

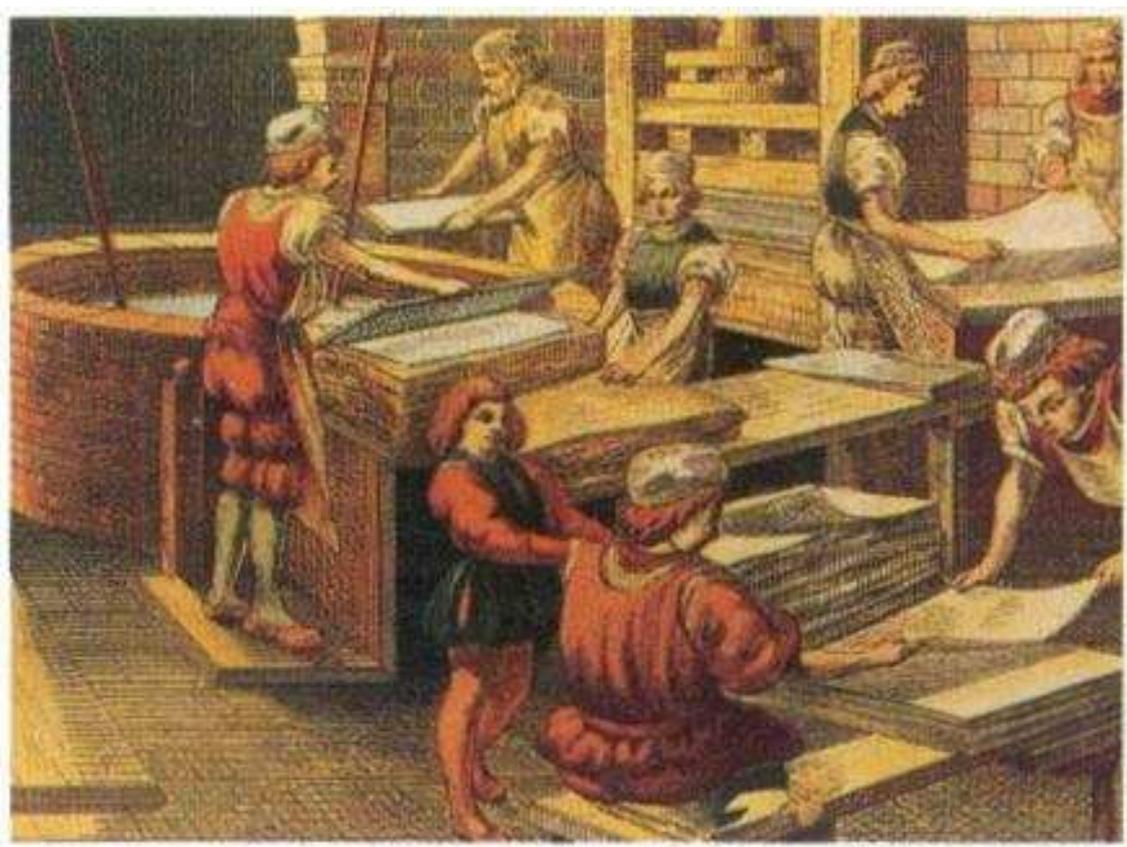


Provincia Autonoma di Trento
Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente



LA CARTA

Caratteristiche, tipologie, tecnologie di produzione,
migliori tecniche disponibili per il controllo degli impatti



a cura di
Maurizio Tava

I.D. Studio e analisi dei processi tecnologici e produttivi

2012

LA CARTA

0	DEFINIZIONE	2
1	I PRECURSORI DELLA CARTA	3
2	BREVE STORIA DELLA CARTA	4
3	MATERIE PRIME	9
3.1	MATERIE PRIME FIBROSE E METODI DI PRODUZIONE DELLA FIBRA VERGINE	9
3.1.1	PASTE CHIMICHE (CELLULOSA)	10
3.1.2	PASTE SEMICHIMICHE	10
3.1.3	PASTE CHEMITERMOMECCANICHE (CTMP) O CHEMIMECCANICHE (CMP)	11
3.1.4	PASTE MECCANICHE	11
3.1.5	CARTA DA MACERO	11
3.2	MATERIE PRIME NON FIBROSE	12
4	IL PROCESSO DI FABBRICAZIONE DELLA CARTA	13
4.1	LA FABBRICAZIONE INDUSTRIALE DELLA CARTA	14
4.1.1	PREPARAZIONE DELL'IMPASTO	14
4.1.2	FORMAZIONE DEL SUPPORTO – LA MACCHINA CONTINUA	15
4.1.3	TRATTAMENTI DI SUPERFICIE IN MACCHINA CONTINUA	19
4.1.4	FINITURA ED ALLESTIMENTO	23
4.2	PRODUZIONE DELLA CARTA A PARTIRE DA MACERO	25
4.3	PRODUZIONE DI CARTA AD USO IGIENICO E SANITARIO – TISSUE	26
5	CLASSIFICAZIONE DELLE CARTE	27
5.1	CLASSIFICAZIONE MERCEOLOGICA	27
5.2	CLASSIFICAZIONE DEI FORMATI DELLA CARTA	28
6	LE M.T.D. NEL SETTORE CARTARIO – (B.A.T.)	30
6.1	GENERALITÀ DEL SETTORE CARTARIO	31
6.2	VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI DEL SETTORE	32
6.2.1	CONSUMI IDRICI	32
6.2.2	RISORSE NATURALI	32
6.2.3	RISORSE ENERGETICHE	33
6.3	LE EMISSIONI	33
6.3.1	EMISSIONI IN ARIA E TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO	33
6.3.2	EMISSIONI IN ACQUA E TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO	34
6.3.3	RIFIUTI SOLIDI E TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO	34
6.4	MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI PER IL CONTENIMENTO DEGLI INQUINANTI	35
6.4.1	CONCETTO GENERALE DI MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI	35
6.4.2	TECNOLOGIE PER LO SPECIFICO SETTORE	35
6.4.3	M.T.D. NEL PROCESSO DI PRODUZIONE NON INTEGRATA DI CARTA A BASE DI FIBRA VERGINE	35
6.4.4	M.T.D. NEL PROCESSO DI PRODUZIONE DI PASTA A BASE DI MACERO E PRODUZIONE INTEGRATA DI CARTA	37
6.4.5	VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DELLE MTD PER IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI	38
6.4.6	CRITERI DI MONITORAGGIO	39
6.5	DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE M.T.D.	40

LA CARTA

0 DEFINIZIONE

Il significato della parola “carta” è piuttosto incerto. Secondo le fonti più affidabili deriverebbe dal termine greco *charassò* (con il significato di *incidere, scolpire*), passato poi a *khártēs* (χάρτης), al latino *charta* ed all’arabo *qirṭās* (قرطاس).

I corrispondenti termini *paper* inglese, *papel* spagnolo e portoghese, *papier* francese, tedesco, olandese e polacco (seppur con pronunce diverse), *papir* boemo e *papirije* antico slavo, derivano invece dalla pianta del papiro (*papyrus* in latino e *pàpyros* (πάπυρος) in greco), utilizzata fin dal 3000 a.C. per ricavare supporti di scrittura dagli antichi egizi e, successivamente, da greci e romani.

La carta è un sottile foglio ottenuto dalla lavorazione della cellulosa ed impiegato in svariati usi. Carta o cartone sono formati dall’intreccio casuale di milioni di fibre di cellulosa e da sostanze aggiuntive quali collanti, coloranti, cariche inerti.

È il supporto principe per la scrittura (si dice: prendere carta e penna, carta stampata, carta intestata, carta libera, carta da bollo, carta da lettera, carta da disegno, ...).

Può anche essere il sostituto di denaro metallico (carta moneta, carta valore, carta assegni) o il supporto per redigere documenti (carta d’identità, carta di credito, carta d’imbarco).

Si dice in proposito: “avere le carte in regola” quando si posseggono tutte le qualità necessarie ad un compito, “avere carta bianca” quando si è liberi di agire come si vuole, “carta canta!” per intendere che i documenti scritti sono incontestabili.

Di carta sono pure fatti fazzoletti o tovaglioli, o i classici rotoli per usi igienici e domestici.

La carta ed il cartone sono impiegati come imballaggio (scatole, astucci, carta da pacchi, per alimenti, ...), per usi industriali (filtri), nelle costruzioni (cartongessi, carta da parati), nella moda.

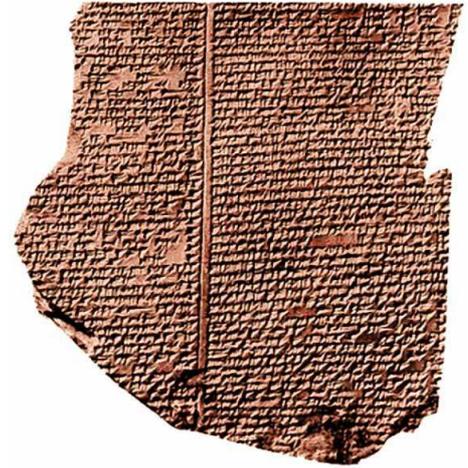
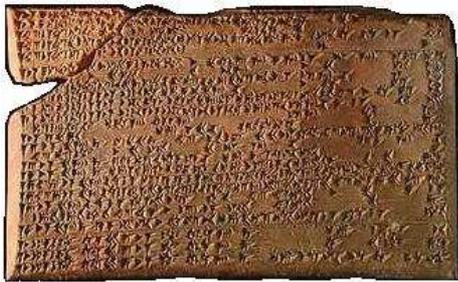


1 I PRECURSORI DELLA CARTA

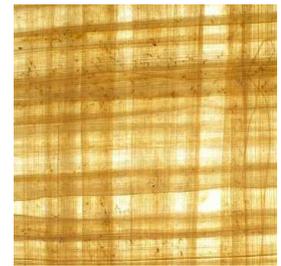
La carta è ora talmente importante per scrivere che non sarebbe possibile farne a meno. Ciononostante la carta è stata inventata parecchi millenni dopo l'invenzione della scrittura.

Gli uomini primitivi, decine di migliaia di anni fa, iniziarono a scrivere tracciando graffiti illustranti scene di caccia sulle pareti di grotte e caverne. Contavano i giorni, i mesi lunari, gli animali posseduti ed allevati ecc. incidendo piccole tacche su bastoni, ossa, sassi, o conchiglie.

Una vera e propria scrittura fu inventata circa 3500 anni prima di Cristo in Mesopotamia dai sumeri, i quali come supporto di scrittura utilizzavano *tavolette d'argilla*, essiccate poi all'aria, e conservate in scaffali di legno. Migliaia di tavolette recanti caratteri cuneiformi sono giunte a noi trasformate in terracotta a seguito di incendi.

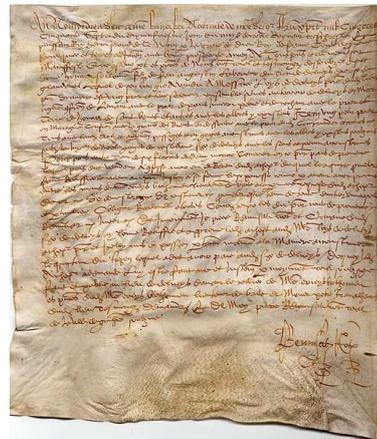


Poco dopo anche gli egizi svilupparono una scrittura, inizialmente a scopo sacro (geroglifica – scrittura sacra), che era dipinta o scolpita sulla pietra dei templi o sul legno dei sarcofagi. Poi inventarono il *papiro*, che venne impiegato come supporto scrittorio, ed era ottenuto sovrapponendo ortogonalmente due strati di striscioline ricavate dal gambo spugnoso della pianticella acquatica molto diffusa nella zone subtropicali.



L'incollaggio era spontaneo per effetto di adesivi naturali presenti nei tessuti della pianta. I fogli potevano essere accostati fino ad ottenere lunghe strisce che venivano arrotolate in *volumi*.

Il papiro era esportato in tutto il Mediterraneo ed in particolare in Grecia ed a Roma.



Quando l'Egitto, a causa di una crisi politica, nel II secolo a.C. ridusse l'esportazione di papiro, nella città di Pergamo, in Asia minore, dalla lavorazione delle pelli si riuscì a ricavare la *pergamena*, o cartapeccora, che fu poi impiegata fino al XV secolo.

Intanto in Cina per la scrittura di documenti veniva utilizzato il bambù,

ingombrante da conservare e da trasportare, ovvero la *seta*, troppo costosa per un impiego diffuso.

2 BREVE STORIA DELLA CARTA

L'invenzione della carta è fatta risalire a circa 2000 anni fa in una località della Cina centro-meridionale chiamata Leiyang. Qui, secondo la tradizione, nel 105 un certo **Ts'ai Lin**, ufficiale di corte dell'imperatore Ho Ti, descrisse per la prima volta la tecnologia di fabbricazione della carta.

Sarebbe stata effettuata la bollitura di corteccia, probabilmente di gelso da carta (*Brussonetia papyrifera*), stracci e vecchie reti da pesca in disuso, riducendo il tutto in poltiglia mediante battitura, filtrando infine quanto ottenuto in uno stampo di bastoncini di bambù.

Recenti ritrovamenti archeologici in una tomba del II secolo a.C. a Dunhuang, nel Gansu, hanno tuttavia dimostrato che la carta era già usata in Cina almeno duecento anni prima.

I cinesi fabbricarono grandi quantità e svariati tipi di carta a partire da stracci e da fibre vegetali ricavate da canapa, steli di bambù, germogli di giunco, scorza di gelso, salice, paglia di riso e di grano, bozzoli del baco da seta, ecc., utilizzandola anche per fabbricare ventagli, cappelli, vestiti ed altri oggetti di uso comune.



