

SOMMARIO

Introduzione	
<i>Roberto Taranto</i> pag. 2
Scheda 1	
<i>Luisa Rossi</i>	Definizione di carta pag. 4
Scheda 2	
<i>Giampaolo Bonaguro</i>	Fisionomia del settore pag. 5
Scheda 3	
<i>Luisa Rossi</i>	Cenni storici e materia prima pag. 12
Scheda 4a	
<i>Assocarta</i>	Classificazione delle carte per grandi comparti pag. 21
Scheda 4b	
<i>Paolo Garavaglia</i>	Le carte per uso grafico pag. 23
Scheda 5a	
<i>Savino Gazza</i>	Le materie prime per produrre carta pag. 28
Scheda 5b	
<i>Giampaolo Bonaguro</i>	Materie prime non tradizionali pag. 39
Scheda 5c	
<i>Assocarta</i>	Materie prime di recupero pag. 41
Scheda 6a	
<i>Franco Sanesi</i>	Il processo di fabbricazione della carta..... pag. 44
Scheda 6b	
<i>Franco Sanesi</i>	Digressioni su un'importante caratteristica della carta: l'opacità pag. 77
Scheda 7	
<i>Armando Cafiero</i>	Forestazione..... pag. 85
Scheda 8	
<i>Ferruccio Cariolaro</i>	Carte a base macero pag. 90
Scheda 9	
<i>Massimo Medugno</i>	L'impatto ambientale pag. 93
Glossario pag. 102

INTRODUZIONE AL PROGETTO SCUOLA

Roberto Taranto

La carta e il cartone sono prodotti familiari con i quali ognuno di noi viene a contatto più volte al giorno nell'ambito della vita in casa e al lavoro, nelle ore dedicate allo svago, all'informazione ed allo studio, ogniqualvolta c'è da conservare, proteggere, trasportare beni di consumo – durevole e non – ed in tante altre occasioni.

La carta, dunque, è un prodotto a tutti noi ben noto, realizzato mediante un processo industriale complesso, trasformatosi nel tempo con l'introduzione delle tecnologie più innovative e che richiedono consistenti investimenti di denaro e capacità professionali.

Proprio per la varietà delle conoscenze richieste, che spaziano dalla chimica alla fisica, alla meccanica ed all'informatica, le cartiere italiane offrono, tra l'altro, interessanti prospettive di impiego per i giovani diplomati e laureati che vengono preparati all'inserimento in cartiera attraverso una serie di corsi specialistici a livello di scuola secondaria e post-secondaria.

L'industria della carta e del cartone ha interrelazioni sempre più strette con l'ambiente naturale ed urbano sia sotto il profilo delle materie prime utilizzate che del loro recupero e riutilizzo; lo sviluppo dell'ambiente è tema di particolare rilievo per gli studenti di oggi, che saranno i cittadini di domani, e per le loro famiglie.

Per spiegare ed approfondire tali legami l'industria della carta, attraverso Assocarta che rappresenta 166 cartiere con 25.000 addetti sparse in tutto il territorio nazionale, ha deciso di presentarsi in modo completo e trasparente al mondo scolastico ed in particolare agli autori dei testi

scolastici ed ai docenti interessati alle problematiche industriali ed ambientali.

La forma scelta per tale presentazione è quella della scheda che consente al lettore una lettura selettiva in funzione dell'interesse al singolo argomento in essa trattato.

Le schede riguardano:

- la definizione della carta e delle diverse tipologie di prodotti / applicazioni e di impieghi (carte da scrivere e da stampa, carte per imballo, cartoncino, carte per ondulatori, carte per uso domestico e sanitario, carte industriali e per usi speciali) – schede 1, 4a e 4b;
- la fisionomia dell'industria di carte e cartoni in Italia, seguita da alcuni cenni storici sulla produzione di carta – schede 2 e 3;
- la materia prima, voce di costo principale per l'industria cartaria e componente determinante della carta e del cartone – schede 5a, 5b, 5c, 7 e 8;
- il processo di fabbricazione della carta, che viene illustrato in dettaglio attraverso una interessante analogia con un processo produttivo familiare al lettore italiano (quello per produrre pasta), e l'approfondimento sull'argomento opacità preso come esempio di trattazione esaustiva – scheda 6° e 6b;
- l'impatto che le cartiere hanno nei confronti dell'ambiente circostante – scheda 9.

Con questa pubblicazione Assocarta intende iniziare un dialogo con il mondo della scuola che vuole essere a doppio senso. Suggestimenti e proposte di ampliamento dei termini trattati nelle schede o di nuovi temi a cui dedicare specifiche schede sono quindi particolarmente graditi nell'obiettivo sopracitato di assicurare una informativa completa sulla carta e sul cartone e sull'industria che li produce.

Roberto Taranto
segr. gen. ASSOCARTA

DEFINIZIONE DI CARTA

Luisa Rossi

La *carta* e il *cartone* sono materiali di grande importanza, prodotti dai moltissimi usi, necessari e, nello stesso tempo, molto familiari.

Senza l'aiuto della carta e del cartone la cultura, il commercio e tutta la civiltà dell'Europa Occidentale qual è oggi non esisterebbe.

Carta e cartone sono formati da milioni di fibre di cellulosa intrecciate fra loro e da sostanze aggiuntive quali collanti, coloranti e sostanze minerali.

Sono prodotti naturali, biodegradabili e riciclabili e, come tali, amici dell'ambiente (includendo in tale termine anche il cartone che è carta di grammatura più elevata).

La carta migliora la qualità della vita per gli innumerevoli usi che se ne fanno.

È un prodotto divenuto quasi essenziale nella vita quotidiana; è infatti usato non solo nel campo della comunicazione (giornali, libri) e dell'imballaggio (astucci, casse di cartone ondulato, carta per pacchi, per cioccolatini, caramelle, ecc.), ma entra nelle nostre case (carta per usi domestici e sanitari).

Ha inoltre applicazioni industriali (carta filtri), è usata negli uffici; senza dimenticare gli usi minori (costruzione, moda, passatempi, ecc.).

Quasi tutti questi tipi di carta, in diversa percentuale, sono composti anche da fibre ottenute riciclando carta da macero.

FISIONOMIA DEL SETTORE

Giampaolo Bonaguro

L'industria cartaria italiana annovera 166 imprese con 202 stabilimenti; i dipendenti sono 25.100.

Il fatturato globale è di 11.650 miliardi di lire con una produzione di 6,8 milioni di tonnellate/anno (i dati si riferiscono al 1999).

Tale produzione rappresenta strutturalmente il 10% della capacità produttiva europea, collocandosi ai primi posti nel continente.

L'esportazione è pari a 2,4 milioni (pari al 28% della produzione).

E' un settore ad alta tecnologia ed innovazione che raggruppa molte competenze: la gestione del Personale, la Ricerca, la Produzione, il Marketing, gli Acquisti, la Distribuzione, l'Ecologia. Tutte queste aree di grande impegno professionale.

Forte delle sue 4.500 cartiere sparse nel mondo è un settore in continuo sviluppo e trasformazione.

Gli imponenti macchinari, complessi e moderni, sono patrimonio di grande tradizione, ingegnosità ed alto spirito imprenditoriale.

La sicurezza nell'ambiente di lavoro è espressione di massima tutela e rispetto di ogni persona.

Più di 4.000 sono i tipi di carta che si fanno nel mondo;

quasi ogni cartiera ha il suo particolare tipo di carta: l'innovazione e la caratterizzazione sono determinanti in questo mercato.

Fare carta significa fare squadra, significa lavorare in gruppo, mettere insieme le risorse, comunicare, competere, affinare i propri comportamenti per raggiungere un risultato di gruppo.

Le cartiere sono aziende con lunghe tradizioni; molte raggiungono e superano i cento anni di storia, prendono dal passato esperienze e tradizioni, producono assicurazione e innovazione.

Creare nuovi prodotti significa sviluppare l'ingegnosità collettiva: la cartiera è il collettivo per eccellenza, la partecipazione attiva al cambiamento.

La Certificazione di Qualità sta diventando un patrimonio di tutte le cartiere: è un sistema che consente, attraverso una razionale organizzazione interna, di garantire il cliente sulla qualità dei suoi prodotti.

La cartiera è ben inserita nell'ambiente, anche come struttura urbanistica.

Sembra un archetipo per le sue particolari forme, spesso moderne negli interventi, ma che lasciano trasparire tradizione, storia, grande umanità, efficienza, forte integrazione nel tessuto urbano.

Nelle cartiere l'inglese è di casa: si comperano materie prime (la cellulosa) dai paesi nordici, canadesi ed americani e buona parte delle vendite vanno all'estero.

Il rapporto con gli stranieri è determinante non solo per fare affari, ma anche come elemento di formazione e di competitività.

Le cartiere hanno le loro scuole:

- Università con laurea breve e scuole superiori (Fabriano).

- Specializzazione e formazione per dipendenti interni (San Zeno – Verona).
- Specializzazione in ingegneria cartaria (in collaborazione tra i Politecnici di Torino e di Grenoble).

Costituiscono così un esempio di aziende che preparano i propri quadri per lo più con risorse private, e, solo in parte, con finanziamenti statali.

È importante il rapporto che si è determinato con l'ambiente; vi è grande impegno da parte di tutte le cartiere nel preservare l'ambiente: non inquinare, non usare coloranti nocivi, privilegiare il senso della sicurezza come elemento di preservazione.

Così l'ecologia diventa uno stato d'animo, preciso punto di riferimento del comportamento.

Le figure professionali nel mondo delle cartiere

Il mondo della carta è un mondo vario e complesso. La produzione di un foglio di carta è frutto delle conoscenze e dell'impegno di molteplici figure professionali che collaborano attivamente mettendo insieme le proprie energie.

Entrando in una cartiera si può incontrare una varietà di professioni difficilmente riscontrabile in altre realtà industriali.

Questa è una delle motivazioni che rendono la realtà della cartiera estremamente interessante e affascinante.

Le figure professionali principali possono essere così brevemente elencate:

- ***Il tecnico cartario***
è il vero conoscitore del processo produttivo e del prodotto carta.

La sua formazione e la sua esperienza ne fanno un punto di riferimento indispensabile per risolvere qualsiasi problema di produzione e per mettere a punto nuovi tipi di carta.

- ***L'ingegnere impiantista***

è il tecnico che meglio conosce tutti gli impianti utilizzati nella produzione della carta.

Le sue conoscenze tecniche sono fondamentali per la manutenzione della macchina continua e per decidere eventuali modifiche.

- ***Il conduttore di macchina***

è il tecnico che controlla la produzione di carta che esce dalla macchina continua.

I suoi occhi sono sempre vigili nel tenere sotto controllo tutti i parametri di macchina e le caratteristiche del prodotto finito.

- ***Il tecnico di laboratorio***

è l'analista della cartiera. Nel suo laboratorio analizza ogni campione di carta prodotta controllandone le principali caratteristiche (peso, colore, ruvidità...) con gli strumenti a sua disposizione.

- ***Il garante della qualità***

assicura la qualità del prodotto. Di volta in volta per ogni prodotto esamina i dati provenienti dal processo produttivo e i risultati delle analisi di laboratorio, garantendo la qualità del prodotto finito.

- ***Il tecnico di allestimento***

è la figura che provvede, con opportuni macchinari, a trasformare i rotoli di carta provenienti dalla macchina continua in rotoli più piccoli e in pacchi di fogli pronti per la spedizione e la commercializzazione.

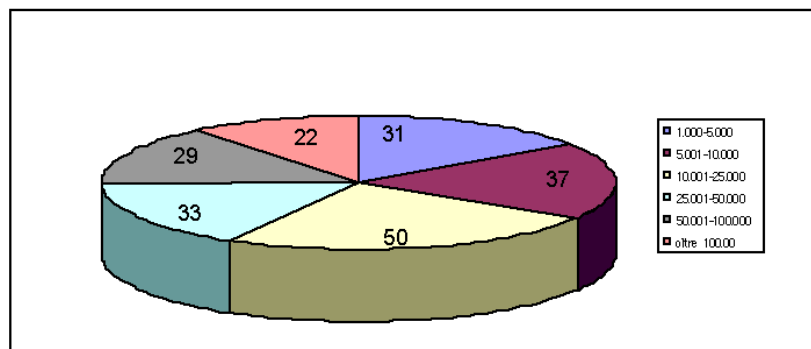
- ***L'ecologo***

è una figura importante all'interno di una cartiera. Ha il compito fondamentale di ridurre l'inquinamento e di studiare prodotti e processi a ridotto impatto ambientale.

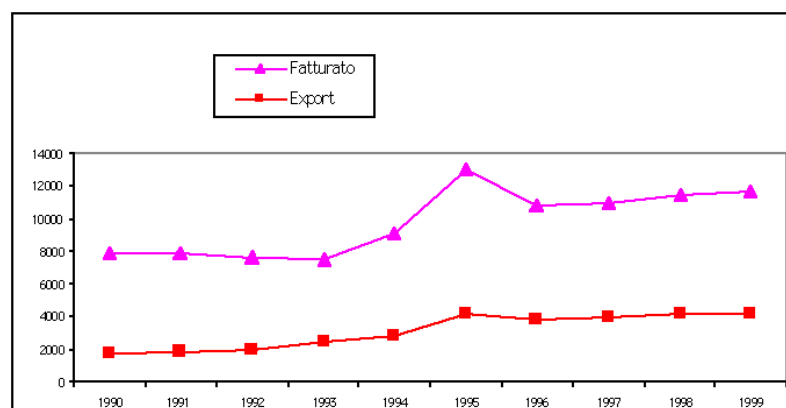
• **Il tecnico della sicurezza**

è una nuova figura che in questi ultimi anni sta assumendo sempre maggiore importanza. E' il garante della salute e della sicurezza di tutti i lavoratori all'interno dell'azienda.

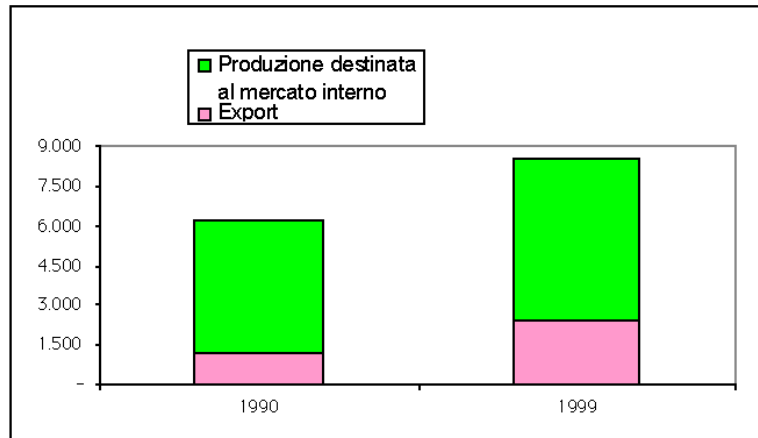
Tav. 1. Distribuzione delle cartiere italiane per classe di produzione annua - dati 1999 - (migliaia di tonnellate)



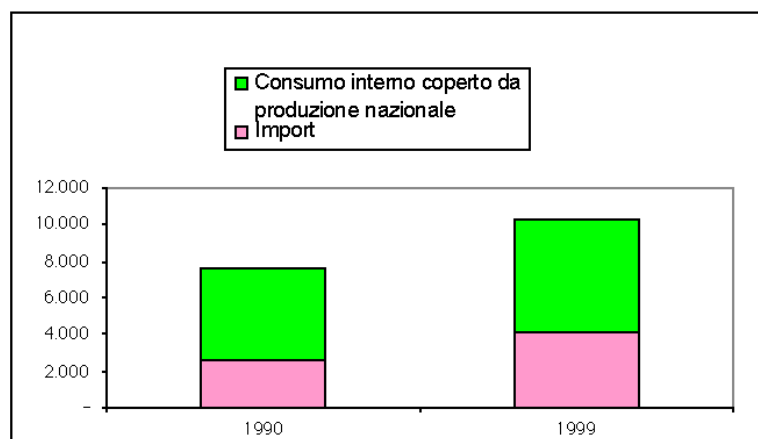
Tav. 2. Fatturato e valore delle esportazioni di carta e cartoni



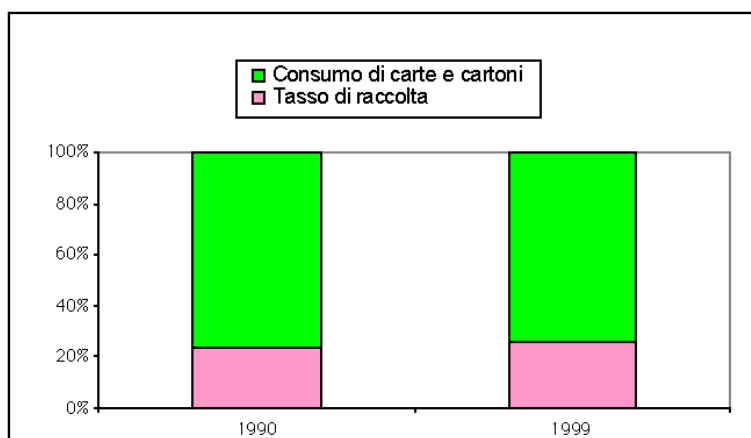
Tav. 3a. Evoluzione della produzione di carte e cartoni e della quota esportata – 1.000 T. -



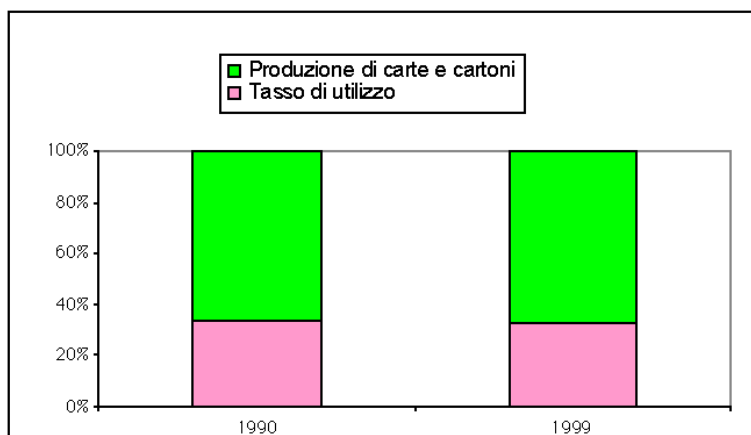
Tav. 3b. Evoluzione del consumo nazionale di carte e cartoni e della quota coperta da importazioni - 1.000 T. -



Tav. 4a. Tasso di raccolta della carta di recupero – 1.000 T. -



Tav. 4b. Tasso di utilizzo della carta di recupero – 1.000 T. -



Tasso di raccolta:

rapporto tra volume di carta recuperata e volume di carta consumata in Italia

Tasso di utilizzo:

rapporto tra volume di macero consumato e volume di carta prodotta in Italia.

CENNI STORICI E MATERIA PRIMA

Luisa Rossi

La carta è nata in Cina, agli inizi della nostra era, e ha impiegato quindici secoli a diffondersi in tutto il mondo civilizzato. Il disegno delle varie filigrane ci permette di conoscere le peregrinazioni e le origini di un dato tipo di carta.

La vicinanza di un centro abitato, l'esistenza delle materie prime e la presenza dell'acqua favorirono l'installazione delle cartiere in determinate località. Queste tre condizioni si trovarono riunite in Cina fin dal I secolo d.C., mentre in Europa una simile favorevole congiuntura si presenterà soltanto per gradi, dal XII al XVI secolo.

Il flusso dell'acqua doveva essere uniforme, e l'acqua doveva essere pura.

In Europa, le località dove da tempo si esercitava l'industria tessile, i cui cascami fornivano la materia prima per la carta, la vicinanza di un porto, dove si trovavano facili opportunità di smercio, o l'immediata vicinanza di un grande centro commerciale, erano fattori importanti di attrazione per l'installazione di una cartiera.

La Chiesa, con i suoi monasteri, che mantennero a lungo il monopolio della cultura nell'Europa medievale, o le grandi università, come Parigi o Bologna, favorirono anch'esse la nascente industria cartaria.

In Cina, la carta non subiva la concorrenza di altri prodotti. In Europa, invece, ai primi del XIV secolo, la per-

gamena costituiva un supporto per la scrittura assai più soddisfacente delle prime carte che venivano fabbricate. La pergamena rivaleggiò ed ebbe spesso il sopravvento sulla carta, considerata all'inizio come una materia troppo delicata, e cedette il passo solo progressivamente, via via che si sviluppava l'arte tipografica.

Inoltre, il livello di cultura nell'Europa medievale, non paragonabile a quello da lungo tempo assai elevato della Cina, e a quello del mondo arabo, che raggiunse il massimo sviluppo nel X secolo, non favorì la diffusione della carta. La nuova industria fu anche avversata dall'Occidente Cristiano, a causa della sua provenienza araba o giudaica.

Solo l'invenzione della stampa e la crescente attività dei torchi offrirono nuovi sbocchi.

Nascita della carta in Cina

In Cina, a partire dal II secolo d.C., si trovarono iscrizioni arcaiche su carta.

Antichi cronisti e commentatori occidentali riferiscono che la carta fu inventata nell'anno 105 della nostra era; in quell'anno, l'eunuco Ts'ai Lun, gran dignitario di corte, presentò all'imperatore i primi fogli di carta, riferiscono le cronache degli Han, e ne ebbe grandi elogi.

La carta, perfezionata da Tso Tsui-yi, un giovane contemporaneo di Ts'ai Lun, fu adibita, nei secoli seguenti, agli usi più disparati: carta per ornare case e templi, carte per scrivere bibliografie e cronache, carte da involgere, tovaglioli di carta e perfino carta igienica.

La carta moneta fece la sua comparsa nel settimo secolo. In Cina si fabbricavano i più svariati tipi di carta, (con la canapa, con steli teneri di bambù, con la scorza del gelso, con germogli di giunco, con muschio e licheni, con pa-

glia di grano e riso, coi bozzoli del baco da seta...) ma predominava quella fatta di stracci.

Le varietà erano dunque numerose e venivano via via perfezionate.

Dal V secolo in poi la carta si diffuse per tutto l'Impero in forme svariate ed elaborate, ma rimase un segreto della Cina fino all'VIII secolo, quando, in seguito alle sorti di una battaglia, giunse nell'Islam.

La carta nel mondo arabo

L'unità del mondo arabo era già costituita alla morte di Maometto (632).

Divenuto erede di Roma e della Grecia, dopo la conquista della Siria e dell'Egitto, il mondo islamico, contrariamente al cristianesimo medievale, favorì lo studio delle scienze, e in particolare della chimica. Sorsero grandi università e biblioteche. Non c'è quindi da stupirsi se una tale espansione geografica e culturale abbia stimolato il consumo di carta ed esercitato un influsso civilizzatore sull'Occidente.

Nel 751, durante una spedizione militare verso le frontiere della Cina, il governatore generale del Califfato di Bagdad catturò a Samarcanda due fabbricanti di carta cinesi; valendosi del loro aiuto, impiantò una cartiera in quella città, località propizia perché v'erano acqua, canali di irrigazione e campi di lino e di canapa. Nacquero così le manifatture di Samarcanda.

Si trattava di una carta fatta di stracci, già perfezionata in confronto a quella cinese.

Per la segretezza di cui era circondata, la produzione restò a lungo concentrata a Samarcanda, che fu per vari secoli un centro cartario importante. Tuttavia, sul suo esempio, anche a Bagdad, nel 793, si cominciò a fabbri-

care la carta, e da Bagdad l'industria cartaria si diffuse in tutte le province del mondo musulmano. La carta di Damasco, molto nota in Occidente, è già menzionata verso il 985.

Altri centri cartari meno celebri eppure molto importanti furono l'Armenia e la Persia.

Le carte dell'Egitto, dove da millenni si coltivava il lino, acquistarono rinomanza sin dalla fine del X secolo, e venivano utilizzate per gli usi più correnti.

Dal Cairo e da Alessandria, la carta raggiunse la Tripolitania e la Tunisia. È interessante notare che una ramificazione della via della carta si spinse da Tunisi fino a Palermo, ed alcuni scrittori hanno voluto attribuire l'origine della carta di Fabriano a questo nucleo palermitano.

Infine, la via della carta conduce nell'Africa del nord, a Fez, che, al pari di Bagdad e di Damasco diverrà uno dei centri cartari più importanti e che, alla fine del XII secolo, possedeva 400 cartiere installate da tempo. Da Fez, la carta penetrò in Spagna, dove sorse la prima cartiera d'Europa.

Gli Arabi perfezionarono la fabbricazione della carta non solo riguardo la composizione del materiale, ma soprattutto grazie alla loro conoscenza delle tecniche idrauliche.

La ruota dentata permise loro di trasformare il moto circolare continuo in moto alternato, grazie al peso di un utensile o a una molla.

In tal modo riuscirono ad applicare la forza idraulica ad un gran numero di industrie e specialmente ai mulini da carta.

La Spagna, che subì l'invasione degli Arabi fin dal 711, fu la prima grande regione europea dove si utilizzassero le nuove tecniche di cui poco dopo tutta l'Europa doveva beneficiare.

Gli stracci

I vasti campi di lino a fiori azzurri erano un paesaggio molto frequente nell'Europa medievale, dalla Normandia all'Ucraina. Il lino, dopo aver subito vari procedimenti, veniva tessuto e la stoffa portata e logorata fino a ridursi a stracci.

L'Italia settentrionale e centrale ne produceva in notevolissima quantità, specie in Lombardia, Piemonte, Marche, Emilia e Romagna; a Bologna si tesseva la rinomata "tela bolognese", ed è probabilmente a questo fattore, insieme al richiamo esercitato dall'università, che si deve se Bologna divenne un grande centro cartario.

Il problema fondamentale del cartaiolo era quello di procurarsi in grande quantità stracci o cordami usati, perciò le cartiere vennero installate di preferenza nelle vicinanze di un centro urbano o anche di un porto.

A lungo andare, tuttavia, la presenza di cartiere provocava una certa penuria nella disponibilità locale di stracci; da ciò l'importanza dei raccoglitori e rivenditori di stracci, o cenciaioli, la cui professione, dal XV al XVIII secolo fu tanto più lucrativa in quanto il cartaiolo dipendeva da loro per approvvigionarsi della materia prima. Gli stracci costituivano un materiale tanto prezioso per i cartai da indurli spesso a sollecitare dallo Stato monopoli e privilegi.

Nonostante ciò, nel XIII secolo, la crisi nell'approvvigionamento di stracci divenne talmente cronica da stimolare in tutta Europa la ricerca di materiali sostitutivi, tra i quali il più importante è la pasta di legno, il cui impiego, tuttavia, nonostante numerosi esperimenti, si diffonderà solo nel XIX secolo.

