resistenza elastica) definisce invece il rapporto tra lunghezza di rottura longitudinale e trasversale; è funzione del TSO, e in pratica ci dà un'idea della "quadratura" della carta.



Esaminando un tracciato su coordinate polari, si nota l'esistenza di due componenti distinte, la direzione e la grandezza. La direzione è data dall'angolo di disallineamento ϑ , definito come la direzione in cui le fibre si orientano prevalentemente in rapporto con la direzione della macchina MD.

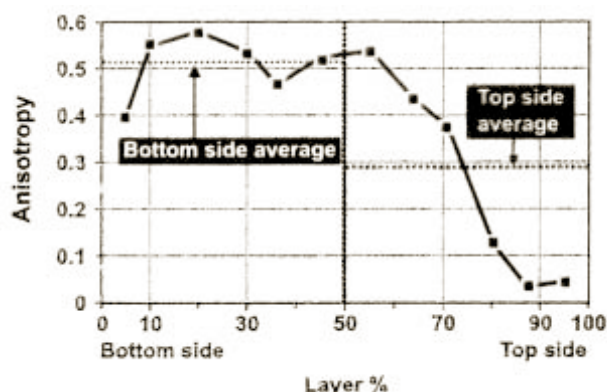
La grandezza dell'orientamento è data dal rapporto tra l'asse maggiore e l'asse minore del grafico ellissoidale della distribuzione (A/B), costruito in seguito alle misure effettuate su un disco di carta perfettamente essiccato. Tramite questa definizione, la grandezza dell'orientamento è data in rapporto all'angolo di disallineamento ϑ , rispetto alla direzione macchina.

Altra definizione della grandezza dell'orientamento è l'anisotropia, illustrata sempre in figura. Anisotropia significa "direzioni non equivalenti", ed è il fenomeno per cui molte proprietà assumono valore diverso a seconda della direzione lungo la quale vengono misurate. In questo caso, invece di considerare il rapporto tra i semiassi maggiore e minore, si esamina la loro differenza ($A-B$). Poiché le fibre hanno proprietà fisiche diverse in direzione assiale e radiale, il grado di allineamento fibra esercita un profondo influsso sulle

proprietà della carta. Un valore di orientamento più basso (per esempio una quantità più alta di fibre orientate in direzione trasversale al senso macchina) produce una rigidità in direzione trasversale più alta. Allo stesso modo, la stabilità dimensionale migliora in corrispondenza di livelli bassi di orientamento, anche se questa è una funzione fortemente legata alla “storia” dell’asciugamento, alle proprietà della fibra.

Va inoltre considerata l’anisotropia nel senso Z (dello spessore) che si definisce come il diverso orientamento delle fibre tra il lato tela (bottom side) e il lato feltro (top side). Può essere valutata utilizzando un sistema di analisi che divide il foglio in più strati, e ne studia i relativi indici di orientamento. Nella figura sono rappresentati i risultati di una distribuzione anistropa nella direzione Z, ottenuti da un foglio di carta da copie sezionato in 12 livelli.

Questo particolare esempio è estremamente asimmetrico in quanto il lato inferiore è molto più orientato di quanto lo sia il lato superiore. Così la faccia inferiore risulterà meno stabile dimensionalmente della faccia superiore. La natura esatta del profilo di anisotropia nella direzione Z dipende essenzialmente dal tipo di formatore usato e dal rapporto getto/tela.



La carta a rismette stampata con stampanti laser ad alta temperatura può essere soggetta ad un problema di “inclinazione della risma rispetto alla verticale”, se l’orientamento fibra non è corretto. Questo fenomeno è dato dall’anisotropia prima citata, che determina comportamenti non omogenei del foglio sottoposto al calore delle stampanti. L’angolo di inclinazione dopo la stampa deve essere tenuto a livelli abbastanza bassi. Questo fenomeno viene controllato riducendo al minimo sia i difetti dovuti al disallineamento sia alla grandezza dell’orientamento.

Fino a qualche anno fa c’erano pochi mezzi a disposizione per variare e controllare l’orientamento delle fibre, in quanto si poteva agire modificando il rapporto getto-tela e verificandone l’esito in laboratorio con un dinamometro.

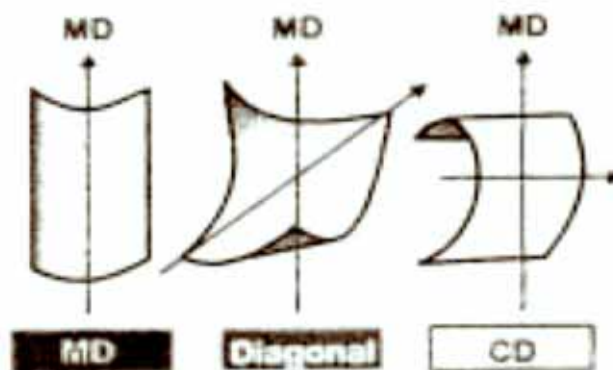
Oggi le moderne casse d’afflusso a diluizione con controllo in linea dedicato, permettono una gestione più affidabile, variando i parametri senza incidere sulla grammatura. In laboratorio strumenti di lettura ad ultrasuoni, che si basano sul principio di propagazione della velocità dell’ultrasuono in direzioni diverse, misurano le caratteristiche sull’intero foglio con ottimi risultati, dando valori affidabili sia sul TSO che sul TSI.

2.2 IMBARCAMENTO DEL FOGLIO

Si tratta di un fenomeno causato essenzialmente dal diverso comportamento manifestato dai due strati di cui si può ritenere sia formato il foglio di carta (lato tela e lato feltro) quando l'umidità relativa dell'ambiente varia e come diretta conseguenza mutano le condizioni di equilibrio con la carta; viene pertanto a verificarsi quello che si definisce uno squilibrio igrometrico. Per cui una delle due facce del foglio assorbe (o cede) più umidità dell'altro lato. Avviene allora una diversa dilatazione o contrazione dei due lati del foglio, data dal rigonfiamento delle fibre più umide, il quale si incurva verso la faccia che si è dilatata di meno.

Le cause degli imbarcamenti (in inglese curl) vanno ricercate nel processo di produzione in macchina continua, e in genere se ne riconoscono tre principali tipi:

- in senso assiale alla direzione di macchina (MD curl);
- lungo la diagonale (diagonal curl);
- in senso trasversale alla direzione di macchina (CD curl);



I fattori che influenzano i diversi tipi di imbarcamento possono essere:

differente livello di orientamento fibra tra lato tela e lato feltro, ovvero anisotropia nel senso Z: imbarcamenti in senso assiale e trasversale;

irregolare distribuzione delle cariche, quindi differenza dell'umidità tra il lato tela e il lato feltro: imbarcamenti in senso assiale e trasversale;

angolo di disallineamento delle fibre diverso tra il lato tela e il lato feltro: imbarcamenti lungo la diagonale;

essiccamento disuniforme sui due lati: imbarcamenti in senso assiale e trasversale;

collatura superficiale asimmetrica: imbarcamenti in senso assiale;

elevato quantitativo di amido spalmato nella fase di sizing: imbarcamenti trasversali.

Si deduce quindi che gli svergolamenti derivano da cause aventi origine in punti diversi; considerato il percorso del foglio lungo la macchina continua, bisogna anche valutare che ci

può essere la risultante di una sommatoria concatenata di cause che rafforzano la deformazione finale.

Valutando la carta per rismette, bisogna tener presente che durante la stampa, nella fase di fissaggio del toner, il supporto viene riscaldato a temperature relativamente alte: ne risulta da un lato una dilatazione termica, dall'altro una contrazione per perdita di umidità, cioè effetti che si aggiungono agli imbarcamenti sopra citati. Da esperienze effettuate con supporti perfettamente planari è risultato che:

carte con basso contenuto di umidità (3–4 %) mostrano un imbarcamento verso il lato stampato, a contatto con il rullo di fusione (prevalenza della contrazione per perdita di umidità);

carte con alto contenuto di umidità (6-7 %) mostrano un imbarcamento lontano dal lato stampato a contatto con il rullo di fusione (prevalenza della dilatazione termica).

Gli imbarcamenti devono quindi essere contenuti perché causa di inceppamenti, difetti e deformazioni dello stampato. Non è possibile sviluppare metodi di prova ufficiali per predire il comportamento della carta a causa della grande variabilità degli elementi per il fissaggio del toner (elettricità, temperatura, pressione, arco di fissaggio, velocità...).

Se ad un lato ridurre l'imbarcamento derivante dalla fase di stampa è assai arduo, soluzioni adottate nella produzione del supporto (nuovi tipi di formatori, qualità del getto in uscita da casse d'afflusso a diluizione, nuovi sistemi di gestione della seccheria e le soluzioni tecniche applicate alle presse collanti) hanno permesso di contenere il difetto finale.

2.3 DOPPIO VISO

In conseguenza della modalità di fabbricazione si possono avere differenze di finitura e quindi diversità di caratteristiche superficiali tra le due facce del foglio di carta: diretta conseguenza di ciò è il “doppio viso” della carta, cioè la notevole differenza strutturale fra lato tela e lato feltro. La differenza tra una faccia e l'altra della carta si rileva anche in termine di lisciatura, assorbimento di inchiostro, pulizia superficiale, tendenza allo spolvero ed abrasività in funzione del diverso contenuto di cariche minerali.

Nei sistemi tradizionali a tavola piana, contro la tela si depositano le fibre lunghe e pesanti, su cui si posano, a mano a mano, fibre più corte e leggere; le cariche, le frazioni fini e i componenti più leggeri (contaminanti-sporco) rimangono in superficie. Il lato feltro, contenente fibre più corte ed i componenti più fini, si presenta più chiuso ed omogeneo, mentre il lato tela è più aperto e disomogeneo. Va da sé che sul lato tela è più elevata la resistenza alla spellatura (meno spolvero), mentre è minore l'assorbimento all'inchiostro, in quanto più disomogenea. Al contrario il lato feltro ha più debole resistenza superficiale, ma maggior assorbimento agli inchiostri.

Viste le differenze qualitative e strutturali date da un fenomeno di questo genere, si sono cercate soluzioni tecniche, in maniera da ridurre il doppio viso del foglio, vale a dire l'utilizzo di formatori a doppia tela.

2.4 PLANARITÀ

La differenza fra l'umidità relativa dell'ambiente e l'umidità relativa di equilibrio della carta, influisce particolarmente sulla planarità della carta in formato, provocando deformazioni che le impediscono di rimanere ben distesa, e quindi di essere piana. Quando è l'ambiente a cedere umidità alla carta, le risme o le pile di fogli si deformano nella parte esterna, perché l'orlo dei fogli assorbe rapidamente ed aumenta la sua lunghezza (succede anche sui bordi delle bobine). Ciò provoca la comparsa di ondulazioni. L'inconveniente può manifestarsi anche quando la carta è in equilibrio con l'ambiente; tuttavia se la carta è ad una temperatura molto bassa e viene trasportata in un ambiente a temperatura normale è necessario lasciare trascorrere del tempo sufficiente per consentire alla carta di mettersi in equilibrio con la temperatura ambiente, prima di togliere l'imballo e quindi di stampare. Quando l'umidità relativa dell'ambiente invece, risulta inferiore di quella di equilibrio della carta, sarà la parte esterna della pila che perderà acqua per evaporazione; la pila si abbassa verso l'esterno e forma una pancia al centro.

I difetti passati in esame possono causare inconvenienti più o meno gravi durante la stampa della carta. Infatti la mancanza di planarità porta alla formazione di pieghe o di grinze nel passaggio del foglio nella stampante, con riproduzioni di immagini irregolari.