L'arte cartaria in Cina



Per oltre cinquecento anni, l'arte della fabbricazione della carta rimase confinata in Cina, e solo successivamente venne diffusa a partire dai paesi orientali:

- nel 610 da monaci buddisti fu introdotta dalla Corea, allora parte della Cina, in Giappone; qui inizialmente fu prodotta con rafia di gelso, e progressivamente migliorata trasformando la produzione della carta in una industria nazionale: dalla cartiera imperiale di Kyoto uscirono nuove carte fatte con fibre di gelso, canapa, dafne e paglia.
- Nel 751 gli Arabi, che già conoscevano la carta dalla conquista di Ctesifonte sul Tigri, ne appresero la tecnica di fabbricazione da prigionieri cinesi catturati nella battaglia di Samarcanda; subito la sostituirono alla pergamena come materiale di scrittura realizzando le manifatture di Samarcanda e successivamente di Baghdad (793), nelle quali si usavano inizialmente fibre di lino e poi fibre vegetali con l'aggiunta di stracci;
- con l'espandersi del mondo arabo-musulmano verso l'800 la carta arrivò in Persia, a Damasco ed in Armenia, per arrivare in Egitto, e successivamente in tutta l'Africa settentrionale fino a Tunisi e Fez, ma soltanto un secolo più tardi cominciò ad essere fabbricata in sostituzione del papiro.

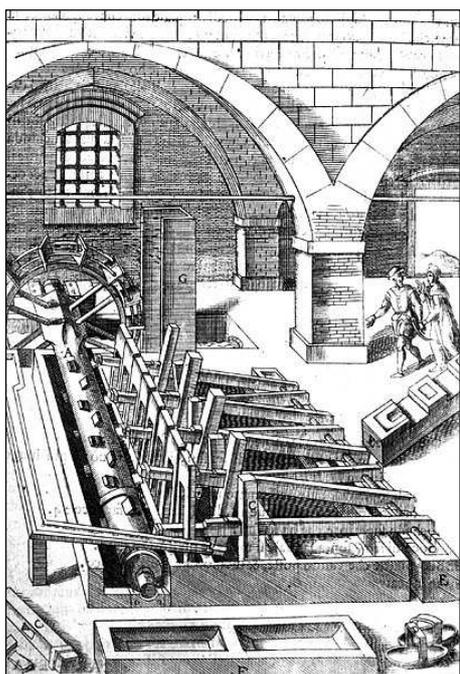
Gli Arabi perfezionarono le tecniche di fabbricazione della carta introducendo la collatura ad amido ed applicando la loro conoscenza delle tecniche idrauliche per movimentare i macchinari. La ruota dentata permise loro di trasformare il moto circolare continuo in moto alternato applicato ad un utensile, riuscendo a realizzare mulini da carta alimentati dalla forza idraulica.

In Europa la carta venne introdotta dagli Arabi nell'XI in Spagna (Cordoba, Toledo, Granada, Cadice); la prima grande cartiera a venne costruita attorno al 1150 in Xativa, vicino a Valencia.

Allo stesso periodo risale la prima cartiera italiana, legata al nome di **Polese da Fabriano**, costruita sul Reno vicino a Bologna. Tuttavia sembra che già prima del 1000 a Palermo vi fosse un laboratorio per la fabbricazione della carta sotto il controllo del locale governatorato islamico.

Le prime grandi cartiere in Italia furono ad Amalfi (1220), in Liguria (1235) e a Fabriano (1268) e quindi si diffusero a Bologna (1275), Padova (1340), Genova e Venezia. L'aumento delle cartiere, riducendo la disponibilità di stracci, fece la fortuna dei "cenciaioli", raccoglitori e rivenditori di stracci, dai quali dipendeva il cartaiolo nell'approvvigionamento della materia prima.

L'arte cartaria a Fabriano: magli multipli e la fabbricazione a mano

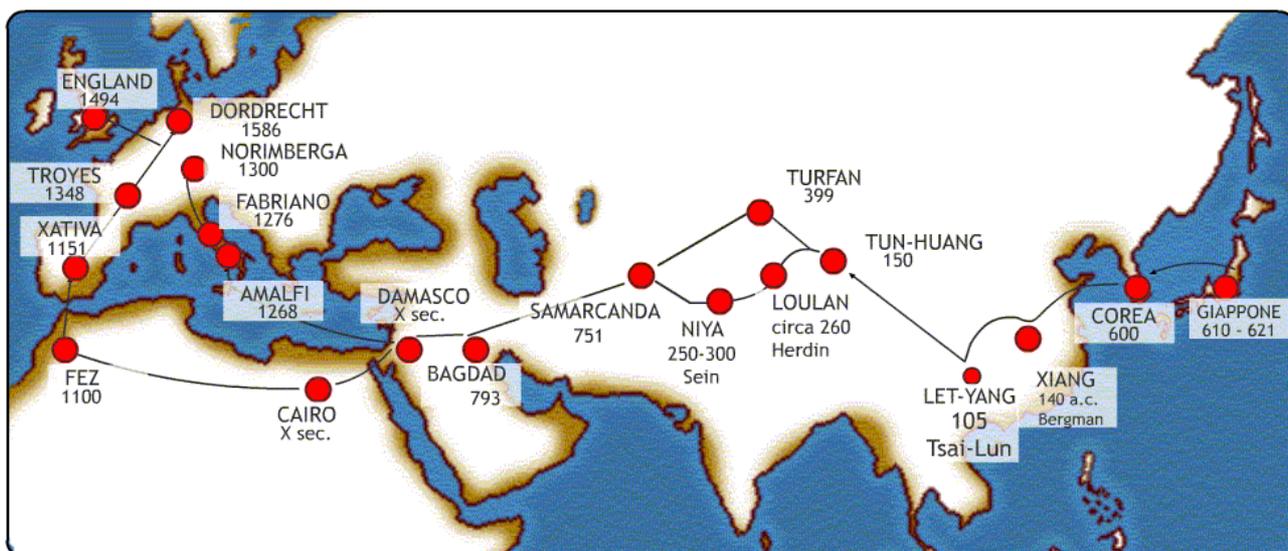


Fabriano mantenne a lungo la supremazia nell'arte cartaria grazie soprattutto ad alcune innovazioni e perfezionamenti tecnici che condussero all'aumento della velocità produttiva, alla riduzione dei costi ed al miglioramento della qualità del prodotto. Si devono infatti ai mastri cartai fabrianesi:

- l'invenzione della pila a magli multipli azionati da un albero a camme collegato a ruota idraulica, usata per la preparazione della pasta per la carta a partire dagli stracci;
- la sostituzione dell'intreccio del telaio in cotone o bambù con un intreccio in fili di ottone;
- l'impiego della gelatina animale in sostituzione della colla ad amido di riso o di mais;
- l'invenzione, probabilmente casuale, della filigrana ed il suo sviluppo da semplice effetto in chiaroscuro a riproduzione tridimensionale multitonale per il riconoscimento della cartiera di origine, del formato e della qualità del prodotto.

Sorsero così nuove cartiere in tutto il Nord d'Italia e soprattutto nella Valle di Toscolano, sulla sponda occidentale del Garda: la carta italiana, di qualità migliore, più economica, e soprattutto "cristiana" si impose rapidamente in tutta Europa, mantenendo il monopolio fino al XIV secolo.

Solo nei secoli successivi, ad opera soprattutto di italiani, si diffuse in tutta Europa a partire da Ungheria (1300) Francia (1350) e Germania (1390), Svizzera (1440), Inghilterra (1490), Russia (1576), ovunque soppiantando gradualmente, per la sua economicità, la pergamena.



L'itinerario della carta

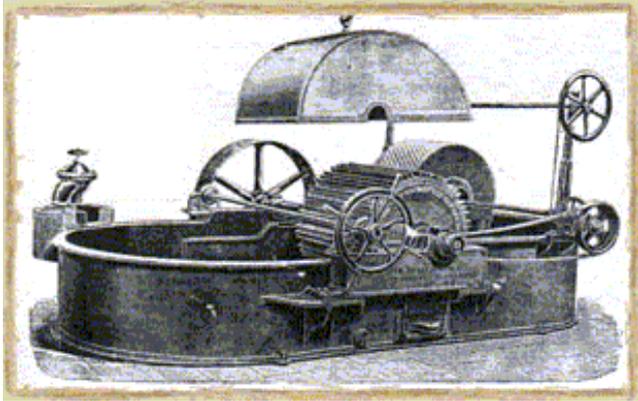
La documentazione storica dimostra comunque che *“l'industria cartaria europea sorge in Italia e si diffonde in Europa soprattutto dall'Italia”*.

Nella seconda metà del XV secolo, per questioni fiscali (tasse su mulini e trasporto di stracci) dalla Francia il baricentro della produzione e del commercio europeo si spostò ad Anversa in Olanda.

Proprio in quel periodo con l'introduzione della stampa a caratteri mobili (1450-1455), che rendeva molto più facile la stampa di libri, si incrementarono considerevolmente la produzione ed i consumi di carta, che, tuttavia, crescendo più la domanda dell'offerta, restò a lungo una materia costosa.

La prosperità del settore cartario in Europa subì un duro colpo dall'epidemia di peste degli anni 1630 – 31, a causa del blocco della produzione conseguente alla paralisi di raccolta e circolazione della materia prima (per paura del contagio e per misure di profilassi gli stracci venivano bruciati) e, passata la peste, in ragione della contrazione della domanda interna di carta e dell'offerta di stracci per effetto della grande mortalità.

Soltanto nella seconda metà del secolo XVII ci fu una nuova ripresa, anche a seguito dell'innovazione introdotta con le macchine dette *olandesi* (1680), consistenti in vasche anulari di forma ovale in cui un cilindro dotato di lame tagliava, sfilacciava e contemporaneamente raffinava in breve tempo le fibre, riducendo gli stracci in poltiglia senza necessità di macerazione e consentendo la produzione di carta più bianca ed omogenea, ancorché meno resistente.



Olandese e cilindro raffinator



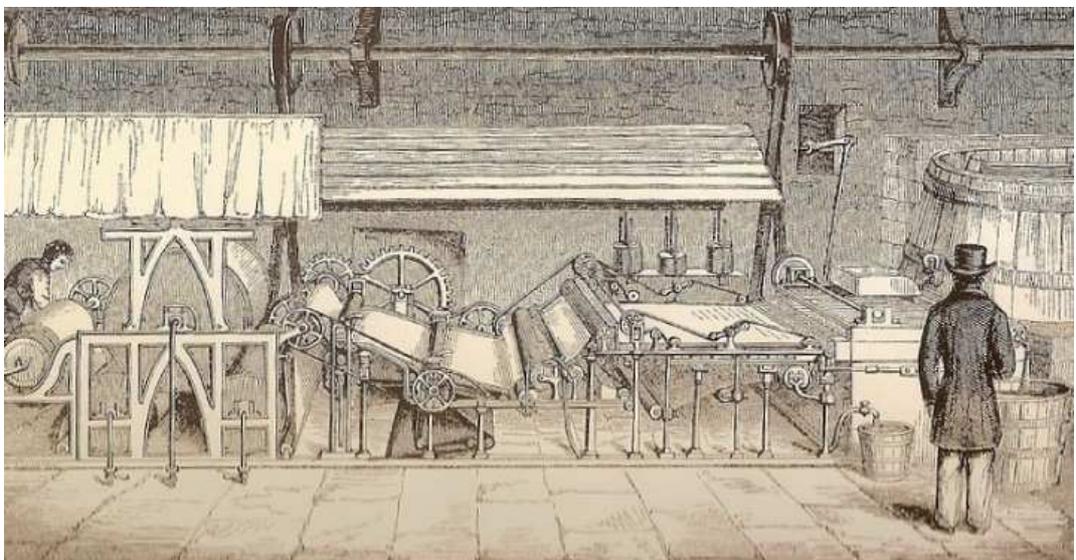
Nel 1690 venne costruita su iniziativa di **William Rittenhouse**, un cartaiolo prussiano, la prima cartiera in America, a Germantown (Pennsylvania), impegnata a rifornire gli stampatori di quotidiani ed opuscoli nell'area di Filadelfia.

Nel 1750 **John Baskerville**, tipografo noto anche per aver inventato caratteri di stampa, introdusse una nuova tecnica per produrre una carta liscia, priva dei segni di vergatura prodotti dal telaio (wove paper). Nel 1777 **Pierre Montgolfier** ottenne fogli perfettamente lisci (carta velina).

Intanto nel 1774 lo svedese **Carl Wilhelm Scheele** iniziò ad usare il cloro come sbiancante e nel 1807 verrà introdotto il sistema di collatura dell'intera massa con allume e colofonia, molto più economico di quello con gelatina animale.

Nel 1798, dopo anni di ricerca, **Nicolas Louis Robert** costruì e brevettò in Francia la prima macchina continua "in piano" (macchina "sans-fin"), messa in funzione presso la stamperia Didot ad Essonnes di cui era dipendente. Venne perfezionata, ma dopo qualche anno, non trovando sostegni finanziari, Robert dovette cedere i diritti ai fratelli ed editori britannici **Henry e Sealy Fourdrinier**, che nel 1803 diedero avvio alla produzione industriale della carta con la prima macchina che portava il loro nome.

La macchina "sans-fin" di N. L. Robert



La macchina “*sans-fin*” rivoluzionò il ciclo produttivo della carta, meccanizzando la fabbricazione del foglio ed inglobando in una macchina, peraltro molto ingombrante e complessa, anche le fasi di incollaggio e di asciugatura.

Il principio della macchina riproduceva il procedimento manuale di fabbricazione della carta: la pasta carta, già raffinata, era versata in una tramoggia ed una ruota a tazze la versava su una fine griglia in rotazione che permetteva lo sgocciolamento dell’acqua eccedente.

Successivamente il foglio in lavorazione veniva pressato tra due cilindri ricoperti di feltro ed arrotolato su un cilindro posto all’estremità dell’impianto.

Quasi contemporaneamente nel 1806 il britannico **Bramach** (altri riferiscono di **M. Ferdinand Leistenschneider**) costruì una macchina continua che venne denominata *a tamburo* o *a forma in tondo*, che ancor oggi viene usata per la produzione di carte filigranate di altissima qualità.