Fino ad allora gli stracci, tanto preziosi per il cartaiolo, costituiranno la sola materia prima che, opportunamente trattata, si trasformerà in carta.

La carta in Italia

Molti documenti attestano che, già nel XIII secolo, in Italia si consumavano grandi quantità di carta. La carta, di provenienza sia araba che spagnola, faceva parte dei commerci che i Genovesi e i Veneziani intrattenevano con Barcellona e Valenza.

L'Italia ebbe le sue prime cartiere ad Amalfi nel 1220 e a Fabriano nel 1276.

Di qui la produzione si diffuse a Bologna, Padova, Genova, poi in Toscana, in Piemonte, nel Veneto e nella Valle del Toscolano (Brescia). Fabriano mantenne tuttavia a lungo la supremazia grazie soprattutto ad alcuni perfezionamenti tecnici.

I cartai italiani furono i primi a servirsi di filigrane per contrassegnare la propria carta, usanza assolutamente sconosciuta ai Cinesi e agli Arabi.

Questa marca, la cui invenzione è probabilmente dovuta al caso, costituì presto il mezzo di identificazione della cartiera d'origine, del titolare dell'attività, del formato e della qualità del prodotto.

Si devono altresì ai *mastri cartai fabrianesi* delle innovazioni storiche che hanno costituito per secoli elementi determinanti per la fabbricazione della carta; essi sono:

- l'invenzione della pila a magli multipli usata per la preparazione della mezza-pasta dagli stracci;
- l'impiego della gelatina animale per rendere la carta resistente ai liquidi, quindi scrivibile;
- lo sviluppo della filigrana da semplice effetto in chiaro a riproduzioni multitonali tridimensionali.

Per 200 anni almeno l'Italia dominò il mercato della carta, sostituendosi nell'approvvigionamento dell'Europa alla Spagna ed a Damasco.

Nel XIV secolo la carta italiana s'era conquistata una supremazia incontestabile sui mercati di Francia, Svizzera,

Belgio, Paesi Bassi, Germania, Moscovia e nell'intero bacino del Mediterraneo.

Nel 1300 i mercanti cartari milanesi erano stati tra i primi a partecipare alla fiera a Ginevra, trasportandovi le loro merci, attraverso i passi alpini; al di là, poi, potevano spostarsi facilmente in diverse località europee.

Durante la prima metà del XVI secolo Anversa, che fino al 1576 – data dell'assedio spagnolo – fu il maggior centro culturale dei Paesi Bassi, sostituì Genova e Venezia nel commercio della carta.

Nell'Europa nord-occidentale, invece, i torchi da stampa precedettero i mulini da carta; questi ultimi furono in attività permanente solo agli inizi del XVI secolo.

Poiché la domanda cresceva più in fretta dell'offerta, la carta restò a lungo una materia costosa. E tuttavia, due secoli dopo la sua introduzione in Italia, la carta era diventata il supporto fondamentale della scrittura e della stampa per eccellenza.

Nel XVII secolo, tuttavia, la floridezza del settore cartario cessò di colpo, a causa dell'epidemia di peste del 1630-31.

L'effetto fu un blocco della produzione, perché la paura del contagio e le misure profilattiche, che contemplavano anche l'incendio degli stracci, paralizzarono la raccolta e la circolazione delle materie prime.

Passata la peste, si risentì a lungo della grande mortalità, che produsse da una parte una forte contrazione della domanda interna di carta, dall'altra, la diminuzione dell'offerta di stracci.

Inoltre la moria degli artigiani impedì la reazione e la tenuta delle posizioni sui mercati esteri.

La ripresa demografica, nella seconda metà del secolo, portò sollievo anche al settore cartario. Altri due fattori, tuttavia, vennero ad intralciare il pieno superamento del-

l'emergenza peste: l'introduzione dei dazi, e la crescita della concorrenza straniera.

I dazi volevano dire intralci e rallentamento in tre direzioni: sui mercati d'oltremare, sul mercato interno, nel rendere difficile e caro il rifornimento di stracci.

Il XVII secolo vide anche una notevole innovazione apportata in Olanda: un cilindro munito di lame metalliche che tagliavano, strappavano e riducevano gli stracci in poltiglia.

La triturazione degli stracci risultò più rapida e completa. Venne quindi abolita l'operazione di macerazione, che nuoceva alla buona qualità della carta e si ottenne così carta più raffinata in tempi più brevi.

Il cilindro olandese fu tuttavia introdotto nelle fabbriche di carta italiane solo nel XVIII secolo.

Agli inizi del 1700, produttori e mercanti di carta subirono i contraccolpi delle occupazioni degli eserciti imperiali e galloispani impegnati nella contesa per il trono spagnolo. I loro movimenti bloccarono la circolazione di stracci e di carta per lunghi periodi, fecero rincarare i prezzi e scoraggiarono gli investimenti; di conseguenza la qualità della carta peggiorò.

Ma in seguito favorevoli occasioni per recuperare posizioni negli scali levantini e per ritentare le rotte di ponente furono offerte dalle riduzioni delle tariffe doganali dell'impero ottomano, dalla regolazione delle tariffe interne, dall'entrata in servizio di navi capaci di tenere a bada i corsari barbareschi e, specialmente, dagli eventi bellici che imbrogliarono i traffici delle nazioni concorrenti.

Nel 1799 Nicolas Louis Robert ideò la prima macchina continua, che fu costruita e brevettata in Francia, e successivamente perfezionata in Gran Bretagna.

La prima in Italia, nel 1807, è quella attivata da Paolo Andrea Molina nella sua fabbrica a Borgosesia; solo qualche anno più tardi ne compariranno altre in alcune cartiere piemontesi.

La macchina “sans-fin” non si limita, infatti, a rivoluzionare il ciclo produttivo – oltre che meccanizzando la fabbricazione del foglio, inglobando altre fasi, come l’asciugatura – ma richiede anche nuovi spazi. Si tratta infatti di una macchina non solo complessa ma anche di dimensioni notevoli.

A determinare l’affermazione dell’industria cartaria nella sua forma attuale contribuì anche l’importantissima scoperta di Federico Gottlob Keller che nel 1844 ottenne la pasta di legno meccanica sfibrando per la prima volta il legno con mole di pietra.

Alla scoperta della cellulosa sono legati i nomi di Meillier (1852) che pose a cuocere della paglia con soda caustica in un bollitore sferico e di Tilghman, che riuscì a produrre cellulosa partendo dal legno e usando una soluzione di bisolfito di calcio.

Al 1882 risale il procedimento Ritte-Kellner e al 1883 quello di Dahl, che aprì la via alla cellulosa e al solfato.

CLASSIFICAZIONE DELLE CARTE PER GRANDI COMPARTI

Assocarta

I prodotti cartari si possono suddividere in 6 grandi categorie: carta da stampa, carta da scrivere e per ufficio, carte da imballaggio, cartoni e cartoncini, articoli igienico-sanitari, carta per uso industriale e varie.

- | | |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>carte da stampa</i> | <ul style="list-style-type: none">• per giornali e guide telefoniche• per offset• per rotocalco• per roto-offset• carte speciali (carte geografiche, carta moneta e per assegni) |
| <i>carte da scrivere e per ufficio</i> | <ul style="list-style-type: none">• carta da scrivere• carta per buste• carta per quaderni• carta per disegno• carta per fotocopie• carta per fax• carta da diazotipia• carta carbone e autocopiante |
| <i>carte da imballaggio</i> | <ul style="list-style-type: none">• carta kraft, crespata e per sacchetti• carta per alimenti• carta pergamena vegetale• carta uso pergamena• carta pergamino• carte catramate, siliconate, accoppiate con plastica |

*cartoni e
cartoncini*

- cartoni a un getto
- cartoni a più strati
- cartoni ondulati
- carta da onda
- cartoni pressati
- cartonlegno
- cartoncini

*articoli igienico/
sanitari*

- carta igienica
- fazzoletti
- tovaglioli e tovaglie
- asciugamani
- carte per uso medico

*carte per uso
industriale e
varie*

- carta per cavi elettrici,
condensatori, ecc.
- carta per laminato plastico
- carta per sigarette
- carta per fotografia
- carta da filtro
- carta adesiva
- carta decorativa
- carta da parati

LE CARTE PER USO GRAFICO

Paolo Garavaglia

Tra le innumerevoli tipologie di *carte** e *cartoni** una posizione di assoluto rilievo spetta al settore delle carte grafiche, ovvero alle carte destinate a diventare supporto della stampa.

Fanno parte di questa categoria le carte usate per produrre quotidiani, settimanali, periodici in genere, libri, pieghevoli, biglietti, carte e buste intestate, calendari e per realizzare tanti altri prodotti stampati.

Ognuno di essi ha specifiche richieste: economicità, minimo spessore, giusto rapporto tra peso e volume, resistenza all'uso, alla luce, al tempo, rigidità, *finitura superficiale**, colore.

Le carte da stampa si possono classificare a seconda del procedimento di stampa al quale sono destinate: *offset**, *rotocalco**, *flessografia**, *serigrafia**.

Le carte destinate alla stampa dovranno inoltre essere adatte alle lavorazioni di post-stampa dette anche di confezione quali il taglio, la piegatura, la cordonatura, la cucitura e l'incollaggio.

Le carte per stampa sono fornite in bobine per la stampa in rotative e in formato (fogli) per la stampa con macchine alimentate a fogli. In questo secondo caso le bobine prodotte dalla macchina continua saranno tagliate in formato nel reparto allestimento della cartiera stessa.

* L'asterisco rimanda al glossario che inizia a pag. 102.

Stampare significa trasferire, mediante pressione, l'inchiostro dalla *forma da stampa** inchiostrata al supporto. Stampare bene significa trasferire l'inchiostro sul foglio senza deformazioni e alterazioni del segno in modo da ottenere un'impronta nitida, secca e dell'intensità prevista.

Perché ciò avvenga è necessario che mediante la pressione di stampa si riesca ad ottenere un perfetto contatto tra la superficie inchiostrata e il supporto di stampa. Tenendo conto che la carta normalmente ha un basso coefficiente di *comprimibilità**, si tende a produrre la carta da stampa con il più alto grado di *liscio** possibile e ciò, appunto, per facilitare il contatto e quindi il trasferimento.

Carte da stampa che per esigenze estetiche debbano presentare la superficie ruvida o addirittura *marcata** o *goffrata** non potranno essere stampate in rotocalco e in generale nei sistemi a *stampa diretta**.

Saranno invece stampabili con i procedimenti offset e *roto-offset**. I procedimenti offset sono detti a stampa indiretta in quanto la carta non preleva direttamente l'inchiostro dalla forma da stampa inchiostrata, ma lo riceve da un elemento intermedio costituito da una superficie di gomma di opportuna durezza ed elasticità che si adatterà alla superficie del supporto rendendo così possibile un buon trasferimento anche su superfici a basso grado di liscio.

È noto che la stampa di soggetti a colori si ottiene in passaggi successivi depositando sul foglio, ogni volta, uno dei tre *colori primari** più il nero.

Ciò avviene in macchine costruttivamente molto precise che garantiscono, anche alle attuali elevate velocità di esercizio (15.000 fogli/ora per le macchine a foglio e 50.000 giri-macchina per le rotative), una perfetta sovrapposizione delle *immagini monocromatiche** costituenti il soggetto finale.

La carta ha un ruolo importante nell'ottenimento di immagini perfettamente giustapposte, indipendentemente dal formato, dallo spessore, dalla velocità di stampa deve

essere stabile dal punto di vista dimensionale e non subire alcuna variazione tra la stampa dei vari colori.

A questo scopo è molto importante anche il contenuto igrometrico della carta. La carta lascia la cartiera con un ben preciso contenuto d'acqua in modo che durante il processo di stampa non abbia né a perdere né ad aumentare il contenuto di umidità garantendo così il massimo della stabilità dimensionale.

La carta da stampa avrà quindi caratteristiche:

- funzionali al prodotto da ottenere;
- ottico-estetiche;
- di *stampabilità**;
- di *macchinabilità** sia durante la fase di stampa che di allestimento.

Fondamentalmente le carte da stampa si possono dividere in due categorie:

- naturali, cioè a fibra nuda;
- patinate, cioè con fibra ricoperta.

Si dicono naturali le carte sulla cui superficie non vengono stesi strati atti a modificarne le caratteristiche superficiali. Su di esse possono essere effettuati i trattamenti di marcatura e goffratura.

Si dicono patinate le carte sulle quali, durante la fabbricazione o in un secondo momento vengono stesi uno o più strati di *patina** allo scopo di aumentarne il grado di liscio, di lucido, di conferire determinati colori o grado di bianco.

Tutte le carte possono inoltre subire un trattamento finale di *lisciatura** o di *calandratura**. La calandratura aumenta il grado di liscio e conferisce un'elevata lucidità.

Le carte patinate si distinguono ancora:

- Patinatino (LWC): carte di *grammatura** finale inferiore ai 52 gr/m² con un supporto contenente legno, usate per la produzione di settimanali, cataloghi a distribuzione postale.
- Patinate moderne: carte di *grammatura* finale tra i 60 gr/m² e i 120 gr/m² con o senza legno usate per pro-

duzione di *stampati commerciali** ed *editoriali**. Allestimento in bobina e fogli.

- Patinate classiche: carte di grammatura finale tra i 100 e i 240 gr/m² senza legno. Sono usate per stampa editoriale e sono allestite a fogli.

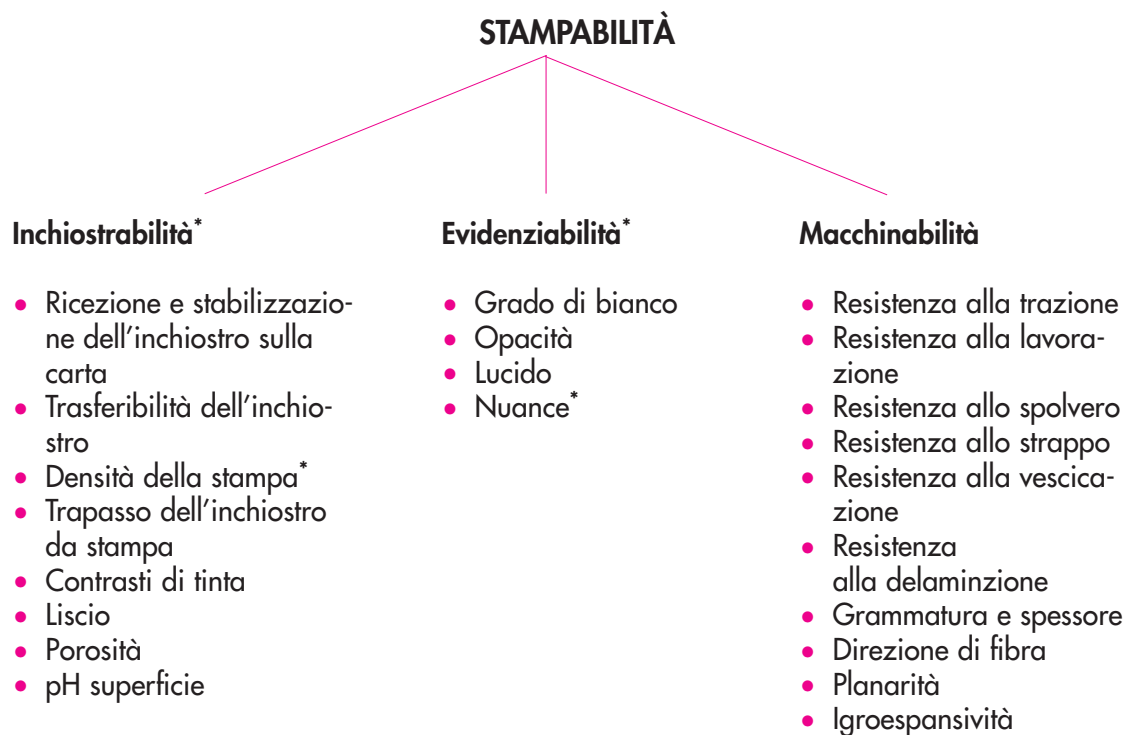
In riferimento alle materie prime impiegate le carte da stampa possono essere di pura cellulosa, o con percentuali variabili di legno e cellulosa.

Un cenno a parte dovrebbe essere dedicato alla carta per quotidiani ottenuta con il processo di riciclo delle fibre cellulosiche delle carte da macero e trattate con tecnologie della *disinchiostrazione**.

Con la stessa tecnologia vengono prodotte carte utilizzate per la stampa degli elenchi telefonici.

Lo specchietto sottoriportato riassume alcune delle caratteristiche alla carta da stampa.

Le caratteristiche fondamentali della carta per uso grafico



Tipologia delle carte grafiche

<i>Tipo di carta</i>	<i>Allestimento</i>
Carte grafiche naturali senza legno	In formato In bobina
Carte grafiche naturali con legno	In formato In bobina
Carte grafiche patinate senza legno (classiche - speciali - moderne)	In formato In bobina
Carte grafiche patinate con legno (classiche - speciali - moderne)	In formato In bobina
Carte grafiche patinatino con legno per rotocalco	In bobina
Carte grafiche patinatino con legno per roto-offset	In bobina

LE MATERIE PRIME PER PRODURRE CARTA

Savino Gazza

La carta è un prodotto costituito essenzialmente *da fibre vegetali e sostanze di carica minerali inerti*.

La diversa combinazione delle fibre, lunghe o corte, delignificate o contenenti ancora lignina, costituisce la differenza macroscopica fra i diversi tipi di carte o cartoni che si otterranno.

Non va dimenticata comunque l'importanza delle cariche minerali che, pur non concorrendo a conferire resistenza al foglio di carta, ne costituiscono sino al 50% in peso (carte patinate), conferendo alla carta maggior lucentezza, brillantezza e stampabilità.

Come si è accennato, la distinzione più elementare è quella in:

- *fibre lunghe*, provenienti in massima parte da legni di resinoso (pino, abete, larice);
- *fibre corte*, provenienti da legni di latifolia (faggio, betulla, eucaliptus, pioppo).

Le sostanze minerali di carica più usate sono invece:

- *carbonato di calcio*, ricavato macinando finissimamente scarti della lavorazione o dell'estrazione del marmo;
- *caolino*, proveniente da cave;
- *talco*, anch'esso di cava.

Le fibre vegetali provengono in massima parte dal legno, anche se possono essere ricavate da piante annuali quali la paglia di grano o di riso, le canne, lo *sparto*^{*}, la canapa, il lino, il *kenaf*^{*}, ecc.

L'utilizzo industriale di tali piante è oggi nuovamente alla ribalta ed oggetto di studio e di ricerca nonostante fosse stato praticamente abbandonato per via delle caratteristiche scarsamente "industriali" di estrema stagionalità e per la difficoltà nella depurazione delle acque reflue.

Per produrre paste cartarie si utilizza quasi esclusivamente legname di recupero ed a basso costo, cioè:

- scarti di altre produzioni quali segherie, fabbriche di imballaggi o mobili;
- tronchi di piccola pezzatura e comunque non utilizzabili per lavorazioni qualitativamente superiori.

Per quanto concerne la parte di legname, quantitativamente meno consistente, che proviene da foresta, occorre considerare che si tratta sempre o dell'utilizzo di sottoprodotti (alberi non adatti alla segazione, cime di piante più grandi, ecc.) oppure proveniente da piantagioni di alberi a rapida crescita (6-8 anni) messi a dimora proprio ad uso industriale.

A tale proposito è opportuno ricordare che le importantissime funzioni di scambio e di trasformazione (da anidride carbonica ad ossigeno) svolte dalle foreste giovani in accrescimento non sono nemmeno paragonabili a quelle di una foresta matura che, avendo rallentato il ciclo vitale, ha un rapporto di scambio (anidride carbonica-ossigeno) decisamente più limitato e tendente al pareggio tra l'ossigeno consumato e quello prodotto.

Come ben sappiamo, il legno è costituito da fibre di cellulosa, vasi e lignina.

Quest'ultima, essendo il collante naturale che tiene unite le fibre, è la sostanza sulla quale si deve agire per separare le fibre da utilizzare per scopi cartari.

Il diverso modo di affrontare industrialmente la lignina e quindi di separare le fibre vegetali dà luogo alla distinzione fra i tipi di fibre cartarie (*paste cartarie*):

- *cellulose*;
- *paste semichimiche*;
- *paste chemitermomeccaniche o chemimeccaniche*;
- *paste meccaniche*.

Produzione delle cellulose

Si possono avere cellulose provenienti da conifere (fibra lunga) o da latifolia (fibra corta).

Per produrle, il legno, scortecciato e ridotto in pezzetti (*chips*) per facilitare l'impregnazione, viene sottoposto ad un attacco di sostanze chimiche:

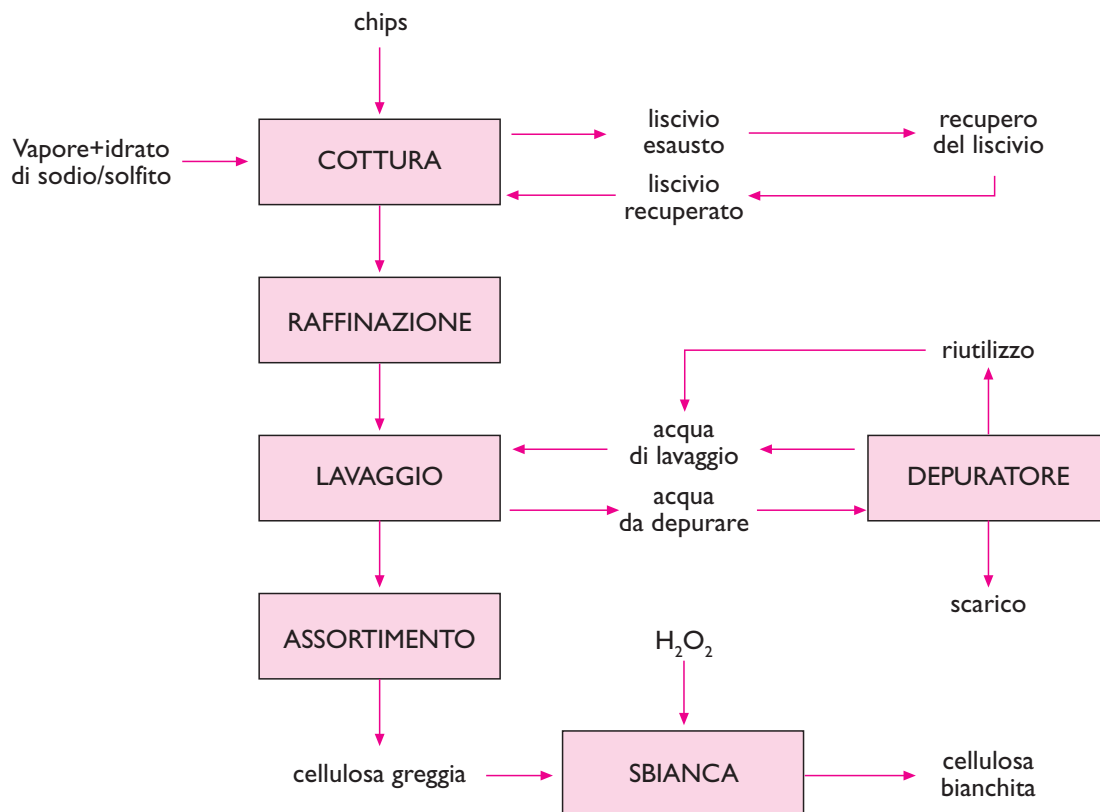
- in ambiente alcalino (idrato di sodio): per ottenere cellulosa al solfato o **Kraft** (dal tedesco forte) con elevate caratteristiche meccaniche e quindi adatte all'impiego nella fabbricazione degli strati esterni del cartone ondulato, nelle carte da imballo e comunque in tutti i tipi di carta in cui è necessaria una buona resistenza;
- in ambiente acido (solfito): per ottenere cellulose dette al solfito. Tale **cottura** viene fatta con immissione di vapore ad alta temperatura, in modo da sciogliere tutta la lignina per via chimica e liberare così le fibre di cellulosa con un modestissimo lavoro meccanico tramite raffinatori a disco.

La **raffinazione** è un processo duplice di compressione e di sfregamento cui sono assoggettate le fibre che, così elementarizzate, vengono poi **lavate, assortite** per eliminare eventuali fasci di fibre incotte od altre impurità e quindi convogliate nelle torri di imbianchimento dove, tramite processo di ossidazione con cloro o, più recentemente, con acqua ossigenata, le fibre sono **sbiancate** per essere utilizzate in carte bianche.

Il liscivio di cottura viene concentrato per recuperare i prodotti chimici in esso disciolti e la lignina che sotto forma di lignin solfonato è utilizzata anche come collante per la produzione di pannelli truciolari.

Le acque reflue sono depurate tramite depuratore anaerobico o bruciate per produrre vapore nel caso la lignina non sia stata prima estratta.

La resa in fibra delle cellulose, fatto 100 un kg di legno secco, è del 40-45% .



Le caratteristiche cartarie della cellulosa sono ottime dal punto di vista qualitativo, sia come resistenze meccaniche che come grado di purezza e di bianco raggiungibile.

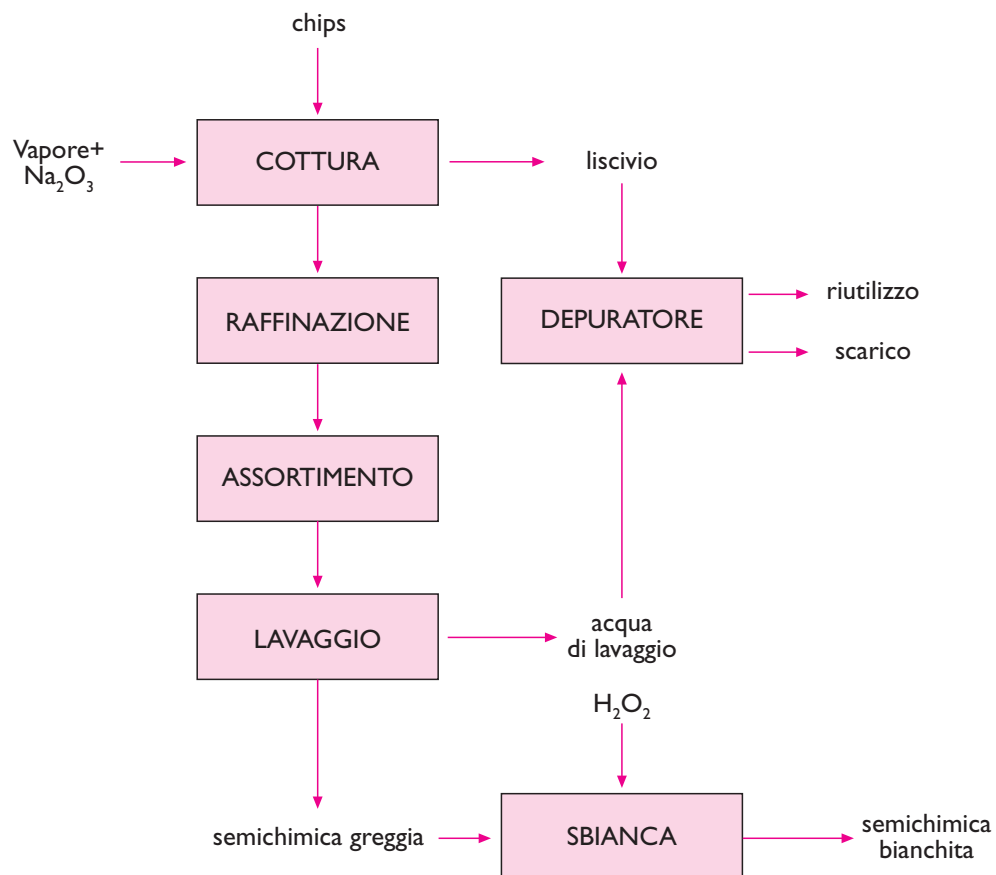
Le carte di pura cellulosa sono quasi illimitatamente durevoli nel tempo e, non contenendo lignina, ingialliscono in modo trascurabile.