Per evitare o contenere per quanto è possibile l'insorgere dei difetti, dovuti ad una planarità non uniforme, è possibile condizionare la carta in modo che la sua umidità relativa di equilibrio corrisponda all'umidità relativa dell'ambiente.

La mancanza di planarità può avere diverse origini, in genere legate alla disuniformità di umidità nei diversi punti del foglio (profilo di umidità non lineare). Le cause sono da ricercare dal cattivo asciugamento della carta in macchina continua, all'innalzamento repentino di temperatura da un cilindro essiccatore al successivo, alla cattiva regolazione nelle tensioni dei feltri.

2.5 VARIAZIONI DIMENSIONALI

Le variazioni dimensionali, di cui si è finora parlato e comunque tutte le irregolarità di carattere geometrico, danno quindi luogo a formazione di pieghe, inceppamenti, ed altri inconvenienti durante il passaggio della carta in macchina da stampa (stampanti laser, fotocopiatrici...). Si è anche visto che il fenomeno scatenante i difetti citati deriva da uno

squilibrio igrometrico fra carta e ambiente. Per capire meglio il perché di questi fenomeni bisogna fare delle premesse:

la carta contiene sotto forma di umidità una quantità d'acqua residua del ciclo di fabbricazione, che per la carta da risme, in condizioni normali è compresa tra il 5% - 6% circa. Quella appena definita è l'umidità assoluta U.A., ovvero la quantità d'acqua contenuta nel foglio di carta;

il valore di umidità relativa U.R. invece è il rapporto tra l'umidità assoluta dell'aria e l'umidità dell'aria satura di vapore d'acqua nelle stesse condizioni di temperatura e pressione;

la grandezza fisica che determina l'equilibrio fra aria e carta è la tensione del vapor d'acqua.

L'acqua contenuta nella carta dà luogo ad una tensione di vapore che dipende essenzialmente da due parametri: il contenuto d'acqua della carta e la temperatura (a temperatura costante la tensione di vapore è in funzione esclusivamente del contenuto di acqua). Tenendo presente che "l'adsorbimento" è un fenomeno esotermico (cede calore), esso sarà favorito da una diminuzione della temperatura. Agendo in senso contrario, invece, un aumento della temperatura tenderà a far diminuire il contenuto d'acqua attraverso l'evaporazione. L'equilibrio igrometrico fra carta ed aria è raggiunto quando la tensione di vapore dell'acqua nella carta è uguale a quella nell'aria. L'equilibrio carta-aria si raggiunge o attraverso l'assorbimento del vapor d'acqua contenuto nell'aria da parte della carta, o mediante cessione di acqua della carta all'aria. I cambiamenti di umidità delle fibre sono sempre accompagnati da fenomeni di rigonfiamento o di restringimento, cioè da un aumento o una diminuzione del volume delle fibre. Cambiamenti di questo genere causano variazioni dimensionali nel foglio di carta che variano al variare dell'umidità relativa dell'ambiente. Le variazioni dimensionali nella direzione trasversale sono nettamente più elevate di quelle relative alla direzione longitudinale del foglio e del nastro di carta. Ciò avviene sia perché il rigonfiamento delle fibre si manifesta maggiormente nella direzione trasversale (perché comunque prevalentemente orientate in senso macchina), sia perché durante l'essiccamento della carta in seccheria il nastro può restringersi nella direzione trasversale, mentre non può fare altrettanto nell'altra direzione poiché è sottoposto all'azione dei tiri di macchina. Si sviluppano così delle tensioni per cui il nastro (quindi il foglio) risulta come "stirato" nella direzione longitudinale. Tra le cause che determinano le variazioni dimensionali della carta occorre prendere in considerazione l'igroespansività, cioè la sua tendenza più o meno spiccata a dilatarsi o a contrarsi quando aumenta o diminuisce l'umidità relativa dell'atmosfera rispetto all'umidità di equilibrio della carta. L'igroespansività di una carta dipende in modo particolare da una caratteristica intrinseca delle fibre che la costituiscono. Tuttavia è bene ricordare che sulle deformazioni della carta influisce assai più la differenza fra l'umidità di equilibrio della carta e quella dell'ambiente che non l'igroespansività in sé.

2.6 RIGIDITÀ

La rigidità è una fra le proprietà da tenere in considerazione per le carta in rismette. La rigidità è il contrario della sofficietà e può essere definita come la proprietà che la carta possiede di opporsi alle sollecitazioni di flessione che tendono a deformarla. La rigidità differisce fortemente nelle due direzioni principali della carta, quella cosiddetta longitudinale MD (parallela cioè alla direzione di macchina) e quella trasversale CD (cioè perpendicolare alla MD), a causa dell'orientamento preferenziale delle fibre nella direzione di macchina; pertanto risulta maggiore in direzione longitudinale.

Il campo di impiego dei supporti in risme (stampanti, fotocopiatrici...), prevede dei dispositivi di presa e trascinamento del foglio in stampa; vale a dire delle serie di rullini che lo “pinzano” e trascinano il foglio all'interno della macchina, facendo compiere alla carta dei percorsi piuttosto tortuosi. Considerato che le velocità di alcune di queste macchine possono arrivare a 150 copie x minuto e più, si capisce che un foglio floscio può essere causa di inceppamenti, con conseguenti perdite di tempo.

Sulla rigidità influiscono diversi fattori, dalla natura delle fibre alle modalità di processo. Innanzi tutto più le grammature aumentano più aumenta lo spessore del foglio, e le rigidità sono maggiormente garantite.

Le diverse materie prime fibrose utilizzate influiscono in relazione alla loro densità apparente, e al contenuto di lignina ed emicellulosa (anche se questi due ultimi casi non riguardano gli impasti per le produzioni trattate in quanto di pura cellulosa). Il fattore principale che tende a fare aumentare la rigidità del foglio è il grado di raffinazione dell'impasto fibroso; infatti inizialmente il moltiplicarsi dei legami interfibra fa aumentare questa caratteristica mentre, man mano che si procede con la raffinazione, a causa del prevalere delle forze di taglio rispetto a quelle di fibrillazione, si provoca un irreversibile danneggiamento con conseguente diminuzione della rigidità. Assume così un'importanza rilevante la misura del “coarsness” che, rappresentando la massa per unità di lunghezza (mg/m), permette di valutare indirettamente la “densità” della fibra e quindi anche il danneggiamento subito dalle sue pareti durante il processo di raffinazione.

Uno stratagemma che viene particolarmente utilizzato per aumentare la rigidità è l'aggiunta di amido cationico in impasto (reso tale mediante operazioni di eterificazione, introducendo dei gruppi carichi positivamente ai polimeri dell'amido, e quindi fortemente affini con la cellulosa che presenta invece un potenziale elettrocinetico negativo). Se a basse concentrazioni l'amido cationico viene utilizzato come ausiliario per la ritenzione, ad alte concentrazioni, (1 - 3 %) viene invece utilizzato anche per esaltare l'“internal bond” tra le fibre; in pratica esplica una forte azione legante tra le fibre dell'impasto e conseguentemente anche la carta prodotta risulterà più resistente meccanicamente e sensibilmente più rigida.

Un altro intervento che dà un contributo per ottenere la rigidità voluta è quello di andare ad agire in macchina continua, sulla differenza di velocità relativa “getto/tela”, dando orientamenti preferenziali al foglio di carta.

Il trattamento superficiale nelle presse collanti, ad esempio con l'impiego di amido eterificato di fecola, formando un film sottile sulle due facce del foglio, consente una maggiore resistenza alle sollecitazioni di flessione, contribuendo al raggiungimento dei risultati prefissati.

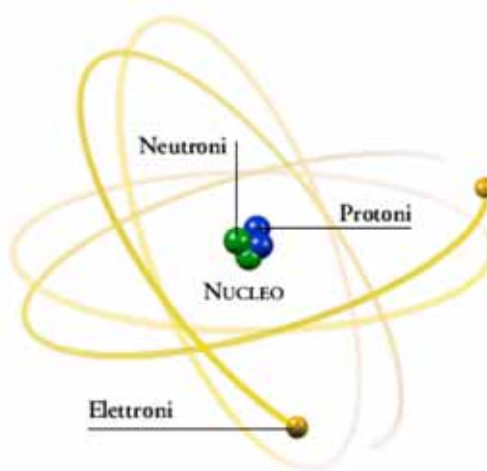
Il contenuto di umidità, infine, può consentire variazioni di rigidità alla carta; in particolare, quando esso tende ad assumere valori di U.R. elevati, se ne ha una diminuzione rapida perché le fibre diventano più flessibili e plastiche deformandosi maggiormente agli sforzi di flessione.

Si può comunque dire che nelle carte per rismette, quando si superano le grammature di 90gr/m², la rigidità tende a essere sufficientemente garantita dalla struttura del supporto.

2.7 CARICA ELETTROSTATICA

La carica elettrostatica si crea nel processo di produzione della carta, essenzialmente per gli sfregamenti della carta all'interno delle batterie essiccatrici.

Per la loro stessa natura, gli atomi, formati da un nucleo centrale positivo circondato da elettroni negativi con sommatoria di cariche uguale a zero, possono cedere o acquistare carica elettrica, a seconda della migrazione degli elettroni; gli elettroni infatti possono essere aggiunti o tolti mediante un'azione esterna (attrito, pressione, oscillazioni di temperatura). Quando due corpi si sfregano, provocano uno squilibrio che, a seconda delle migrazioni citate, permette ad un corpo di rimanere caricato positivamente e all'altro di caricarsi di segno opposto. Molti materiali di natura fibrosa appartengono alla categoria dei non conduttori elettrici o isolanti, e tendono a formare cariche elettrostatiche. La carta è, appunto, un cattivo conduttore e l'elettricità statica è generalmente presente solo nei non-conduttori (carta) o nei conduttori isolati (l'acqua nella carta). Il conduttore è quindi fondamentalmente rappresentato dalla quantità d'umidità contenuta nella carta: per questo, le cariche statiche si verificano spesso nella carta secca e calda, poiché è un buon isolante. Finché il foglio è umido non si carica di elettricità; quando il tasso di umidità scende a valori inferiori a 7-8% iniziano a manifestarsi cariche elettriche in superficie. Le cariche



superficiali vengono prodotte dagli sfregamenti della carta contro i cilindri essiccatori, e le grammature leggere, le elevate velocità di lavorazione e l'ambiente di lavoro secco amplificano tale fenomeno.

Sulle macchine da stampa xerografiche si possono le cariche portare ad inconvenienti di accumulo di polvere o di rifiuto di toner per interferenza con le cariche depositate dalla macchina sul foglio. L'accumulo di elettricità statica provoca inoltre alcuni inconvenienti fra cui difficoltà in fase di alimentazione della carta, in quanto i fogli della risma restano "appiccicati" a causa dell'attrazione che si crea.

Teoricamente il miglior sistema per scaricare l'elettricità statica della carta consiste nell'umidificare la carta stessa, ma se la carta è troppo umida risulta floscia e, come visto in precedenza, può dare problemi di deformazioni geometriche.

Si sono pensati allora sistemi abbastanza elementari ed intuitivi, ad esempio catenelle di rame che messe a lambire il foglio di carta al suo passaggio negli ultimi elementi della seccheria, scaricano l'elettricità a terra. Altra soluzione è l'aggiunta di una soluzione in acqua di NaCl (semplicemente sale da cucina). Il sale è un ottimo dielettrico e non prende carica. Inoltre ha il pregio di essere una sostanza igroscopica, pertanto riesce in piccola parte ad assorbire l'umidità eccedente dell'ambiente (quella dello squilibrio igrometrico precedentemente citato). Sistemi più tecnologici consistono in apparecchi che ionizzano l'aria: sono delle barre elettrostatiche che emettono nell'atmosfera che le circonda delle cariche elettriche che neutralizzano quelle esistenti sul foglio di carta.