Nella macchina *a forma in tondo* la formazione del foglio avviene su un tamburo creatore fatto girare immerso in una vasca in cui è alimentata la pasta.

Le fibre si depositano sulla tela metallica di cui il tamburo è ricoperto ed il foglio viene poi staccato da un *feltro levatore*.

Per la fabbricazione di cartoncini e fogli multistrato vengono impiegate più *forme in tondo* in successione con un unico *feltro levatore*.



Macchina a forma in tondo

La prima macchina continua in Italia fu attivata nel 1807 nella fabbrica di **Paolo Andrea Molina** a Borgosesia ed altre seguirono in alcune cartiere Piemontesi.

L’abbattimento dei costi di produzione e l’introduzione della macchina a vapore attorno al 1850 fece aumentare la produzione al punto che cominciò a mancare la materia prima (gli stracci), ma nessuno dei surrogati sperimentati (ortica, felce, luppolo, mais, muschio, paglia, nidi di vespe) riuscì a competere in costo e qualità con gli stracci.

Nel 1843 il tedesco **Friedrich Gottlob Keller** riuscì ad ottenere la pasta carta dal legno sfibrato con mole di pietra (pasta di legno o meccanica), mettendo in moto una rivoluzione tecnologica che vide l’introduzione di sfibratori per ridurre il legno in pasta. La pasta meccanica risultava però un materiale scadente per la presenza della lignina, adatto tuttavia per la nascente stampa periodica.

Determinanti risultarono i contributi di **Meillier** che nel 1852 scoprì la cellulosa, nonché di **C. Watt** e **H. Burgess** che nel 1854 brevettarono il procedimento “alla soda” per produrre la polpa di cellulosa con un trattamento chimico a caldo in pressione con soda e potassa, seguito da sbianca con cloro; la cellulosa veniva estratta dal legno per dissoluzione di lignina ed emicellulosa.

Nel 1867 **Benjamin Chew Tilghman** brevettò il cosiddetto metodo al bisolfito, perfezionato nel 1878 dal tedesco **Alexander Mitscherlich**, che per decenni divenne il metodo principale di preparazione della pasta per carta, in cui la dissoluzione per lisciviazione si otteneva con anidride solforosa in ambiente acido con l’aggiunta di una base.

Il moderno processo per la produzione della pasta di carta ricalca ancora quello inventato nel 1882 da **Ritte-Kellner** e brevettato nel 1883 in Germania dal polacco **Dahl**, noto come processo Kraft o processo al solfato. Con questo processo è possibile recuperare con facilità i reattivi di cottura ed alcuni sottoprodotti pregiati come la trementina.

3 MATERIE PRIME

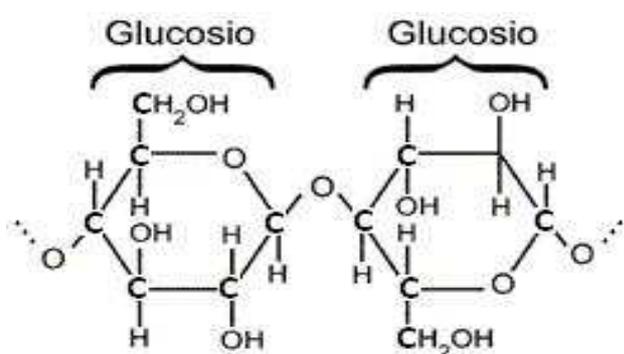
Le materie prime usate per preparare la carta vengono distinte in:

- **materie prime fibrose**, che concorrono prevalentemente alla formazione del feltro di fibre intrecciate, che costituisce il corpo del prodotto;
- **materie prime non fibrose**, che servono a conferire al prodotto le caratteristiche tecnologiche richieste (grammatura, spessore, colore, liscio, lucido, permeabilità, stampabilità, ecc.).

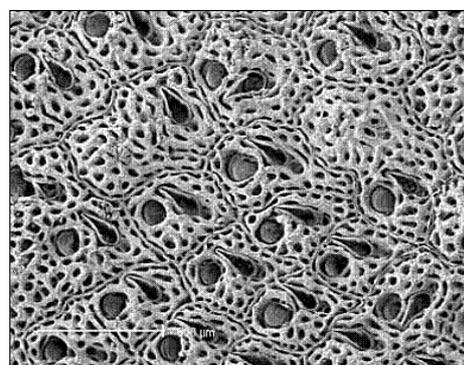
3.1 MATERIE PRIME FIBROSE E METODI DI PRODUZIONE DELLA FIBRA VERGINE

Le **materie prime fibrose** per carta sono costituite essenzialmente da **cellulosa**, che è il composto fondamentale delle pareti cellulari degli organismi vegetali.

Chimicamente la cellulosa è un composto formato da carbonio, idrogeno e ossigeno ($C_6H_{10}O_5$). È un polisaccaride costituito da catene di centinaia o migliaia di molecole del monomero **glucosio**.



La cellulosa



La struttura della cellulosa

La cellulosa è presente allo stato quasi puro nelle fibre epidermiche del seme di cotone: le fibre più lunghe (2-6 cm) sono impiegate nel settore tessile, mentre le più corte (3-7 mm), dette **linters**, costituiscono un'ottima materia prima per la fabbricazione della carta.

In tutti gli altri vegetali la cellulosa costituisce circa la metà delle pareti cellulari, trovandosi legata agli altri costituenti del legno (soprattutto **lignina** ed **emicellulosa**), che per comodità vengono genericamente definiti **sostanze incrostanti**.

Nelle moderne cartiere viene impiegata cellulosa più o meno pura, in massima parte estratta dal legno derivante da legname di recupero (scarti dell'industria del legno) o a basso costo (piccole pezzature non utilizzabili in altre lavorazioni o da culture dedicate di alberi a rapida crescita).

La prima distinzione delle fibre di cellulosa viene fatta in funzione della lunghezza:

- **fibre lunghe**, provenienti principalmente da legni di resinose (abete, pino, larice, ...);
- **fibre corte**, provenienti da legni di latifoglie (pioppo, betulla, faggio, eucalipto, ...).

I diversi tipi di carta e cartone sono caratterizzati dalla diversa composizione della frazione fibrosa, in dipendenza delle essenze legnose e dei processi impiegati per la produzione della pasta da carta: fibre lunghe o corte, delignificate o contenenti ancora lignina ed incrostanti.

Infatti le paste cartarie derivanti dal legno (paste di legno), a seconda della metodologia impiegata per dissolvere le sostanze incrostanti (ed in particolare la lignina), si distinguono in:

- **paste chimiche** (cellulosa),
- **paste semichimiche**,
- **paste chemi-termo-meccaniche** o **chemi-meccaniche**,
- **paste meccaniche**.

Altre materie prime fibrose diverse dalle paste di legno sono costituite da stracci di cotone, lino, canapa, iuta, ampiamente utilizzati prima della meccanizzazione industriale, ma anche paglia di grano o di riso, canne, sparto, kenaf, ecc.. Prima del loro utilizzo gli stracci debbono essere spezzettati, sgrassati e decolorati a caldo in autoclave con soda o calce, e quindi sfilacciati e spappolati in appositi mescolatori (pulper o olandesi) per ottenere la sospensione di fibre.

Nel settore cartario industriale vengono impiegate anche grandi quantità di carta di recupero, costituita da carta da macero o ritagli e scarti di lavorazione. Anche in questo caso vengono effettuati pretrattamenti con alcali in autoclave (per l'asporto di grassi, colle, inchiostri) con successiva sfibratura in mescolatori (pulper) ed eventuale ulteriore decolorazione.

3.1.1 Paste chimiche (cellulosa)

Sono innegabilmente le migliori dal punto di vista qualitativo, sia come durezza e resistenza meccanica, sia per purezza e grado di bianco raggiungibile e conservabile nel tempo.

Si possono ottenere da conifere (fibra lunga) o da latifoglie (fibra corta), mediante scortecciatura, sminuzzatura ed attacco chimico per impregnazione.

I metodi attualmente impiegati sono:

- al solfato in ambiente alcalino, per ottenere cellulosa con elevate caratteristiche meccaniche (Kraft), adatta per carte da imballo, per strati esterni di cartone ondulato;
- al solfito in ambiente acido con vapore ad alta pressione, per ottenere cellulose molto pure e facilmente raffinabili.

Seguono la fasi di **raffinazione** per compressione e sfregamento, allo scopo di lavare e liberare le singole fibre, e di **imbianchimento** mediante cloro o, preferibilmente, con acqua ossigenata, per l'impiego nella produzione di carte bianche.

Le acque di processo (liscivio) vengono concentrate per il recupero della lignina e dei prodotti chimici presenti e successivamente depurate con sistemi anaerobici, ovvero impiegate come combustibile per la produzione di vapore nel caso di mancata estrazione della lignina.

La resa in fibra di cellulosa riferita al legno secco è pari al 40–45 %.

3.1.2 Paste semichimiche

Impiegate per la produzione di carta da stampa, da giornale e nel cartone ondulato, le paste semichimiche sono in via di graduale abbandono per la bassa resa ed i relativamente elevati costi di produzione e depurazione. Hanno caratteristiche qualitative intermedie, seppure non sempre ben definite, fra la paste chimiche (cellulosa pressoché pura) e le paste ad alta resa (meccaniche, chemitermomeccaniche o chemimeccaniche).

Il processo, a partire da legno di latifoglie (faggio e pioppo), è simile al trattamento al solfito, ma con un attacco chimico solo parziale.

La resa sul legno secco è pari a circa il 60 %, con fibre di cellulosa ancora parzialmente lignificate.



Cellulosa



Fibre di cellulosa

3.1.3 Paste chemitermomeccaniche (CTMP) o chemimeccaniche (CMP)

Si tratta di paste ad alta resa (85 – 90 % sul legno secco), nelle quali la lignina viene solamente ammorbidita mediante un blando **trattamento termo-chimico** o soltanto **chimico** (senza impiego di vapore) e quindi in buona parte lasciata a ricoprire le fibre di cellulosa.

I metodi produttivi, sviluppati negli anni '60, si sono dimostrati adeguati alle esigenze qualitative, economiche ed ecologiche di una grande fetta del settore cartario e per la produzione di quasi tutti i tipi di carta e cartoni, dal tissue (carta igienica, fazzoletti, tovaglioli, ecc.) alle carte patinate.

Il legno scortecciato e sminuzzato viene impregnato con soda caustica (per ammorbidire la lignina) ed acqua ossigenata (per la sbianca) e successivamente sfibrato e disintegrato con raffinatori a disco per l'elementarizzazione delle fibre. Seguono la selezione per la rilavorazione delle parti non sufficientemente disgregate (schegge, incotti, nodi) ed un eventuale secondo stadio di sbianca in una soluzione alcalina di acqua ossigenata a circa 60°C.

Le acque di processo (7 – 8 litri/kg pasta) vengono depurate biologicamente prima dello scarico.

3.1.4 Paste meccaniche

Si tratta di paste ad alta resa (90 – 95 % sul legno secco), ottenute da semplice **sfibratura meccanica** di legno scortecciato di pioppo o abete, effettuata mediante pressatura ad umido con mole abrasive rotanti. Dopo assortimento con selezione e rilavorazione dello scarto in raffinatore a dischi, viene effettuata la sbianca con acqua ossigenata.

Le paste meccaniche sono in via di progressiva sostituzione con impasti cartari più resistenti, in quanto le fibre lacerate ed accorciate dalla lavorazione meccanica non risultano molto adatte per macchine continue sempre più veloci e per grammature in graduale riduzione per motivi economici.

3.1.5 Carta da macero

Con il termine *carta da macero* o *fibre di recupero* si intende la carta già impiegata per lo scopo per la quale è stata fabbricata che viene reinserita nel ciclo di produzione di nuova carta. Caratteristica fondamentale della cellulosa è infatti quella di poter essere rigenerata e sottoposta a ripetuti utilizzi.

Per il recupero la *carta da macero* viene sottoposta ad un trattamento di **elementarizzazione** delle fibre (spappolamento in pulper) con **depastigliazione** ed **epurazione** - a cestelli, vibrovagli ed idrocycloni - per la separazione dei materiali estranei, detti contaminanti (plastica, vetro, ferro, colle, ecc.).

Segue la **raffinazione** ed, ove necessario per elevare il grado di bianco ed avvicinare la qualità del prodotto alla fibra vergine, la **disinchiostrazione** effettuata per flottazione.

La carta da macero, in base al grado di purezza, è classificata nei seguenti gruppi (UNI EN 643):

- Gruppo 1: *qualità ordinarie* – carta non selezionata proveniente dalla raccolta presso le famiglie, un misto di carta e cartone generici;
- Gruppo 2: *qualità medie* – carta selezionata costituita da invenduti di giornali stampati su carta bianca, libri senza copertina, cartone bianco politenato;
- Gruppo 3: *qualità superiori* – carta selezionata costituita da refili e residui bianchi di stampa da giornali quotidiani e da periodici, cartoni bianchi multistrato;
- Gruppo 4: *qualità Kraft* – kraft nuovo o usato, ondulato greggio, ondulato e sacchi kraft usati;
- Gruppo 5: *qualità speciali* – carte particolari, (etichette, poliaccoppiati, ...), non sempre utilizzabili in cartiera per motivi tecnologici o/e per esigenze di prodotto finito.



3.2 MATERIE PRIME NON FIBROSE

Nella fase di preparazione degli impasti o di lavorazione successiva alla fabbricazione della carta (finitura) alle materie prime fibrose vengono aggiunte sostanze ausiliarie, costituite da **materie prime non fibrose**, con la funzione di conferire alla carta le caratteristiche desiderate.

Le principali tipologie di additivi non fibrosi sono costituiti da:

- **cariche**,
- **collanti**,
- **coloranti**.