Paste semichimiche

Sono prodotte partendo da *chips** prevalentemente di latifolia (faggio e pioppo) ed il ciclo produttivo non si discosta molto da quello descritto per la produzione di cellulosa.

La differenza fondamentale sta nel fatto che la lignina e le sostanze incrostanti non vengono completamente sciolte in quanto l'attacco chimico con solfito di sodio, la

cottura, è solo parziale; la resa, partendo dal kg di legno secco, si aggira sul 60% e la fibra di cellulosa è ancora parzialmente lignificata.



Le paste semichimiche hanno caratteristiche qualitative intermedie e non ben definite fra quelle delle cellulose (*paste chimiche*) e quelle delle *paste ad alta resa* (paste meccaniche, chemitermomeccaniche e chemimeccaniche), se consideriamo anche gli alti costi di produzione e di depurazione in relazione alla bassa resa capiamo perché si sta gradualmente abbandonando questo metodo produttivo.

Le paste semichimiche trovano comunque il loro impiego nella produzione di carta da giornale, da stampa, nel cartone ondulato, ecc.

Paste C.T.M.P. (chemitermomeccaniche) e C.M.P. (chemimeccaniche)

Come le altre paste cartarie, le *chemitermomeccaniche* e *chemimeccaniche* derivano il nome dal processo industriale utilizzato per ricavarle e quindi, ancora una volta, dalla metodologia utilizzata nel trattare la lignina e le sostanze incrostanti che cementano le varie fibre tra di loro e danno corpo e rigidità al contesto legnoso.

Esse fanno parte delle cosiddette *paste ad alta resa*, questa infatti è dell'85-90% per kg di legno secco: la lignina viene semplicemente ammorbidita attraverso un blando attacco termo-chimico o solo chimico (senza vapore aggiunto) e quindi lasciata in gran parte a ricoprire la fibra di cellulosa.

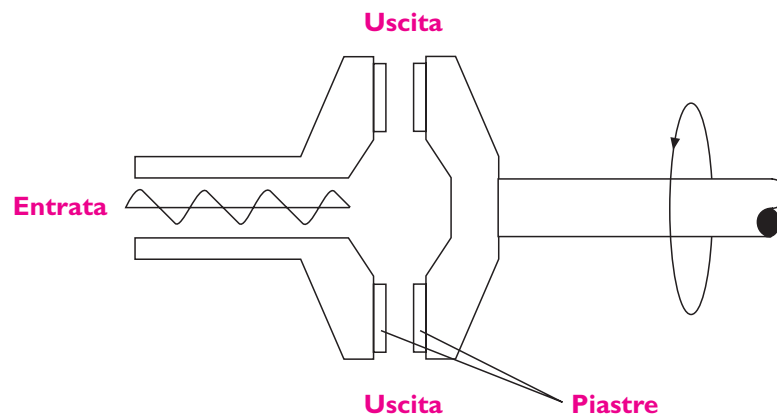
Tale metodo di produzione prende piede a partire dagli anni '60 e si è dimostrato assai confacente sia alle esigenze specificatamente cartarie che alle ovvie necessità di economicità produttiva; il risparmio si realizza infatti sotto diversi profili: minor costo della materia prima (legno meno pregiato), minor impiego di energia elettrica, costi inferiori di depurazione, vantaggi dal punto di vista della tutela ecologica.

Il pioppo, anche di provenienza nazionale, è l'essenza più usata ed apprezzata per produrre C.T.M.P. o C.M.P. ma viene impiegato anche l'abete, gli scarti delle lavorazioni del compensato e delle segherie sono la base per la produzione di queste paste.

Anche questo processo produttivo parte dai *chips* che, *impregnati* ad una temperatura inferiore ai 100 °C con soda caustica per ammorbidire la lignina e perossido di idrogeno (acqua ossigenata) per la sbianca, vengono convogliati in *raffinatori a disco* allo scopo di *elementarizzare* le fibre per via meccanica.

Il raffinatore a dischi è costituito essenzialmente da due dischi metallici posti uno di fronte all'altro, le cui super-

fici contrapposte sono munite di scanalature dirette verso l'esterno, con dimensioni e forma variabile a seconda dello stadio/grado di raffinazione.



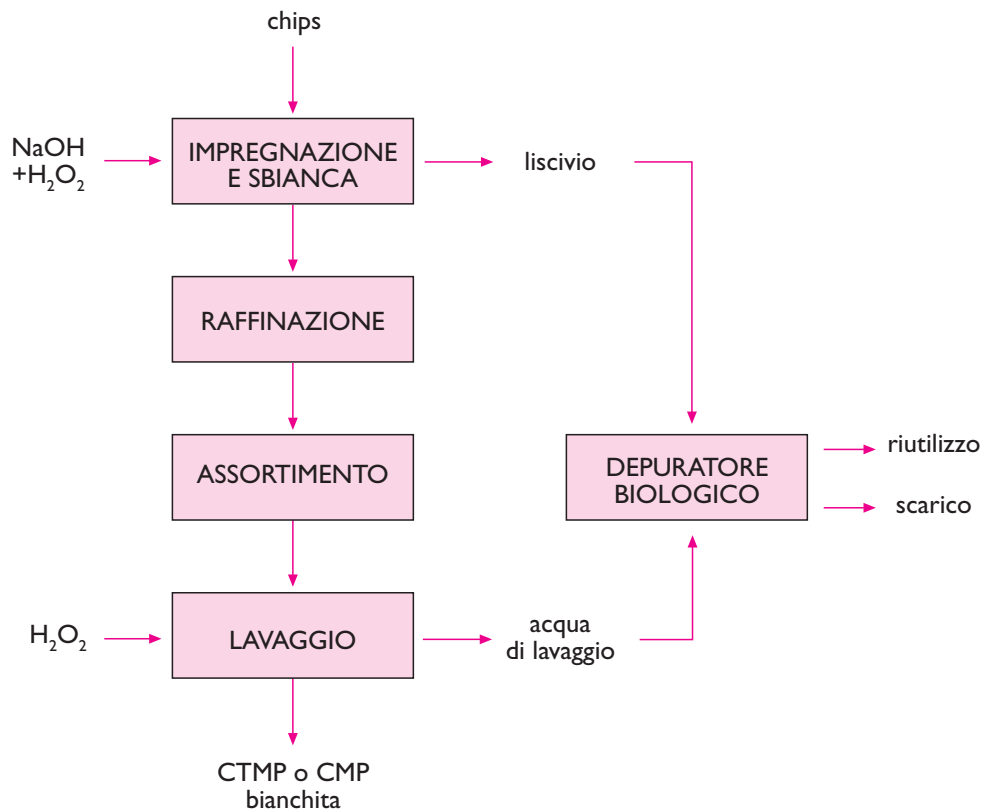
Un disco è fisso, l'altro gira velocemente e può essere allontanato od avvicinato all'altro, all'interno delle due piastre viene forzata la sospensione di legno impregnato e acqua.

Questa, spinta dall'azione del disco rotante e lanciata verso la periferia dalla forza centrifuga, passa attraverso lo spazio esistente tra le scanalature subendo un'azione meccanica di disintegrazione e raffinazione.

I passaggi successivi consistono nell'*assortitura*, per scartare e rilavorare fascetti (schegge) di fibre che non si fossero ben aperti nella prima fase di raffinazione ed eventualmente un altro stadio di *sbianca al perossido* con relativo *lavaggio* della pasta.

L'operazione di *sbianca* prevede che la fibra stazioni per un certo periodo all'interno di una tina in una soluzione ricca di acqua ossigenata in base alcalina ed alla temperatura di circa 50-60 °C, l'acqua ossigenata, svolgendosi in ossigeno per effetto del pH basico, ossida i legami cromofori del legno sbiancandolo.

Le acque reflue vengono trattate con un depuratore biologico allo scopo di renderle idonee allo scarico in fognatura o in acque superficiali.



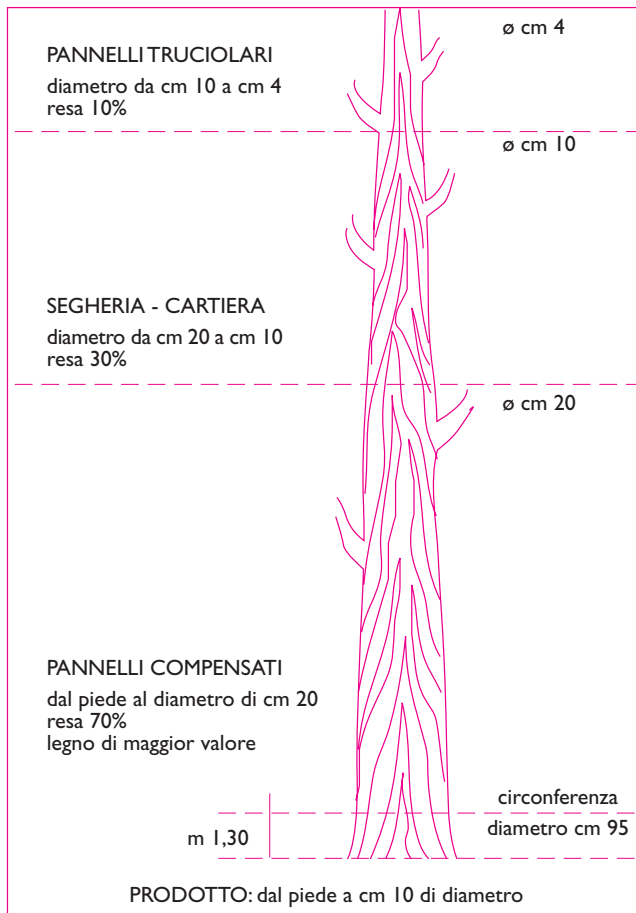
La funzione del depuratore biologico è quella di riprodurre, artificialmente ed in un tempo molto più breve, quella attività di riossigenazione dell'acqua scaricata che in natura necessiterebbe almeno di diverse settimane; l'acqua scaricata alla fine del ciclo produttivo è infatti carica di mucillagini del legno, micro fibre, linfa e zuccheri che vengono espressi in B.O.D. (*biological oxigen demand*) o C.O.D. (*chemical oxigen demand*) e che significano carenza di ossigeno nell'effluente.

Le paste chemimeccaniche o chemitermomeccaniche sono utilizzate per la produzione di quasi tutti i tipi di carta e cartoni, dal *tissue* (fazzolettini igienici, asciugatutto, tovaglioli, ecc.) alle carte patinate.

Le buone caratteristiche meccaniche (lunghezza di rottura, resistenza alla lacerazione) decisamente elevate per paste ad alta resa, ne consentono impieghi anche massicci.

È opportuno, in questo contesto, aprire una parentesi e

sottolineare che, in un Paese come il nostro, notoriamente deficitario di materia prima legnosa (il legno costituisce la seconda voce di importazione dopo la carne), il pioppo è l'unico legno a rapido accrescimento (6-8 anni per la maturazione completa) disponibile in quantità discreta.



Di più, in Italia e soprattutto nella pianura padana, da oltre 100 anni la coltivazione del pioppo fa parte della cultura e della tradizione delle popolazioni rivierasche del Po.

Da sempre questa materia prima rapidamente rinnovabile è utilizzata al 100% dalla base sino ai rami, corteccia compresa.

Il tronco commercialmente più pregiato (*trancia*), dalla base sino a 20 cm di diametro è utilizzato per produrre compensato, segati, paglia di legno e persino cappelli.

Da 20 cm sino a 10 cm di diametro è utilizzabile per produrre segati o *fibre per carta*.

Da 10 cm sino a 4 cm è utilizzato per produrre pannelli truciolari.

La corteccia è utilizzabile come ammendante organico in agricoltura o da bruciare per produrre energia o vapore.

Per continuare con le note di carattere generale, è anche opportuno soffermarsi un momento sull'importanza che ha l'acqua nel ciclo produttivo il cui output finale è la carta; sia le aziende che trasformano legno in paste cartarie che le stesse cartiere necessitano di un massiccio impiego di acqua.

L'acqua è materia prima, vettore, serve nei lavaggi, per diluire la concentrazione di fibre, e resta, in percentuali diverse, nei fogli pressati delle paste e anche nella carta che, non dimentichiamo, è un foglio di natura igroscopica.

La funzione fondamentale dell'acqua ha fatto sì che le cartiere storicamente sorgessero in prossimità di fiumi e torrenti e che oggi siano le prime a promuovere ed incentivare tutto un filone di studi e ricerche volto al risparmio idrico.

Le nuove tecnologie degli impianti di produzione, l'installazione in ogni azienda di imponenti depuratori ed una più consapevole cultura ecologica di tutti gli operatori del settore hanno reso possibile una drastica riduzione della quantità di acqua necessaria per la produzione di carta e paste cartarie, nel caso della C.M.P., per esempio, l'impiego di acqua per la fabbricazione di un chilogrammo di pasta è passato dai circa 12 agli odierni 7-8 litri.

Paste meccaniche

Il metodo più tradizionale e più semplice per produrre paste cartarie, è quello meccanico da sfibratore.

Anche in questo caso si parla di paste ad alta resa, sino al 90-95% che si ottengono sfibrando il legno esclusivamente per via meccanica.

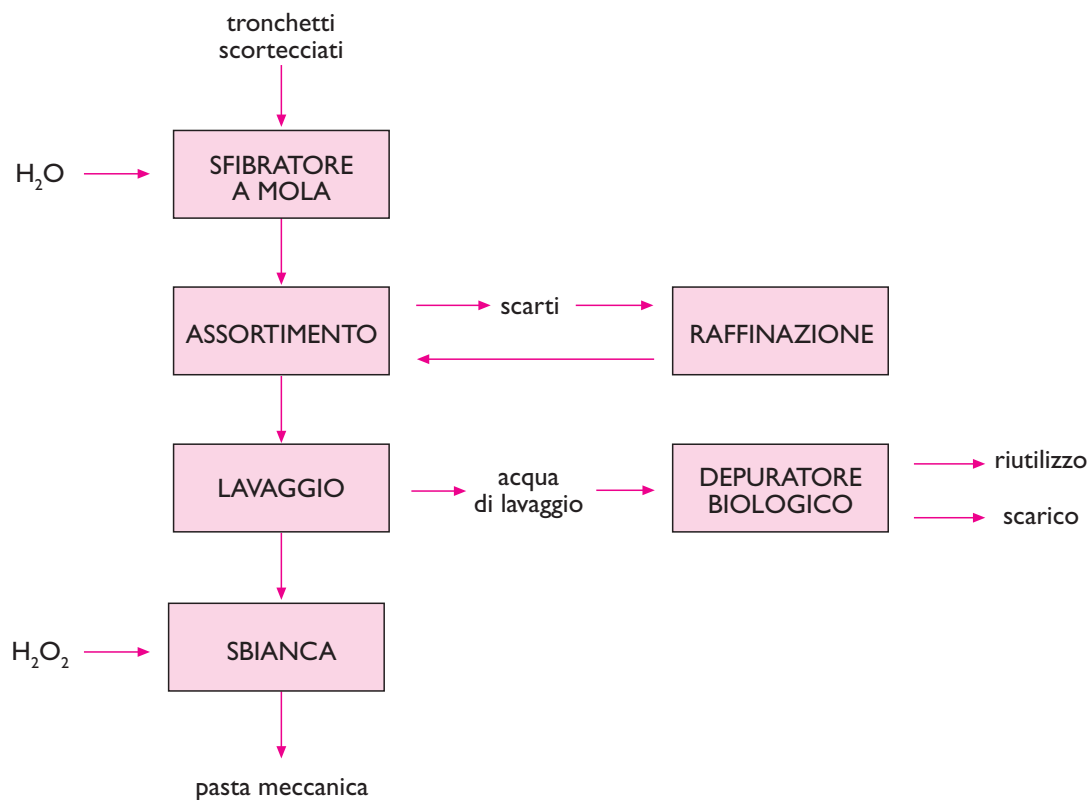
La materia prima di partenza può quindi essere il solo tronchetto di legno (pioppo o abete) che dopo la scorciatura viene pressato, in presenza di acqua, contro una mola rotante ed abrasiva.

La pasta ottenuta deve essere assortita e le schegge od i fascetti di fibre sono rilavorati in un raffinatore a dischi.

L'ultima fase di produzione consiste nella sbianca con perossido di idrogeno (H_2O_2) ed anche in questo caso le acque reflue sono inviate ad un depuratore biologico.

L'aumento della velocità delle macchine continue da carta e da stampa e la generale diminuzione delle grammature dettata da esigenze di economicità, hanno porta-

to ad un rallentamento nell'impiego delle paste meccaniche e ad una loro graduale sostituzione con impasti cartari più resistenti.



Le migliori caratteristiche di questo prodotto sono infatti da ricercare nella buona stampabilità e voluminosità, non in quelle meccaniche di lacerazione e lunghezza di rottura poiché è lo stesso metodo produttivo che, elementarizzando le fibre esclusivamente per via meccanica, ne lacera, accorciandole, una grande quantità.

MATERIE PRIME NON TRADIZIONALI

Giampaolo Bonaguro

Il sole è la migliore fonte di energia a disposizione dell'umanità. Il processo della fotosintesi clorofilliana è il migliore produttore di cellulosa e di amido ed il più efficace accumulatore di energia.

Bruciando le sostanze vegetali, si spezzetta la cellulosa, l'amido e gli zuccheri ottenendo in cambio anidride carbonica che il processo alla clorofilla può rapidamente ritrasformare con l'aiuto del sole in sostanze vegetali di rapida crescita.

Le attuali materie prime alternative o integrative della carta e del cartone sono a base di sostanze cellulosiche fibrose storicamente già ben collaudate e conosciute.

Anticamente in Europa la carta era prodotta solo con stracci.

Si utilizzavano infatti i ritagli di vestiti e tessuti usati, i cordami delle navi, i sacchi usati.

Le fibre di canapa e lino erano le materie prime usate per la produzione di carta; l'impiego della fibra di cotone avviene più tardi, dopo la scoperta dell'America.

Nella metà del secolo scorso fu inventata l'estrazione delle fibre cellulosiche dagli alberi. Antonio Meucci, l'inventore oggi riabilitato del telefono, da buon cartaiolo nei suoi brevetti americani precorre la strada della cellulosa ottenuta da alberi con cotture sia acide che alcaline aventi lo scopo di ammorbidire e disciogliere gli incrostanti cementanti (lignina) esistenti tra le fibre cellulosiche del legno.

Oggi, ad un secolo di distanza, si ha l'impressione che la carta sia ottenibile solo dagli alberi quali le conifere (abette e pini) e le latifoglie (eucalipto, betulla e pioppo).

Nel contempo, oggi, grazie alle moderne tecnologie (biogenetica, biochimica, termodinamica e tecnologie ambientali), si riscoprono le erbacee e le piante annuali:

- **le erbacee**, quali la paglia, i residui delle graminacee (mais, frumento e riso) e i residui delle lavorazioni agro-alimentari, quali la canna e la barbabietola da zucchero oltre che i residui della spremitura degli agrumi (arance e limoni) e gli esuberanti marini quali le alghe raccolte nella laguna di Venezia sono impiegabili nella produzione di carte di elevato pregio.

Queste materie prime sono ancora in fase di sperimentazione: il loro costo è per il momento più elevato rispetto alla tradizionale cellulosa;

- **le piante annuali**, quali il kenaf, il sorgo, il cotone, il lino e molte altre a veloce rinnovabilità e ad altissima resa;
- **con la paglia dei cereali** (riso, frumento, orzo, ecc.) in Cina si producono fibre cellulosiche;
- **gli steli della canna da zucchero** (bagasso) nell'America Centrale sono trasformati in carta;
- **il sorgo, la manioca, il miscanto, il cotone ed il lino**, sono tra i vegetali ad alta resa per ettaro ai fini della coltivazione e talune specie hanno anche una buona resa in paste da carta.

Queste fibre annuali dovrebbero entrare con più *forza* nell'uso cartario anche tramite apposita legislazione, poiché trattandosi di fibre a ciclo di accrescimento annuale possono ridurre mediamente fino ad un 20% l'uso delle cellulose ricavate da essenze arboree.

MATERIE PRIME DI RECUPERO

Assocarta

L'industria cartaria italiana utilizza in misura crescente fibre secondarie – o di recupero – assicurate dal riciclo, come materia prima, di prodotti cartari usati o comunque usciti dal loro ciclo di uso.

Il termine più comunemente usato per tali fibre è *carta da macero* (*recovered* o *waste paper* in inglese); da evitare è invece quello di carta straccia.

Il riciclaggio delle fibre può avvenire per un numero limitato di volte – da 5 a 7 – tenuto conto del progressivo deterioramento delle prestazioni, determinato dal riciclo.

Numerose sono le qualità di carta da macero disponibili, come risulta dalla seguente lista delle tipologie quotate presso la Camera di Commercio di Milano:

- A0** *Carta da macero non selezionata proveniente da raccolta differenziata*
- A2** *Carte e cartoni misti (selezionati)*
- A3** *Fustellati di cartone*
- A5** *Cartone ondulato*
- A7** *Resa illustrati con o senza dorsi collati (non politenati senza materiali impropri)*
- A9** *Giornalame*

B2 *Resa quotidiani*

B3 *Fustellati di cartone multistrato
con una copertina bianca*

B5 *Refili di edizione*

B8 *Libri bianchi scartonati senza legno*

C1 *Refili di stampati misti di colore chiaro*

C6 *Archivio bianco misto*

C8 *Tabulato senza legno*

C12 *Bianco giornale da quotidiani*

C13 *Bianco giornale da periodici*

C17 *Refili Bianchi 1°-2°*

C18 *Refili Bianchi 1° senza legno*

D1 *Ondulato kraft II*

D2 *Ondulato Kraft I*

Le qualità inferiori sono prevalentemente utilizzate nella produzione di cartone e carte per ondulatori, nella cui produzione possono peraltro essere utilizzate anche quote significative di macero di qualità più pregiate.

Queste ultime sono maggiormente utilizzate, previa disinchiostrazione.

Sotto il profilo delle fonti di raccolta il macero si distingue in:

- **macero da raccolta industriale e commerciale** costituito dai rifili di cartotecnica, casse di cartone ondulato, rese di quotidiani e periodici, tabulati, ecc.

Tale macero localizzato presso industrie cartotecniche ed editoriali, uffici, grandi magazzini, è raccolto da recuperatori professionali e quindi selezionato e imballato prima di essere fornito alle cartiere per rientrare nel ciclo produttivo;

- **macero domestico** proveniente da raccolta differenziata, contenente prodotti cartari detenuti nelle abitazioni e nei piccoli negozi e uffici.

Tale macero, prevalentemente costituito da cartaccia mista e giornalame, deve essere isolato dai rifiuti solidi urbani all'origine, cioè prima che la carta sia mescolata con altri materiali che, inquinandola, la rendano inutilizzabile.

Ciò presuppone l'organizzazione, da parte dei comuni, della raccolta differenziata; il macero che ne deriva può essere utilizzato come tale da alcune cartiere che procedono all'interno dei loro impianti all'eliminazione delle impurità mentre in altri casi è necessario l'intervento di operatori ambientali per la selezione e l'imballaggio.

IL PROCESSO DI FABBRICAZIONE DELLA CARTA

Franco Sanesi

Descrivere in poche righe il complesso processo di fabbricazione della carta è impresa impossibile se il tutto non viene generalizzato ed estremamente semplificato; ma nell'eccessiva semplificazione si nasconde sempre il pericolo di banalizzare l'argomento senza coglierne più di tanto l'essenza.


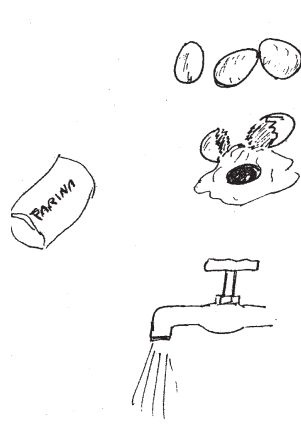
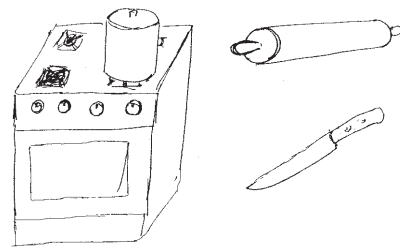
Consapevoli di questo cercheremo tuttavia di illustrare dei concetti generali, avvalendoci di semplificazioni anche esagerate, che hanno però la prerogativa di essere familiari a tutti.

Innanzitutto ogni azione (processo) che genera un risultato o un prodotto si basa su 4 elementi fondamentali:

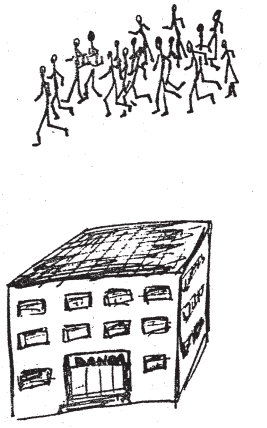

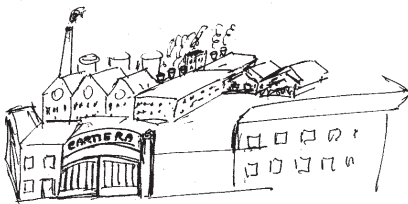
- chi la compie;
- gli strumenti necessari per compierla;
- gli ingredienti o le sostanze (anche quella grigia) che vengono manipolate;
- i soldi necessari per procurarsi il tutto.