2.8 TENDENZA ALLO SPOLVERO

Il difetto dello spolvero è dovuto alla presenza di particelle, quali frammenti di fibra o di carica minerale, che si liberano dalla superficie del foglio, perché non sufficientemente legate o coese alla superficie della carta. Se la carta è molto secca, si carica facilmente di elettricità statica e favorisce l'allontanamento delle particelle superficiali. Durante la stampa la "polvere" può accumularsi danneggiare le stampanti o copiatrici provocando inoltre difetti di stampa (comparsa di zone non inchiostrate in corrispondenza delle zone sporche). Il materiale di spolvero può comunque essere presente sulla superficie della carta anche a causa delle operazioni di allestimento ad esempio durante il taglio della carta in formato.

La tendenza allo spolvero può essere contenuta con l'aggiunta di leganti all'impasto, o eliminando il doppio viso con la miglior distribuzione delle cariche e dei fini. Un buon trattamento in film press o simili, aumenta comunque le coesioni degli elementi in superficie. Tuttavia bisogna considerare che i problemi in cartiera vanno possibilmente risolti a monte, ovvero alle origini.

2.9 ABRASIVITÀ

Le materie fibrose impiegate per fabbricare la carta di per sé non hanno carattere abrasivo, ma talune cariche minerali aggiunte all'impasto per conferire le caratteristiche desiderate, per natura o per insufficiente grado di finezza, causano abrasività superficiale.

A lungo andare il passaggio del foglio nella stampante o copiatrice può arrecare gravi danni e comprometterne l'utilizzo. Un classico esempio di carica abrasiva per sua natura, avendo un elevato grado di durezza, è il carbonato di calcio (CaCO_3); comunque tutte le silici, i silicati e i carbonati. Tuttavia, gli impasti per "carte da fotocopie", visti nel complesso i suoi vantaggi economico/qualitativi, tende ad utilizzare il carbonato di calcio come carica aggiuntiva.

2.10 LISCIO

La superficie della carta, in particolare nella carta naturale, presenta per sua natura delle irregolarità che possono avere l'aspetto di avvallamenti e di rilievi. Tali irregolarità sono dovute a fibre o aggregati di fibre che sporgono rispetto al livello medio della superficie, dando luogo ad una certa rugosità, cioè ad un vero e proprio profilo dello spessore disuniforme.

La carta dedicata alle fotocopie generalmente non necessita di un liscio eccezionale, ottenibile ad esempio in calandra fuori linea, ma deve avere una superficie piuttosto uniforme per una buona ricettività del toner. Se troppo liscia la risma potrebbe andare in contro ad inconvenienti quali ad esempio dei veri e propri slittamenti sia del pacco, che del foglio nel passaggio in stampa.

La finitura superficiale del supporto dipende originariamente dalla composizione dell'impasto, prendendo soprattutto in considerazione il contenuto e il tipo della carica presente, che ne esalta le caratteristiche. In macchina continua la tramatura di tele e feltri più è fine e più aiuta a ridurre le irregolarità. Ovviamente le forze di compressione, cui viene sottoposta la carta durante il percorso, tendono a migliorare e a "livellare" le asperità del foglio. In una macchina continua che produce carta per risme si possono infatti considerare diversi punti: per esempio dal nip con un cilindro granito alla pressa introduzione; dalla pressa collante (che oltretutto ha il pregio di stendere un film superficiale che migliora anche il liscio) alla vera e propria liscia di macchina. Per contro alcuni di questi passaggi incidono negativamente, riducendo l'opacità (caratteristica importante come vedremo) o in riferimento alle carte ink-jet, l'assorbimento dell'inchiostro.

2.11 COLLATURA

Si dice che una carta è collata quando oppone una certa resistenza alla penetrazione dell'acqua e dei liquidi acquosi, che invece sono assorbiti più o meno rapidamente quando la carta non è collata. Per definirla con un termine che ne chiarisca meglio il concetto si potrebbe chiamarla "impregnatura", ma "collatura" è ormai parte del lessico cartario.

Per effettuare la collatura è necessario trattare la carta con idonee sostanze, che possono essere aggiunte in impasto e in superficie (nelle presse collanti). Nel primo e nel secondo caso il trattamento viene fatto con piccole correzioni (all'impasto o allo slurry d'amido) di collanti, ormai quasi elusivamente a base prodotti organici sintetici derivati dall'alchilchetene dimero (AKD) o dall'anidride alchenilsuccinica (ASA). Non hanno lo scopo di provocare una apprezzabile diminuzione dell'assorbenza della carta, ma di abbassare notevolmente la bagnabilità delle fibre.

Tali sostanze fortemente idrorepellenti, formano sottili pellicole disposte sulla parete esterna delle fibre che pertanto si bagnano con difficoltà: ciò ostacola la penetrazione dell'acqua nel corpo della carta, senza tuttavia impedirla. Il processo di collatura quindi va a variare la velocità di penetrazione dell'acqua nella carta.

Una collatura piuttosto elevata prende il nome di collatura forte o collatura da scrivere, perché essa è una caratteristica essenziale delle carte da scrivere quando si utilizzano inchiostri acquosi: carte insufficientemente collate darebbero luogo in tal caso a spandimenti e trapelamento. Le collature forti sono il tipo di collatura effettuato nelle carte per Ink-Jet.

2.12 CARATTERISTICHE DI RISALTO D'IMMAGINE

Questa parte conclude la definizione degli aspetti cartari. I parametri di risalto d'immagine comprendono le caratteristiche della carta che, pur non esercitando nessun effetto nelle fasi di stampa concorrono ad influenzare l'aspetto estetico dell'immagine stampata, cioè a conferirle nitidezza e contrasto e ad impedire o a contenere fenomeni di visibilità sul retro. Le più importanti fra tali caratteristiche, relativamente alle carte per xerografia e stampa Ink-Jet da un solo lato (vedi 2.) sono le proprietà ottiche e cioè il grado di bianco e l'opacità.

Fra le caratteristiche ottiche il grado di bianco contribuisce in modo fondamentale a creare un giusto contrasto rispetto al colore dell'immagine stampata. Il fattore che più influisce sul grado di bianco di una carta è il grado di bianco stesso delle fibre utilizzate nella composizione della carta; la raffinazione, come anche la pressatura ad umido ne determinano una diminuzione (diminuiscono anche l'opacità).

Anche i materiali di carica influiscono sul bianco, quasi sempre aumentandolo in quanto più bianchi delle materie prime fibrose. Ottimi gradi di bianco (e anche elevate opacità) sono ottenibili con biossido di titanio, ma l'elevato costo, circa 10 volte di più del carbonato di calcio, fanno ricadere la scelta su quest'ultimo.

Sistemi per aumentare il bianco di una carta consistono nell'aggiunta in impasto nuanzanti, e in impasto e superficie gli sbiancanti ottici (OBA Optical Bleaching Additives),.

Il bianco come percezione visiva può avere diverse tonalità, ottenibili in cartiera con l'aggiunta di piccole quantità di coloranti all'impasto, che sono molto brillanti e abbassano poco la luminosità. Questo procedimento è detto nuanzatura. Un classico caso di nuanzatura per carta in risme, è quella effettuata con i coloranti blu o violacei. Essendo che la fibra tende ad essere giallina, e i colori complementari al giallo sono nei blu (cioè si estinguono a vicenda), l'aggiunta di coloranti blu-violetto rendono la tinta più vicina al punto acromatico, anche se con minor luminosità. La carta ottenuta è scientificamente meno bianca, ma l'occhio umano preferisce un "bianco grigio" rispetto ad un "bianco giallo", per cui la carta pare più bianca. Una nuanzatura eccessiva porta comunque a ingrigimenti apprezzabili.

Gli sbiancanti o candeggianti ottici utilizzati in campo cartario, sono sostanze organiche derivate dallo stilbene, e hanno la proprietà di assorbire energia dalla radiazione dell'ultravioletto e di rimandarla nel campo del visibile, con radiazioni blu-violacee. Per il loro "funzionamento" c'è quindi il bisogno della componente ultravioletta che li eccita, non presente in tutte le condizioni di illuminamento (es. lampada ad incandescenza). Anch'essi eliminano l'effetto giallognolo, in più aumentano la luce riflessa dalla carta: come diretta conseguenza la carta pare più bianca. Certe volte nuanzanti e sbiancanti vengono dosati in maniera da dare una tinta con dominante leggermente bluastra, gradevole all'occhio, che la interpreta come "un colore più bianco".

Altra importante caratteristica ottica della carta in rismette, è l'opacità che deve essere sufficientemente elevata da impedire la formazione di fenomeni come il trapasso dell'immagine. L'opacità della carta è la sua capacità a diffondere la luce, e in pratica a impedirne la visione sul retro. Un elevato valore di opacità della carta può tuttavia non essere di per sé sufficiente a garantire l'assenza degli inconvenienti citati. Nelle carte Ink-Jet, con buoni valori di assorbenza la "visibilità sul retro" può in effetti risultare superiore a quanto ci si aspetterebbe in base al valore di opacità rilevato sulle carte stesse. Ciò può verificarsi perché con questi supporti può avvenire una penetrazione del pigmento negli strati superficiali e del veicolo dell'inchiostro ancora più in profondità nel corpo della carta; in questo modo riempiendo gli spazi interfibra prima occupati dall'aria con un mezzo avente indice di rifrazione pari a quello delle fibre si provoca una diminuzione dell'opacità. Un esempio pratico può essere provare a vedere attraverso un foglio e poi attraverso lo stesso foglio bagnato: nel secondo caso "vedo", perché la luce passa, nel primo no, poiché la luce viene diffusa e deviata.

Sono molteplici i fattori che influenzano l'opacità: a parità di altre condizioni: quanto più è alta la grammatura, tanto maggiore è l'opacità; a parità di grammatura sull'opacità influiscono lo spessore, la struttura e la nuance del foglio. Per quanto riguarda l'influenza della struttura del foglio sull'opacità, occorre tenere presente che questa aumenta al diminuire dei punti di contatto ottico tra le fibre; pertanto gli impasti poco raffinati daranno luogo a carte più opache rispetto a quelle ottenibili da impasti molto raffinati. La raffinazione determina infatti un maggior modellamento delle fibre e lo sviluppo di un maggior numero di legami tra le fibre stesse; produce in definitiva un foglio più compatto, meccanicamente più resistente, ma più trasparente.

Anche un aumento della densità apparente fa diminuire l'opacità in quanto aumentano i punti di contatto ottico, mentre un aumento della voluminosità porterà ovviamente ad un aumento dell'opacità.

La quantità di particelle fini presenti nell'impasto costituisce un'altra variabile importante: avendo un'elevata superficie specifica moltiplicano le riflessioni e le rifrazioni della luce che penetra nella carta aumentando così anche l'opacità. In questo modo contribuiscono i materiali di carica tanto più se sono costituiti da particelle di piccole dimensioni.

3. SOLUZIONI TECNICHE ADOTTATE PER LA PRODUZIONE

Nei capitoli che seguono verranno elencate quelle che sono le soluzioni tecniche adottate nella macchina continua PM3 dello stabilimento Burgo di Tolmezzo, che negli anni ha subito diverse modifiche rendendola adatta alla produzione del supporto trattato. Lo scopo vuol essere quello di rendere ben chiaro come le scelte applicative adottate soddisfino le caratteristiche citate nei capitoli precedenti, appagando l'impiego del foglio nel campo della stampa cui è dedicato.