Le cariche, o **materiali di carica**, il cui costo è notevolmente inferiore al materiale fibroso, in quantità appropriata riempiono gli spazi fra le fibre, conferendo al prodotto maggiore bianchezza e rendendone la superficie opaca, liscia, piana e ricettiva all'inchiostro; le carte per scrittura e stampa contengono sempre cariche minerali in quantità variabile fra il 20 ed il 40%.

Le cariche maggiormente impiegate sono il *caolino* (silicato di alluminio) ed il *carbonato di calcio*, ma vengono utilizzate anche altre sostanze minerali rientranti nelle categorie dei carbonati (*carbonati di bario e di magnesio*), dei silicati (*asbestina, bentonite e talco*), dei solfati (*solfati di bario e di calcio*) e dei solfuri (*solfuro di zinco*), oppure cariche sintetiche quali *biossido di titanio, silicato di calcio e alluminio, solfato di bario e calcio* e il *carbonato di calcio precipitato*.

Il **caolino** è il materiale più pregiato tra tutti gli elementi di carica e, presentandosi in particelle molto piatte a forma esagonale, è molto adatto alla patinatura della carta e molto scorrevole in macchina.

Il **carbonato di calcio**, soprattutto di origine sintetica, è molto più economico e di più facile impiego, costituendo nella carta anche una riserva alcalina che favorisce la resistenza all'invecchiamento.

Il **biossido di titanio** o *bianco di titanio* (nelle forme cristalline anatasio o rutilio) è un pigmento bianco di elevato potere coprente ed opacizzante, impiegato soprattutto in carte di grammatura molto leggera.

Il **talco** (silicato idrato di magnesio) si presenta sotto forma di un materiale fogliaceo più o meno compatto, untuoso al tatto, con un buon punto di bianco e limitata abrasività che impartisce alla carta un particolare effetto tattile.

Le **sostanze collanti** hanno la funzione principale di accrescere, migliorare, proteggere e conservare i legami interfibrili, conferendo alla carta maggiore durabilità e resistenza a secco, nonché una certa impermeabilità ai liquidi ed agli inchiostri, rendendola scrivibile.

A seconda della tipologia di carta le sostanze collanti impiegate sono *amidi, gomme vegetali, resine naturali o sintetiche, cere, paraffina, caseina, gelatina, colofonia* più o meno saponificata.

Alcune sostanze collanti colloidali svolgono anche la funzione di **ritentivi**, che favoriscono il trattenimento delle particelle più minute all'interno del foglio nella fase più critica di formazione.

Per il trattamento in superficie si impiegano alcool polivinilico, carbosimetilcellulosa (CMC), metilcellulosa (MC) e agenti alginati con alto potere filmogeno.

I **coloranti** sono costituiti da pigmenti applicati alla carta per impartire le colorazioni volute.

Rientrano in tale categoria anche:

- gli *opacizzanti bianchi* - compresi fra gli elementi di carica finalizzati a migliorare la colorazione bianca (biossido di titanio, talco, gesso, ...),
- i cosiddetti *azzurranti* - che assorbono la luce diretta limitando la riflessione diffusa e neutralizzando la nuance giallognola della carta,
- gli *sbiancanti ottici* - sostanze fluorescenti che assorbono l'energia dei raggi ultravioletti trasformandola in luce visibile riflessa nel campo del blu-violaceo.

Come già anticipato, cariche, collanti e coloranti possono essere applicati anche sul foglio di carta già formato, in macchina continua o successivamente in fase di finitura.

4 IL PROCESSO DI FABBRICAZIONE DELLA CARTA

Il processo di fabbricazione della carta si basa sul fenomeno chimico-fisico della **feltrazione**, che permette alle fibre cellulosiche disperse in acqua di unirsi tenacemente fra loro quando dalla sospensione viene sottratta l'acqua.

Nella **fabbricazione della carta a mano** in *gualchiera*, questa operazione si realizzava nel *тино*, in cui veniva preparata la polpa diluendo con acqua la poltiglia estratta per battitura e lisciviazione da stracci di lino e cotone. Nella sospensione era immersa la *forma*, una sorta di setaccio, su cui si depositava un intreccio di fibre.

In questa fase si poteva formare una filigrana, quando sulla *forma* erano agganciati fili metallici opportunamente sagomati che impedivano il depositarsi uniforme della polpa, generando così un'immagine visibile in controluce.

Il foglio sgocciolato veniva rivoltato su un feltro ed impilato su altri feltri e fogli alternati, per essere poi sottoposti a pressatura in un torchio a vite. I fogli, con l'umidità ridotta al 50%, potevano così essere distaccati dai feltri ed essere essiccati naturalmente, distesi su corde di canapa in locali con grandi finestre che favorivano la buona ventilazione (stenditoi).

La carta prodotta dal *тино* per essere utilizzata come materiale scrittorio doveva essere *collata*, cioè impermeabilizzata agli inchiostri da scrivere. A tal fine i fogli di carta essiccati venivano immersi in un bagno di *gelatina animale* (ricavata dagli scarti delle concerie), sottoposti a pressatura e nuovamente essiccati all'aria.

Seguiva l'*apparecchiatura*, l'insieme delle operazioni di finitura ed allestimento, che più spesso era effettuata in città, nelle cosiddette *chambre*.

La prima operazione era la lisciatura o *cialandratura*, effettuata con uno speciale blocco di selce, di agata o di vetro (*cialandro*) su un tavolo rivestito di pelle, che aveva lo scopo di levigare le due superfici del foglio di carta.

Seguiva la cernita o *sceglitura*, con la quale si separavano i fogli rotti o comunque difettosi (*cernaglia*), ovvero si riparavano i difetti di lieve entità (gruppi fibrosi, schegge di legno, ecc.).

I fogli risultati buoni venivano infine contati, piegati, quinternati a 25 fogli e fasciati ogni 20 quinterni, a formare risme di 500 fogli, che venivano immagazzinate o spedite ai clienti.

Nelle **moderne cartiere** tutte le operazioni di formatura del foglio, pressatura, essiccazione e finitura superficiale vengono svolte in continuo in particolari macchine dette *macchine continue*.

Ad esse viene alimentata la soluzione di cellulosa attraverso una fessura larga quanto il foglio che si vuole ottenere su una tela che scorre in continuo, e lungo il percorso il foglio viene formato per gocciolamento dell'acqua, asciugato per pressatura, ed essiccato mediante cilindri riscaldati a vapore. In macchina sono inoltre effettuati trattamenti delle superfici del foglio mediante spalmatura di patine ed attraverso il passaggio dello stesso attraverso particolari cilindri pressatori.



Fabbricazione



Collatura



Cialandratura

4.1 LA FABBRICAZIONE INDUSTRIALE DELLA CARTA

Volendo schematizzare il ciclo produttivo della carta a partire da cellulosa e pasta da carta, si possono individuare le seguenti 4 fasi:

- preparazione della massa fibrosa o impasto,
- formazione del supporto,
- trattamenti della superficie con patinatura,
- finitura e allestimento.

Ciascuna fase a sua volta implica un insieme di lavorazioni tra loro correlate.

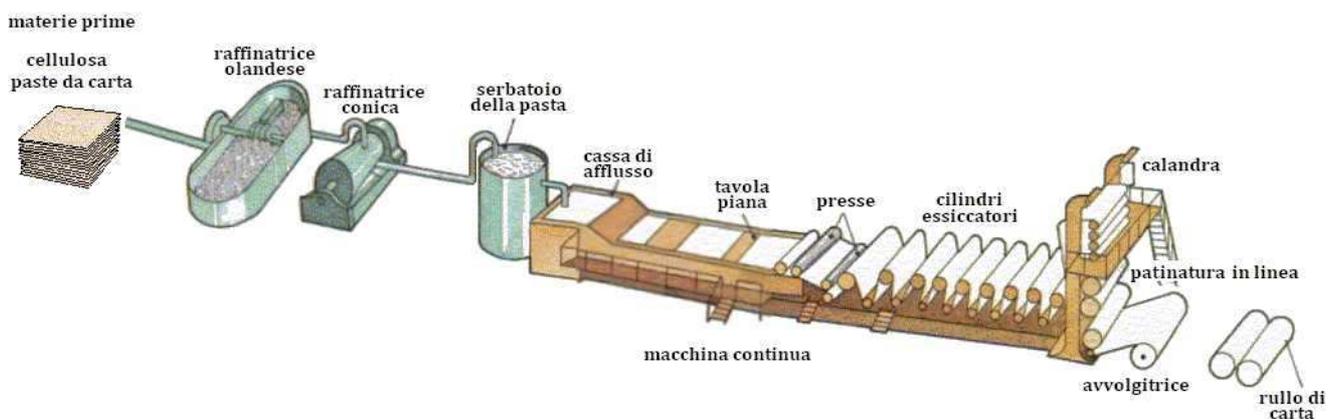
Con la preparazione dell'impasto, nella quale si impiega normalmente l'acqua recuperata dalla macchina continua, si effettuano tutte le operazioni necessarie a ottenere una massa fibrosa idonea per l'alimentazione della macchina continua, dallo spappolamento del materiale fibroso, alla raffinazione, con l'aggiunta dei componenti ausiliari e una giusta diluizione dell'impasto.

La formazione del supporto di base comprende:

- l'alimentazione della sospensione fibrosa verso il distributore, detto *cassa d'afflusso*;
- il suo rilascio sulla tela della *tavola piana*, o tra due tele nel caso del *gap-former*;
- la progressiva eliminazione dell'acqua, inizialmente per drenaggio a gravità attraverso le maglie della tela, poi per aspirazione, per pressatura ed infine per essiccazione.

Seguono le finiture in macchina continua comprendenti l'applicazione su entrambi i lati di collanti e di un primo strato di patina o prepatina, nonché la calandratura.

Infine si effettua la bobinatura del nastro di carta, pronta per ulteriori trattamenti di patinatura o per l'invio al reparto di finitura ed allestimento.



Schema del ciclo di fabbricazione della carta da cellulosa e da paste da carta

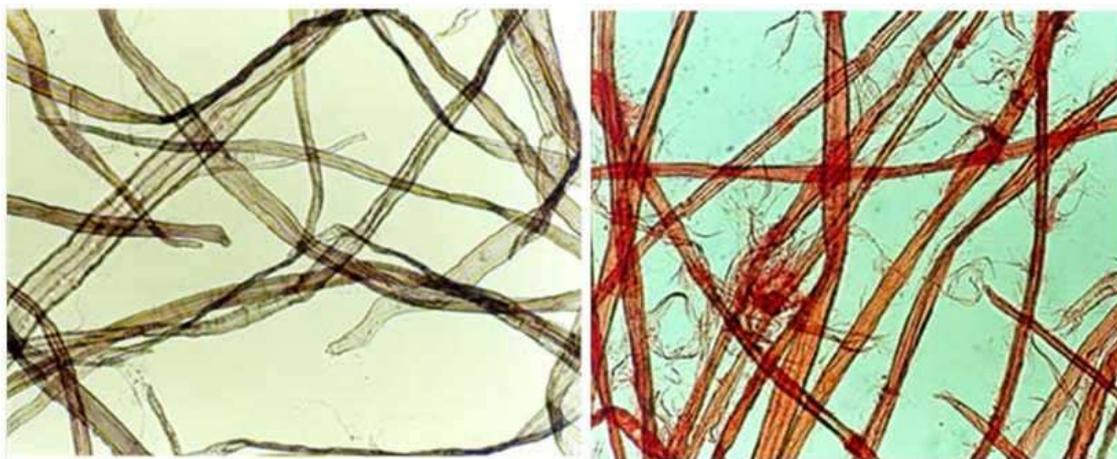
4.1.1 Preparazione dell'impasto

I vari tipi di cellulosa e di paste da carta, acquistati in balle di fogli di alto spessore e accatastati nei magazzini, vengono prelevati ed avviati allo **spappolamento** nel *pulper*, costituito da un cilindro con la parte inferiore tronco-conica, nel quale è inserita di una girante dentata, il cui moto vorticoso mette in sospensione acquosa la fibra.

Seguono una **filtrazione** per intercettare corpi estranei e la **depastigliatura** per la disintegrazione di nodi ed aggregati fibrosi. Il depastigliatore è costituito da statore e rotore muniti di barre e corone dentate con interferro regolabile.

Al fine di produrre un foglio di carta con buona resistenza meccanica e regolare distribuzione delle fibre (*speratura* uniforme) si rende necessaria la successiva fase di **raffinazione**, che può essere considerata la fase più importante nella produzione della carta.

I raffinatori sono costituiti da coni o piastre munite di lame (raffinatori olandesi, conici, a 2 o 3 dischi, fissi e girevoli o controrotanti) e sottopongono le fibre ad un energico trattamento meccanico di compressione, frizione e taglio che ne modifica la struttura fisica. In raffinazione la fibra perde la sua originaria rigidità divenendo più plastica e flessibile ed idonea alla formazione di ampie zone di contatto in cui possono radicarsi i legami tra una fibra e l'altra, indispensabili per la formazione e per una buona resistenza del foglio.



Fibre non raffinate

Fibre raffinate

L'**epurazione** finale, con idrocycloni o elementi forati o fessurati, garantisce la separazione di corpi estranei ed impurezze pesanti.