Vediamo di illustrare il concetto prendendo, come esempio di processo semplice, quello di preparare le tagliatelle in casa.



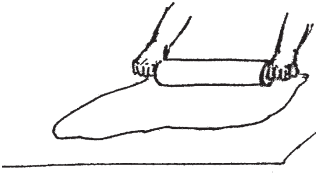
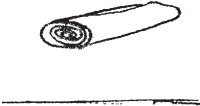
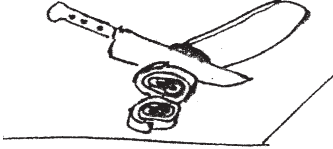



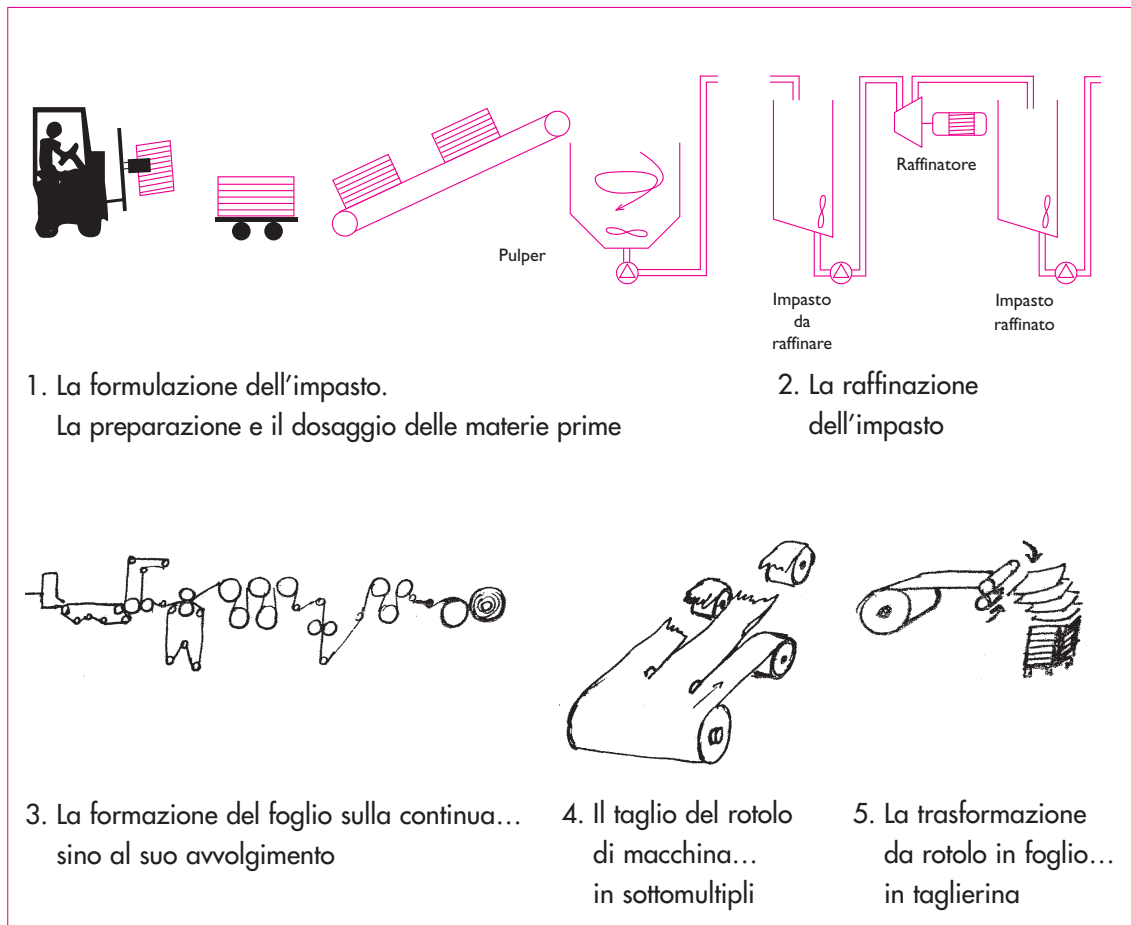
 <p>1. Chi fa ed i soldi per procurare tutto il necessario</p>	 <p>2. Gli ingredienti</p>	 <p>3. Gli strumenti</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Proviamo a semplificare allo stesso modo il processo di produzione della carta.

 <p>1. Le maestranze Le finanze e l'amministrazione</p>	 <p>2. Le materie prime</p>	 <p>3. L'impianto</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

LE FASI DEL PROCESSO

 <p>1. La ricetta dell'impasto La preparazione e il dosaggio degli ingredienti</p>	 <p>2. La lavorazione dell'impasto</p>	 <p>3. La formazione della sfoglia</p>
 <p>4. Il suo arrotolamento</p>	 <p>5. Il taglio del rotolo</p>	 <p>6. Il prodotto finale</p>



Il tutto per significare che ogni processo, sia esso semplice o complicatissimo, consta di:

- una fase di studio (ricetta o formulazione del progetto);
- una fase preparatoria (miscelazione ingredienti o materie prime ed adeguamento e scelta dei mezzi o degli impianti necessari);
- una fase produttiva;
- una fase di finitura e di allestimento;
- la realizzazione finale;
- i controlli relativi ad ogni fase.

Anche la fabbricazione della carta è riconducibile perciò ad uno schema semplice nelle sue linee generali.

La complessità nasce dal numero delle fasi che compongono il processo, dagli impianti, specifici per ogni fase, dalle dimensioni in gioco e dalla necessità di amalgamare correttamente il tutto.

Vediamo ora di approfondire, ma non di molto, la conoscenza di alcuni momenti che caratterizzano il processo.

Momenti caratteristici nella produzione della carta e loro evoluzione nel tempo

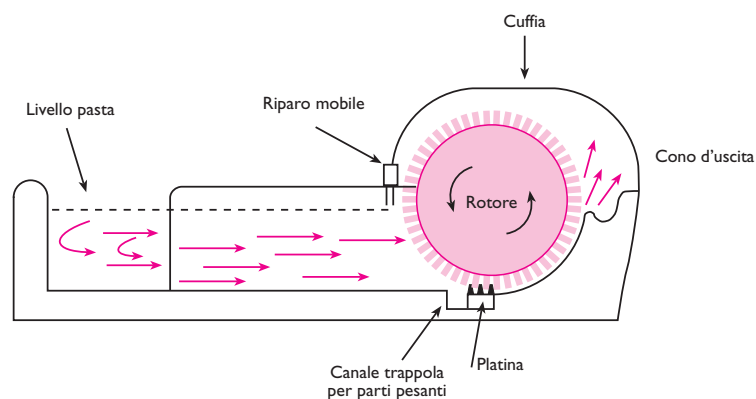
I primi supporti cartacei, in Italia, vedono la luce nella prima metà del XIII secolo ed il lavoro dei primi cartai meglio può assomigliare al lavoro artigianale del cuoco dell'esempio precedente.

Gli stracci, materia prima basilare, vengono raccolti, cerniti e lavati prima di essere tagliati e quindi sfilacciati, in acqua, mediante un'azione meccanica di battitura (“lavorazione”) nelle “pile a martelli”.

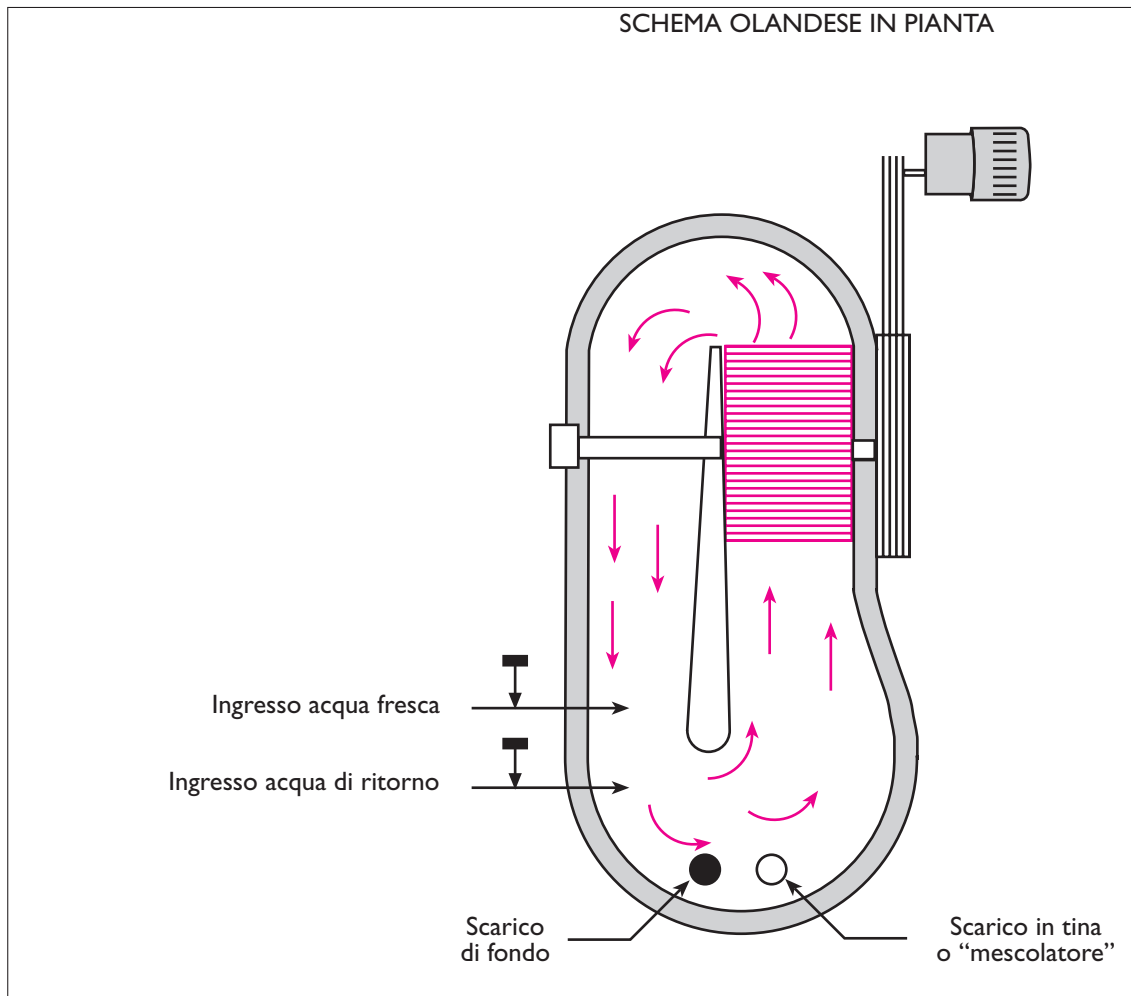
Con la sospensione di stracci tagliati, sfilacciati e battuti in acqua, (“la pasta”), si riempiono dei “tini” dai quali l'artigiano cartai riesce a far depositare uno spessore regolare di fibre su di un setaccio a maglie molto fini, (“la forma”), e a prelevarlo quindi, sotto forma di foglio, per compattarlo ed iniziare ad asciugarlo prima pressandolo sotto un torchio e, quindi, appendendolo ad apposite attrezzature (“gli asciugatoi”), all'aria.

Sono tuttora i momenti salienti della produzione della carta.

Una importante innovazione nella “lavorazione” degli stracci è costituita dall'impiego della tina “olandese”, che sostituisce le vecchie “pile”.



La pasta passando tra le lame della platina (fisse ed angolate) e quelle del rotore veniva “raffinata”.

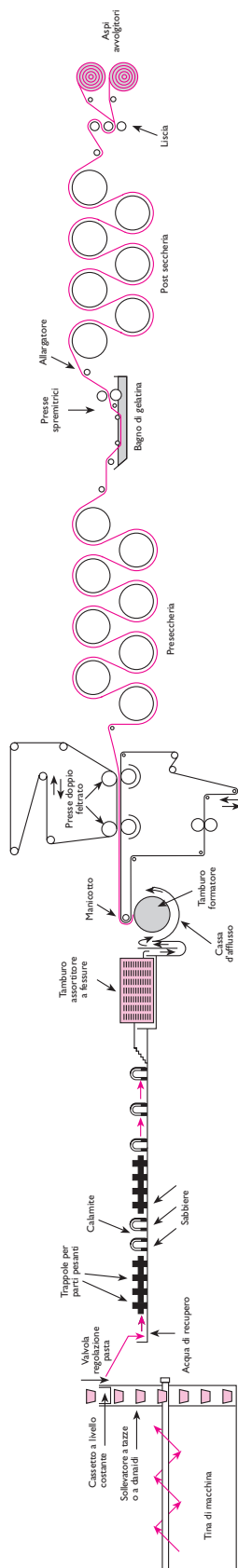


Lo scopo è sempre quello di tagliare e sfilacciare e sfilibrare la pasta di straccio, (e, quando non ci sarà più lo straccio, la cellulosa), ma con una potenzialità maggiore unita ad una maggior governabilità e flessibilità della macchina.

I vari momenti della produzione rimangono però separati sino alla nascita della “macchina continua”, che segna l’inizio della fase industriale e permette la formazione ed il distacco “in continuo”, da un forma rotonda, di una benda di carta teoricamente senza soluzione di continuità.

Si realizza inoltre, in un’unica e continua fase, il compatimento e la pressatura della benda ed il suo asciugamento.

Si riesce così a realizzare in continuo delle bellissime filigrane in chiaro-scuro, che si ripetono sempre nella medesima posizione del foglio (filigrana fissa) e delle carte



che simulano i fogli ottenuti con la vecchia “forma” a mano, tanto che la nuova macchina, accanto alle denominazioni “macchina o forma in tondo”, viene chiamata anche “manomacchina” (vedi disegno a lato).

Nel tempo la forma in tondo lascerà spazio alla “tavola piana”, che permetterà grandi formati e velocità assai elevate, ma non potrà più ripetere e nemmeno imitare le riproduzioni di visi o figure simili a bassorilievi, tanto abituali a chi ha lavorato sulla simpatica e vecchia “tamburella”.

Un ulteriore passo avanti nella “continuità” del ciclo produttivo si realizza con l’introduzione dei raffinatori in continuo, che soppiantano la vecchia “olandese” con rendimenti decisamente superiori.

Ma se ripercorriamo il lavoro del “prenditore” e del “ponitore”, i vecchi artigiani cartai che producevano un foglio alla volta con la “forma” a mano, e confrontiamo i vari momenti del loro impegno con le attuali fasi produttive ci imbatteremo in uguali percorsi ed uguali esigenze.

Vediamo allora di ritrovare, sugli impianti moderni, le fasi che caratterizzavano il lavoro dei primi cartai; servirà per meglio identificare i particolari settori delle attuali linee produttive, settori che andremo ad esaminare più avanti un po’ più in dettaglio.

Il **lavaggio** degli stracci non si ritrova logicamente più, ma l’operazione di lavaggio della materia prima è tuttora ben presente nella produzione delle paste chimiche e delle paste di legno.

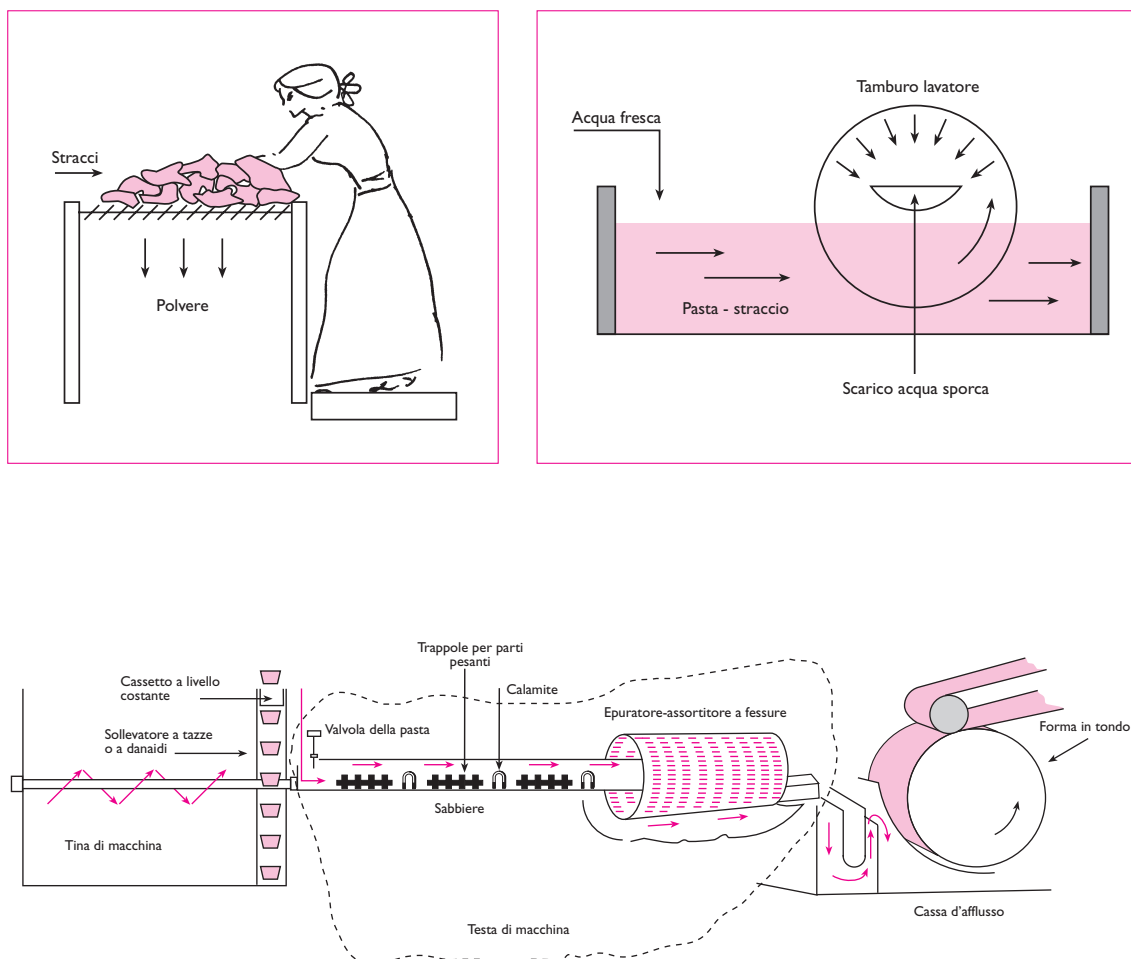
Il legno da introdurre nei bollitori o nelle torri di impregnazione subisce un primo lavaggio, per liberarlo dal terriccio o da altre impurità.

Una volta trattato viene passato ai tamburi lavatori per essere ripulito dal liscivio e dai sali che questo ha disciolto. La **cernita** è tuttora presente sia come scelta del tipo di essenza fibrosa idonea agli obiettivi del fabbricante di paste e del cartai, sia come eliminazione di corpi estranei (ferro, sabbia, plastica) e di materiale non idoneo (incotti, grumi, schegge, grossolani).

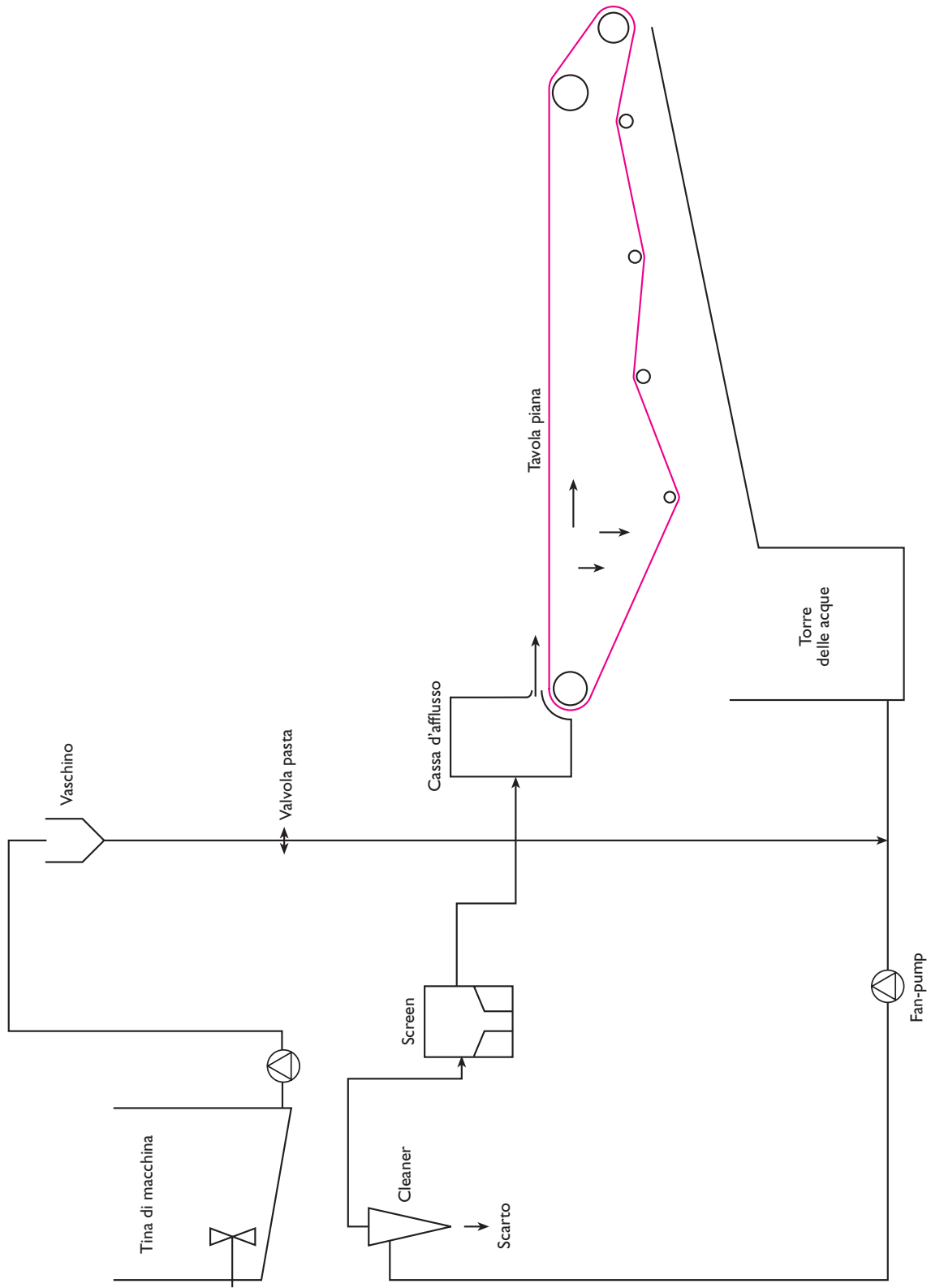
Attraverso il tempo i plotoni di donne, che sceglievano (ed epuravano) gli stracci su delle specie di setacci a maglie grosse, vengono sostituiti dal **sabbie** e dalle calami-

te distribuite sul fondo dello stesso ove, per gravità e per l'effetto magnetico, si depositano le parti pesanti come sabbia, pietrisco, scheggette e polvere di ferro, e dal **tamburo epuratore-assortitore**, generalmente a fessure.

Oggi queste parti di macchina vengono sostituite dagli attuali epuratori (**cleaners**) atti a scartare le parti pesanti, dai moderni assortitori a fori e/o a fessure (**screen**), che impediscono il passaggio di parti grossolane e costituiscono un'ulteriore salvaguardia per l'incolumità dei corredi di macchina e per la qualità del prodotto, e dai **vi-brovagli**.



La porzione d'impianto compresa tra la tina di macchina e la cassa d'afflusso, ove si compiono le operazioni viste, prende il nome di testa macchina.



Gli stracci, una volta lavati ed assortiti, subivano un'azione di sbatacchiamento, taglio e sfilacciatura, in presenza di molta acqua, nelle pile a martelli e venivano quindi stoccati in tini, dai quali il maestro cartaiolo li prelevava per "alimentare" la sua "forma" a mano.

L'operazione di taglio, sfilacciatura e idratazione, fondamentale per l'ottenimento di un foglio resistente ed uniforme, veniva chiamata "lavorazione" ed il termine è tuttora ricorrente, in cartiera, accanto al più usato "raffinazione".

Anche oggi le fibre sospese in acqua vengono sbattute, tagliate, idratate, sfilacciate e trasferite quindi in capaci tinte dalle quali, in continuo, vengono prelevate per essere trasformate, dalla macchina continua, in foglio di carta.

I maestri cartai, il "prenditore" ed il "ponitore", disponevano di una tinozza, il "tino", nella quale disperdevano la quantità di fibra opportuna basandosi sulla loro grande ed abituale esperienza, di un setaccio a maglie fini, "la forma", di un "torchio" e di uno "stenditoio" al quale appendere ad asciugare i fogli, dopo la pressatura.

Il "tino" può essere ora rappresentato dalla "cassa d'afflusso", ove le fibre sono mantenute in sospensione ben separate tra di loro, ad una densità costante, prima di venire distribuite uniformemente sulla "tavola piana", l'attuale "forma".

Le presse, nella parte di macchina successiva alla tavola piana, preasciugano e compattano il foglio in modo simile al vecchio "torchio", mentre la successione di cilindri essiccatori, riscaldati a vapore, può essere assimilata al vecchio "stenditoio".

Le brevi note, ricordate in questo capitolo, hanno lo scopo di aprire un'ulteriore finestra sui momenti caratteristici del processo produttivo, in modo da rendere meglio comprensibile l'ulteriore approfondimento che andremo ad affrontare nelle pagine successive.

Ricordiamo ancora che questa scheda, come indicato nel titolo, introduce delle nozioni elementari ed è quindi volutamente semplice, spesso incompleto e carente di informazioni in dettaglio, in quanto vuole solamente soddisfare un'eventuale curiosità di chi quotidianamente

utilizza la carta come strumento per comunicare, studiare e diffondere idee, conoscenze e cultura.

A dimostrazione di come sarebbe possibile sviluppare ed approfondire gli argomenti rimandiamo a pagina 77 ove viene discussa, un po' più in dettaglio, l'influenza esercitata sull'opacità di un foglio di carta dal tipo di essenza fibrosa impiegata, dalla sua raffinazione e dalle cariche contenute nell'impasto.

Si è scelto il tema dell'opacità perché pensiamo che un comune lettore ne intuisca immediatamente l'importanza.