3.1 LA PREPARAZIONE DELL'IMPASTO

La preparazione dell' impasto ha lo scopo di produrre la sospensione di fibra e carica minerale adatta al tipo di produzione. Nel caso in questione gestisce le proporzioni tra fibre vergini, fogliacci e carica minerale, sovrintende alla spappolatura, raffinazione, depastigliamento, recupero e gestione fanghi.

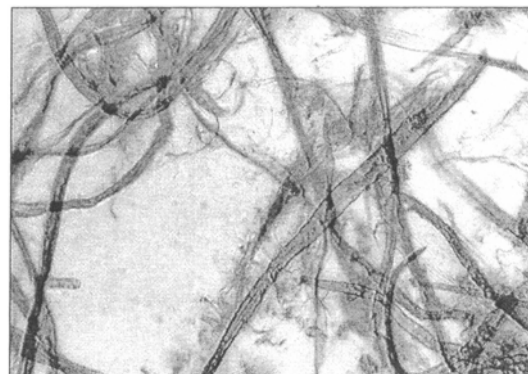
La carta per rismette deve essere prodotta con pura cellulosa perché non deve ingiallire sotto il calore del fusore del toner e deve durare nel tempo perché destinata alla produzione di documenti; inoltre è fortemente caricata per dare bianco ed opacità anche se generalmente viene stampata solo in bianca.

Prima di trattare il caso specifico, è bene tracciare quelle che sono le linee generali, senza entrare nel dettaglio, delle azioni di spappolamento e della raffinazione fibra. Generalmente si riconoscono tre principali meccanismi di spappolamento:

- per *azione idrodinamica* generata dalla rotazione della girante: l'azione di taglio esercitata dal movimento del fluido separa le fibre. Si esplica a basse consistenze, minori al 5%, ed è energicamente poco efficiente in quanto gran parte dell'energia assorbita viene spesa a muovere il fluido piuttosto che a separare le fibre;
- per *attrito fibra su fibra*: la fibre si separano a causa dell'attrito che intercorre tra di loro all'interno dei fiocchi che si formano all'inizio della disintegrazione. Energeticamente è più efficiente ed è un fenomeno che aumenta all'aumentare della consistenza;
- per *urto dei fascetti di fibra sulla girante*.

Per quanto concerne alla raffinazione lo scopo vuole essere quello di modificare fisicamente le fibre per conferire loro le caratteristiche che meglio soddisfano la produzione cui sono destinate. Vengono pertanto definite quelle che sono le azioni che si riconoscono e che comportano la loro modifica:

- *fibrillazione esterna*: viene lacerata la parete più esterna della fibra mettendo a nudo le microfibrille e le loro catene cellulosiche. Questo comporta un aumento della superficie specifica della fibra e quindi la sua capacità sia di stabilire legami *ponte idrogeno* con le altre fibre sia di trattenere acqua. È causata soprattutto dall'attrito fibra su fibra e della fibra contro la guarnitura del raffinatore;
- *fibrillazione interna*: è data dal collassamento delle superfici più interne della fibra, quelle che costituiscono il lumen. Le catene cellulosiche che vengono esposte legano a sé molecole d'acqua internamente alla fibra. Questo porta all'idratazione della fibra e ad una sua maggiore flessibilità. Il fenomeno si crea causa compressione delle fibre tra le lame della guarnitura. L'acqua inglobata dalla fibra causa fibrillazione interna è la più difficile da eliminare nel processo di essiccamento del foglio.
- *accorciamento delle fibre*: è dovuto all'azione di taglio cui sono sottoposte le fibre passando sugli spigoli delle guarniture. È un fenomeno che va contenuto in quanto causa diminuzione delle resistenze meccaniche;
- *formazione di fini*: gli attriti e il taglio portano ad una inevitabile formazione di parti fini. Se da una parte riducono la porosità del foglio dall'altra danno problemi di ritenzione.



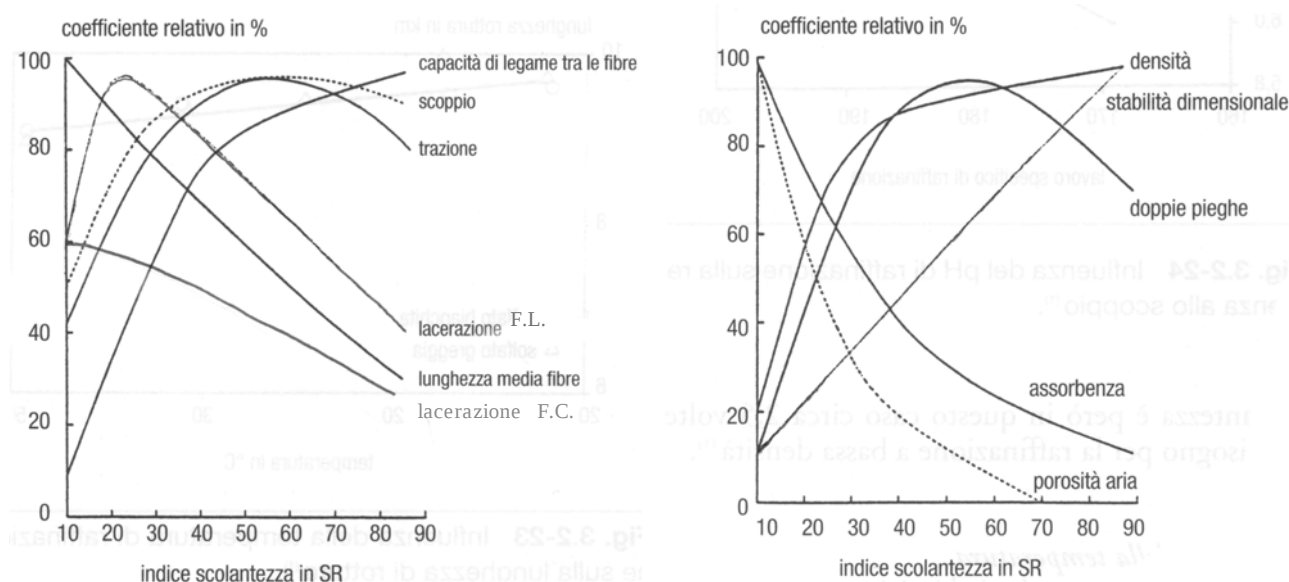
Il grado di raffinazione viene espresso in °SR (gradi Shopper Riegler) o in CSF (Canadian Standard Freeness - ml), che danno un'indicazione della capacità di trattenere acqua da parte della fibra raffinata. Tuttavia non riescono a stimare la quantità d'acqua inglobata causa raffinazione interna, ovvero la più difficile da eliminare in seccheria. È possibile un controllo più dettagliato della raffinazione rifacendosi a parametri empirici derivanti da formule quali:

- *SEC – Specific Energy Consumption*: esprime la quantità di energia trasferita alla fibra. Un suo aumento comporta un aumento dei °SR e, inizialmente, delle caratteristiche meccaniche;
- *SEL – Specific Edge Load*: rappresenta l'intensità con cui viene trattata la fibra. Una volta fissata la guarnitura del raffinatore ed una portata costante, l'unico modo per variare il SEL è quello di variare il SEC. Il suo valore determina il grado di raffinazione. Se troppo basso i comportamenti sono elastici e la fibra non viene modificata; man mano che aumenta si verificano i fenomeni di fibrillazione esterna,

interna e del taglio. Essendo che il SEC determina il grado di SEL, se viene trasferito in maniera troppo violenta ottengo valori elevati del SEL e quindi fenomeni di taglio e non di fibrillazione (pertanto da evitare). La configurazione in serie di più raffinatori permette una distribuzione graduale del SEC con benefici al SEL, ovvero favorisco la fibrillazione al taglio della fibra (maggiori proprietà meccaniche);

- *SSL – Specific Surface Load*: esprime l'energia trasferita alla fibra attraverso la superficie delle barrette della guarnitura, ovvero tiene conto degli sforzi di compressione. Se basso ottengo comportamenti elastici e non apprezzabili; man mano che cresce passo dalle fibrillazioni al taglio.

I due grafici seguenti indicano i trend di sviluppo delle caratteristiche più importanti della fibra o della carta attraverso la raffinazione:



Nel caso specifico della PM3 i vari componenti che concorrono a formare l'impasto sono:

- fibra lunga d'acquisto: conifera area Nord Scandinava, per grammature leggere (tra 55÷70 gr/m²), o pino del sud per le carte più pesanti (tra 80÷140 gr/m²), processo Kraft;
- fibra corta d'acquisto: eucalipto/acacia per le carte leggere, mista latifoglia per grammature più pesanti, processo Kraft;
- cellulosa auto prodotta "SF", ottenuta da abete con processo al bisolfito di calcio;
- carica minerale carbonato di calcio macinato;
- fogliacci e fanghi di recupero provenienti dalla produzione.

La macchina continua è quindi servita da tre pulper:

- pulper 1: a bassa densità (3÷4%) e girante laterale che può servire le tine di tutte le fibre. Ha una capacità di 37 m³, pari a circa 1,5 ton

- pulper 3: a bassa densità e girante laterale, è destinato allo spappolamento dei fogliacci;
- pulper Try-Dyne: a media consistenza (7÷9%) e girante centrale, spappola le cellulose fibra lunga e fibra corta d'acquisto.

Le linee di raffinazione per fibra lunga e per fibra corta sono separate. La raffinazione separata delle fibre consente un maggior controllo della loro qualità in impasto. Le linee sono ottimizzate per sviluppare caratteristiche meccaniche nella fibra lunga e SF (abete al bisolfito di calcio), privilegiando la fibrillazione esterna al taglio, e favorendo nella fibra corta le caratteristiche per una miglior formazione ed il riempimento delle zone vuote del foglio. Tuttavia la fibra auto-prodotta SF presenta minori resistenze a rottura e minori indici di lacerazione rispetto alle fibre Kraft; inoltre durante la raffinazione è soggetta ad una accentuata fibrillazione interna, con conseguente idratazione nella zona del lumen e difficoltà di asciugamento in seccheria. Una raffinazione spinta favorirebbe questo fenomeno nonché il taglio. Per tale motivo i suoi indici di raffinazione vengono tenuti più bassi rispetto a quelle delle fibre d'acquisto, cercando di ottimizzarne le caratteristiche meccaniche. I raffinatori per fibra lunga e fibra corta sono configurati in serie per i motivi precedentemente citati riguardo alle energie specifiche. Nel dettaglio:

- fibra lunga (28÷30 °SR circa): due raffinatori doppio disco tipo duoflo in serie (la configurazione duoflo prevede che l'impasto passi il doppio disco in parallelo);
- fibra corta (24÷26 °SR circa): due raffinatori doppio disco tipo duoflo in serie;
- cellulosa SF (18÷20 °SR circa): un raffinatore conico conflo (la configurazione conica permette un trattamento più blando della fibra);
- fogliacci: due depastigliatori in serie (i depastigliatori permettono la disintegrazione di fascetti di fibre e pastiglie presenti nei fogliacci; il problema non si pone nelle fibre vergini);
- un raffinatore doppio disco tipo duoflo può essere commutato sulla linea della fibra lunga o sulla linea della SF. Normalmente lavora in serie sulla prima.

Una volta che l'impasto, dopo le varie tinte di stoccaggio viene pompato in tina di miscela, viene completato nella sua formulazione con l'aggiunta del carbonato di calcio, dell'amido cationico e dei fanghi recuperati (questi ultimi a discrezione). Nel suo percorso nel circuito di testa macchina trova l'aggiunta del nuanzante, dell'imbiancante ottico, della colla e dei ritentivi (un polimero ad alto peso molecolare cationico prima e una silice anionica poi). Addentrarsi nel dettaglio dei chimismi esula dalla trattazione, tuttavia nei capitoli precedenti, riguardanti le caratteristiche del supporto, sono trattati i benefici che si ottengono dall'aggiunta degli additivi.