Fra le diverse lavorazioni, intervallate di stoccaggi in tine mantenute in agitazione con eliche o con pompe di circolazione, o dopo l'epurazione finale, a seconda delle tipologie di carta, possono essere effettuati trattamenti con materie prime non fibrose o aggiunte di additivi di carica o di impasto:

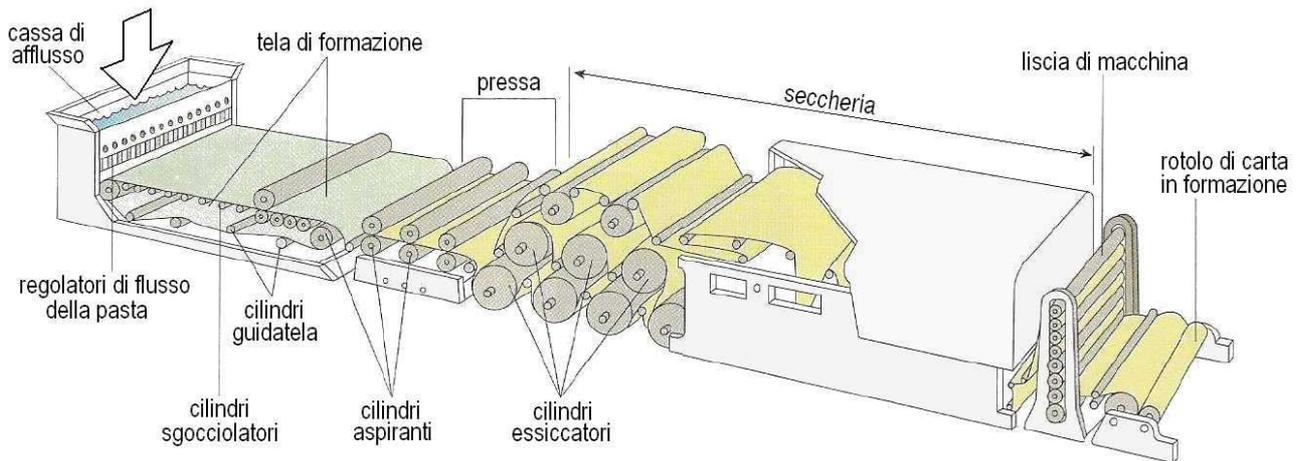
- **collanti** (colofonia e solfato di allume, o dispersioni di resine sintetiche) per conferire alla carta resistenza alla bagnatura ed una parziale idrorepellenza che, nella scrittura, regola l'assorbimento di inchiostro, impedendone il trapasso e la sbavatura;
- **cariche** (caolino, talco, carbonato di calcio, biossido di titanio, silicati sintetici, ecc.) per conferire corpo alla carta, migliorando le caratteristiche di opacità, levigatura e stampabilità;
- **coloranti** (solubili o pigmenti, minerali od organici); coloranti blu o violetti correggono la bianchezza delle carte bianche (azzurraggio, nuanzatura); sbiancanti ottici (sostanze fluorescenti incolori) migliorano la bianchezza della carta per trasformazione degli UV in blu;
- **additivi** per aumentare la resistenza a secco (amidi, mannogalattani, carbossimetilcellulosa) o per conferire resistenza ad umido (resine ureiche o melamminiche, polietilenimina, ecc.).

Infine l'impasto, diluito dalla pompa di mescolazione (*fan pump*) con acqua sottotela fino a 0,5–1%, viene immesso, attraverso un *vaschino a livello costante*, nella *cassa d'afflusso* che alimenta la macchina continua a *tavola piana*.

4.1.2 Formazione del supporto – La macchina continua

La macchina continua, alimentata dalla *cassa d'afflusso*, comprende la sezione di formazione del supporto di base (*tavola piana*), la sezione presse e la seccheria.

Le più moderne macchine possono arrivare a 10 m di larghezza ed a velocità di produzione di circa 1.500 m/min, con una produzione giornaliera che può essere dell'ordine di centinaia di tonnellate.



Schema di macchina continua a tavola piana

Cassa di afflusso

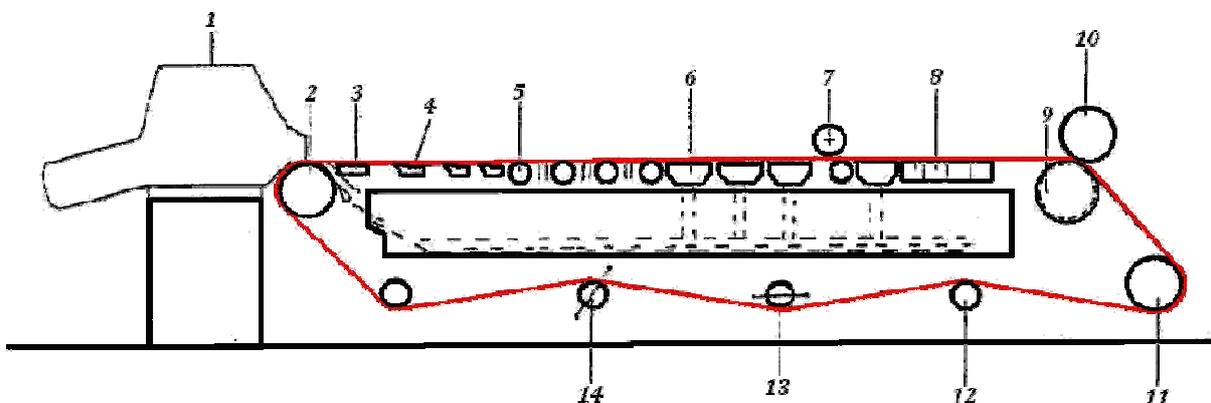
La *cassa di afflusso* - contenitore a forma parallelepipedica, chiusa e pressurizzata, posta in orizzontale immediatamente prima della tela di macchina - ha la funzione di distribuire la sospensione fibrosa quanto più uniformemente possibile in tutta la larghezza della *tavola piana* attraverso la una fessura (*bocca d'afflusso - slice*), delimitata da un labbro inferiore fisso ed un labbro superiore mobile e regolabile per compensare le variazioni di grammatura lungo il profilo.

La velocità del getto deve essere vicina a quella della tela, in quanto, se la velocità della tela è superiore a quella del getto, le fibre tenderanno a orientarsi e allinearsi nello stesso senso di scorrimento della tela, conferendo al foglio caratteristiche meccaniche in senso longitudinale molto diverse rispetto a quello trasversale.

Il rapporto tra le velocità della tela e quella del getto è definito come *rapporto di scorrimento*.

Sezione di formazione

La *tavola piana* è costituita da una tela metallica (o in tessuto plastico) con 25-30 maglie/cm a forma di nastro continuo, sulla quale avviene la separazione dell'acqua per drenaggio attraverso le maglie della tela, che trattiene le parti solide.



Schema di una tavola piana:

- | | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1. cassa d'afflusso | 2. cilindro capotela | 3. tavola di formazione | 4. lame drenanti |
| 5. cilindri sgocciolatori | 6. casse aspiranti umide | 7. cilindro ballerino | 8. casse aspiranti |
| 9. cilindro aspirante | 10. cilindro pressore | 11. cilindro comando tela | 12. cilindro della tela |
| | 13. cilindro castigatela | 14. cilindro tenditela | |

A partire dallo *slice* della *cassa d'afflusso* la tela è sorretta dal rullo capotela, da una tavola di formazione (su cui cade il getto di pasta), da una serie di lame drenanti e rulli sgocciolatori, da casse aspiranti umide (vuoto <10 kPa) e casse aspiranti (vuoto > 35 kPa); infine vi è un cilindro aspirante (vuoto >80 kPa) contrapposto ad un cilindro pressore. Nel ritorno la tela passa sul cilindro di comando, e fra cilindri tenditela e guidatela, ripulita da spruzzi d'acqua in pressione.

Sulla tela il foglio di carta in formazione viene pressato dal cosiddetto cilindro “*ballerino*”.

Inizialmente il drenaggio avviene per gravità; diminuendo il drenaggio naturale dell'acqua, si rende indispensabile l'applicazione di opportuni sistemi per una aspirazione sempre più intensa (*foils*, *vacufoils* e *casse aspiranti*), al fine di ottenere un'ulteriore rimozione dell'acqua dallo strato fibroso.

Alla fine della tavola piana il foglio umido è formato.

Il contenuto secco del foglio passa da 1,5 – 3% dopo i rulli sgocciolatori, a 10 – 15% dopo le casse aspiranti, a 20 – 25% dopo il rullo aspirante, dove il foglio lascia la sezione di formazione per entrare nella successiva sezione *presse umide*.

Nella fase iniziale del drenaggio si determinano le caratteristiche più importanti della carta come, la *speratura*, la resistenza uguale in tutte le direzioni (isotropia), la distribuzione delle parti fini e delle materie di carica nello spessore e l'impronta della tela su cui si forma il supporto.

La diversa ritenzione delle parti fini, soprattutto delle cariche, che si viene a determinare durante il processo di produzione del nastro sulla tavola piana, dà luogo ad una variazione nella struttura e nella composizione in senso ortogonale al feltro.

L'effetto più evidente è il *doppio viso*, vale a dire una certa dissomiglianza tra i due lati della carta.

Per ovviare a questo problema sono stati ideati ed applicati altri tipi di formatori basati sul concetto della doppia tela a scorrimento verticale o subverticale, detto *a tele gemelle* o *gap-former*.

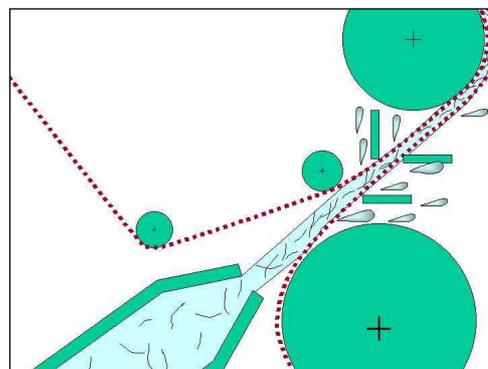
In questo sistema l'impasto viene introdotto nell'angolo formato da due tele convergenti ed il primo drenaggio avviene per effetto della pressione esercitata dalle due tele nei cambi di direzione a cui fa seguito quello delle casse di aspirazione.

In tal modo si ottiene una ripartizione simmetrica delle cariche e delle parti fini nel senso dello spessore della carta, a cui corrispondono simmetriche caratteristiche di stampabilità sui due lati.

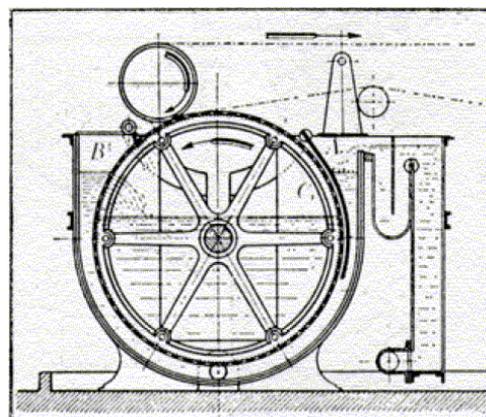
Nel sistema *a forma in tondo* l'impasto viene alimentato alla vasca in cui è immerso il cilindro formatore.

L'acqua entra nel cilindro, mantenuto in lenta rotazione, depositando la fibra sulla la tela di cui è rivestito. Dalla superficie emersa lo strato di fibre viene trasferito su un feltro semiasciutto appoggiato superiormente. Il foglio trasportato dal *feltro levatore* viene pressato per togliere l'eccedenza di acqua, asciugato passando su dei cilindri caldi e passato in un bagno di gelatina. La collatura in superficie con colla animale è normalmente preceduta da una parziale collatura in impasto con resina.

Dall'interno del cilindro l'acqua viene estratta con continuità, così da costringere l'acqua dell'impasto a entrare attraverso la rete depositandovi le fibre.



Sistema “gap former”



Formatrice “in tondo”

Con la macchina *a forma in tondo* viene fabbricata la cosiddetta *carta a manomacchina*, con i bordi sfrangiati ad imitazione della carta fabbricata a mano.

Per ottenere questo effetto, si applicano sul mantello del tamburo creature strisce di gomma o di tela cerata ovvero una serie di fili divisorii, che lo dividono in sezioni corrispondenti ai singoli fogli, e che imprimono su tutta la superficie del nastro di carta una rete di strie sottili.

Alla fine del percorso il nastro ancora umido viene lacerato a mano lungo le linee indebolite, ottenendo fogli con i cosiddetti «bordi strappati» che vengono definitivamente asciugati. Dopo l'asciugatura è prevista la lisciatura passando sotto presse a cilindri.



Tamburo filigranato

La *carta a manomacchina* è di alta qualità, spesso filigranata o vergata.

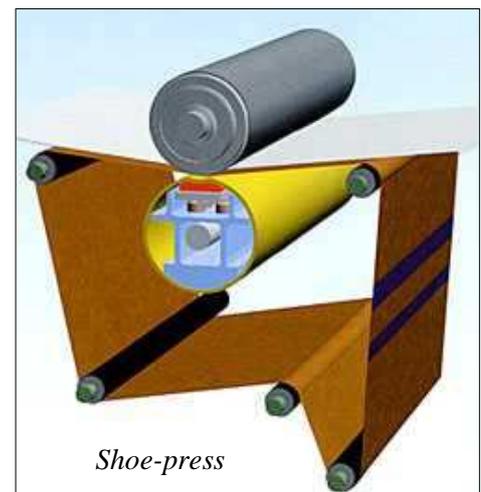
Sezione presse umide

È costituita da una serie di grandi rulli di compressione in acciaio e serve per eliminare quanta più acqua possibile per pressatura meccanica. Nel passaggio attraverso le presse il foglio è supportato da feltri umidi che favoriscono l'asporto dell'umidità.

Ci sono *presse piane* (cilindri sovrapposti con rivestimento in gomma), *presse aspiranti* (un cilindro piano ed uno aspirante), *presse doppie* (tre cilindri in successione), *presse scanalate*, *presse "fabric"* (con l'interposizione di una tela fra feltro e cilindro piano), *presse a pattino* (*shoe-press*, cilindro su placca fissa).

In particolare con le *shoe-press*, impiegate a seguito del crescente incremento della velocità delle macchine continue, si aumenta l'area di contatto, consentendo al nastro una maggior permanenza sotto l'effetto della pressione e, di conseguenza, una maggiore disidratazione.

All'uscita della sezione presse il contenuto di secco del foglio arriva a 40 – 50%.