La preparazione dell'impasto

La formulazione dell'impasto nasce avendo la conoscenza di alcune cose fondamentali:

- le caratteristiche del prodotto desiderato
- le materie prime che rendono possibile l'ottenimento di queste caratteristiche
- la consapevolezza di possedere un impianto idoneo a sviluppare e realizzare queste caratteristiche
- la consapevolezza di essere in grado di gestire il tutto in modo corretto

La formula o ricetta di impasto elenca sia il tipo che le quantità di materie prime previste; generalizzandola si può così schematizzare, anche se in modo incompleto:

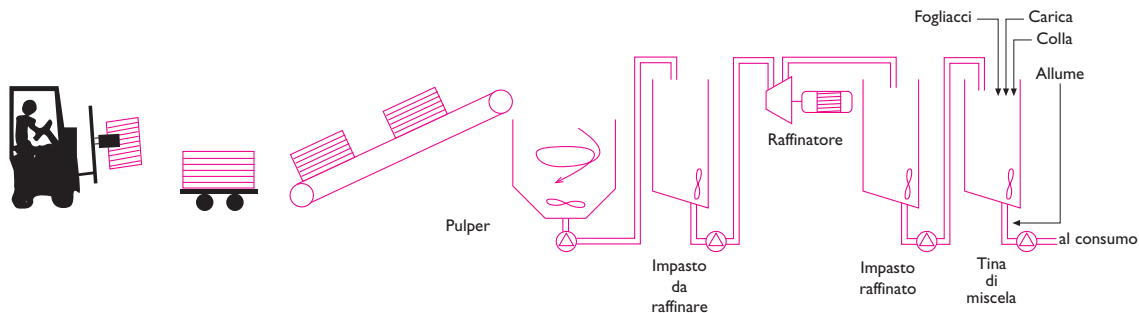
	Materie prime	Tipo di pasta	Tipo di fibra
IMPASTO	Fibrose	Chimica	Lunga (aghifoglie) Corta (latifoglie)
		Meccanica	Lunga Corta
		C. T. meccanica	Lunga Corta
	Non fibrose		

... Più in dettaglio

	Materie prime	Tipo di pasta	Tipo di fibra	
IMPASTO	Fibrose	Chimica	Lunga (aghifoglie)	abete pino silvestre pino del sud
			Corta (latifoglie)	pioppo, betulle eucalipto faggio
		Meccanica	Lunga	abete
			Corta	pioppo
		C. T. meccanica	Lunga	abete
			Corta	aspen
	Pasta da fibre secondarie		maceri disinchiostriati	
	Non fibrose	Sostanze di carica	Caolino	
			Carbonato di calcio	
			Solfato di calcio	
			Talco	
			Biossido di titanio	
	Collanti	Per ambiente alcalino		
	Colofonia			
Allume (policloruro)				
Ritentivi*	Poliacrilammidi			
	Polietilenimine			
	Amidi cationici			
Coloranti				

La tabella ha delle lacune, ma dà senz'altro un'idea dei materiali che vengono citati in una formulazione d'impasto.

Spappolamento e raffinazione



Anche in questo caso lo schema è semplificato, ma serve allo scopo.

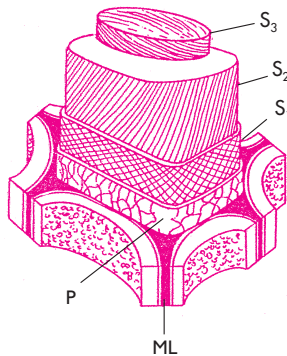
Le essenze fibrose previste dalla ricetta d'impasto vengono spappolate in acqua mediante una apposita macchina (Pulper).

Le fibre, per effetto dell'acqua, si rilasciano e si ammorbidiscono diventando pompabili. Vengono stoccate in tina, in attesa di subire un trattamento atto a sviluppare quelle caratteristiche di resistenza e macchinabilità già insite nei tipi di essenze scelte (raffinazione).

L'impasto raffinato viene quindi dosato assieme ad altri componenti, nelle proporzioni previste dalla ricetta.

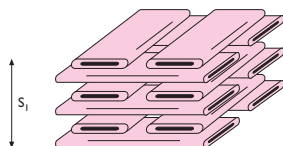
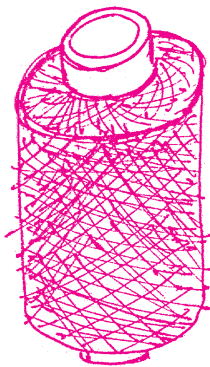
Per meglio cogliere il significato del *processo di raffinazione* occorre però prima conoscere la conformazione delle fibre, perciò illustreremo schematicamente, qui di seguito, la struttura di una fibra di aghifoglia.

Alcune note sulle fibre di aghifoglia



Struttura della parete della fibra:

- ML:** lamella mediana;
- P:** parete primaria;
- S1:** strato esterno della parete secondaria;
- S2:** strato intermedio della parete secondaria;
- S3:** strato interno della parete secondaria o parete terziaria.



La lamella mediana è essenzialmente costituita da lignina, sostanza amorfa e rigida che agisce da cementante delle varie fibre.

Se dovessimo fare un paragone, potremmo paragonare le fibre di un albero al ferro di armatura di un pilastro e la lignina al cemento.

Procedendo dall'esterno verso il lume della fibra, la lignina va calando progressivamente sino a sparire praticamente verso la parete interna.

La cellulosa ha un andamento complementare alla lignina e va progressivamente calando dal lume all'esterno sino a scomparire praticamente nella parete primaria.

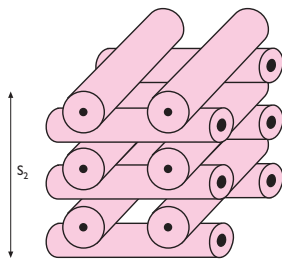
Possiamo immaginare la fibra come una spagnoletta, i cui fili esterni siano affogati in una gran massa di lignina, nella quale le incrostazioni diminuiscano sempre di più, a mano a mano che si procede verso l'anima, sino ad incontrare i fili che ne sono completamente privi.

È intuitivo che il filo incrostato si presenti duro e rigido, mentre quello pulito sia flessibile e morbido; allo stesso modo le fibre molto lignificate si presentano rigide e dure (paste legno da sfibratore o termomeccaniche), mentre le fibre delignificate sono flessibili e morbide (cellulose bianchite).

Occorre però considerare un altro fattore che influenza la flessibilità della fibra e la sua propensione a presentarsi con aspetto nastriforme; parliamo dello spessore della parete cellulare.

La fibra a parete cellulare più sottile:

- assume più facilmente un aspetto nastriforme;
- crea superfici di contatto maggiori con le altre fibre;
- riduce i volumi liberi tra fibra e fibra.



La fibra a parete cellulare più spessa:

- assume di preferenza aspetto tubuliforme;
- è più rigida;
- permette superfici di contatto minori con le altre fibre;
- aumenta i volumi liberi tra fibra e fibra.

Perciò da impasti contenenti in prevalenza fibre a pareti sottili dovremo aspettarci carte più dense, più sottili, più resistenti alla trazione, più trasparenti.

Da impasti contenenti in prevalenza fibre a pareti spesse dovremo aspettarci carte più voluminose, meno resistenti alla trazione ed alla piegatura, più resistenti alla lacerazione, più opache.

Anche da fibre molto lignificate (paste legno) dovremo aspettarci carte più voluminose ed opache, ma meno resistenti e più fragili in piega.

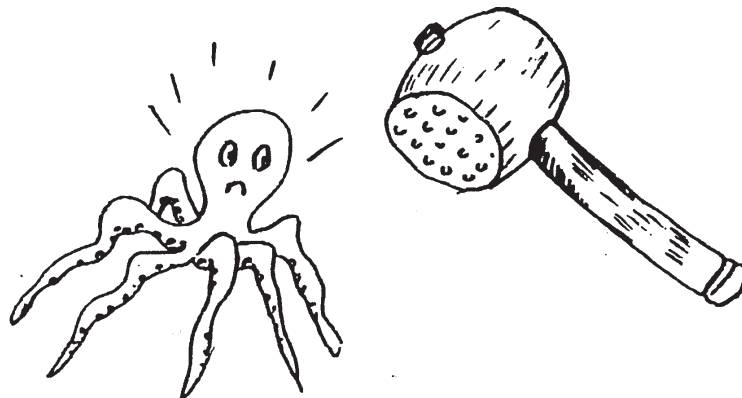
La raffinazione

È l'operazione che consente di *tirar fuori* dall'impasto fibroso quelle peculiarità richieste dall'utilizzatore che caratterizzano un determinato tipo di carta:

- chi stampa in roto-offset vorrà una carta resistente alla piega ed al punto metallico, o alla cucitura in genere;
- chi stampa in offset piano vorrà una carta rigida e altamente macchinabile, ma dimensionalmente stabile ed il più possibile inerte;
- chi utilizza carte leggere per editoria le vorrà parimenti resistenti alla lacerazione, alla piega, al punto metallico o cucito oltre che sufficientemente *chiuse** per avere una sufficiente brillantezza di stampa;
- chi impiega carte porcellanate, o smalti che dir si voglia, vuole carte resistenti e decisamente poco porose, poco permeabili;
- tutti poi richiedono una opacità elevata e, a livello di desiderio, la massima opacità possibile ed immaginabile;

- una *raffinazione* mirata e ben condotta, in presenza di strumenti (raffinatori) idonei, consente di sviluppare dalle fibre le caratteristiche richieste e, quando queste caratteristiche sono tra loro in contrasto, di *mediare* con equilibrio il risultato;
- la *raffinazione* sottopone la fibra ad una serie di sbattimenti e compressioni che consentono all'acqua di imbibirne sempre di più le fibrille interne (i fili interni della spagnoletta) rendendola sempre più plastica;
- questa aumentata plasticità consente la formazione di un maggior numero di aree di contatto, e quindi di legami, indispensabili per una buona resistenza e formazione del foglio.

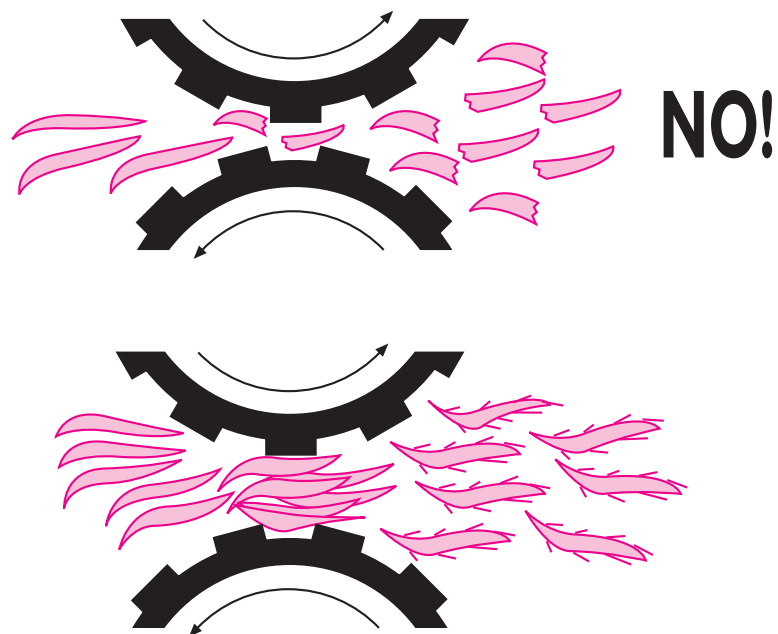
Ma attenzione: la raffinazione, se inidonea o troppo spinta, produce anche altri effetti (smodata lacerazione della parete, accorciamento esagerato della fibra, eccessiva idratazione) non sempre desiderabili ed opportuni;



- chi ha pratica di cucina sa che, per rendere più tenera e morbida la carne del polipo, occorre batterla a lungo con un pestello o un mazzuolo di legno;
- se si usasse un normale martello di ferro la maggior violenza dell'urto potrebbe lacerare la pelle e le fibre ed il risultato non sarebbe propriamente da *grande cuisine*;
- anche sulle fibre di cellulosa la violenza dell'urto delle lame del raffinatore non deve essere tale da devastare la superficie ad ogni colpo; e poiché le caratteristiche morfologiche e chimico-fisiche delle fibre sono peculiarità proprie di ogni tipo di essenza (abete, pino silvestre, pino del sud, pino della costa del pacifico, fag-

gio, eucaliptus, ecc.) si intuisce l'opportunità di raffinarle in modo selettivo (raffinazione separata);

- se schematizziamo l'azione del raffinatore con una grafica molto semplice, cioè due ruote dentate, una fissa e l'altra in rotazione, attraverso cui passano le fibre:
 - nel primo caso avremo consumato energia e lame del raffinatore per rovinare una fibra lunga che poteva, prima di un simile assassinio, darci una carta tenace e porosa;



- nel secondo caso avremo idratato e sfibrillato le fibre, rendendole plastiche ed in grado di creare, su tutta la loro integra lunghezza, un numero elevato di legami;
- nella grafica si è cercato di evidenziare anche l'importanza, durante il processo di raffinazione della *densità* dell'impasto, cioè della quantità di fibre sospese nell'unità di volume (i grammi di fibra in un litro di acqua + fibra);
- con un ragionamento che semplifica all'estremo il processo, ma che rende subito intuibile il fenomeno possiamo immaginare che una singola fibra, passando attraverso i denti delle ruote, non ha massa sufficiente per opporsi al contatto tra il dente superiore e quello inferiore.

Si becca tutta la botta senza dividerla con nessuno e senza nessun ammortizzatore;

- se invece, tra i denti delle ruote, passa un pacchetto compatto di fibre, queste si divideranno la botta ed il loro stesso insieme fungerà da ammortizzatore;
- abbiamo ricordato prima che lo sviluppo di alcune caratteristiche non sempre è in accordo con altre. Infatti se da un lato aumentare la predisposizione delle fibre a creare più legami e punti di contatto porta a resistenze meccaniche migliori, dall'altro comporta un peggioramento della opacità;
- se si insiste con la raffinazione per esaltare le caratteristiche meccaniche di resistenza alla trazione, accanto a questa dovremo accettare una minor resistenza alla lacerazione;
- nello schema presentato all'inizio, alla porzione di impasto fibroso raffinato previsto vengono aggiunte sostanze che conferiscono al prodotto finito altre caratteristiche:
 - la colla e l'allume per dare una certa resistenza alla bagnatura o per regolare un assorbimento eccessivo di inchiostro per scrivere, impedendone il trapasso e la sbavatura;
 - le sostanze di carica per conferire alla carta opacità, maggiore levigatura, migliore stampabilità.

Il testa macchina e la formazione del foglio

L'impasto, proveniente dalla tina di miscela e pressoché completo in tutti i suoi componenti, viene inviato al *vaschino a livello costante** dal quale viene dosato, mediante la *valvola della grammatura**, nell'aspirazione della *pompa di alimentazione** (fan pump).

Questa pompa, che pesca dalle acque del sottotela (*torre raccolta sottotela**), diluisce e miscela la pasta prelevata dal vaschino e la porta in *cassa d'afflusso**, facendola prima passare attraverso un impianto di epurazione ed un assortitore (*screen*).

La cassa d'afflusso ha il compito di distribuire uniformemente sulla *tela di formazione** l'impasto diluito.

Il complesso *fan pump - epurazione - screen - cassa d'afflusso - torre acque* è chiamato **giro corto di macchina** o **testa macchina**.

La *tela di formazione* e la *tavola piana*, che è composta da vari elementi drenanti (*foils**, *vacufoils**, *casse aspiranti**), consentono di drenare l'acqua trattenendo le fibre ed i componenti dell'impasto. Alla fine della *tavola piana* il **foglio umido** è formato.

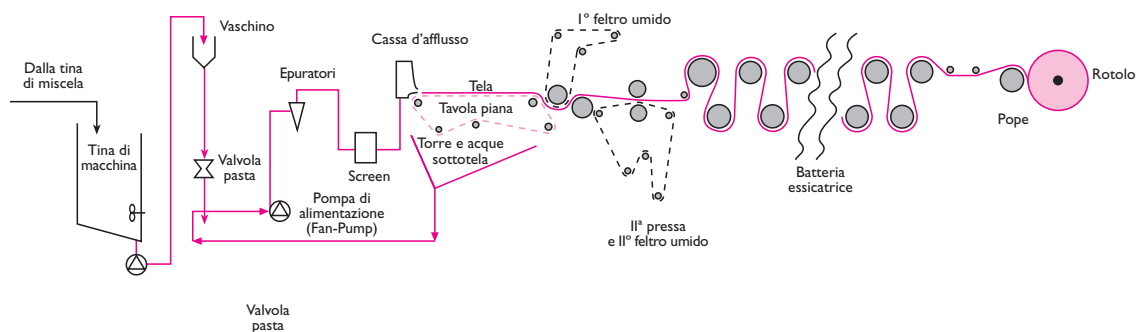
La prima e la seconda pressa (e, dove esiste, anche la terza) tolgono ulteriore acqua e rendono più consistente e resistente il foglio.

La batteria essiccatrice o *seccheria* consente di asciugarlo completamente.

Abbiamo già detto dell'importanza del ruolo svolto dall'acqua nella fabbricazione della carta.

L'acqua imbeve e idrata le fibre, le rende flessibili e raffinabili, consente di miscelare uniformemente con l'impasto fibroso gli altri componenti, rendendo il tutto pompabile.

È, in altre parole, il veicolo usato per spostare, anche a grandi distanze, grossi quantitativi di materie prime ed il motore di questo veicolo sono le pompe.



Diamo un'idea della presenza dell'acqua lungo il ciclo produttivo dal *pulper** al *pope** con qualche indicazione di densità dell'impasto espressa in percentuale.

(Una densità del 3% starà ad indicare che su 100 kg di impasto avrò 3 kg di solido e 97 kg ~ litri di acqua).

	Densità
<i>Pulper</i>	normalmente da 5% a 14% in funzione dell'impianto (a bassa, a media, ad alta densità)
<i>Trasferimento dal pulper</i>	da 4% a 8%
<i>Raffinazione</i>	normalmente da 3,5% a 4%
<i>Vaschino a livello costante</i>	normalmente da 3% a 3,5%
<i>Epurazione screen, cassa afflusso</i>	normalmente da 0,6% a 1,1% in funzione della grammatura e del tipo di carta
<i>Prima delle casse aspiranti della tela</i>	circa il 3% - 5% per tavole piane con ballerino
<i>All'uscita della tela</i>	normalmente da 16% a 20%
<i>All'uscita dalla 1^a pressa</i>	normalmente da 33% a 40% (in funzione anche dei tipi di carta e della velocità di produzione)
<i>All'uscita dalla 2^a pressa</i>	normalmente da 42% a 47%
<i>Al pope</i>	di norma 93% - 94%

Proviamo a pensare all'acqua come ad un mezzo di trasporto (ad esempio un treno passeggeri) che viaggia lungo dei binari (*le tubazioni, la tela di formazione, i feltri umidi, la seccheria*) mosso dal locomotore (*le pompe*).

Sul suo percorso incontra delle stazioni ed in alcune si ferma (*le tine, il vaschino a livello costante*), mentre per altre passa senza fermarsi (*la raffinazione, l'epurazione, lo screen, la cassa d'afflusso*).

Immaginiamo ora di essere una fibra e di salire sul treno (*pulper*) liberi di mescolarci agli altri viaggiatori e di muoverci da uno scompartimento all'altro.

Incontreremo delle fermate, entreremo quindi in una sauna-palestra-sala massaggi (*la raffinazione*) dove qualche esercizio troppo pericoloso o qualche massaggiatore inesperto e troppo violento potranno procurarci, accanto ad una maggiore scioltezza dei muscoli, anche qualche ecchimosi e lussazione, conosceremo, prima della fermata alla stazione del *vaschino a livello costante*, altri viaggiatori diversi da noi (la colla, l'allume, il carbonato) e ci uniremo a loro in buona armonia.

Dopo la fermata al vaschino verranno agganciati altri vagoni (l'acqua della *torre acque sottotela*) e noi avremo molto più spazio a disposizione per muoverci liberamente da un vagone all'altro.

Passando dalla stazione dell'*epurazione* dovremo salutare i compagni di viaggio più pesanti, che verranno fatti scendere, mentre passando dalla stazione dello screen perderemo i compagni più grandi e grossi e gli obesi, che ugualmente dovranno scendere e prendere un'altra linea.

Entreremo quindi nella stazione della *cassa d'afflusso* e ci accorgeremo quasi subito che, pur avendo ancora un'infinità di spazio e di posti a disposizione, non potremo più spostarci liberamente ma saremo obbligati a rimanere seduti nello stesso posto e, così irregimentati, usciremo dalla stazione su un nuovo binario (*la tela di formazione*).

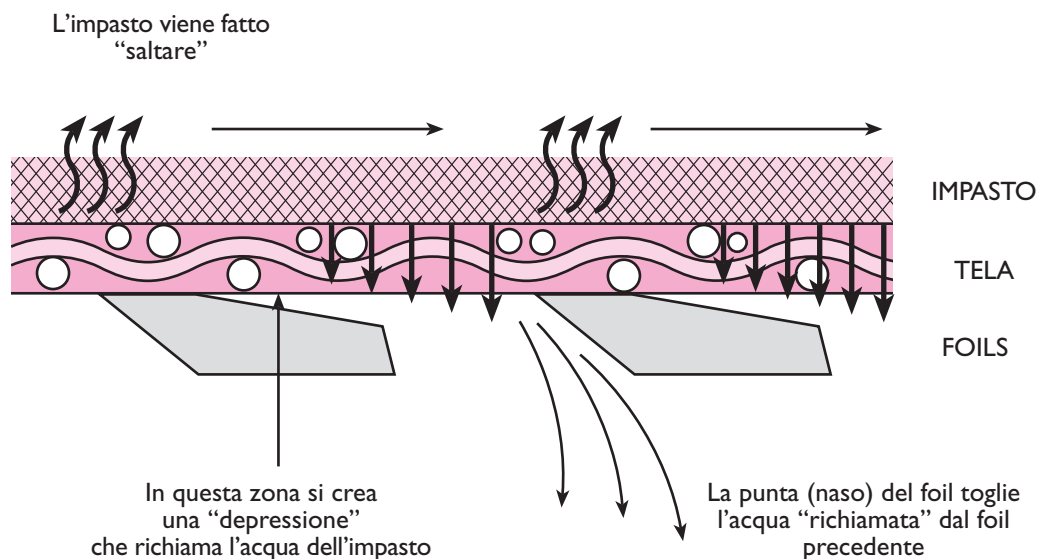
E su questo binario il treno comincerà a perdere vagoni, e noi avremo sempre meno spazio a disposizione sino ad essere stipati come sardine; si proverà la sensazione di vedere sparire il sedile sotto il sedere (casse aspiranti, cilindro aspirante) e quando passeremo dal binario tela al bi-

nario feltro ci accorgeremo che i vagoni in pratica non ci sono più e noi stessi, uniti ed accalcati come fossimo un corpo unico, saremo diventati il treno.

Prima di accennare alla fase finale, cioè all’allestimento della carta, facciamo ancora qualche semplicissima osservazione sui fenomeni di disidratazione che avvengono lungo la macchina continua.

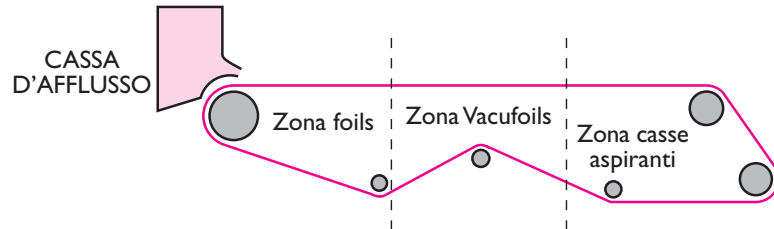
La tavola piana

Su di essa inizia un drenaggio graduale, dapprima il più possibile dolce e controllato, mediante i *foils*. Questi elementi drenanti, posti dopo la *cassa d’afflusso*, hanno la funzione di tenere “mossa” la pasta sulla tela, di “richiamare” nelle maglie della tela e sotto di essa l’acqua dell’impasto, di “togliere” con la punta (naso) l’acqua richiamata nelle e sotto le maglie dal foil precedente.



Dopo il primo tratto della *tavola piana* la leggera depressione creata dai foils non è più sufficiente a togliere l’acqua ed è necessario ricorrere ad elementi drenanti (*va-*

cufoils, casse umide, casse aspiranti, cilindro aspirante) che, creando un vuoto sempre più alto sotto la tela, costringono l'acqua a lasciare la fibra.



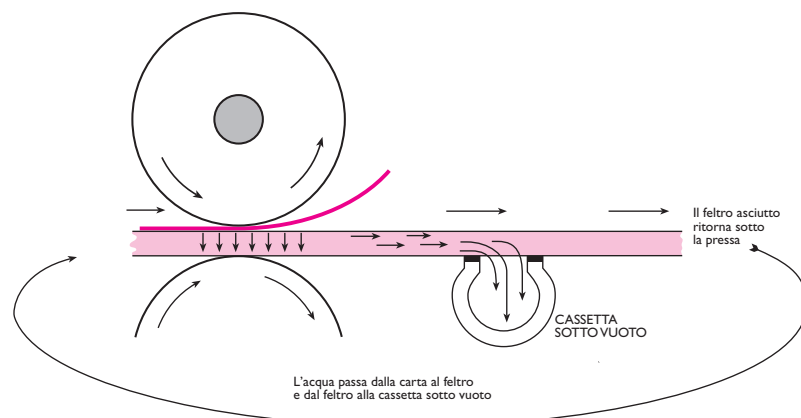
Le presse umide (e relativi feltri)

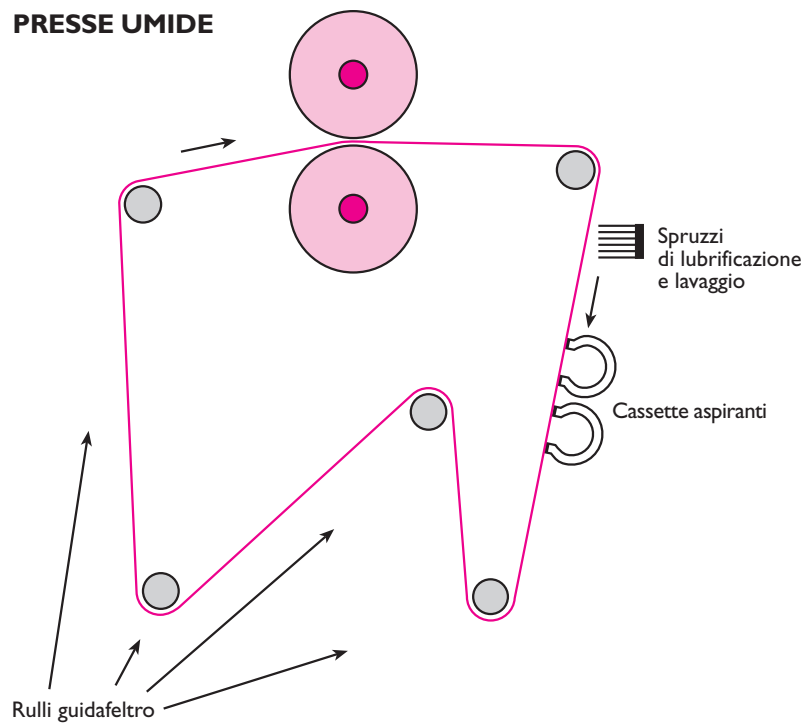
All'uscita del *cilindro aspirante* il secco della pasta è compreso tra il 16% ed il 20%.