3.2 LA CASSA D'AFFLUSSO A DILUIZIONE

La cassa d'afflusso è preposta a garantire una portata di impasto costante nel tempo e senza pulsazioni per ottenere, in relazione alla velocità della tela, la corretta grammatura, e deve rompere o quantomeno evitare la formazione di fiocchi. Inoltre in accordo con la fan-pump deve determinare una corretta velocità del getto, garantendo una distribuzione dell'impasto con velocità omogenea su tutta la larghezza del profilo.

Sulla PM3 è installata una cassa d'afflusso idraulica con controllo profilo a diluizione che permette di disaccoppiare i profili di grammatura da quelli d'orientamento fibra, diversamente dalle casse a cuscino d'aria in cui i due parametri erano legati e modificati tramite deformazione del labbro. Ciò è reso possibile in quanto il profilo di orientamento fibra rimane sempre legato alla deformazione del labbro e quello di grammatura



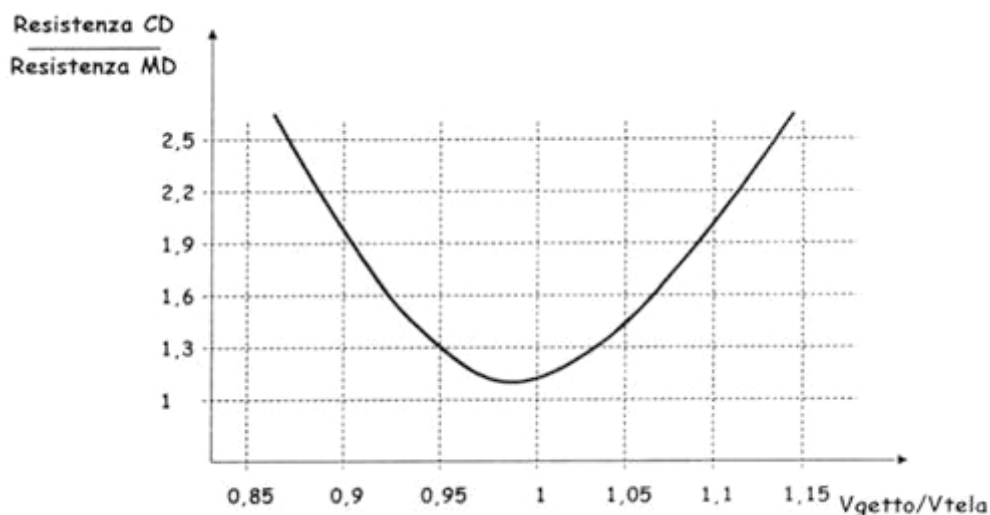
viene regolato tramite la diluizione locale del flusso principale con un flusso secondario prelevato dalle seconde acque. Aumentando quest'ultimo che è di minore consistenza si diminuisce localmente la consistenza della pasta sulla tavola, riducendolo la si aumenta. Il flusso di diluizione è gestito da 76 valvole (*attuatori*) che permettono regolazioni locali entro i 7 cm, e viene miscelato al flusso dell'impasto con un angolo di circa 90°. Successivamente il flusso complessivo dell'impasto è convogliato in un blocco diffusore che stabilizza la macroturbolenza, e all'uscita passa fra due lamelle di polycarbonato (*lexan*) che riducono la scala di turbolenza ottenendo un flusso omogeneo con fiocchi di piccole dimensioni migliorando la formazione del foglio sulla tela. L'effetto defloculante è legato allo sforzo di taglio che subiscono i fiocchi di fibra e cresce al diminuire della scala della turbolenza. Le pulsazioni del flusso principale in ingresso alla cassa vengono attenuate da uno smorzatore. In esso l'impasto viene prima convogliato dal fondo attraverso una piastra forata, che serve a dissipare l'energia delle pulsazioni trasformandole in una turbolenza controllata; poi il cuscino d'aria al suo interno assorbe le variazioni di livello permettendo un ingresso ottimale in cassa d'afflusso. La regolazione del getto che esce dalla cassa permette di accelerare la sospensione ad una velocità prossima a quella della tela, stabilizzare le fibre fino sulla tela e dare loro un angolo di impatto ottimale. L'accelerazione della sospensione fibrosa avviene trasformando l'energia di pressione posseduta dall'impasto all'interno della cassa in energia cinetica tramite il passaggio in un canale convergente, ed è nota non con misura diretta ma con formule empiriche che tengono conto di diversi fattori. La stabilizzazione del fiocco all'uscita del labbro è legata al mantenimento della struttura del getto fino al suo impatto sulla tela, e dipende sia dalla traiettoria che dalla distanza della tela. Infine l'impatto del getto sulla tela è fondamentale nel determinare le

caratteristiche finali della carta; da esso dipendono la ritenzione, la formazione iniziale e l'orientamento delle fibre. Quali parametri critici intervengono l'angolo di impatto, il rapporto getto/tela il punto di atterraggio sul *forming board* e le caratteristiche della tela di formazione.

A seconda della modalità di uscita del getto si riconoscono varie situazioni che influenzano in maniera determinante i valori del TSI e del TSO:

- velocità del getto = velocità della tela = carta quadrata;
- velocità del getto > velocità della tela = carta orientata e *condizione operativa di Rush*;
- velocità del getto < velocità della tela = carta orientata e *condizione operativa di Drag*;
- getto convergente (dai lati verso il centro) = *condizione operativa Inflow*;
- getto divergente (dal centro verso i lati) = *condizione operativa Outflow*;

Gli effetti derivanti dalla sommatoria delle possibili condizioni operative danno i risultati di quadratura e orientamento di seguito mostrati:



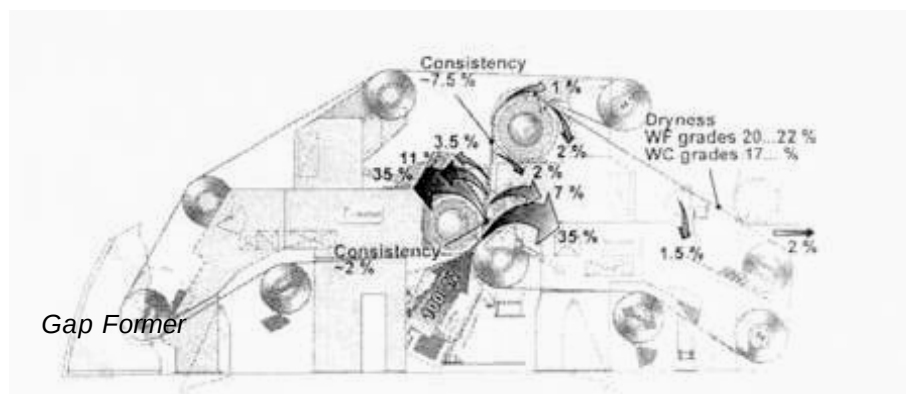
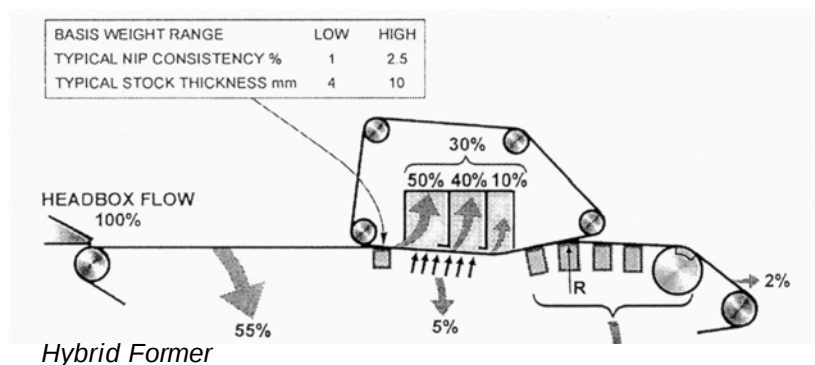
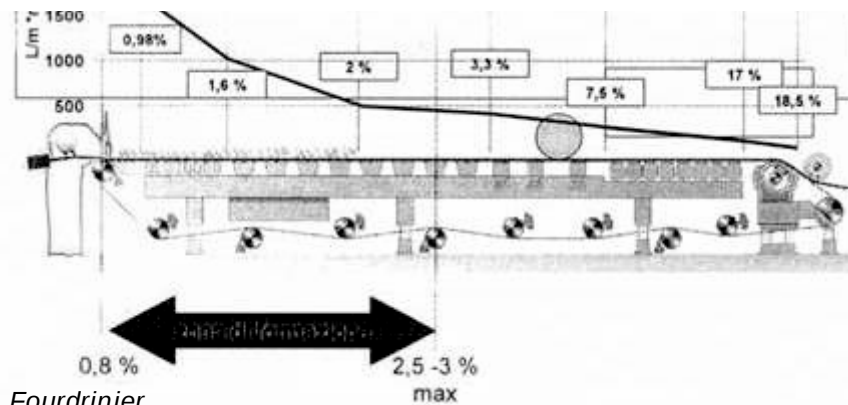
- ANGOLO DEL TSO -



La PM3 lavora con rapporto getto/tela $1.025 \div 1.040$ con getto divergente, ovvero condizione di Rush sommata ad Outflow. I parametri più immediati per variare l'orientamento delle fibre e quindi gestire l'anisotropia delle proprietà meccaniche, sono nel caso della PM3, apertura del labbro e rapporto getto e tela.

3.3 IL TELINO FORMATORE

Esistono diverse possibili configurazioni dei formatori di una continua; senza entrare nello specifico oggi si distinguono macchine a tavola piana ovvero *Fourdrinier*, macchine con



telino chiamate *Hybrid Former*, e macchine a doppia tela o *Gap Former*.

Nel corso del tempo dal primo sistema Fourdrinier, si sono avute diverse soluzioni e miglioramenti che hanno portato alla comparsa degli altri due formatori che a loro volta presentano soluzioni diverse studiate per le produzioni cui sono dedicati.

In generale l'avvento dei telini e delle doppie tele si è reso necessario per rispondere ad esigenze qualitative, migliorando formazione e orientamento con riduzione dell'anisotropia in senso Z, e andando ad aumentare le velocità di produzione.

Inizialmente la PM3 era stata concepita come Fourdrinier, ma da una successiva modifica si è passati ad una Hybrid Former ovvero con una unità drenante superiore. Ciò ha portato a dei notevoli miglioramenti del supporto e ad un aumento della velocità, per i motivi di seguito trattati.

La sospensione fibrosa in uscita dalla cassa d'afflusso è soggetta a tre tipi di forze idrodinamiche:

- *orientamento dinamico*: la sospensione assume un profilo parabolico dovuto al movimento di avanzamento della tela;
- *turbolenza*: legata all'impatto del getto sulla tela e agli elementi drenanti della tavola piana;
- *drenaggio*: legata al movimento dell'acqua che passa attraverso la tela.



La combinazione di questi tre fenomeni genera un processo di deposizione delle fibre a filtrazione ovvero:

- la *sospensione prefiltrata* nella parte superiore a contatto con l'aria: le fibre e le cariche sono ancora libere di muoversi e non si sono ancora depositate con una consistenza simile a quella in cassa d'afflusso;
- il *letto di fibre filtrate* nella parte a contatto con la tela: le fibre si sono sedimentate e non risentono più dei fenomeni di turbolenza avendo già generato un letto fibroso con struttura parzialmente stratificata.