Shoe-press

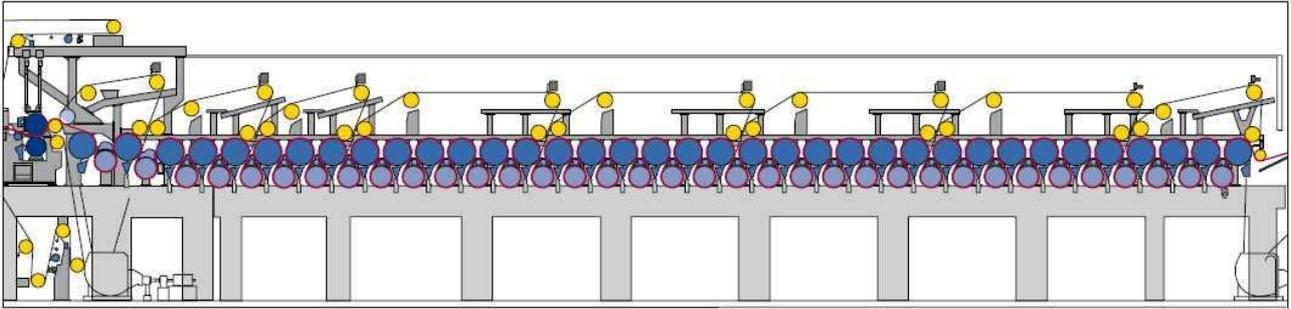
Seccheria

È l'ultima sezione della macchina continua, ove l'acqua residua trattenuta per capillarità viene eliminata per evaporazione. La seccheria è costituita da una serie di cilindri riscaldati a vapore (fino a 70), attraverso i quali passa il foglio. I cilindri sono disposti in modo tale che il velo di carta entra prima in contatto con un lato e successivamente con l'altro, per favorire una asciugatura omogenea.

La perfetta aderenza è assicurata con l'impiego di feltri essiccatori o tele essiccatrici, ad anello chiuso, che premono il foglio contro la superficie dei cilindri.

Soffianti d'aria calda provvedono ad eliminare ogni residuo di umidità dalle maglie delle tele, che ritornano, asciutte e condizionate, a svolgere la loro funzione; l'aria umida viene espulsa previo recupero del calore in appositi scambiatori.

Durante l'essiccamento per evaporazione sono infatti necessari **calore**, per consentire l'evaporazione dell'acqua, e **circolazione d'aria**, per rimuovere il vapore prodotto.



Seccheria, costituita da settori di cilindri riscaldati a vapore

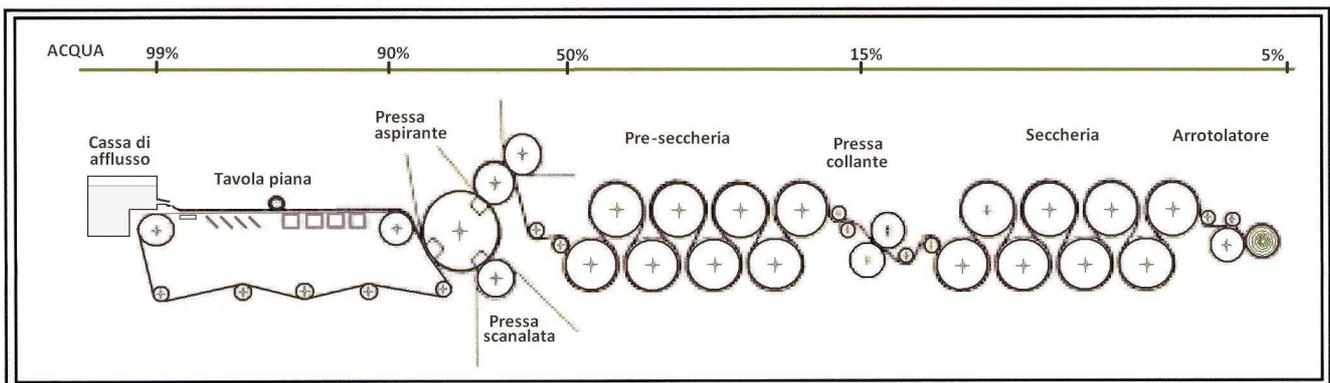
La seccheria è suddivisa in più settori, detti batterie (fino a 5), ciascuno con temperatura crescente rispetto ai precedenti. Infatti il nastro di carta non deve essere sottoposto a shock termici e le batterie essiccatrici devono somministrare calore in maniera graduale ed ottimizzata.

Nei primi settori la temperatura dei cilindri essiccatori è mantenuta attorno a 60-70°C con temperature della carta attorno a 30°C: temperature troppo elevate all'inizio possono provocare spelature e spolvero ed essere molto dannose per la carta. Nei settori intermedi la temperatura dei cilindri è attorno a 90-100°C. Nella parte finale la temperatura dei cilindri arriva fino a 120°C (140°C per il cartone) a la temperatura del foglio attorno a 90°C.

La seccheria è complessivamente racchiusa da cappe che mantengono un microclima esterno accettabile per gli addetti e consentono un'efficace circolazione dell'aria calda e l'aspirazione del vapore che si forma. L'aria calda, insufflata tra i cilindri, ed il continuo ricambio consente di evitare la saturazione e la condensazione del vapore, facilitando l'evaporazione dell'umidità.

Alla fine della seccheria il tenore di secco della carta arriva al 93 – 95% e l'umidità residua è quella congiunta alle fibre con legami chimici e meccanici molto forti.

Nella seguente figura è schematicamente riportato lungo tutto il percorso della macchina continua il contenuto d'acqua del foglio di carta, complemento a 100 del contenuto di secco.



Contenuto d'acqua del foglio di carta lungo il percorso della macchina continua

4.1.3 Trattamenti di superficie in macchina continua

Sempre più spesso in macchina continua, all'uscita o in una zona intermedia della seccheria, il foglio viene sottoposto ad eventuali trattamenti di superficie, volti a conferire alla carta le caratteristiche desiderate.

I principali trattamenti di superficie sono la **collatura**, la **patinatura** e la **calandratura**.

Collatura

La **collatura** ha la funzione di regolare l'assorbimento di acqua da parte della superficie del foglio.

I collanti hanno dunque il compito di conferire alla carta:

- incremento della resistenza;
- riduzione dello *spolvero* e della *spelatura*;
- idoneità alla scrittura, con risparmio di inchiostro da stampa;
- creazione di un supporto per l'eventuale patinatura o siliconatura.

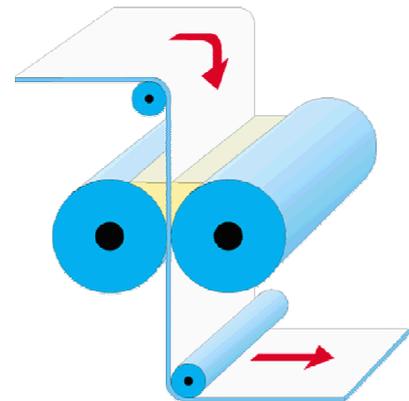
Mentre la collatura *in massa* o *in impasto* controlla la penetrazione del liquido per tutto lo spessore del foglio, la collatura *in superficie* o *in macchina* impartisce un legame meccanico molto serrato alle fibre che si trovano in superficie, saldandole al resto dell'impasto fibroso sottostante. Si crea dunque una pellicola resistente al tiro degli inchiostri ed alla penetrazione degli oli da stampa, che migliora la finitura superficiale e la resistenza del foglio allo strappo.

Per la collatura superficiale, che anticamente veniva eseguita a mano per immersione in gelatina o colle a base di farina, vengono oggi impiegati principalmente **amidi** naturali o modificati, **alginati**, **carbossimetilcellulose**, **alcool polivinilico** o **metilcellulosa**, che hanno permesso notevoli progressi tecnici ed una buona economia.

Viene eseguita nella parte terminale della seccheria in presse collanti del tipo *size press* o *film press*.

In entrambi i casi la collatura avviene fra due cilindri che regolano e determinano la quantità di colla da applicare contemporaneamente ad entrambe le facce della carta:

- con il metodo *size-press* la colla viene distribuita a spruzzo su entrambe le facce della carta a formare un *pozzetto*;
- con il metodo *film-press* la colla viene predosata sui cilindri che poi la applicano sui due lati del foglio, riducendo gli schizzi, potendolo così impiegare anche in macchine ad alta velocità.



Schema di *size-press*

Dopo l'applicazione della colla si effettua l'essiccamento mediante l'impiego, anche in combinazione, di:

- sistemi ad irraggiamento,
- sistemi ad aria calda,
- cilindri essiccatori (post-seccheria).

L'**impianto ad irraggiamento I.R.** prevede la combustione di una miscela di aria e gas che riscalda piastrelle di ceramica, che poi, irradiano nell'infrarosso la carta appena collata.

Il **sistema ad aria calda** prevede l'impiego di cappe installate sui lati del foglio appena dopo la collatura, la cui temperatura è regolata da un flusso d'aria riscaldata con il vapore.

Soltanto dopo il consolidamento della patina è possibile completare l'essiccazione della carta fino a 3-5% di umidità in **seccheria**, mediante il contatto con cilindri riscaldati a vapore.

Patinatura

La **patinatura** ha la funzione di migliorare l'aspetto superficiale della carta e la stampabilità.

Essa consiste nell'applicazione su una o su entrambe le facce del foglio di uno o più strati di **patina**, costituita da una dispersione acquosa di sostanze minerali (pigmenti), adesivi ed additivi vari, con lo scopo di chiudere gli interstizi tra fibra e fibra, livellare le asperità e formare una pellicola uniforme, che rende la carta più bella e gradevole alla vista e al tatto e assai più adatta a ricevere la stampa.

Sempre più spesso anche la patinatura, pluristrato (*blade on blade*) o almeno la stesura di un primo strato di patina (*prepatinatura*), viene eseguita *in macchina*, mediante dispositivi inseriti direttamente nel corpo della macchina continua.

I componenti delle patine, le cui formulazioni sono oggetto di continui studi e ricerche, sono:

- **pigmenti**, che devono possedere un elevato grado di bianco, opacità ed inerzia chimica (caolino, carbonato di calcio, talco, bianco satin, solfato di bario, biossido di titanio);
- **adesivi**, con alto potere legante per assicurare il consolidamento della patina ed il suo ancoraggio al supporto (leganti naturali quali caseina, amido, carbossimetilcellulosa, o sintetici come l'alcool polivinilico, o lattici sintetici stirolici, acrilici, vinilici);
- **additivi**, con funzione di favorire la preparazione e l'applicazione della patina e di migliorare le caratteristiche del prodotto (disperdenti, lubrificanti, conservati, candeggianti ottici, ecc.).

I sistemi di patinatura utilizzati, anch'essi in continua evoluzione e perfezionamento, si basano sui sistemi di applicazione *a film* ed *a lama*.

La **patinatura a film** applica sul supporto uno spessore di patina prestabilito; lo strato di patinatura segue i contorni della carta base, producendo uno strato di patinatura di spessore costante.

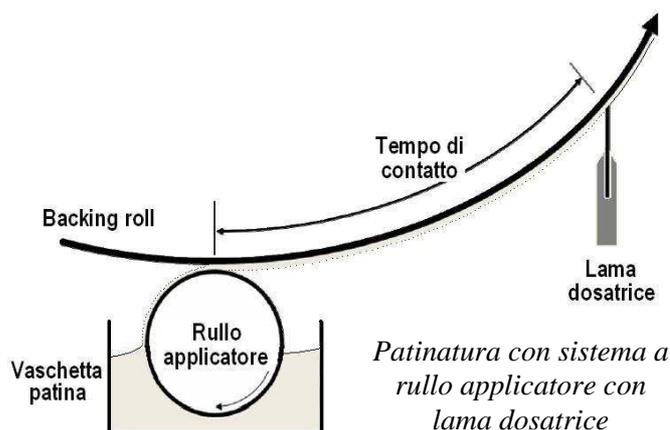
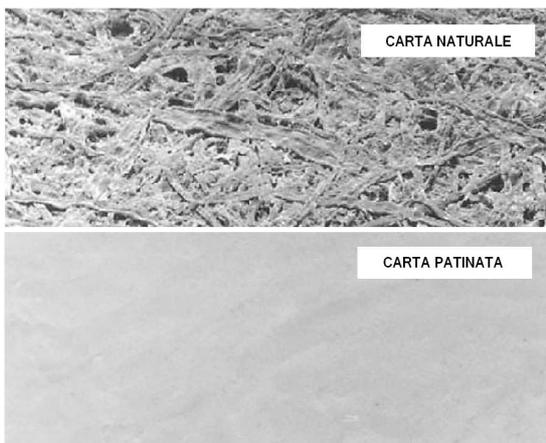
La **patinatura a lama** applica uno strato di patinatura maggiore rispetto al volume finale di patina richiesto; l'eccesso viene raschiato da una lama che lascia uno strato liscio di patina sulla superficie.



Patinatura a film



Patinatura a lama

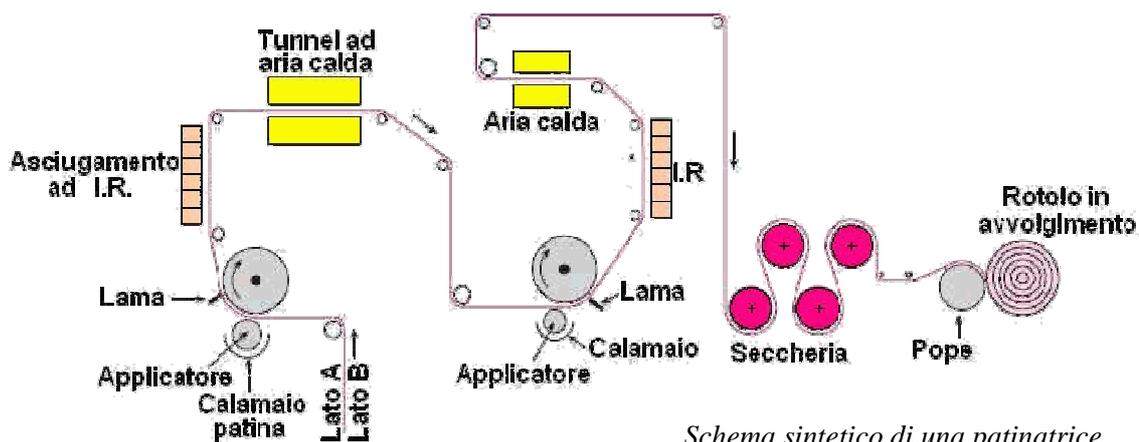


Patinatura con sistema a rullo applicatore con lama dosatrice

Le patinatrici più avanzate sono con lama del tipo *a pozzetto*, *size press*, a *cilindri dosatori e cilindri patinatori* (*Gate-Roll-Coated* e *Gate-Roll-Inverted-Coated*), con *cilindro cromato* (*Cast-Coating*) a *rullo applicatore*, a *rullo livellatore*, *Jet-Flow* ecc.