Per togliere ancora acqua si deve ricorrere ad una “spremitura”, ottenuta esercitando sul foglio umido una fortissima pressione (*presse umide*).

Ma l'acqua “spremuta”, se non trovasse sfogo attraverso un corpo permeabile soffice e resiliente, eserciterebbe sul foglio una pressione idraulica tale da provocarne la rottura (franatura).

Il feltro umido quindi, oltre alla funzione di sostegno (l'abbiamo chiamato prima binario), funge anche da ricettore d'acqua e da tutore della integrità del foglio umido.





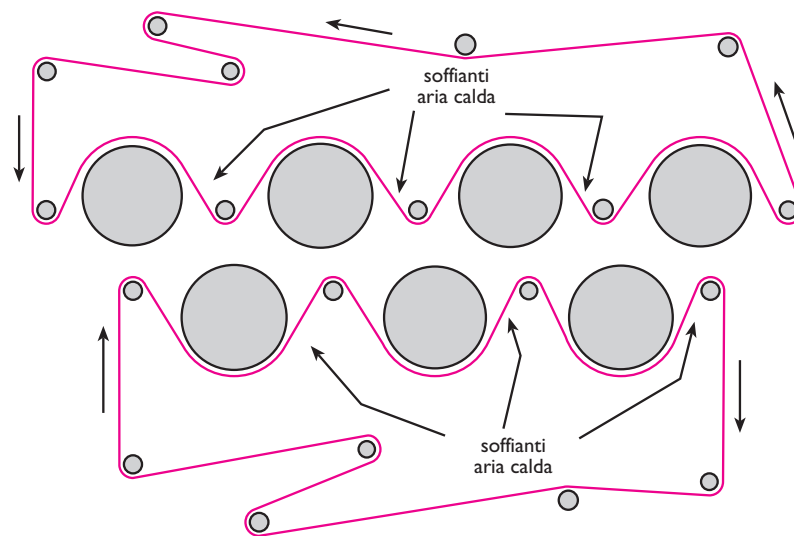
La seccheria

All'uscita delle presse umide il foglio, in funzione del tipo di presse a disposizione e dell'impasto, può avere un secco generalmente compreso tra il 42% e il 50%. Per andare oltre il 50%, che è attualmente un valore limite raro e di tutto rispetto, bisogna togliere l'acqua con un altro sistema.

Sino ad oggi non si è trovato di meglio che eliminarla per evaporazione, appoggiando e premendo il foglio, mediante una tela ad anello chiuso (*tela essiccatrice*), su delle superfici riscaldate (*cilindri essicatori*).

Anche in questo caso l'acqua, evaporata attraverso la maglia della *tela essiccatrice*, viene estratta ed espulsa, dopo averne sfruttato la temperatura con degli scambiatori.

Delle *soffianti* di aria calda provvedono ad eliminare ogni residuo di umidità dalle maglie delle tele che ritornano, asciutte e condizionate, a svolgere la loro funzione.



La patinatura

L'idea di coprire la superficie di un foglio di carta con dei pigmenti minerali di ridotte dimensioni particellari per ottenere una miglior brillantezza ed uniformità di stampa, un bianco più elevato, una lisciatura superiore ed una possibilità di "lucidatura" altrimenti irraggiungibile, nasce e trova applicazione in Italia intorno agli anni '20.

È indubbiamente un'idea vincente, con risvolti economici positivi e, all'inizio, non completamente prevedibili, tanto che ai nostri giorni poche sono le cartiere che non adottano questa tecnologia.

L'operazione di stendere con uniformità, sulla superficie di un foglio, una miscela di pigmenti (patina) è chiamata "**patinatura**", e "**patinatrici**" sono dette le macchine che la rendono possibile.

È abbastanza intuibile che uno strato di soli pigmenti, una volta asciutti, non rimarrebbe attaccato alla superficie del foglio e basterebbe una qualsiasi azione meccanica, uno sfregamento, una piegatura, una stropicciatura, per staccarlo a pezzi o sotto forma di polvere; la carta sarebbe inutilizzabile.

Bisogna, in qualche modo, "*legare*" tra loro i pigmenti e legare questi alla superficie del foglio ricorrendo all'impiego di sostanze idonee allo scopo, i cosiddetti "**leganti**".

Volendo quindi meglio definire la **patina**, diremo che questa è *una miscela di pigmenti e leganti, avente un contenuto in solidi ben definito e la tinta desiderata, idonea ad essere uniformemente distribuita sulla superficie di un supporto cartaceo.*

Accontentiamoci di questa definizione che, sotto il generico termine “*idonea*”, nasconde problemi di reologia e ritenzione in rapporto alla velocità di applicazione ed al tipo e grammatura di supporto in ballo, che richiederebbero l’aggiunta, in appendice alla scheda, di una seconda digressione sulla “patina” oltre a quella già presente sulla “opacità”.

Al giorno d’oggi, nella maggioranza dei casi, quando si parla di pigmenti si intende parlare di *carbonato di calcio* e di *caolino*; qualche cartiera, ma non molte, impiega ancor il *bianco-satin* mentre sta crescendo l’impiego, nelle carte per rotocalco, del *talco*.

Un tempo il pigmento principe era il caolino e l’impiego del bianco-satin era più diffuso, ma erano impiegati anche il solfato di bario (*bianco-fisso*) e la *farina fossile*.

Il *biossido di titanio* ha sempre avuto un impiego limitato in applicazioni e tipi di carta particolari.

Agli inizi della patinatura il legante classico era la *caseina lattica*, sposa ideale del bianco-satin con cui dava patine fluide, microporose e con eccezionali resistenze ad umido. L’unione con il caolino era invece estremamente “conflittuale” ed originava degli shock reologici con innalzamenti vertiginosi della viscosità tanto che non era eccezionale il verificarsi del bloccaggio delle pale dell’impastatrice per la tenacità del pastone caolino-caseina che si formava.

Un tempo, infatti, si usava preparare la patina partendo dal caolino in polvere ed impastandolo con una soluzione alcalina di caseina in una vera e propria impastatrice, sicché questa somiglianza al mondo dei panettieri e dei pastai, unita al ricettario spesso volutamente misterioso, può essere l’origine del nome “**cucina**”, dato ancor oggi al reparto ove viene preparata la patina.

Ora i leganti principe sono i “*lattici*”, soprattutto a base stirene butadiene e/o a base acrilica, seguiti dall’“amido” e, in misura minore, le *proteine vegetali* e l’*alcool polivinilico*.

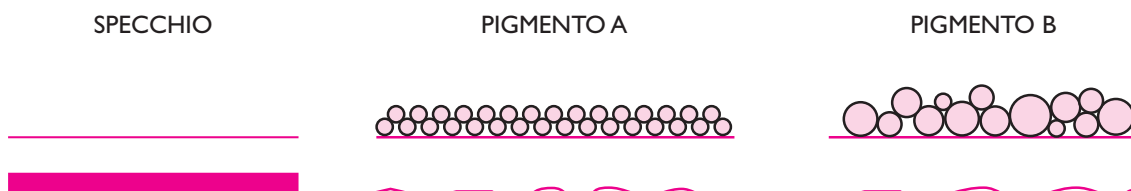
Poiché, quando si parla di patinate, ci si immagina quasi sempre una carta lucida, è interessante sapere che la propensione di una carta patinata a “lucidarsi” è dovuta al tipo di pigmento usato e alle dimensioni delle sue particelle.

Tutto ciò che viene aggiunto ai pigmenti nella preparazione della patina, cioè i leganti, i ritentori d’acqua, i livellanti ed i regolatori di flusso riducono il livello di lucido ottenibile.

È bene inoltre sapere che un pigmento formato da particelle uniformemente molto fini (ad esempio 95% inferiori a 2 micron e 78-80% inferiori a 1 micron) permette di ottenere lucidi più elevati di quelli ottenibili da un pigmento più grossolano.

Si usa dire, di una superficie particolarmente lucida, che è “tirata a specchio” e si associa, giustamente, il concetto di superficie liscia e riflettente a quella particolarmente levigata di uno specchio.

Se ci aiutiamo con un semplice esempio grafico, ove esageriamo le differenze di grandezza particellare tra i pigmenti A (più fine) e B (più grossolano), vediamo che è con il pigmento A che più ci avviciniamo ad una superficie speculare ed è quindi con A che otterremo dei lucidi



più elevati.

L’operazione “patinatura” consiste nello spalmare uniformemente sulla superficie del foglio uno strato ben definito di patina; per fare ciò ci si avvale di macchine dette “patinatrici” che, nel tempo, sono andate via via modificandosi pur mantenendo fermi i momenti caratteristici dell’operazione:

1. l’applicazione, sul foglio, di una quantità esuberante di patina;
2. la sua uniforme distribuzione su tutta la superficie, eliminando l’eccesso;

- 3. il suo asciugamento;
- 4. il suo condizionamento ad una ben definita umidità relativa.

È interessante vedere, negli schematici disegni che seguono, come si è modificata la tecnologia nel giro di pochi anni, visto che chi scrive ha lavorato sulle patinatrici a spazzole, su quelle a rullini ed infine sulle attuali.

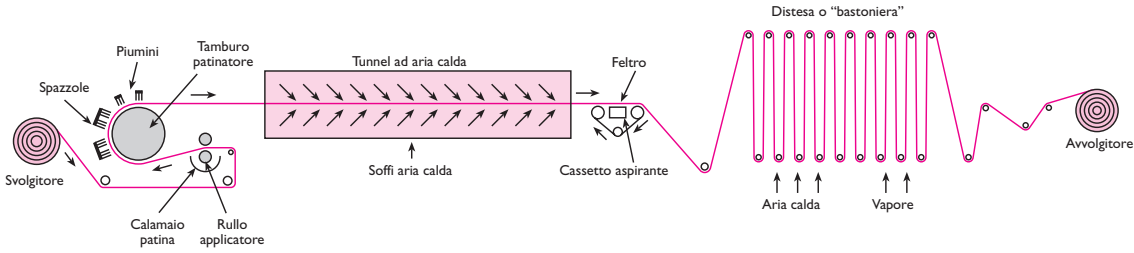


Figura A

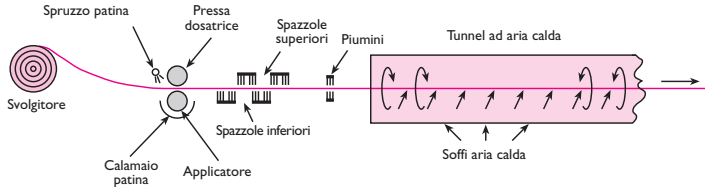


Figura B

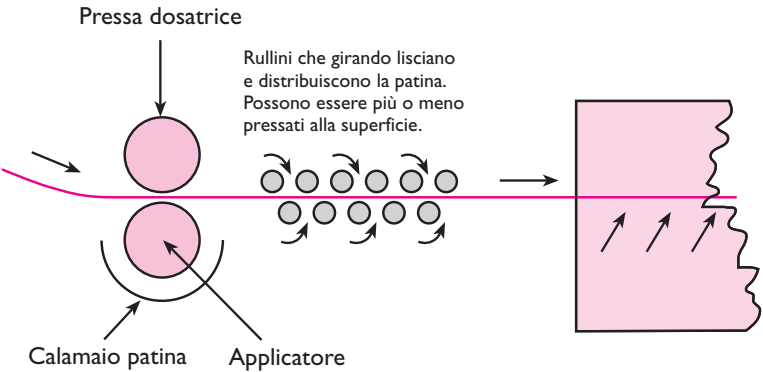
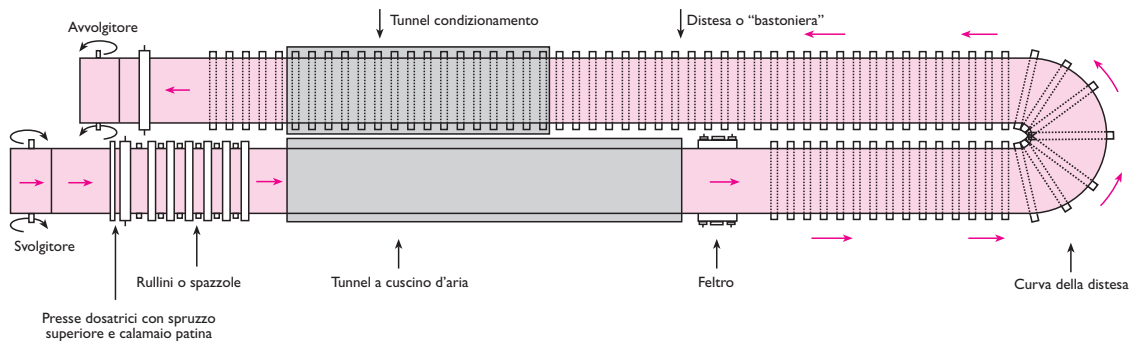


Figura C

SCHEMA DI UNA VECCHIA PATINATRICE IN PIANTA

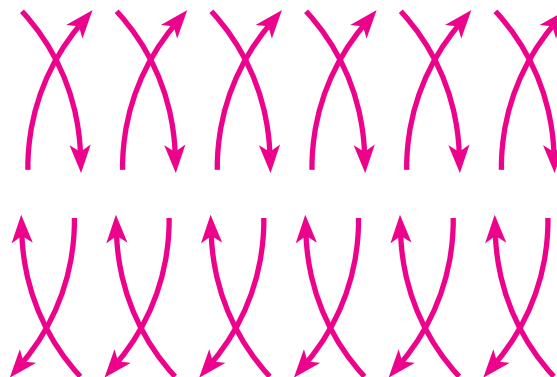


La prima patinatrice, rappresentata nella figura A, patinava un solo lato del foglio ed era identificata anche come “patinatrice semplice”.

Se si voleva patinare anche l’altro lato si doveva ripassare sulla macchina il foglio monopatinato.

Un cilindro, immerso nella patina contenuta nel calamaio, applicava in modo disuniforme una quantità esuberante di patina sul foglio che, subito dopo, aderiva con il lato non patinato, alla superficie di un cilindro di notevole diametro (**tamburo patinatore**) e porgeva il lato patinato all’operazione di distribuzione uniforme su tutta la superficie, operazione che veniva effettuata da spazzole, lunghe quanto era largo il foglio, montate a due o a tre su dei telai mobili e regolabili, in modo da poter “premere” più o meno sulla superficie patinata.

I telai, grazie ad una camme, avevano un doppio movimento e facevano compiere alle spazzole delle specie di ellisse, sicché la patina veniva distribuita con spazzolature di senso alternato.



Le spazzole erano rigorosamente di setole di porco, le prime più dure e le successive meno.

Tutte erano mobili, tranne le ultime, che dovevano dare la finitura e che dovevano essere morbidissime (i **piumi-
ni**, rigorosamente di pelo di tasso).

Dopo le spazzole il nastro di carta entrava nel tunnel e “galleggiava” su di un cuscino di aria calda che asciugava e “bloccava” la patina al punto da non “sporcare” il feltro, praticamente il primo ed unico “punto fisso” tra lo svolgitore e l'avvolgitore.

L'asciugamento veniva quindi completato nella cosiddetta “distesa” o “bastoniera”, ove un affascinante giro di bastoni sosteneva il foglio, appeso come un festone alto 3 metri, mentre da sotto veniva insufflata aria calda.

Entrare ed aggirarsi tra i festoni (stiamo parlando di percorsi di 20-25 metri per il tunnel e di altrettanti e più per la distesa) dava sempre l'impressione di essere in mezzo a 100 lenzuola stese ad asciugare dopo il bucato.

Nell'ultima parte, prima di venire riavvolta, la carta passava attraverso una specie di sauna ove si riumidificava ad una umidità relativa più consona.

Prima dell'arrotolatore i bastoni, attraverso un percorso alternativo, ritornavano nei paraggi del feltro e riprendevano il nastro per riaccompagnarli nuovamente lungo tutta la distesa.

Era una giostra fascinosa!

Il passo di poco successivo fu la patinatura contemporanea dei due lati del foglio e, nella patinatrice, il tamburo patinatore lasciò il posto alla fila di spazzole inferiori.

E vennero quindi i **rullini**, che presero il posto delle spazzole e consentivano velocità di produzione più alte, anche se patinare con i rullini dei supporti leggeri non era quasi mai gratificante.

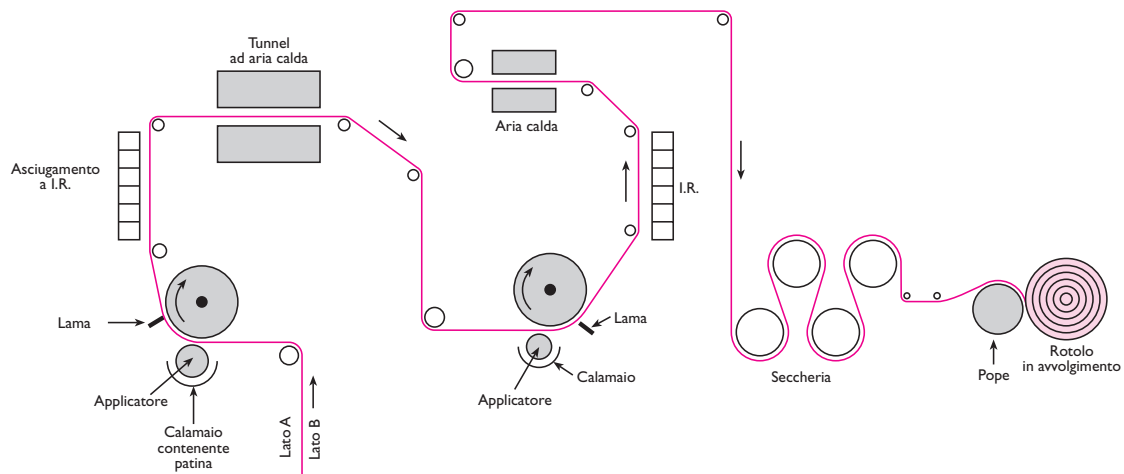
Chi tirò un grosso sospiro di sollievo, nella introduzione della patinatrice a rullini, furono senz'altro i porci e i tassi; molto meno i cartai.

E giungiamo quindi ai nostri giorni, ove la fase di patinatura è schematizzata nell'ultima figura.

Il procedimento è sempre quello, ma val la pena ricordare che in pochi anni lo sviluppo tecnologico ha permesso

di passare dai 20-30-40 metri al minuto delle prime patinatrici a spazzole agli 800-1000-1200-1400 metri al minuto delle attuali patinatrici.

E sugli impianti pilota si toccano già i 2000 metri.



L'allestimento

I clienti, quando ordinano la carta alla cartiera, staccano l'ordine avendo ben presente il lavoro che devono fare e le macchine da stampa che ritengono di utilizzare.

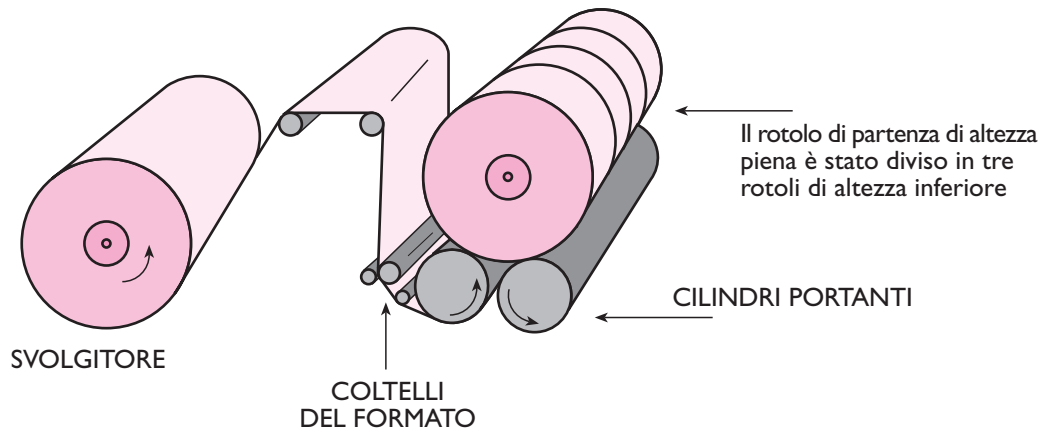
Poiché i clienti sono tanti, i lavori i più disparati, il parco macchine da stampa variato e numericamente assai consistente, si comprende il perché sia difficile semplificare in pochi standard le varie voci (richieste) degli ordini.

Ma alcune standardizzazioni, a livello generale, possono essere fatte:

- carta in rotolo (per stampa in roto-offset o in rotocalco o simili)
- carta in formato (per stampa in offset piano)

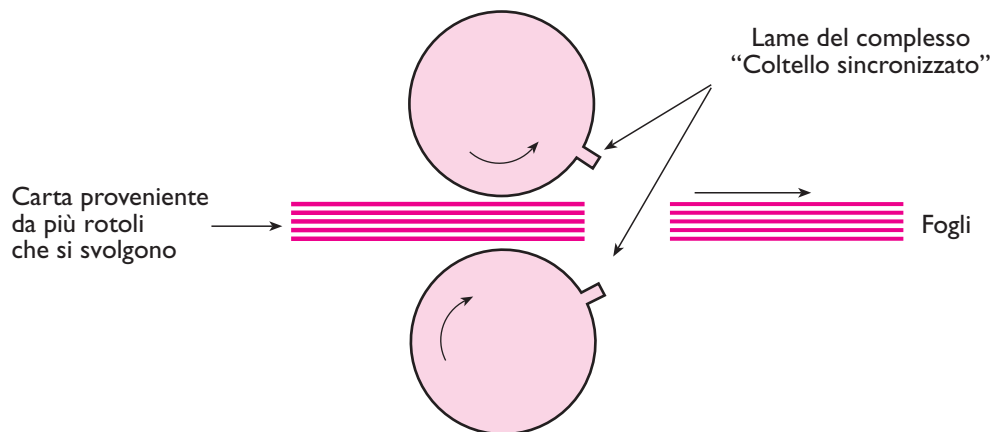
L'allestimento delle *carte in rotolo* avviene servendosi di macchine chiamate "bobinatrici", le quali provvedono a ricavare, partendo dal rotolo a tutta altezza di macchina continua, dei rotoli di altezza inferiore.

BOBINATRICE

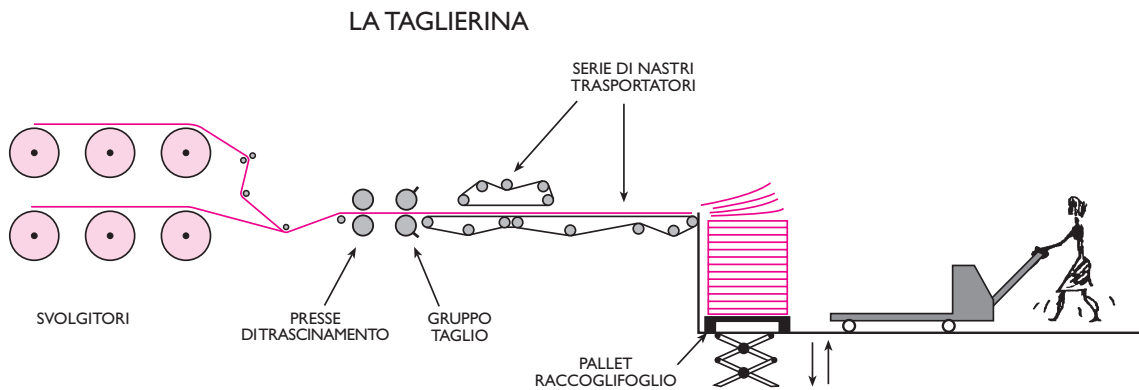


Nell'allestimento della *carta in formato* vengono impiegate macchine, le “*taglierine*”, che consentono di tagliare e raccogliere in fogli di dimensione voluta la carta avvolta in rotolo.

Il taglio trasversale avviene sotto il “*coltello*” che, in funzione della grammatura della carta, può tagliare contemporaneamente 3, 4, 5, 6 e fino a 12 fogli sovrapposti.



I fogli tagliati vengono raccolti, alla fine della taglierina, su dei pallets (*raccogli foglio*) che, accuratamente protetti da un idoneo avvolgimento (polietilene termoretraibile), prenderanno la strada dei magazzini e, quindi, del cliente cui sono destinati.



La carta tagliata in formato può essere venduta *impaccata* (a 500, a 250, a 100 fogli in funzione della grammatura) su pallet, in pacchi confezionati con un'apposita carta protettiva (generalmente politenata), oppure "sfusa" su pallet (*bandierata*).

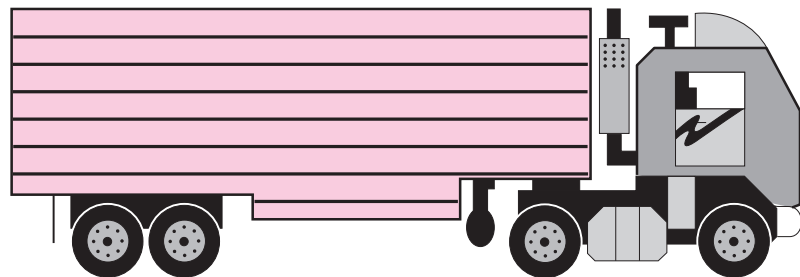


Carta impaccata



Carta bandierata

La carta è pronta per essere spedita



DIGRESSIONI SU UNA IMPORTANTE CARATTERISTICA DELLA CARTA: L'OPACITÀ

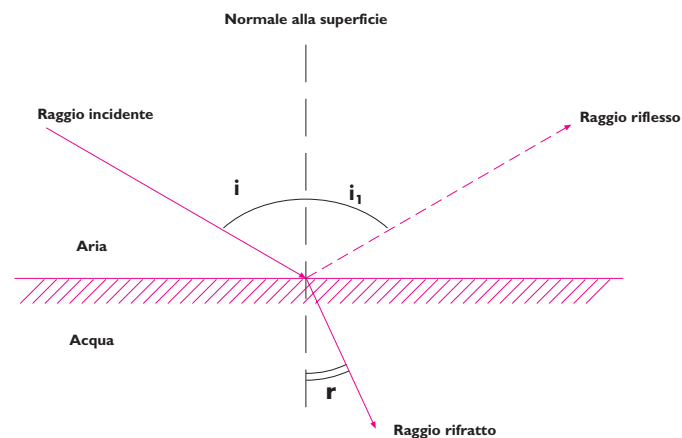
Franco Sanesi

Sul tema opacità conviene insistere un momento perché è argomento che si ricollega alla morfologia delle fibre ed alla loro raffinazione.