Le immagini di seguito rappresentano la sospensione prefiltrata e il letto di fibre nei diversi drenaggi:



Uscita cassa d'afflusso



Fourdrinier



Hybrid e Gap Former

Con l'allontanarsi dalla cassa d'afflusso lo spessore del letto fibroso aumenta, l'acqua in questo modo non risente solo della resistenza al drenaggio data dalla tela ma anche di quella del letto fibroso stesso. L'azione degli *idro foil* crea un'attività nella sospensione madre, e

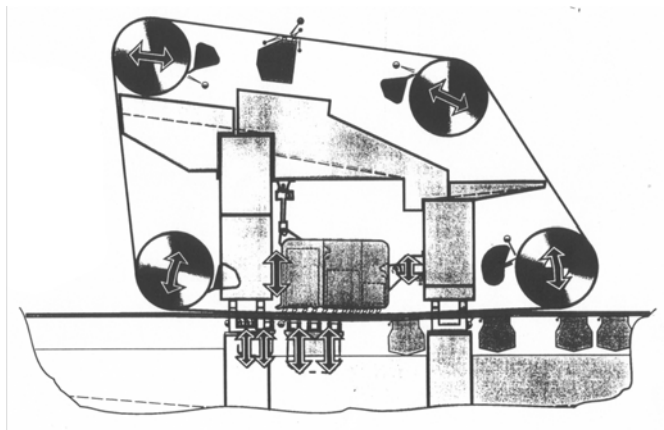
migliora la formazione delle fibre in sospensione. Tuttavia la pressione differenziale generata da ogni singolo elemento drenante idro foil, è proporzionale al quadrato della velocità e se quest'ultima raggiunge valori troppo elevati si ha la rottura dei fiocchi a scapito di formazione e asimmetria nella distribuzione in senso Z delle cariche. Questo è un limite delle Fourdrinier, dove il contenuto di cariche sul lato a contatto con la tela può essere quasi la metà di quella lato feltro. Con i *Top-Former* (telini), si è ovviato a questi problemi. La loro funzione consiste nel drenare l'acqua drenandola dal lato superiore del foglio, in modo che su ciascuna tela non si deposita più l'intera grammatura finale, ma solo una parte. La sospensione fibrosa segue tra le due tele una traiettoria a cuneo, e inizialmente viene a formarsi un letto fibroso sulla tela del former che aumenta di spessore per via del drenaggio da parte dei vuoti. Successivamente lo strato di fibre sul telino una volta in uscita dal "cuneo" si va a saldare allo strato che si era già formato sulla tela. In questa maniera scompare la sospensione madre da cui si ha la deposizione delle fibre. Due cassette aspiranti *Transfer Box*, impediscono che il foglio segua nel suo percorso il former, restando invece sulla tela.

In definitiva l'installazione di un Top Former comporta:

- maggior quantità di acqua drenabile, e quindi possibilità di raggiungere velocità superiori;
- viene eliminata l'interfaccia sospensione madre-aria che può essere causa di instabilità nella formazione del foglio;
- distribuzione dei fini e delle cariche più simmetrica in direzione Z (comunque concentrazioni maggiori sul lato feltro, vedi disegni);
- il forte drenaggio dalla parte superiore dove ho molti fini e cariche comporta un calo della ritenzione.

I tempi di formazione dello strato superiore sono circa un quinto di quelli del lato tela; questo permette di contenerne le dimensioni, pur mantenendo un'elevata rimozione d'acqua ovvero circa il 30÷35% di quella totale. Il drenaggio è garantito da tre comparti aspiranti ovvero Autoslice, secondo e terzo comparto.

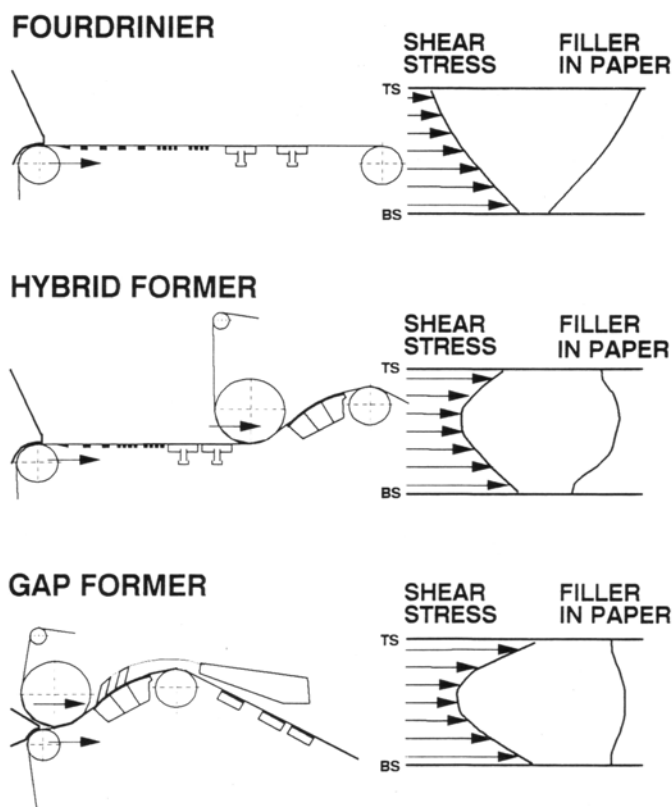
Sotto la tela, in corrispondenza del telino, sono posizionati dei listelli o lame regolabili che permettono di modificare localmente la curvatura della traiettoria della sospensione fibrosa tra le due tele. Più le controlame sono alte e più è aumentata la curvatura della traiettoria. Più la traiettoria è curva, maggiore è la



pressione verso l'interno del former esercitata dalla forza centrifuga; se questo termine aumenta troppo la formazione peggiora e la ritenzione cala. Vista la consistenza in ingresso

al former mediamente intorno al 1,5÷1,7%, si ha ancora una certa mobilità della fibra sulla superficie libera (quella superiore) e ciò comporta la possibilità di lavorare sulla formazione agendo sulla pressione dei listelli. L'orientamento risulta invece determinato.

Di seguito vengono riportate delle significative comparazioni della distribuzione delle cariche e dell'orientamento dinamico nei diversi formatori:



TS = Top Side = lato superiore o lato feltro;

BS = Bottom Side = lato inferiore o lato tela;

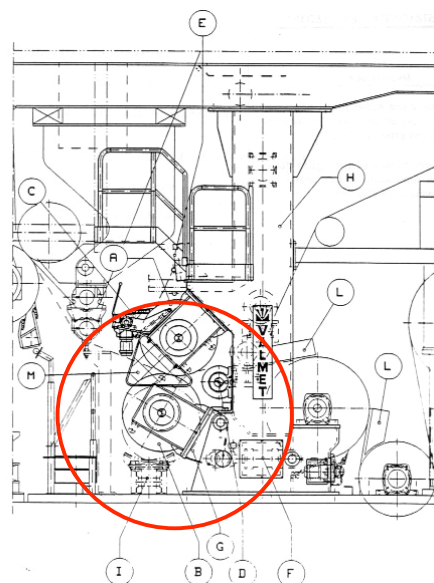
FILLER IN PAPER = contenuto di carica;

SHEAR STRESS = orientamento dinamico.

3.4 LA PRESSA OFFSET

La pressa offset (pressa d'introduzione) è una pressa caricata idraulicamente, con il cilindro superiore fisso e quello inferiore mobile, entrambi dotati di azionamento, posta tra uscita della sezione presse a umido e ingresso in seccheria.

La sua funzione è quella di lisciare il foglio prima dell'ingresso in seccheria, conferendo ad esso migliori qualità superficiali per la successiva collatura in superficie. Serve inoltre a ridurre l'effetto di doppio viso e a migliorare il contatto tra il foglio di carta e la superficie dei cilindri essiccatori, aumentando così il



fattore di evaporazione. In presenza di particolari necessità di produzione è possibile anche il funzionamento a pressa aperta.

3.5 ASPETTI RELATIVI ALLA SECCHERIA

La seccheria è la parte della macchina in cui si completa l'asciugamento della carta impiegando energia termica. Il veicolo per trasportare energia termica ai cilindri essiccatori è il vapore acqueo prodotto dalla centrale. Prima di trattare l'aspetto impiantistico è bene fare delle premesse spiegando sommariamente i principi generali.

Il passaggio dallo stato liquido allo stato di vapore viene definito vaporizzazione. Quando tale fenomeno avviene spontaneamente e si verifica solamente sul pelo libero del liquido, siamo in presenza di un fenomeno di evaporazione; se invece il passaggio non avviene spontaneamente ma occorre somministrare calore, siamo in presenza del fenomeno dell'ebollizione. In questo caso, in condizioni normali, occorre portare l'acqua alla temperatura di 100 °C e continuare a riscaldarla fino a passaggio di stato avvenuto. Per far ciò a partire da 0 °C e a pressione atmosferica, occorre fornire all'acqua un'energia pari a circa 419 kJ/kg per raggiungere i 100 °C e per farle poi compiere il passaggio di stato occorre somministrare ancora 2257 kJ/kg (questa quota rappresenta il *calore latente di vaporizzazione*). In complesso il contenuto di energia termica del vapore o la sua *entalpia* sarà pari a 2676 kJ/kg. L'esempio fatto non rappresenta le condizioni operative, perché le pressioni di esercizio sono diverse e quindi anche le entalpie, ma chiarisce che la quota energetica più "interessante" è rappresentata dal calore di vaporizzazione. Infatti, nei cilindri essiccatori, quando il vapore immesso viene a contatto con il mantello, si raffredda condensando (fenomeno inverso alla vaporizzazione) e cede questa quantità di calore andando a riscaldare il cilindro che provvede all'asciugamento della carta.

Esistono due tipi di vapore: *vapore saturo* e *vapore surriscaldato*. Si dice saturo quando si trova in equilibrio con il liquido che lo ha generato, e la sua pressione è esclusivamente funzione della temperatura e non dipendente dal volume.

Può essere saturo secco, ovvero essente da particelle d'acqua in sospensione, o saturo umido qualora ne abbia. Nel caso del vapore surriscaldato si intende quel vapore a cui si è continuato a fornire calore aumentandone la sua temperatura. Questo ultimo a parità di pressione possiede un volume maggiore di quello saturo ed una temperatura maggiore di quella di ebollizione.

I fenomeni che determinano le prestazioni di una seccheria sono due:

- *trasferimento di energia*: dal vapore alla superficie dei cilindri al foglio di carta;
- *trasferimento di materia*: dalla carta all'aria che allontana l'acqua evaporata.

Il trasferimento di energia è legato alle resistenze che il calore deve superare prima di giungere all'acqua contenuta nel foglio di carta. Il trasferimento per mezzo di vapore saturo

è maggiormente vantaggioso, perché condensa in contatto di superfici più fredde cedendo una gran quantità di calore (quello latente di vaporizzazione) come visto in precedenza. Inoltre, se si considerano gli strati che devono essere passati dal calore prima di giungere al foglio di carta, si nota che, paragonando il vapore saturo con il vapore surriscaldato la convenienza ricade di nuovo sul primo dei due che giunge al foglio con una dispersione termica in meno, come dimostrato in tabella.