Le lame che regolano il livello della patina possono essere del tipo *raschiante* (*stiff-blade*) o *lisciante* (*bent-blade*), a seconda dell'inclinazione e della forma del dente.

L'**asciugatura/essiccazione**, similmente a quanto accade con la collatura, prevede l'impiego, anche in combinazione, di sistemi ad irraggiamento, sistemi ad aria calda, e cilindri essiccatori.



Schema sintetico di una patinatrice

Calandratura

La calandratura conferisce alla carta l'effetto finale, correggendo eventuali piccole anomalie nella struttura ed aumentando il grado di lucido e di liscio.

Con carta patinata, ma anche con carta in cui le cariche (carbonato di calcio e caolino) sono state aggiunte nell'impasto, la calandra lucida la superficie per conferire al foglio maggiore omogeneità ed una finitura lucida, secondo le specifiche desiderate.

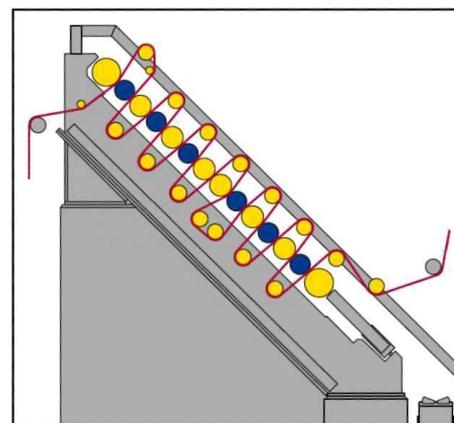
Le **calandre calde** sono costituite da cilindri di ghisa riscaldati a vapore in pressione. Esse lavorano per l'effetto combinato di calore e pressione, che lucida la superficie della carta al livello richiesto.

La **calandre fredde**, in cui un certo riscaldamento si produce per attrito durante l'esercizio, sono costituite da una serie di cilindri sovrapposti, alternativamente di ghisa e rivestiti di materiale morbido (cartalana o gomma).

La loro spiccata azione di lucidatura si ha per effetto del frizionamento causato dal leggero differenziale di velocità tra il rullo in acciaio e il rullo più morbido. A circa metà della calandra si trovano due cilindri morbidi contigui atti a invertire la superficie del foglio a contatto con la ghisa: quella che prima toccava i cilindri in ghisa toccherà quelli rivestiti in materiale morbido e viceversa.

Al termine della seccheria è posta una calandra formata di 4-8 cilindri, tutti in ghisa fusa in conchiglia con la superficie speculare, chiamata anche **liscia di macchina**.

La calandra costituita da 12-18 cilindri, alternativamente rigidi e rivestiti di materiale morbido, è detta **supercalandra**. Considerato che la calandratura su foglio umido consente di ottenere una migliore brillantezza, durante il percorso la carta viene fatta uscire e rientrare con l'ausilio di cilindretti guidacarta, allo scopo di poter umidificare il foglio mediante getti di vapore. Inoltre la particolare forma dei cilindretti permette di distendere il foglio evitando pieghe o grinze.



Supercalandra



Avvolgitore di fine macchina

All'uscita dalla macchina continua il nastro di carta viene arrotolato da un cilindro avvolgitore, il **pope**, a formare una grossa bobina madre, del peso di diversi quintali e di larghezza pari alla larghezza utile della macchina.

4.1.4 Finitura ed allestimento

Finitura

Col termine “*finitura*” s’intendono tutti i trattamenti di superficie effettuati dopo la macchina continua per conferire al nastro di carta il grado di lucido o l’effetto finale desiderato.

Si tratta dunque in primo luogo di **patinature** e **calandrature** effettuate *fuori macchina* sui rotoli grezzi prelevati dai reparti di stoccaggio dei semifiniti, secondo le specifiche dei vari clienti.

Altre lavorazioni di finitura possono essere:

- **goffratura,**
- **crespatura,**
- **telatura,**
- **siliconatura,**
- **paraffinatura,**
- **accoppiamento.**



Carta goffrata

Per ogni tipo di lavorazione vengono impiegate apposite macchine dotate di rulli che imprimono sul nastro di carta un disegno a rilievo, ovvero che spalmano ed impregnano il nastro stesso con patine particolari, ovvero che accostano ed incollano il nastro di carta ad altri materiali stratificati.

Allestimento

Con il termine “*allestimento*” si intendono tutte quelle operazioni a cui viene sottoposto il nastro di carta finito nella sua struttura per essere trasformato in bobine e/o in fogli stesi e reso idoneo alla commercializzazione.

Le operazioni relative all’allestimento sono:

- svolgimento e riavvolgimento
- taglio con lame circolari (*trimmer*) e bobinatura
- taglio in fogli
- imballaggio ed etichettatura.

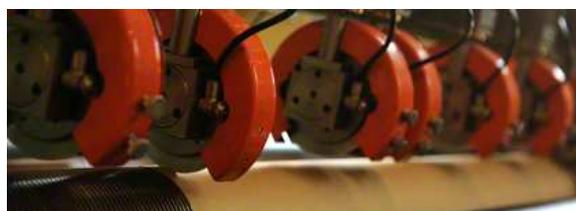
Svolgimento e riavvolgimento del nastro di carta sulla macchina per il taglio in bobine servono per individuare ed eliminare eventuali difettosità e non corrispondenze agli standard qualitativi richiesti.

La **bobinatura** consiste nel sezionamento della bobina *madre* in bobine di minori dimensioni, le cosiddette bobine *figlie*, della larghezza richiesta dal cliente nel caso di impiego per stampa in rotativa, ovvero della larghezza del lato minore in caso di taglio in fogli stesi.

Per tale operazione viene impiegata una *bobinatrice* dotata di coltelli circolari (*trimmer*) distanziati in funzione della larghezza delle bobine richieste.



Bobinatrice



Trimmer

Fattori importanti nell'esecuzione della bobinatura sono la corretta guida della carta, per evitare la formazione di pieghe, e la regolare tensione di avvolgimento del nastro tagliato.

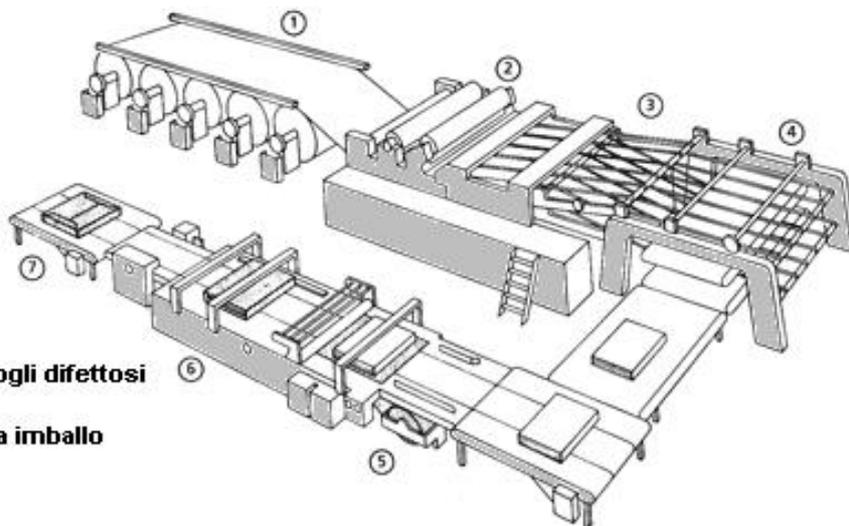
Generalmente sono ammesse tolleranze dell'ordine di ± 1 mm.

Per il **taglio delle bobinette in fogli** si impiegano taglierine rotative trasversali, costituite da due lame rotanti sincronizzate o da una lama mobile che agisce su un controcoltello fisso.

I fogli tagliati sono quindi convogliati tramite una serie di nastri trasportatori ad una sezione di controllo e selezione, con scarto dei fogli difettosi, e successivamente al sistema di raccolta e di composizione delle risme o dei pallett.

Taglio in fogli per il confezionamento di risme

1. Sbobinatori
2. Taglio trasversale
3. Deflettori per scarto fogli difettosi
4. Formazione risma
5. Alimentazione carta da imballo
6. Impacchettatura
7. Uscita



Nella fase di raccolta i fogli vengono contati elettronicamente, e, nel caso di accatastamento su pallett, vengono automaticamente inserite delle strisce di conteggio, le cosiddette *bandierine*, per consentire una rapida valutazione della quantità della carta. Nelle taglierine di ultima generazione l'inserimento delle *bandierine* è sostituito da una segnatura ad \times effettuata sul bordo della mazza dei fogli mediante un sistema a getto d'inchiostro che offre la precisione di ± 1 foglio.

Anche in questo caso la tolleranza nelle misure è dell'ordine di ± 1 mm. Nel caso vengano richieste misure rigorose, per lavori grafici di particolare precisione, è possibile procedere ad un taglio supplementare effettuato con il tradizionale *tagliacarte a ghigliottina*.

Imballo

L'imballo prevede il completo avvolgimento della pila di carta con polietilene termoretraibile o film plastico estensibile, con la funzione di mantenere costante il contenuto di umidità interna e di proteggere il materiale cartaceo dalla polvere, dalla luce e dalle condizioni ambientali esterne durante il trasporto e lo stoccaggio.

Per una corretta conservazione l'umidità relativa della carta deve essere mantenuta attorno al 50% a 18/20°C.

Infine, prima del trasporto dei bancali ai magazzini della carta pronta per la spedizione al cliente, sugli imballi vengono apposte le **etichette** riportanti i dati salienti del prodotto: nome del fabbricante, tipo di carta, formato, grammatura, direzione della fibra, numero dei fogli, nonché una numerazione che consente di risalire al lotto di fabbricazione.



Pallett per fogli in formato A0

4.2 PRODUZIONE DELLA CARTA A PARTIRE DA MACERO

Per il reimpiego della carta da macero come materia prima è necessario che le relative fibre vengano *rinobilitate* e rese idonee alla produzione di nuova carta.

Il processo si differenzia nella fase di preparazione dell'impasto, durante il quale, soprattutto per alcune qualità di *macero*, devono essere separati i materiali indesiderati (plastiche, metalli, vetro, sabbia, colle e paraffine), talora presenti in quantità rilevante.

La prima grossolana azione di pulizia dell'impasto avviene già durante lo **spappolamento** nel pulper con produzione del cosiddetto *scarto di pulper*. Successivamente la depurazione con **separazione dei contaminanti** avviene per centrifugazione, per effetto gravimetrico e mediante il passaggio forzato attraverso fori e fessure di superficie molto piccola.

Segue il **frazionamento**, con il quale le fibre vengono divise in "corte" (fibre che hanno già subito diversi cicli di lavorazione) e "lunghe" (fibre più nuove e resistenti).

In una **seconda fase di depurazione** vengono separati contaminanti come cere, paraffine, catrame, colle e simili; infine si effettuano la **raffinazione** dell'impasto, operazione che ha il compito di esaltare la resistenza meccanica delle fibre lunghe, e una **terza fase di depurazione** "fine".

Se necessario, per utilizzi qualitativamente più impegnativi, il processo di preparazione dell'impasto viene integrato inserendo trattamenti di **disinchiostrazione** finalizzati ad elevare il grado di bianco ed avvicinare la qualità del prodotto alla fibra vergine.

Essi vengono effettuati mediante successive fasi di dispersione in tensioattivi e flottazione, intervallate da fasi di addensamento; il loro numero dipende dal livello qualitativo dell'impasto che si vuole ottenere.

In ogni caso la qualità finale dell'impasto prodotto a partire da macero è strettamente correlata con le caratteristiche qualitative del macero utilizzato e con l'intensità del processo di purificazione. Quindi per la produzione di carta di qualità (p.es. patinato) si dovrà impiegare un macero più selezionato rispetto a quello utilizzabile per produrre carta per quotidiani o cartone.

Dopo l'aggiunta dei prodotti chimici ausiliari, l'impasto così preparato è pronto per essere mandato in macchina continua e seguire il normale ciclo di formazione del foglio.



*Balla di carta da macero
(Qualità superiore)*



*Raccolta differenziata
della carta*

4.3 PRODUZIONE DI CARTA AD USO IGIENICO E SANITARIO – TISSUE

La carta ad uso igienico e sanitario "*tissue*" differisce dalle altre tipologie di carta in primo luogo per la ridotta grammatura che varia fra 12 e 30 g/m². In fase di trasformazione vengono accoppiati più strati ottenendo un prodotto finito formato da 1 fino a 4 veli, le cui caratteristiche fondamentali sono la **sofficità**, **morbidezza**, **spessore** e **capacità di assorbenza** dei liquidi.

La trasformazione finale della carta *tissue* nei prodotti finiti confezionati viene talora svolta in stabilimenti esterni (cartotecniche), nel qual caso la cartiera produce grandi bobine di semifinito (*jumbo roll* o *parent reel*).

La fase di **preparazione dell'impasto** è analoga al processo tradizionale. Per conferire alla carta resistenza a secco all'acqua di lavorazione sono aggiunti amido e resine, mentre per la preparazione di carta idroresistente vengono impiegate particolari resine che, dopo polimerizzazione, conferiscono al prodotto la capacità di resistere al bagnato.