Facciamo qualche considerazione di carattere generale. In un mezzo otticamente omogeneo un raggio di luce procede rettilinearmente senza subire variazioni.

Se, in una luminosa giornata di sole, fissate un quadro appeso alla parete, ne avete una visione completa, chiara, nitida; se volgete lo sguardo alla finestra avrete una visione altrettanto chiara delle case e degli alberi che attorniano la vostra abitazione.

Accade che l'immagine-luce proveniente da questi oggetti arriva ai vostri occhi senza subire deviazioni o intoppi, perché si muove in un mezzo otticamente omogeneo (l'aria). Quando il raggio di luce incontra sul suo cammino una superficie (interfaccia) confinante con quella di una sostanza diversa subisce delle deviazioni e modifica la sua velocità di propagazione.



Il raggio incidente si scompone in raggio riflesso e raggio rifratto.

Il raggio incidente e riflesso si propagano nell'aria con una velocità $V_i = V_{i1}$.

Il raggio rifratto si propaga nell'acqua con velocità V_r diversa da V_i .

La deviazione subita dal raggio luminoso nel passare da un mezzo ad un altro è in relazione con l'indice di rifrazione n .

Nel caso della figura precedente, ove i mezzi considerati sono l'aria e l'acqua:

gli angoli i e i_1 sono uguali:

$$i = i_1$$

$$\frac{\text{sen}_i}{\text{sen}_r} = n_{\text{acqua}}$$

- l'indice di rifrazione dell'aria è circa 1, quello dell'acqua è 1,33;
- questo significa che nel passare da un mezzo ad indice di rifrazione minore ad uno maggiore il raggio devia dalla sua traiettoria originale e si avvicina alla normale alla superficie di separazione;
- al contrario, nel passare da un mezzo ad indice di rifrazione maggiore ad uno minore il raggio devia dalla sua originale traiettoria allontanandosi dalla normale alla superficie

$$\frac{V_i}{V_r} = \frac{n_{\text{acqua}}}{n_{\text{aria}}}$$

da cui:

$$V_r = V_i \frac{n_{\text{aria}}}{n_{\text{acqua}}}$$

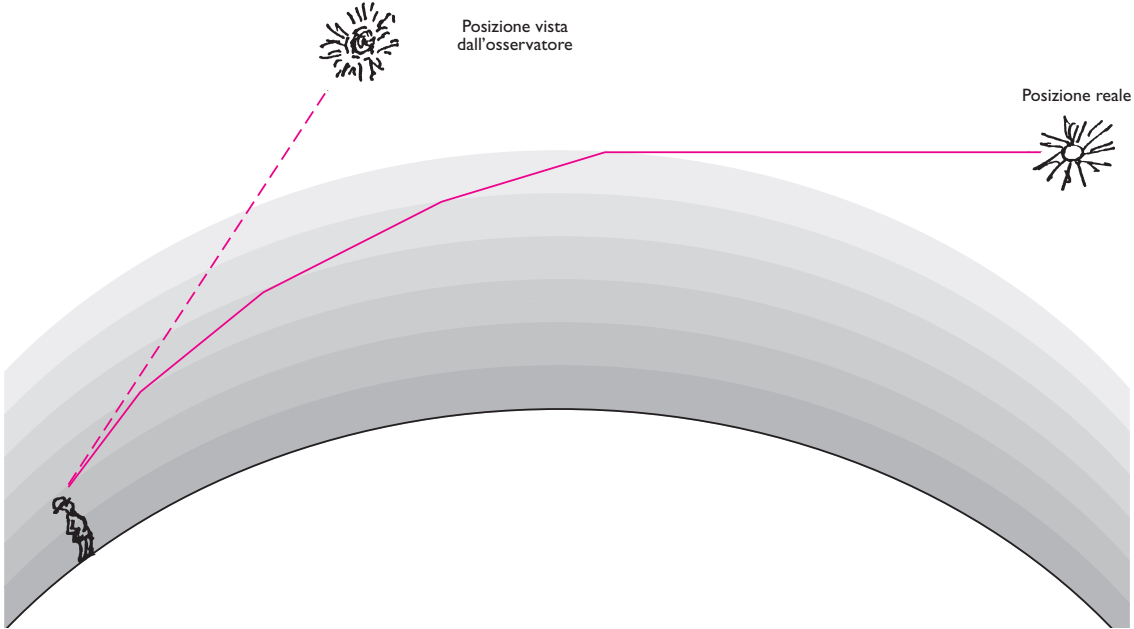
nell'esempio visto il rapporto $\frac{n_{\text{aria}}}{n_{\text{acqua}}}$ è minore di 1 e

quindi V_r diventa minore di V_i il raggio si muove meno velocemente nell'acqua che nell'aria.

Questo comportamento della luce nell'attraversare mez-

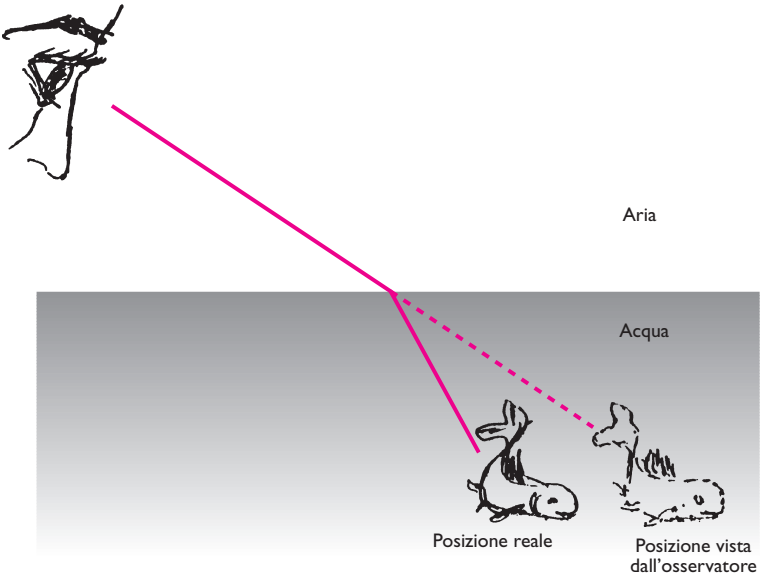
zi otticamente diversi (disomogenei) crea qualche problema all'osservatore.

Vediamo qualche esempio semplice:



La luce della stella, passando attraverso gli strati sempre più densi dell'atmosfera, viene continuamente deviata verso il basso e percorre una curva, alla fine della quale colpisce l'occhio dell'osservatore.

Costui vede la stella in un punto del cielo che non corrisponde alla reale posizione della stella.



Se osserviamo dei pesci in una vasca, o sulla riva di un lago, l'immagine/luce del pesce viene percepita in una posizione diversa da quella reale per la deviazione che subisce nel passare dall'acqua all'aria.

Nei casi considerati l'osservatore, anche se tratto in inganno, vede comunque gli oggetti e dice che il cielo è sufficientemente terso (poco velato) e l'acqua sufficientemente limpida o trasparente (poco opaca).

Ma esistono circostanze che creano limitazioni assai più consistenti alla capacità visiva dell'osservatore.

Abbiamo visto all'inizio come si possa tranquillamente osservare un quadro appeso alla parete di casa o il paesaggio esterno, in una giornata di sole.

Proviamo ad appendere lo stesso quadro in una parete di una stanza adibita a sauna e non facciamo economia di vapore saturo.



Non riusciamo più a distinguere l'immagine chiaramente, se non addirittura la presenza del quadro. Altrettanta difficoltà avremo nel riconoscere e distingue-

re l'ambiente esterno, se sparirà il sole e calerà la nebbia. Cosa è avvenuto?

È avvenuto che nel mezzo praticamente omogeneo (l'atmosfera dell'appartamento o dell'ambiente esterno in una giornata di sole) abbiamo introdotto dei consistenti elementi di discontinuità ottica, sotto forma di goccioline di acqua di piccolissime dimensioni che, proprio in virtù di queste dimensioni, rimangono sospese nell'aria (il vapore in una sauna, la nebbia all'esterno).

Qualsiasi immagine/luce, posta ad una certa distanza, prima di arrivare al nostro occhio dovrà perciò attraversare miriadi di particelle di diverso indice di rifrazione e subirà una miriade di riflessioni e rifrazioni disordinate, disperdendosi in tutte le direzioni.

Il nostro occhio non potrà perciò che cogliere una luminosità diffusa ed uniforme, senza possibilità di risolvere tutto in una immagine chiara.

Tutto è diventato velato, confuso, opaco.

Noi dobbiamo cercare di ottenere anche dalla carta, nella grande maggioranza dei casi, la massima opacità, intesa esattamente come il contrario di trasparenza.

La lettura di una pagina infatti diventa fastidiosa ed irritante se traspaiono le parole o le immagini stampate sul retro o sulla pagina seguente.

Ricordiamo perciò quello che abbiamo detto in precedenza e vediamo di applicarlo alla carta:

- in un corpo otticamente disuniforme e discontinuo la luce subisce, per ogni discontinuità incontrata, delle deviazioni;
- le deviazioni risulteranno tanto maggiori quanto maggiori saranno le differenze tra gli indici di rifrazione dei corpi che creano una discontinuità;
- le deviazioni saranno parimenti tanto maggiori quanto più piccoli e più numerosi e fitti saranno i corpi che creano una discontinuità ottica.

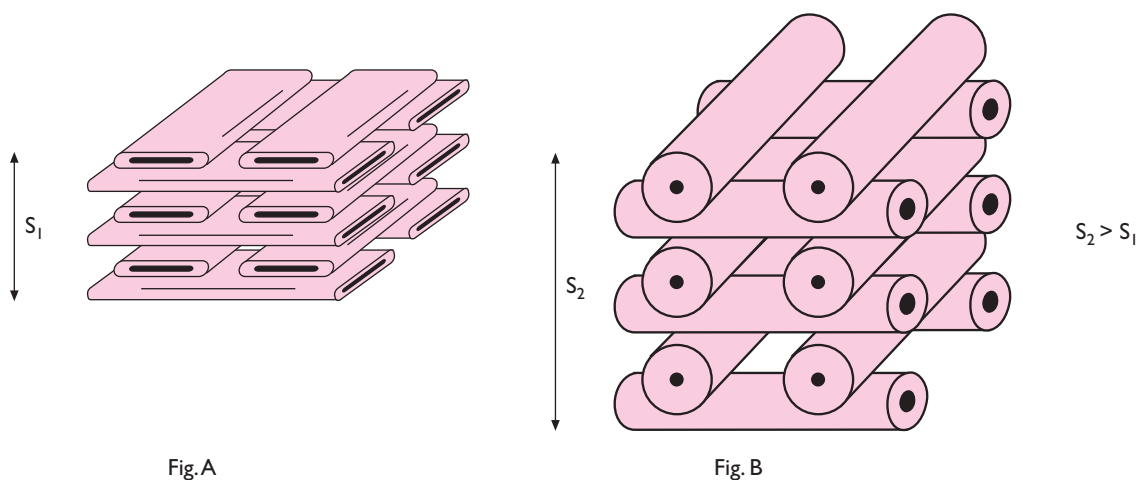
Prima di rappresentare, con grafica molto semplice, una sezione di un foglio di carta, diamo qualche valore di indice di rifrazione e di grandezza particellare:

Sostanza	Indice di rifrazione	Grandezza particellare
Aria	1,00	
Acqua	1,33	
Cellulosa	1,55	
Cariche (CaCO ₃ , Caolino Talco, CaSO ₄)	1,5 - 1,6	tra 0,25 e 10 micron
Biossido titanio	2,56/2,76	0,2/0,5 micron

Se tralasciamo per il momento il biossido di titanio, sia per il suo costo assai elevato che per altri effetti non graditi, vediamo che l'indice di rifrazione che più si differenzia da quello della cellulosa è quello dell'aria.

Per ottenere un foglio con la maggior disuniformità ottica possibile converrà perciò lasciare la maggior quantità di aria tra le fibre.

Riprendiamo la figura già vista che rappresentava fibre morfologicamente diverse.



Nella figura A viene rappresentata una cellulosa a parete sottile, nastriforme, che consente vaste aree di contatto tra fibra e fibra e tende perciò a formare un foglio assai

compatto ove le soluzioni di continuità, cioè le disuniformità ottiche, non sono numerose.

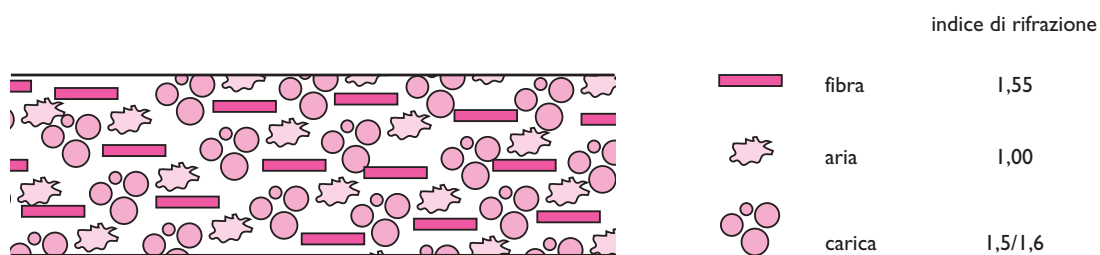
In questo foglio sono perciò minori gli spazi tra fibra e fibra che possono essere occupati dall'aria; la luce che lo attraversa non subirà più di tante deviazioni.

L'opacità non sarà un suo punto di forza.

Nella figura B viene invece rappresentata una cellulosa a parete spessa, tubuliforme ed abbastanza rigida, sì che le aree di contatto tra le fibre risultano essere più ridotte, mentre aumentano i volumi liberi che possono essere occupati dall'aria.




Il foglio che ne risulta avrà, rispetto al precedente, un maggiore numero di soluzioni di continuità che, provocando numerose deviazioni della luce che lo attraversa, lo renderanno più opaco.

Anche il materiale di carica può però accrescere l'opacità del foglio in quanto, disperdendosi uniformemente nella massa, creerà, grazie alle sue ridottissime dimensioni, un numero elevatissimo di interfacce aria-carica e quindi ulteriori deviazioni dei raggi luminosi.



La dimostrazione di quanto sia importante per ottenere alti valori di opacità la differenza tra gli indici di rifrazione la potrete avere bagnando un foglio di carta e constatando che, bagnato, esso risulta più trasparente.

È accaduto che l'acqua ha riempito nel foglio buona parte dei vuoti d'aria e gli indici di rifrazione degli elementi presenti si sono modificati come indicato sotto:



		indice di rifrazione
	fibra	1,55
	acqua	1,33
	carica	1,5/1,6

È diminuita la differenza tra l'uno e l'altro e questo ha provocato un aumento della trasparenza.

Se si vogliono opacizzare carte paraffinate, oppure carte calandrate a caldo, nonostante che in esse venga enormemente ridotta la quantità d'aria contenuta nel foglio, è necessario ricorrere all'impiego del biossido di titanio come sostanza di carica.



Per capire immediatamente questa necessità si supponga di eliminare tutta l'aria contenuta in un foglio compattato in modo ideale, caricato con cariche usuali (caolino, carbonato, ecc.).

In esso le fibre saranno a contatto con miriadi di particelle di carica, ma queste zone di contatto non rappresenteranno discontinuità ottiche rilevanti in quanto i loro indici di rifrazione sono assai simili.

		indice di rifrazione
	fibra	1,55
	carica	1,5/1,6

Il foglio sarà trasparente.

Ma se la carica sarà costituita da biossido di titanio, data la elevata differenza tra gli indici di rifrazione, il foglio risulterà opacizzato.

		indice di rifrazione
	fibra	1,55
	biossido di titanio	2,56/2,76

FORESTAZIONE

Armando Cafiero

L'umanità ha da sempre avuto bisogno della foresta per il legno, che è una materia prima di fondamentale importanza, utilizzata per l'edilizia, l'arredamento, il riscaldamento, gli imballaggi e tutti i prodotti cartari.

Le foreste sono, allo stesso tempo, necessarie per il mantenimento degli ecosistemi e della biodiversità, per la protezione del suolo, per il tempo libero e per molte altre cose ancora.

Il legno come materia prima è eccezionalmente rinnovabile e viene trasformato in prodotti, tra i quali la carta e il cartone, che sono naturali e riciclabili.

L'utilizzo delle risorse forestali a fini produttivi, per soddisfare esigenze di primaria importanza per l'uomo (culturali, abitative, di protezione di cibo e prodotti, ecc.), deve avvenire congiuntamente al rispetto e allo sviluppo delle insostituibili funzioni assicurate dalle foreste in campo ecologico e ricreativo.

Ciò è alla base delle Convenzioni internazionali sulla gestione sostenibile delle foreste e sulla biodiversità che sono state recentemente sottoscritte sia a livello mondiale (Rio de Janeiro e Kyoto) sia in ambito europeo (Helsinki, 1993) da molti Stati, tra cui tutti i Paesi membri della UE.

L'industria cartaria europea e quella italiana sostengono con convinzione i principi in materia di gestione sostenibile delle foreste e di biodiversità che sono stati sanciti da tali Convenzioni.

A livello mondiale (dati 1993), la produzione di legname è stata di 3.334 milioni di metri cubi che equivalgono in peso a circa 3,5 miliardi di tonnellate.

Nella maggior parte dell'opinione pubblica è diffusa la convinzione che tale legname venga utilizzato soprattutto come materia prima industriale.

In realtà, i dati della FAO (l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura) dimostrano che il 56% del legname raccolto (ovvero 1,88 milioni di metri cubi) è utilizzato come legname da combustione. Tale percentuale sale addirittura all'80% nei Paesi in via di sviluppo ed è importante notare che la maggior parte del legname da combustione viene impiegato a fini domestici (per riscaldamento, cucinare, ecc.). Sempre sulla base dei dati FAO, si stima che in totale l'industria cartaria utilizzi non più del 12-13% del legname mondiale.

Nei 15 Paesi dell'Unione Europea, l'area forestale ed il potenziale di raccolta di legname sono in continuo incremento.

Negli ultimi 50 anni, tale area è aumentata di 1,5 milioni di ettari, pari a circa la metà della superficie del Belgio, mentre il volume di legname in crescita è quasi raddoppiato.

Si deve tenere presente che, nello stesso periodo, la popolazione è aumentata del 40% e la richiesta di prodotti cartari ben del 500%.

Queste cifre dimostrano come un'industria cartaria in crescita non comporti un pericolo per le risorse forestali, come viene comunemente creduto sulla base di vecchi stereotipi, bensì un'opportunità per il loro ulteriore sviluppo.

A questo riguardo si deve rilevare che le foreste dell'Unione Europea sono possedute per il 35% da Autorità pubbliche, per il 58% da privati e solo per il 7% appartengono direttamente ad aziende del settore forestale.

Nonostante la limitata estensione delle foreste gestite direttamente, l'industria svolge un ruolo fondamentale nello sviluppo del patrimonio boschivo che consiste nell'assicurare la valorizzazione delle risorse economiche della foresta e, quindi, le condizioni per finanziare tale sviluppo.

Anche per quanto riguarda il futuro della situazione forestale europea esistono delle prospettive incoraggianti. La crescita annua della foresta in Europa, infatti, è attualmente di 130 milioni di metri cubi superiore ai prelievi di legname. Ciò significa che la foresta europea cresce di 4,1 metri cubi ogni secondo.

Nondimeno vi sono delle serie minacce al patrimonio forestale esistente, che richiedono il costante impegno di tutti per essere affrontate.

Si tratta principalmente degli incendi boschivi, delle malattie fitosanitarie e dell'impatto dell'inquinamento.

L'industria cartaria dell'Unione Europea per produrre circa 35 milioni di paste per carta ha utilizzato nel 1999 circa 126 milioni di metri cubi di legname provenienti per la maggior parte (81%) da foreste europee.

La produzione di paste per carta in Italia nel 1999 è stata di 444.000 tonnellate ed ha richiesto un fabbisogno di circa 1,1 milioni metri cubi di legname di cui oltre l'80% è di provenienza nazionale o comunitaria.

La materia prima legnosa utilizzata dall'industria cartaria europea è costituita da legno di piccole dimensioni provenienti da sfoltimenti necessari in selvicoltura (28%) e da abbattimenti di fine rotazione (37%) oltre che da residui di segheria (26%) e da raccolti provenienti da specie a rapido accrescimento (come, ad esempio, il pioppo).

Gli sfoltimenti aiutano a mantenere sana la foresta e migliorano la crescita della foresta stessa perchè rimuovono gli alberi più deboli dando così maggior possibilità di sviluppo ai rimanenti alberi.

La produzione delle foreste europee è essenzialmente di legno per l'edilizia e l'arredamento, in altre parole per soddisfare esigenze abitative dell'uomo.

Il legno di piccole dimensioni, le cime degli alberi, i fusti di minore qualità e i residui di segheria vengono invece utilizzati dall'industria cartaria.

Le foreste della UE, dalle quali proviene come si è detto la maggior parte del legno utilizzato dall'industria cartaria comunitaria, sono per la quasi totalità delle foreste gestite. I proprietari forestali seguono un sistema di gestione che comprende l'impianto, la crescita, il taglio e il rimboschimento.

I metodi di gestione impiegati in selvicoltura mirano a migliorare la qualità e la crescita delle foreste salvaguardando nel contempo la fertilità del suolo.

Tuttavia, inevitabilmente, gli alberi invecchiano e muoiono. Nell'ambito di una corretta gestione, con tagli periodici si rimuovono gli alberi maturi e si crea spazio per la successiva generazione di alberi giovani.

D'altra parte, proprio negli alberi giovani, che crescono rapidamente, il processo di assorbimento dell'anidride carbonica risulta accelerato con evidenti vantaggi dal punto di vista ambientale. Inoltre, una parte considerevole del patrimonio forestale europeo è minacciato da fattori quali malattie fitosanitarie, inquinamento atmosferico, ecc. In questi casi, gli sfoltimenti sono necessari per preservare la salute delle foreste.

Come è noto, non tutte le foreste del mondo vengono gestite come avviene in Europa.

Il disboscamento suscita gravi preoccupazioni, soprattutto nelle aree tropicali dove, ogni anno, vengono distrutti fino a 20 milioni di ettari di foreste.

Si tratta essenzialmente di un processo legato alle società più arretrate che disboscano per le loro necessità (creare spazi per scopi agricoli, cucinare, riscaldarsi, ecc.).

Anche in queste latitudini del mondo si stanno sviluppando sistemi di forestazione ciclica che permettono una elevatissima produzione per ettaro di specie arboree selezionate (quali l'eucaliptus) con elevata rotazione poliennale (7-8 anni sono sufficienti per raggiungere lo sviluppo ottimale e redditizio di queste specie).

L'impiego di queste fibre, come pure di altre essenze arboree di facile coltura controllata, stanno prendendo sempre di più campo stimolate da precise politiche ambientali che tendono a ridurre l'impatto con gli ecosistemi.

In tutto il mondo, meno dell'1% delle paste per carta viene prodotto con il legno proveniente dalle foreste tropicali ed è bene sottolineare che tali paste non vengono utilizzate in Europa.

L'industria cartaria nazionale, a causa della mancanza strutturale di risorse forestali interne, deve importare oltre 2,5 milioni di tonnellate all'anno di paste per carta. Queste importazioni provengono principalmente da aree di consolidata tradizione nell'industria forestale come il Nord America (Stati Uniti e Canada) e la Scandinavia, che offrono attualmente sostanziali garanzie sulla corretta utilizzazione delle loro risorse forestali.

Il settore cartario nazionale, al pari di altri settori e Istituzioni di molti Paesi, si sta inoltre impegnando affinché venga costituito in ambito internazionale un sistema efficiente di certificazione per assicurare che il legname utilizzato da tutti i fornitori di paste per carta nel mondo provenga da foreste gestite in modo sostenibile.

CARTE A BASE MACERO

Ferruccio Cariolaro

Da alcuni anni si parla molto di carta riciclata. Il motivo di questo interesse è legato sia all'aspetto ecologico che a quello economico. Infatti l'uso delle materie seconde (maceri) limita il ricorso alle materie prime vergini e contemporaneamente riduce la quantità di materiali destinati alle discariche con abbattimento dei costi di smaltimento.

Forniamo alcuni dati statistici per meglio conoscere il problema e l'importanza della raccolta differenziata del macero prima che confluisca nei rifiuti:

- ogni anno vengono avviate alla discarica in Italia oltre 800.000 tonnellate di quotidiani e periodici e circa 100.000 tonnellate di stampati la cui raccolta fornirebbe altrettanta materia prima di qualità alle cartiere italiane.

Il tasso di raccolta italiano è uno dei più bassi in Europa (35,2% contro 58% in Germania).

Poiché i materiali cellulosici rappresentano tra il 25 ed il 30% dei rifiuti solidi urbani e tale quota è crescente, le amministrazioni locali sostengono un onere elevatissimo - a carico della collettività - per avviare in discarica tale materiale;

- per produrre circa 8,5 milioni di tonnellate di carta all'anno - di cui 3 di carte per uso grafico - l'industria cartaria italiana consuma circa 4,2 milioni di tonnellate di carta da macero, di cui circa 670.000 tonnellate di giornale misto.
- in totale 700.000 tonnellate di macero sono importate nel nostro Paese per produrre carta.

Alla raccolta delle famiglie si aggiunge quella effettuata direttamente dalle industrie o tramite raccoglitori specializzati nei centri stampa.

Le fasi del processo produttivo delle carte riciclate sono simili a quelle di altre per le quali vengono impiegate materie prime vergini, fatta eccezione per la parte iniziale della preparazione dell'impasto.

In questa fase è fondamentale togliere dai maceri i materiali estranei, chiamati contaminanti, come plastica, vetro, ferro, colle, paraffina, ecc. la cui presenza crea problemi alla produzione e condiziona la qualità.

La pasta dopo la spapolatura passa attraverso una serie di epuratori studiati appositamente per carte da macero.

Il procedimento avviene in più fasi in modo da togliere inizialmente le parti più grossolane e via via le più piccole.

Più il sistema di epurazione è sofisticato e più la qualità del prodotto finito si avvicina a quello di fibra vergine.

Una epurazione accurata è necessaria soprattutto per le carte riciclate da stampa per le quali le esigenze sono maggiori di quelle per altri usi.