SISTEMA DI SCAMBIO TERMICO		
STRATO	VAPORE SATURO	VAPORE SURRISCALDATO
FILM VAPORE SATURO	///	CONVEZIONE
CONDENSA	CONVEZIONE	CONVEZIONE
RUGGINE	CONDUZIONE	CONDUZIONE
SPESSORE CILINDRO	CONDUZIONE	CONDUZIONE
ARIA TRA CARTA/CILINDRO	CONVEZIONE	CONVEZIONE
CARTA	CONDUZIONE	CONDUZIONE

Per migliorare ulteriormente lo scambio termico, le seccherie in genere adottano soluzioni tecniche che vanno a ridurre gli scompensi causati dai vari strati che il calore deve passare, e rispettivamente:

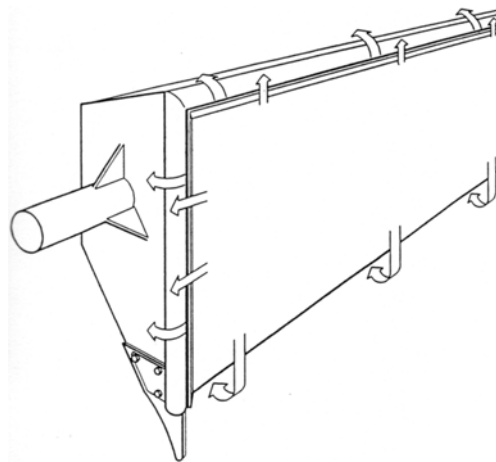
- condensa: lo spessore del film che si forma all'interno dell'essiccatore viene ridotto il più possibile tramite un'estrazione costante e controllabile, realizzata nel caso in questione con sifoni rotanti ed il controllo della pressione differenziale del cilindro;
- ruggine: inevitabile essendo il manto in contatto con le condense. Il suo spessore dipende soprattutto dalla qualità del vapore e dal tipo di materiale del cilindro;
- spessore cilindro: la sua conducibilità termica deve essere bassa, non andando a scapito delle resistenze meccaniche che devono essere garantite alle pressioni di esercizio, al peso dell'essiccatore e alle sollecitazioni di flessione, risultato ottenibile entro certi limiti con utilizzo di materiali quali ad es. ghisa sferoidale dell'acciaio;
- aria tra carta/cilindro: viene contenuta con l'impiego di tele essiccatrici che fanno aderire quanto più possibile il foglio di carta al cilindro. Tuttavia è fondamentale un buon profilo del foglio in entrata alla seccheria (vedi pressa offset);
- film vapore saturo: non sussiste qualora il vapore impiegato sia saturo secco.

Il trasferimento di materia fa riferimento alla rimozione dell'acqua che in parte è intrappolata all'esterno delle fibre ma soprattutto all'interno di esse (nel *lumen*) per effetto dell'idratazione durante la raffinazione. Questo avviene tramite l'evaporazione dovuta dal contatto del foglio con il cilindro essiccatore. Il veicolo per l'allontanamento dell'acqua evaporata dal foglio è l'aria, che introdotta dal fondo delle batterie è estratta dalla cappa

sopra di essa. La cappa coibentata deve assolvere alle funzioni di limitare le dissipazioni termiche fuori dalla seccheria e confinare il flusso d'aria ottimizzando i volumi impiegati. L'aria che viene insufflata deve necessariamente essere secca e calda, difatti subisce un preriscaldamento in uno scambiatore aria-aria alimentato con l'aria estratta (di cui parte condensa) ed un secondo in una batteria a vapore. Quindi una volta convogliata da canalizzazioni sotto le batterie, lambisce il foglio, raccoglie l'acqua evaporata, viene estratta dalla parte superiore della cappa e, dopo aver preriscaldato l'aria in ingresso viene espulsa sotto forma di fumane verso l'esterno. È necessario un continuo afflusso di aria calda e secca per rimuovere l'acqua evaporata senza arrivare a condizioni di saturazione, che in caso di un calo di temperatura danno origine a condense e gocciolamenti all'interno della cappa.

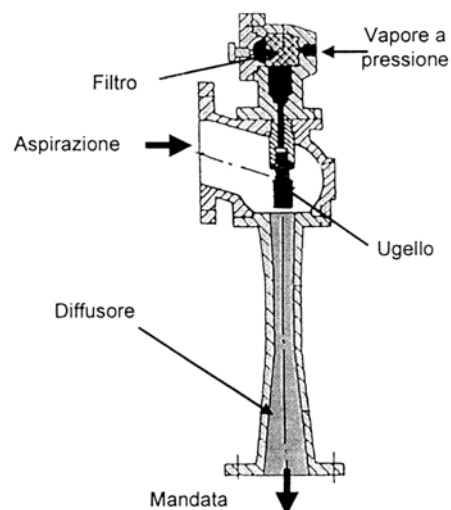
Nello specifico la seccheria della PM3 è divisa in due sezioni: la preseccheria che completa l'asciugamento della carta dopo che questa è uscita dalla sezione presse umide, e la postseccheria che elimina l'acqua che la carta ha ricevuto durante il trattamento in film press; in complesso si hanno otto batterie di essiccatori, rispettivamente sei in preseccheria e due in postseccheria.

Le prime tre batterie sono del tipo “*slalom unorun*” derivate da una modifica a delle precedenti *doppia tela*; i cilindri della stessa batteria sono abbracciati da un'unica tela essiccatrice così che la carta è sempre supportata nel suo percorso e si trova a contatto con il cilindro solo nei cilindri superiori, che perciò sono riscaldati, mentre negli inferiori rimane interposta la tela e perciò sono stati flangiati. Nei tiri tra i cilindri superiori ed inferiori sono interposte delle casse soffianti “*blow box*” (vedi fig. a lato) che, soffiando aria ad alta velocità, creano una zona di vuoto tra la cassa ed il feltro, favorendo l'aderenza del foglio (effetto *coanda*) e l'allontanamento dell'acqua evaporata.



Le restanti cinque batterie sono a doppia tela; una tela abbraccia i cilindri superiori ed una gli inferiori. La carta è soggetta a tiri liberi tra una e l'altra ed è sempre a contatto con gli essiccatori che per ciò sono tutti riscaldati. Altre casse soffianti che facilitano l'allontanamento dell'acqua evaporata sono posizionate negli spazi tra cilindri superiori ed inferiori della IV, V, VI batteria e negli spazi tra gli essiccatori inferiori della VII e VIII. I primi cilindri delle due seccherie sono rivestiti in teflon, per evitare che la carta umida vi rimanga attaccata. Il flusso di vapore nella seccheria è controllato tramite un sistema a cascata. In pratica il foglio viene riscaldato gradualmente nel suo percorso, ottenendo il grado di secco che si desidera all'uscita delle due seccherie, senza incorrere in shock termici che possono compromettere la struttura del foglio e modificarne le proprietà finali. La

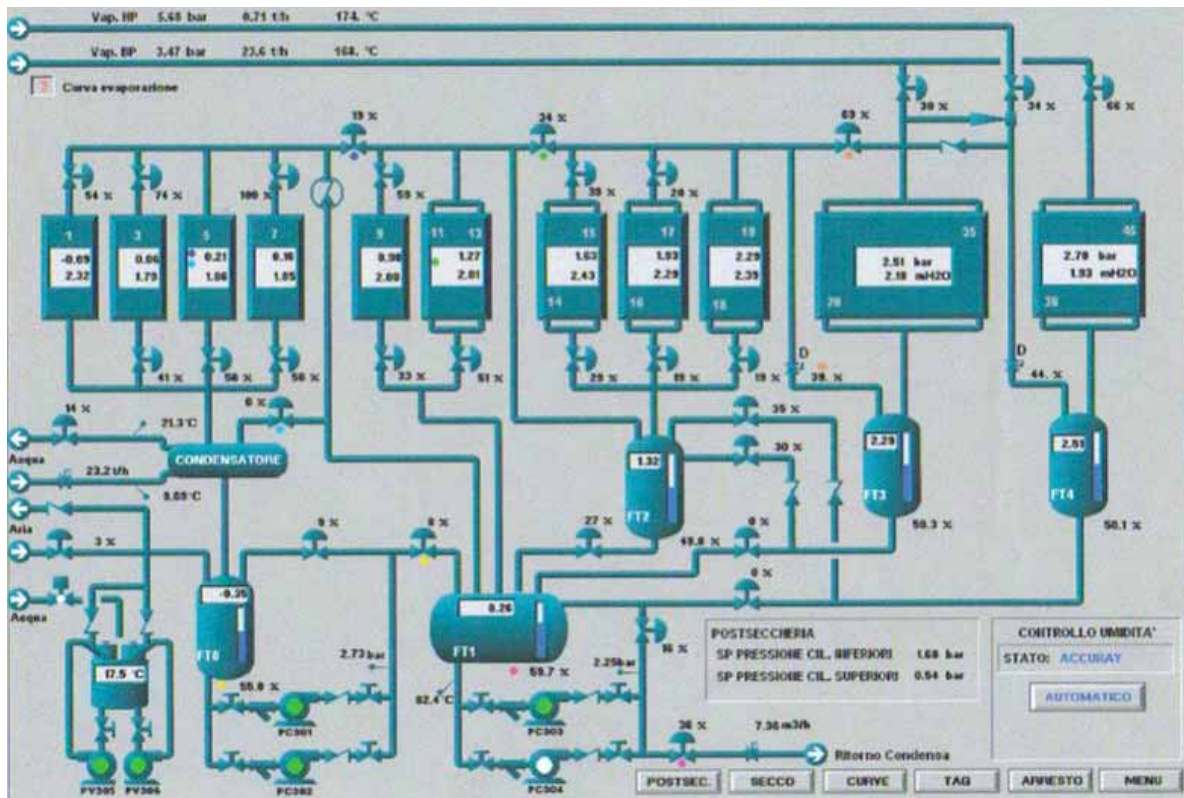
temperatura è controllata dalla regolazione della differenza di pressione del vapore saturo tra entrata ed uscita nei vari gruppi. In questo sistema parte del vapore non condensa ma aiuta ad estrarre il liquido all'interno del cilindro che viene espulso tramite sifoni rotanti. Essendo il flusso estratto *bifasico* (acqua e vapore), viene fatto confluire in separatori che dividono il liquido (riciclato in centrale) dal vapore "nascente"; quest'ultimo è rialimentato nel gruppo successivo a pressione inferiore e pertanto più freddo. Il controllo di livello nei separatori è fondamentale per evitare disturbi sulle pressioni differenziali, e se il livello è alto si possono verificare fenomeni di trascinamento da parte del vapore nascente. Nei cilindri più freddi, i primi in ingresso, per avere una pressione differenziale sufficiente a rimuovere la condensa i flussi estratti sono convogliati in un condensatore. La maggiore evaporazione avviene negli ultimi due gruppi della preseccheria, dove per avere una pressione di ingresso sufficientemente alta anche nel penultimo gruppo è necessario aumentare la pressione del vapore recuperato dall'ultimo. Questo è realizzato con l'ausilio di un *termocompressore* (fig. a lato) in cui il vapore nascente viene mescolato a vapore alimentato ad alta pressione, ed il flusso uscente mescolato a vapore "nuovo". Attualmente la produttività della macchina è limitata dalla potenzialità della preseccheria, cioè la massima produzione dipende dal quantitativo di acqua evaporabile in questa sezione.