Una volta terminato il processo di epurazione la pasta viene immessa sulla tavola piana della macchina continua e prodotta con la stessa tecnica delle altre carte.

Per produrre carte con un sufficiente grado di bianco, partendo da materie prime meno costose, si ricorre alla disinchiostrazione, con la quale è possibile togliere l'inchiostro presente nei maceri.

L'Italia, povera di risorse forestali, ha sviluppato molto la tecnica per l'impiego delle carte da macero nel settore dell'imballaggio e vanta una notevole esperienza e tradizione.

Solo da alcuni anni si producono carte riciclate anche

per il settore grafico. L'evoluzione tecnologica e il cambiamento di mentalità dei consumatori hanno favorito lo sviluppo di queste ultime e pur essendo ancora agli inizi i risultati ottenuti sono positivi. Infatti le qualità che si producono sono veramente valide e per alcuni usi possono essere utilizzate in sostituzione di quelle di fibra vergine.

La produzione di carta riciclata non inquina purchè le cartiere abbiano attrezzature adeguate per il trattamento sia delle carte da macero che delle acque di scarico e dei residui di lavorazione.

Importante sottolineare, a conferma della ecocompatibilità della produzione delle carte riciclate, che i residui di lavorazione (fanghi) possono essere riutilizzati in più settori: industria laterizi, lavori stradali come sottofondi, per emendanti agricoli.

Per concludere, in un mondo di "usa e getta" la filosofia di "usa e riusa" trova spazio anche nell'industria della carta e con risultati positivi perché permette la valorizzazione di materiali e prodotti alternativi.

L'IMPATTO AMBIENTALE

Massimo Medugno

L'industria cartaria é caratterizzata da un'elevata intensità di investimento e, nella struttura dei costi, da un forte peso delle materie prime.

Tra i fattori di produzione spiccano l'energia, spesso autoprodotta dalle stesse cartiere (3° settore industriale per autoproduzione) e l'impiego di risorse idriche (l'acqua é indispensabile per produrre la pasta di carta che servirà per produrre carta).

Va inoltre rilevato che la tematica ambientale - di crescente impatto sull'opinione pubblica - si intreccia, come si dirà più avanti, con le strategie di marketing e di differenziazione dei prodotti cartari.

Proprio in virtù della caratteristica incidenza dei costi delle materie prime, da tempo l'industria ha imboccato la via dell'ottimizzazione delle risorse energia ed acqua.

Dall'inizio degli anni 70 a oggi il consumo specifico di energia é sceso del 40%, mentre la quantità di acqua utilizzata dalle cartiere italiane dall'inizio di questo decennio si è ridotta di oltre il 50%, rispetto a dieci anni prima.

Con riferimento in specifico all'energia, va considerato che il settore cartario é tra i settori del comparto manifatturiero a più elevata intensità energetica e i costi energetici rappresentano una parte rilevante dei bilanci delle imprese cartarie.

Va rammentato che negli ultimi venti anni il consumo specifico è di oltre il 40% inferiore rispetto agli inizi de-

gli anni settanta (risparmio che non si è potuto tradurre - purtroppo - in un miglioramento di competitività a causa dell'aumento della componente fiscale sui prezzi dell'energia).

Attualmente l'energia autoprodotta dall'industria cartaria nazionale rappresenta circa il 10% del totale nazionale e il settore risulta essere il terzo tra le attività industriali autoproduttrici di energia.

I rilevanti investimenti sostenuti dall'industria cartaria nazionale per ottenere questi importanti risultati nella riduzione del consumo specifico di energia trovano fondamento nelle peculiari caratteristiche del processo produttivo cartario.

Tale processo, infatti, opera a ciclo continuo e ciò permette un migliore utilizzo della potenza impegnata e delle centrali termoelettriche di cogenerazione per far fronte alle necessità di energia elettrica e di vapore tecnologico.

Vediamo ora la situazione dell'industria cartaria sotto il profilo ambientale con particolare riferimento agli "input" (fibre e materiali non fibrosi) e "output" (reflui liquidi e gassosi e rumore).

Materie prime

L'industria cartaria italiana - per produrre quasi 8,6 milioni di prodotti finiti - utilizza circa 3,5 milioni di tonnellate di paste per carta (da fibre vergini), 4,2 milioni di tonnellate di fibre secondarie (carta da macero) e circa 1,7 milioni di tonnellate di materie prime non fibrose (caolino, carbonato di calcio, amidi, biossido di titanio, lattice, caseina e altri collanti).

Si consideri come nonostante il consistente impiego di fibre secondarie da parte dell'industria cartaria italiana,

priva di risorse forestali utili per la produzione cartaria, il Paese rimanga dipendente dall'estero per l'approvvigionamento di fibre vergini, la cui fornitura è controllata dai gruppi nordeuropei e nordamericani produttori integrati di polpa e carta.

Ciò vuol dire che - per circa il 50% delle proprie materie fibrose - l'industria cartaria italiana dipende dai propri concorrenti esteri.

Per questo motivo il settore cartario è un attento gestore delle risorse forestali.

Le riserve forestali del nordeuropa, così come quelle canadesi e statunitensi, sono dunque gestite con criteri manageriali, assicurando all'industria cartaria un futuro coerente con l'interesse collettivo di salvaguardia delle risorse naturali (si veda l'apposita scheda in argomento).

Restando nel campo delle fibre vergini la cellulosa è la componente fibrosa ricavata dai vegetali, con la quale vengono prodotte le paste chimiche (al solfito e al solfato) e semichimiche. Cellulosa è un termine sovente utilizzato come sinonimo, anche se impropriamente.

La sbianca e il cloro

Sotto il profilo ambientale l'attenzione si è da tempo concentrata - molti dicono a torto - sul processo di sbiancamento, che consente alle carte - soprattutto per uso grafico e sanitario - di raggiungere il grado di bianco richiesto dal mercato per ragioni non solo estetiche, ma anche e soprattutto tecniche (ad esempio riproduzione dei colori nel processo di stampa).

L'agente di imbianchimento tradizionalmente più usato è il cloro, inizialmente in forma di gas e poi in forma di biossido. L'evoluzione più recente ha portato ad individuare agenti di imbianchimento alternativi quali l'ozono e il perossido di idrogeno.

La ricerca di imbiancanti con ridotto impatto sulle emissioni di solventi organici clorurati (*Aox*) e sull'ambiente esterno è tuttora aperta ed è stata utilizzata soprattutto da molte industrie europee in chiave competitiva. Infatti, mentre gran parte dei produttori di paste e di carta si spostavano verso le paste *Ecf* (*Elemental chlorine free, prive di cloro elementare*), alcune industrie hanno forzato il concetto *Tcf* (*Totally chlorine free, pasta totalmente priva di cloro elementare*).

Ambedue i concetti possono essere interpretati in modo distorto poiché danno l'impressione che siano la cellulosa o la carta a essere prive di cloro, anziché il processo di sbiancamento.

Il cloro è un elemento presente in natura (estremamente reattivo) e in tutti i materiali, pertanto è improprio parlare di carta priva di cloro.

Secondo la definizione della Cepi (Confederazione Europea dell'Industria Cartaria) va dunque correttamente inteso come *Ecf* il processo di imbiancamento nel quale non viene utilizzato cloro-gas o composti di cloro.

Premesso che, come vedremo più avanti, i problemi di reflui liquidi del settore cartario sono risolti anche senza ricorrere al *Tcf*, l'industria cartaria è in linea con gli orientamenti del mercato internazionale.

La pasta *Ecf* ha sostituito largamente quelle con cloro-gas e rappresenta ormai lo standard: ciò soprattutto nelle carte da scrivere e da stampa, basate prevalentemente su fibre vergini.

Per quanto riguarda il *Tcf* una parte dei produttori nazionali ha in catalogo una linea di carte *Tcf*; i volumi di tale tipo di pasta effettivamente utilizzati sono tuttavia modesti, prevalentemente per prodotti esportati in Germania e altri Paesi dell'Europa Centrale.

Il prezzo delle carte *Tcf* è tuttora più alto di quelle *Ecf* senza che ciò dia vantaggio per l'ambiente.

A riguardo va considerato che, in sede comunitaria, sono stati approvati, nell'ambito del sistema Ecolabel i criteri per le carte igienico-sanitarie e da cucina in corso di revisione e che consentono la sbianca con il cloro.

Recupero e riciclo

L'industria cartaria italiana, priva di risorse forestali, è tra i principali utilizzatori europei di carta recuperata (ed ha sviluppato tecnologie di punta per l'utilizzazione di raccolte differenziate in ambito urbano, per definizione con maggiori impurità) attraverso la raccolta industriale e commerciale - svolta da un'efficiente rete di recuperatori - e, più di recente, mediante la raccolta differenziata organizzata dai Comuni ai sensi della legge 745/88 e delle diverse legge regionali in materia.

Come accennato, circa il 50% delle fibre utilizzate dall'industria cartaria è rappresentato da fibre secondarie, per l'85% raccolte in Italia e per il restante 15% importate (alcune qualità più elevate vengono importate anche dagli Stati Uniti).

Nel 1999 il consumo di fibre secondarie ha raggiunto un tasso di utilizzo del 49,1%, rilevandosi un significativo miglioramento del tasso di raccolta (35,2% contro il 33,2 del 1998), certamente attribuibile agli sforzi praticati dalla filiera della carta attraverso Comieco (Consorzio per il recupero e il riciclo della carta e del cartone), trasformato in Consorzio della filiera carta a seguito del D.Lgs. 22/97 in materia di rifiuti.

Comieco ha partecipato alla stesura e alla sottoscrizione dell'accordo ANCI-CONAI che fissa dei corrispettivi per il ritiro di fibre di recupero.

La maggior raccolta interna di questi anni (anche a seguito dell'attività svolta da Comieco) contribuisce a ridurre le importazioni.

L'utilizzo sia di fibre vergini sia di quelle secondarie determina la produzione di rifiuti che potrebbero essere riutilizzati energeticamente (al servizio dello stesso processo produttivo, che ha bisogno come s'è visto di energia in quantità significative...).

Purtroppo, la mancanza di un quadro normativo certo (ma non certo delle tecnologie) non ha consentito la messa in opera di detti impianti, già realizzati (pochi) o progettati.

Le emissioni

L'utilizzo di fibre vergini e secondarie nel processo produttivo cartario genera emissioni gassose prevalentemente contenenti vapore (c.d. "fumane", più visibili in inverno) che, generalmente non determinano problemi ambientali.

L'industria cartaria nazionale usa sempre più ampiamente il metano come combustibile, con l'obiettivo di ridurre al minimo le emissioni di anidride solforosa nell'aria.

Può essere paradossalmente affermato che la carta nasce dall'acqua.

In tutte le fasi della sua fabbricazione sono presenti quantità di questo importante elemento ed è questo che condiziona i vari processi tecnologici attraverso i quali passa la produzione delle materie fibrose prima e della carta poi.

L'acqua scompare dal ciclo solo nell'ultima fase della fabbricazione, quando ormai il prodotto è finito.

Scompare, ma non completamente, in quanto la carta è un materiale igroscopico e contiene, sotto forma di umidità, una certa quantità di acqua, che in condizioni normali è compresa tra il 2 ed il 6%.

In ogni cartiera la gestione della risorsa acqua non può ignorare una regola essenziale: più acqua si immetterà nel sistema, più aumenterà l'investimento necessario per gli impianti di depurazione, spesa strettamente proporzionale ai volumi da trattare; cresceranno di conseguenza i loro costi di esercizio e i relativi consumi di energia; aumenterà, inoltre, la quantità di materia prima pregiata (fibre cellulosiche sia vergini sia secondarie) che, convogliata nell'acqua, tenderà a "sfuggire" al sistema.

Per questo, progressivamente, è stata rivolta una grande attenzione alla razionalizzazione dei consumi dell'acqua con un notevole sviluppo del riciclo delle acque di processo (c.d. "chiusura dei cicli") reso possibile dal miglioramento tecnico degli impianti e dalla introduzione di nuovi prodotti di supporto; ciò ha portato come conseguenza ad una sensibile riduzione nei consumi d'acqua.

Così facendo si sono ottenuti i seguenti vantaggi:

- riutilizzo di acque con appropriate caratteristiche nei punti opportuni (riutilizzo delle acque proveniente dalle coclee addensatrici nella preparazione impasti ecc.);
- il poter procedere al recupero di fibre trattando minori quantità di acqua; in altre parole nell'ambito di ogni riciclo parziale è più facile ed economico (con un minor dispendio di energie e un minor impatto sull'ambiente) procedere a singole depurazioni (recuperi di fibra) essendo fisicamente molto vicini al punto in cui le fibre stesse sono riutilizzate;
- notevole risparmio energetico in virtù delle minori dimensioni delle apparecchiature e delle minori energie necessarie per i trasporti di massa.

In termini numerici questa "chiusura dei cicli" ha ridotto il consumo specifico di acqua.

Il consumo medio di acqua per tonnellata di carta prodotta può assumersi intorno a 40-50 metri cubi (fino ai 4-5, possibili per certi prodotti finali).

Il miglioramento della gestione della risorsa acqua in

cartiera ha portato dei benefici da un punto di vista economico ed ambientale.

Allo stesso tempo, comporta anche un caricamento (a volte eccessivo) di sali, colloidali, con conseguenze sull'efficacia dei prodotti utilizzati nei processi di fabbricazione e ciò, in assenza di ulteriori interventi "ad hoc", avrebbe potuto avere delle ripercussioni sia sulla qualità del prodotto finito sia sugli impianti di trattamento delle acque.

Per questo la chiusura del ciclo delle acque di cartiera non è potuta andare oltre un certo valore che è legato alla tipologia delle carte prodotte: in ogni caso deve essere tenuto conto che una certa quantità di acqua viene restituita all'ambiente sotto forma di evaporazione.

Il consumo di acqua comporta lo scarico, a valle del processo, di reflui liquidi contenenti particelle cellulose sospese, sostanze che assorbono ossigeno dall'acqua (Bod e Cod) e altre sostanze organiche.

Le emissioni attraverso i reflui liquidi sono state ridotte attraverso impianti di trattamento meccanico e biologico e cambiando il processo di produzione delle paste, nonché mediante la realizzazione di impianti per il riciclo continuo dell'acqua nel processo produttivo attraverso interventi di purificazione dell'acqua.

Va sottolineato che l'attuale normativa italiana non favorisce il riciclo dell'acqua poiché fissa i limiti di concentrazione per gli inquinanti anziché le quantità scaricabili di Bod/Cod in funzione della quantità di carta prodotta.

Un cenno merita il problema del rumore e riguarda quelle cartiere localizzate inizialmente in spazi aperti e ora inglobate in centri residenziali cresciuti attorno a esse.

Il settore sta investendo notevoli risorse nell'in-sonorizzazione verso l'esterno così come ha già fatto sotto il profilo dell'ambiente interno, in questo non agevolato dall'incerta gestione del territorio dal punto di vista urbanistico.

La gestione dei rifiuti

L'industria cartaria nazionale produce una ridotta tipologia di rifiuti classificati come non pericolosi che possono essere smaltiti anche in discariche di prima categoria.

Da un punto di vista fenomenologico assumono rilievo i fanghi di cartiera (suddivisi in diverse tipologie) sempre di più utilizzati nella produzione di altra carta, nell'industria dei laterizi, nei cementifici, per i ripristini ambientali e copertura discariche e nei conglomerati edilizi.

Detti fanghi, peraltro, sottoposti ad essiccamento potrebbero essere utilmente riutilizzati in cartiera per la produzione di energia, contribuendo al fabbisogno energetico degli impianti produttivi e non gravando gli impianti di smaltimento di ulteriori quantità di rifiuti, analogamente a quanto avviene nel Nord Europa.

In questo senso la tecnologia è ormai matura e gli ostacoli verso un più deciso orientamento in questa direzione sono solo di tipo normativo-amministrativo.

Un altro residuo tipico dell'industria cartaria è quello che deriva dal trattamento della carta da macero (i c.d. *scarti di pulper*).

Per esso la normativa già prevede delle norme tecniche per avviarlo a combustione con recupero di energia (secondo tecnologie e modalità già consolidate).

GLOSSARIO

Calandratura: trattamento meccanico a cui si sottopone il nastro di carta successivamente alla fabbricazione allo scopo di aumentarne la lisciatura e il lucido. Il trattamento è fatto per mezzo della calandra. La calandra non è in linea con la macchina continua.

Carta: la carta si distingue dal cartone o dal cartoncino principalmente per la grammatura, ossia peso espresso in grammi al metro quadro. Si può ritenere che la carta comprenda fogli fino a grammatura 200 gr/m².

Cartone: il cartone si distingue dalla carta e dai cartoncini soprattutto per la grammatura. I cartoncini sono compresi tra i valori di grammatura 200 e 400 gr/m²; i cartoni sono fogli superiori a 400; possono raggiungere 1100 gr/m².

Cassa aspirante: elemento sottotela. È una cassetta chiusa in superficie da un piastra forata generalmente in ceramica. Una pompa ad anello liquido produce una forte aspirazione che attraverso i fori agisce sulla tela di formazione.

Cassa d'afflusso: è il primo elemento della macchina continua. Ha la funzione di distribuire omogeneamente l'impasto sulla tela di formazione. È alimentata da un diffusore che ricircola l'impasto in eccesso. In uscita ha una apertura (bocca) regolabile a settori.

Chips: piccoli pezzi di legno (approssimativamente due monete da 100 lire sovrapposte) ottenuti tranciando un tronco con una speciale macchina.

Chiuse (carte chiuse): questo termine indica una carta che, grazie ad una maggiore raffinazione, e all'uti-

lizzo di materiale fine, risulta dopo la fabbricazione di bassa porosità.

Colori primari: sono il giallo, il magenta e il ciano. Sono gli unici colori materiali capaci, se “mescolati” in quantità diverse tra loro, di riprodurre qualsiasi sensazione colorata ottenibile a mezzo stampa. Alla stampa dei tre colori primari si deve aggiungere il nero.

Comprimibilità: proprietà che ha un foglio di carta di livellare le proprie irregolarità superficiali nelle condizioni esistenti nella stampa della stessa. È un requisito essenziale per le carte destinate alla stampa diretta.

Densità di stampa: è sinonimo di forza di stampa o intensità di stampa; definisce l'effetto visivo della quantità di inchiostro sulla carta.

Disinchiostrazione: trattamento mediante il quale, attraverso separazione per flottazione delle particelle di inchiostro secco, si ricicla la carta stampata per poterla riutilizzare nel processo di fabbricazione di carta bianca.

Evidenziabilità: è la caratteristica che esprime la capacità di un supporto, a parità di inchiostrazione, di rendere più evidente il segno stampato. Dipende sostanzialmente dal contrasto ottico (differenza di riflessione) tra l'elemento stampato (grafismo) e la carta (contrografismo).

Finitura superficiale: termine generico con il quale si indica l'insieme delle caratteristiche superficiali della carta connesse con l'aspetto e il tatto della stessa. La finitura è una proprietà essenzialmente qualitativa che può essere apprezzata solo con l'occhio e con il tatto, ma non è suscettibile di misura. È tuttavia possibile distinguere un gran numero di finiture diverse tra loro.

Flessografia: stampa flessografica. Procedimento di stampa diretto che fa uso di una forma da stampa rilievografica costituita da gomma o lastre fotopolimeriche. Fa uso di macchine rotative pluricolori alimentate a bobina. È impiegato soprattutto per la stampa di imballaggi flessibili. È adatto alla stampa su carta e su laminati plastici o accoppiati. È utilizzato anche per la stampa di quotidiani.

- Foils:** elemento sottotela. Barre a rivestimento ceramico o plastico aventi una duplice funzione: sostenere la tela di formazione e, grazie al loro disegno a “cuneo”, e data la velocità di scorrimento della tela su di essi, generare un effetto di “suzione” che aumenta la velocità di drenaggio dell’acqua.
- Forma da stampa:** elemento preparato in modo da ricevere e trasferire inchiostro sul foglio di carta o supporto da stampa. Possono essere: rilievografiche, planografiche, incavografiche, permeografiche. Possono essere ottenute con tecniche manuali, fotochimicamente o per incisione elettronico-meccanica.
- Goffrata (carta goffrata):** carta che è stata goffrata. Operazione cui si sottopone la carta e consistente nell’imprimere in essa un disegno decorativo in rilievo. Le carte goffrate non si possono stampare in tipografia e rotocalco a motivo dell’insufficiente grado di liscio.
- Grammatura:** peso della carta espresso in grammi e riferito all’area di un metro quadro.
- Immagine monocromatica:** riproduzione monocromatica di un soggetto a colori che rappresenta uno solo dei colori primari che la costituiscono. Il risultato della selezione cromatica.
- Inchiostrabilità:** è la caratteristica che esprime la capacità di una superficie di ricevere inchiostro. Tale caratteristica è legata all’affinità fisico-chimica tra i due materiali (fase di adesione e di coesione) e al grado di liscio sia dell’elemento inchiostrante (forma da stampa o caucciù) che dell’elemento ricevente (carta).
- Kenaf:** pianta annuale usata come fonte di materia prima fibrosa. È un arbusto che cresce con facilità anche in terreni poveri d’acqua.
- Lisciatura:** trattamento al quale si sottopone il nastro di carta all’uscita della seccheria della macchina continua prima di riavvolgerla. Consiste nel far passare il nastro di carta tra una serie di cilindri a bombè controllato sovrapposti uno all’altro in modo che con l’ausilio della pressione si ottenga una superficie più liscia e uniforme.
- Liscio (grado di liscio):** proprietà che dipende dalle irregolarità (solchi e risalti) esistenti sulla superficie

della carta; quanto più piccole ed uniformemente distribuite sono tali irregolarità, tanto più liscia risulta la carta.

Macchinabilità: insieme delle caratteristiche di una carta che la rendono facilmente lavorabile da una macchina da stampa e nelle fasi successive alla stampa. Tali caratteristiche sono legate alle proprietà fisiche e meccaniche della carta.

Marcata (carta marcata): particolari tipi di carta sulla cui superficie, durante la fabbricazione è stato impresso un profilo o disegno.

Nuance: particolare tono di colore che viene dato alla carta bianca per modificare la caratteristica giallastra della materia fibrosa. Se il tono di colore è azzurro si parla di azzurraggio.

Offset: stampa offset. Procedimento di stampa planografico detto indiretto perché il foglio, o supporto di stampa, non va a diretto contatto con la forma da stampa inchiostrata, ma con un telo gommato che fa da tramite. È il procedimento di stampa attualmente più diffuso (circa 60% degli stampati). È particolarmente adatto a stampare su supporti con basso grado di finitura superficiale.

Patina: miscela composta essenzialmente da pigmenti minerali dispersi nella soluzione acquosa, di una o più sostanze adesive, applicate a una o a tutte e due le superfici della carta durante la patinatura.

Pompa di alimentazione (fan pump): è una pompa centrifuga a doppia girante sfalsata che, spinta da un motore generalmente a numero di giri variabile, spinge l'impasto attraverso il circuito di alimentazione della macchina continua. La pompa aspirando acqua di recupero determina il grado di diluizione dell'impasto.

Pope (arrotolatore): elemento finale della macchina continua che avvolge la carta su un albero in metallo. Il "pope" è provvisto di un dispositivo che permette di iniziare una nuova bobina senza fermare la macchina (cambio rullo).

Pulper: è un grande spappolatore (circa 30 m³) nel quale viene introdotta acqua e balle di cellulosa. Grazie ad una girante che si muove ad alta velocità il pul-

per idrata ed elementarizza le fibre, producendo una sospensione ad una densità finale che varia dal 4% al 13%.

Ritentivi: prodotti chimici che grazie alle loro proprietà coagulanti o flocculanti agglomerano i vari componenti dell'impasto e ne limitano la perdita durante l'eliminazione dell'acqua per drenaggio sulla tela di formazione.

Roto-offset: macchine da stampa di tipo offset alimentate da bobina. All'uscita della macchina vi è normalmente una piegatrice. La roto-offset è adatta per elevate tirature ed è impiegata per la stampa di lavori editoriali, di riviste e cataloghi e di quotidiani. Nel caso di stampati diversi dai quotidiani la macchina è fornita di forno per l'asciugamento rapido dell'inchiostro da stampa.

Rotocalco: stampa rotocalco. Procedimento di stampa diretto che fa uso di una forma da stampa incavo-grafica. È caratterizzato da macchine rotative veloci e di grande formato. È particolarmente indicato per la stampa di riviste e cataloghi e, in generale, per stampati a grande tiratura e con abbondanza di illustrazioni.

Serigrafia: stampa serigrafica. Procedimento di stampa diretta che fa uso di forma da stampa permeografica. È adatto a stampare su qualsiasi supporto. È caratterizzato da una grande intensità di inchiostrazione. Può stampare anche su oggettistica purché piana.

Sparto: graminacea a foglie tenaci, utili per cordoni, stuoie, carte; cresce in Tunisia, Algeria, Spagna. È coltivabile anche in zone poco irrigate.

Stampa diretta: sistema di stampa nel quale il foglio va a diretto contatto con la forma da stampa inchiostrata.

Stampabilità: insieme delle caratteristiche di una carta che la rendono particolarmente adatta alla ricezione di un grafismo inchiostrato. Tali caratteristiche sono legate in modo particolare alla finitura superficiale, alla resistenza superficiale e all'assorbimento-affinità di inchiostro.

Stampati commerciali: sinonimo di stampati che non siano libri, riviste, quotidiani od imballaggi.

Stampati editoriali: sinonimo di libri, di ogni tipo, formato e mole.

Tela di formazione: è una rete multistrato ottenuta con fili in poliammide o poliestere fabbricata ad anello senza giunzione. Ha il compito di sostenere la carta che si sta formando e di lasciar fluire l'acqua con facilità. La faccia interna deve avere elevata resistenza all'usura meccanica (durata di almeno 6 mesi).

Torre raccolta sottotela: è una vasca che raccoglie l'acqua drenata attraverso la rete di formazione ricca quindi di fibre, sostanze di carica, coloranti e altri composti dell'impasto. Quest'acqua viene perciò subito rimessa in ciclo per diluire l'impasto che entra nella pompa di alimentazione.

Vacuum (vacu) foil: elementi sottotela. Particolare insieme di foils racchiusi in una cassetta. Lo scarico confluendo in una gamba barometrica, innesca un fenomeno di aspirazione che forza il drenaggio dell'acqua.

Valvola della grammatura: è una strozzatura regolabile del tubo di mandata di impasto in ingresso alla pompa di alimentazione (fan pump). La regolazione di questa valvola cambia la grammatura finale a parità di condizioni operative della macchina continua.

Vaschino a livello costante: piccola vasca (200-1000 litri) che, posta ad una determinata altezza, alimentata da un impasto a densità controllata, genera una portata costante alla valvola di grammatura.