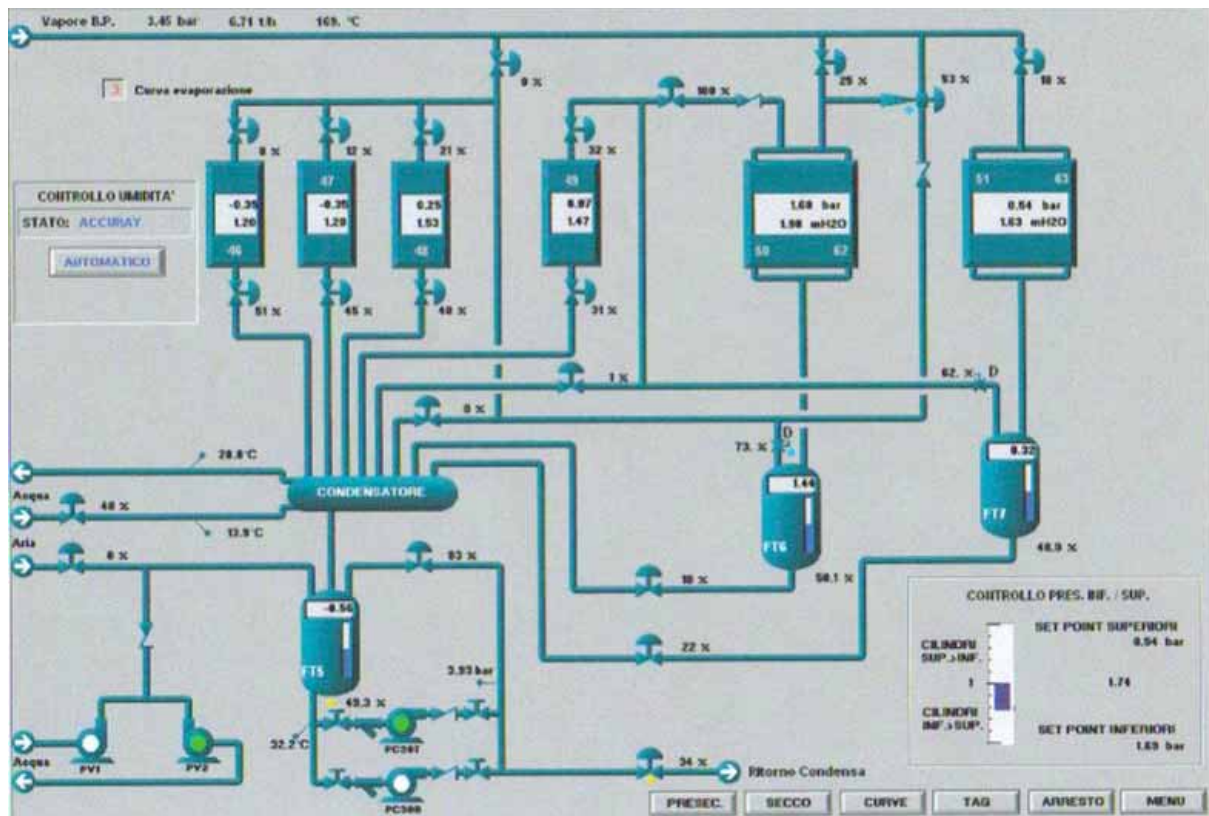
Un parametro molto importante nelle carte da risma è il rapporto tra le pressioni di ingresso tra i cilindri superiori e quelli inferiori, ovvero il rapporto tra le temperature dei cilindri, in quanto influenza l'imbarcamento ed il TSO della carta.

Di seguito viene riportato lo schema impiantistico delle due sezioni.

-PRESECCHERIA-



POSTSECCHERIA-



3.6 LA FILM PRESS

La collatura superficiale è un'importante stadio del processo di produzione della carta e l'amido è il collante più frequentemente utilizzato in questo processo. Il termine collatura superficiale non è comunque da confondere con l'utilizzo dell'amido in sé in quanto gli amidi, convenzionalmente impiegati per la collatura superficiale, non esplicano l'azione idrofoba che il termine collatura implica in senso stretto. La collatura avviene tuttavia in pressa collante perché assieme all'amido vengono impiegati particolari additivi per i quali l'amido funziona da vettore nel contesto fibroso.

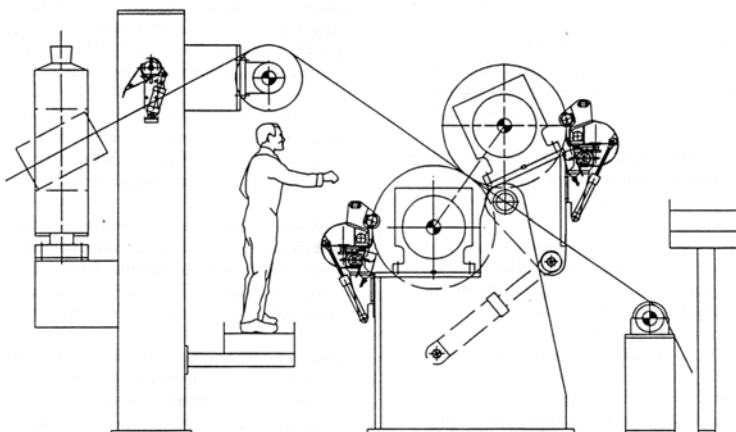
L'obiettivo principale dell'utilizzo dell'amido in pressa collante è di impartire resistenza meccanica sulla superficie e nel *bulk* della carta (con *bulk* si fa riferimento all'interno del foglio di carta; la resistenza meccanica in questo punto è data dall'*Internal Bond*, che verifica l'energia necessaria a "rompere la carta" lungo l'asse Z). La proporzione fra il miglioramento delle caratteristiche superficiali rispetto a quelle di *bulk* può essere modulata regolando opportunamente la penetrazione della salda nelle fibre.

Industrialmente si distinguono due tipi di unità per la collatura superficiale: la *Size Press* e la *Film Press*. Nel trattamento in *Size Press* la carta passa attraverso un bagno contenente la soluzione di collatura. Questa unità applicativa permette di bagnare completamente la carta, impregnandola in profondità con la colla prima di farla passare attraverso la pressa. Con il termine *Film Press* si intende invece un sistema che assicura un pre-dosaggio della colla sugli stessi rulli di pressatura. Mentre il primo sistema permette un contatto più intimo della carta con la soluzione collante, il secondo ha il notevole vantaggio di bagnare meno la carta, facilitandone l'asciugamento e rigonfiando meno le fibre.

La collatura in superficie della PM3 è effettuata tramite una pattinatrice *Film Press*, nello specifico "*Sym Sizer- Rod Metering - Blade Cotter*". La soluzione impiegata nel *processo di sizing* è costituita da:

- *amido di patata esterificato ed acetato*: è un legante di origine naturale derivato dalla patata modificato con l'introduzione nel polimero di specifici sostituenti tramite reazione dell'anidride acetica sullo slurry dell'amido nativo. Conferisce alla carta maggior resistenza superficiale;
- *collante superficiale sintetico*: ha funzione legante, serve a dare alla superficie della carta una maggior resistenza alla penetrazione dell'acqua (rendendola quanto possibile idrofoba), e una maggior resistenza allo strappo;
- *candeggiante ottico*: eleva il grado di bianco della carta;
- *salamoia*: riduce l'elettrostaticità della carta; la sua funzione come visto in precedenza è molto importante nella stampa elettrofotografica;
- *antischiuma*: riduce la formazione di schiume.

La Sym Sizer è costituita da due cilindri riscaldati, il superiore comandato, rivestiti in materiale poliuretano, con l'inferiore più morbido. Su di essi viene depositata tramite due applicatori la soluzione. I due cilindri vengono caricati tramite attuatori idraulici e formano il nip in cui viene trasferito l'amido alla carta. Gli applicatori sono formati da una lama forata attraverso cui viene alimentata la soluzione e che provvede ad asportare l'eccesso, e una barretta filettata rotante contenuta in un portabarra in PVC rigido che rende omogeneo il film di amido sui cilindri. Il processo di collatura superficiale avviene in tre fasi:



- dosaggio dell'esatta quantità di soluzione da trasferire sui cilindri mediante la lama forata;
- metering della soluzione sui cilindri tramite barrette filettate rotanti per avere un film omogeneo su tutta la larghezza del foglio;
- trasferimento del film di soluzione sulla carta.

La quantità di amido trasferita sulla carta dipende da diversi fattori quali:

- caratteristiche del foglio di carta: porosità superficiale, umidità e collatura;
- caratteristiche della soluzione di amido: concentrazione, temperatura e viscosità;
- tipo di barretta: maggiore è il passo della filettatura, maggiore è la quantità di amido trasferita;
- pressione della barretta: più è alta minore è la quantità di amido dosata;
- durezza dei cilindri: cilindri più morbidi consentono l'impiego di carichi lineari minori con conseguente riduzione della quantità di amido che penetra il foglio;
- velocità di macchina: più è alta maggiore è la quantità di amido trasferita.



In conclusione i benefici che si traggono dal processo di collatura superficiale nella PM3 possono essere così riassunti:

- aumento della lunghezza di rottura;
- maggior resistenza alla piega;
- aumento della rigidità;
- maggior resistenza allo strappo;

- minore spolvero;
- aumento del grado di bianco;
- aumento della idrofobicità del supporto;
- ottenimento di una buona stampabilità;
- migliore macchinabilità.

4. CONCLUSIONI

La trattazione, nel suo sviluppo segue un ordine logico, che va definendo, man mano che prosegue, le tipologie di stampa cui è dedicata la carta in risma quindi le caratteristiche cartarie richieste al supporto e infine gli aspetti tecnico-produttivi che le soddisfano.

Le tipologie di stampa vengono trattate rapidamente, con il solo scopo di dare l'idea di come funzionano i vari sistemi che sfruttano carta in risme.

Le caratteristiche del supporto sono invece trattate dettagliatamente, per chiarire quali sono le peculiarità richieste, anche grazie all'idea che può essersi formata a riguardo, dalla lettura dei capitoli precedenti.

Per quanto riguarda alle soluzioni tecniche di produzione è stato fatto esplicito riferimento alla realtà della continua PM3 di Tolmezzo. Questa sezione può apparire incompleta, non analizzando molti altri aspetti tutto altro che secondari. Basti pensare che non si è fatto riferimento alcuno al reparto allestimento, vero artefice del prodotto finito "risma" e a cui è riservato il delicato compito del taglio in formato e dell'imballo. Tuttavia già la trattazione sugli aspetti della continua, può apparire carente di elementi, visto il mancato sviluppo del circuito di testa macchina, del chimismo, della tavola piana, della sezione presse...

L'idea è stata quella di fare esclusivamente riferimento alle modifiche apportate alla macchina continua negli anni, cercando di chiarire i benefici che hanno apportato al prodotto finale, riuscendo a soddisfare le caratteristiche trattate in precedenza. Ovviamente non poteva mancare una sommaria descrizione dell'impasto, elemento principale della fabbricazione.

In tal modo la tesi non rischia di genericità mentre lo studio di tutti gli aspetti avrebbe dato il rischio di raccontare con incompletezza e in maniera superficiale.

Bibliografia

- **“La tecnologia cartaria”**

(ATICELCA)

- **“Tecnologia grafica”**

(AUTORI VARI – SCUOLA GRAFICA CARTARIA S. ZENO)

- **“Prove sulle materie fibrose sulla carta e sul cartone”**

(ATICELCA)

- **“L&W manuale ‘04”**

(LORENZEN & WETTRE)

- **“La colorazione della carta e il candeggio ottico”**

(B. PERINI)

- **“Le prove sulla carta”**

(F. SAVAGNONE)

- **“L’utilizzo degli amidi nell’industria della carta”**

(CERESTAR)

- **“Descrizione del processo di produzione della PM3 di Tolmezzo”**

(F. VALENT)

- **“La stampabilità della carta”**

(M. BARALDI)

- **“L’influenza dell’orientamento fibra nella produzione della carta”**

(A. DI ROCCO)

- **“Manuali operativi Valmet: Sym Former, seccheria, Sym Sizer”**

(VALMET, COMO)

- **“Manuale Voith Masterjet”**

(VOITH)

- **“Materiale vario di reparto”**
(CARTIERE BURGO S.P.A.)

- **“Articoli vari da Internet”**
(VARI)

- **“Appunti XII corso di tecnologia per tecnici cartari”**
(VARI)