Nella fase di **formazione del supporto**, in bassa grammatura, il cuore del processo di fabbricazione "*tissue*" è costituito dall'essiccazione effettuata mediante un cilindro cavo di ghisa di grande diametro (*cilindro monolucido*), sul quale il nastro di carta viene fatto aderire e dal quale viene successivamente distaccato per mezzo di una lama crespatrice, che conferisce alla carta l'aspetto caratteristico dei prodotti *tissue*.

Il *cilindro monolucido*, racchiuso da cappe, è riscaldato internamente con vapore ed esternamente con getti dall'alto d'aria calda a temperatura intorno ai 400°C, che viene parzialmente ricircolata.

Una recente innovazione tecnologica (processo *Through Drying*), con la quale la carta è seccata mediante il passaggio dell'aria calda attraverso le fibre, consente di ottenere un prodotto con particolari caratteristiche di morbidezza, sofficità e spessore associate a grammature inferiori. Tuttavia, a fronte di un minor impiego di cellulose, questa tecnologia rispetto alla tradizionale comporta un maggior consumo energetico, elettrico e termico.

La trasformazione del semilavorato in prodotto finito (allestimento) comprende tutte le operazioni necessarie a trasformare la carta bobinata nei prodotti confezionati (carte igieniche, asciugatutto, tovaglioli, asciugamani, fazzoletti, etc.). Tra esse si possono annoverare la goffatura, la stampa, il trattamento con colle, il riavvolgimento su anime di cartone, il taglio in formato dei rotolini, la piegatura, il confezionamento.

Le anime di cartone sono realizzate in apposite "*tubiere*" a partire da nastro di cartoncino a cui viene applicato un collante a base sintetica.



Prodotti in carta tissue

5 CLASSIFICAZIONE DELLE CARTE

5.1 CLASSIFICAZIONE MERCEOLOGICA

I prodotti cartari si possono suddividere in 6 grandi categorie, che a loro volta comprendono svariate tipologie di carte; ognuna di esse si differenzia dalle altre per composizione (materie fibrose e additivi non fibrosi), modalità di lavorazione e finitura (naturale, patinatura, calandratura, marcatura, goffratura), caratteristiche estetiche e prestazioni meccaniche richieste:

- Carte da stampa
carta per giornali e guide telefoniche
carta per stampe offset, rotocalco, roto-offset
carte speciali (carta moneta e per assegni)
- Carte da scrivere e per ufficio
carta da scrivere, per buste
carta per quaderni, per disegno
carta per fotocopie, per fax
carta da diazotipia
carta carbone e autocopiante
- Carte da imballaggio
carta kraft, crespata e per sacchetti
carta per alimenti, carta pergamena vegetale
carta uso pergamena, carta pergamino
carte catramate, siliconate, plasticate
- Cartoni e cartoncini
($>224 \text{ g/m}^2$; $>175 \mu\text{m}$)
cartoni a un getto ed a più strati
carta da onda, cartoni ondulati (semplici e doppi)
cartoni pressati, cartonlegno
cartoncini
- Carte tissue
per articoli igienico/sanitari
(carta monouso *asciugatutto*)
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 sigarette e filtri,
carta per fotografia, carta adesiva, da parati
carta decorativa, carta per laminato plastico.

In relazione alle materie prime usate le carte si classificano in:

- *fini*, se fabbricate con materiali fibrosi scelti, come cenci e cellulosa;
- *mezzofini*, se fabbricate con paste miste;
- *andanti*, se materia di base è la pasta di legno.

Inoltre la classificazione delle carte può essere fatta anche in base a:

- colore,
- collatura,
- spessore,
- grammatura (massa per unità di superficie),
- resistenza alla trazione e allo strappo,
- formato (se in fogli: misura dei lati; se in bobina: larghezza della bobina),
- vergatura,
- filigrana,
- etc. .

5.2 CLASSIFICAZIONE DEI FORMATI DELLA CARTA

Lo standard internazionale del formato carta è l'ISO 216.

I formati ISO sono basati tutti su un unico rapporto d'aspetto pari a $\sqrt{2}$ ($\approx 1,4142$), a partire da un formato base con superficie di 1 m^2 (A0), con i lati lunghi $841 \times 1189 \text{ mm}$:

$$\frac{b}{a} = \sqrt{2} \quad b = a\sqrt{2}$$

I formati successivi (A1, A2, A3 e così via) si ottengono semplicemente tagliando a metà la carta sul lato più lungo, mantenendo le stesse proporzioni.

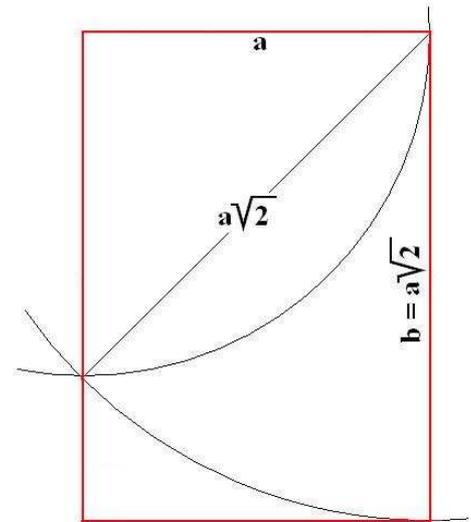
Il formato più usato e conosciuto è l'A4, il classico foglio da fotocopiatrice, avente dimensioni $210 \times 297 \text{ mm}$.

Gli opuscoli piegati di qualsiasi formato possono essere ricavati dai fogli di una misura più grande; ad esempio dai fogli A4 si possono ottenere opuscoli di formato A5.

Anche la grammatura è facile da calcolare: un foglio standard A4 ($1/16$ di m^2) da 80 gr/m^2 pesa $(80/16) \text{ g} = 5$ grammi, permettendo un facile calcolo del peso contando il numero di fogli usati.

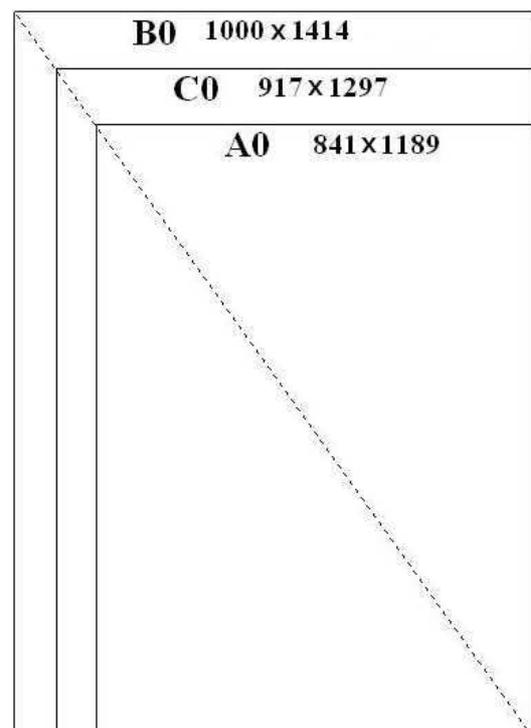
In aggiunta alla serie A, esiste una meno comune serie B, leggermente più grande a partire da una dimensione 1000×1414 , impiegata per usi speciali: poster, libri, buste, passaporti.

È presente anche una serie C, usata quasi esclusivamente per le buste, con superficie dei fogli intermedia a quelli della serie A e della serie B dello stesso numero; ad esempio, l'area di un foglio C4 è la media geometrica di un A4 e di un B4. Ciò significa che il C4 è leggermente più largo dell'A4, e leggermente più stretto del B4, cosicché una lettera scritta su un A4 trova posto perfettamente all'interno di una busta C4, che a sua volta può essere inserita in una busta B4.



Formati carta ISO (valori in mm)

Formato	serie A	serie B	serie C
Taglia	mm × mm	mm × mm	mm × mm
0	841 × 1189	1000 × 1414	917 × 1297
1	594 × 841	707 × 1000	648 × 917
2	420 × 594	500 × 707	458 × 648
3	297 × 420	353 × 500	324 × 458
4	210 × 297	250 × 353	229 × 324
5	148 × 210	176 × 250	162 × 229
6	105 × 148	125 × 176	114 × 162
7	74 × 105	88 × 125	81 × 114
8	52 × 74	62 × 88	57 × 81
9	37 × 52	44 × 62	40 × 57
10	26 × 37	31 × 44	28 × 40

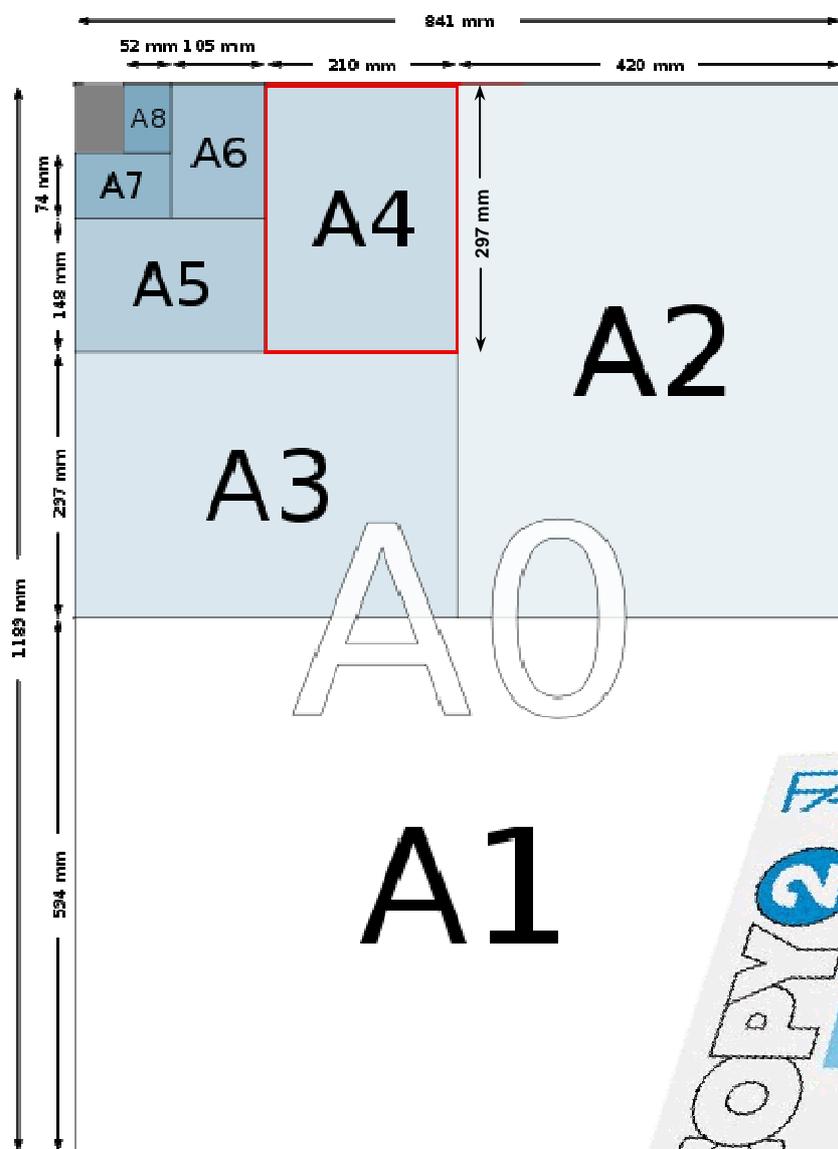


Come si è detto il formato A è stato definito partendo dal foglio A0, di superficie pari a 1 m^2 e di proporzioni tali da ricavare per dimezzamento gli altri formati mantenendo le stesse proporzioni. Il passaggio da un formato ad un altro immediatamente superiore (per esempio da A4 a A5) si ottiene quindi dimezzando il lato maggiore. Viceversa il passaggio verso numerazioni inferiori (per esempio da A4 a A3) si ottiene raddoppiando il lato minore.

In tal modo la dimensione minore di un formato è pari alla maggiore del formato successivo, mentre la dimensione maggiore di un formato è il doppio della minore del successivo; pertanto l'area di ciascun formato è il doppio di quella del formato successivo.

I formati più grandi (A0, A1, A2) sono usati prevalentemente nell'ambiente della tipografia. Per riuscire a stampare su questi fogli è necessario usare il plotter.

I formati più piccoli (A3 ed A4) sono disponibili nelle stampanti e nelle fotocopiatrici più comuni.



I formati della serie A.

500 fogli formato A4
peso 80 g/m^2



6 LE M.T.D. NEL SETTORE CARTARIO – (B.A.T.)



Migliori Tecniche Disponibili ai sensi della **direttiva 2010/75/UE (IED)**

Sono sottoposti alla disciplina IPPC:

Impianti industriali destinati alla fabbricazione di carta e cartoni con capacità di produzione superiore a 20 tonnellate al giorno (categoria IPPC 6.1, lettera b).*

* La lettera a) riguarda la fabbricazione della pasta per carta a partire dal legno o da altre materie fibrose.

6.1 GENERALITÀ DEL SETTORE CARTARIO

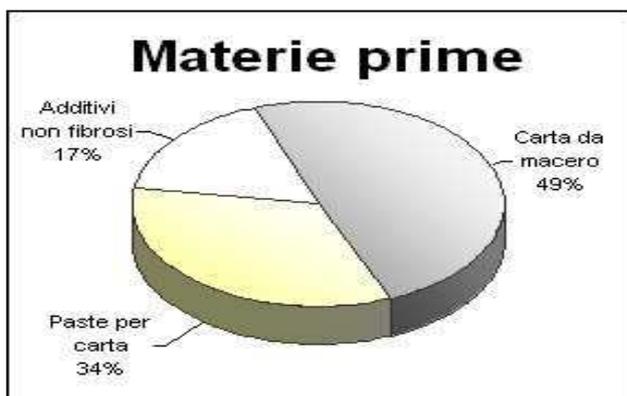
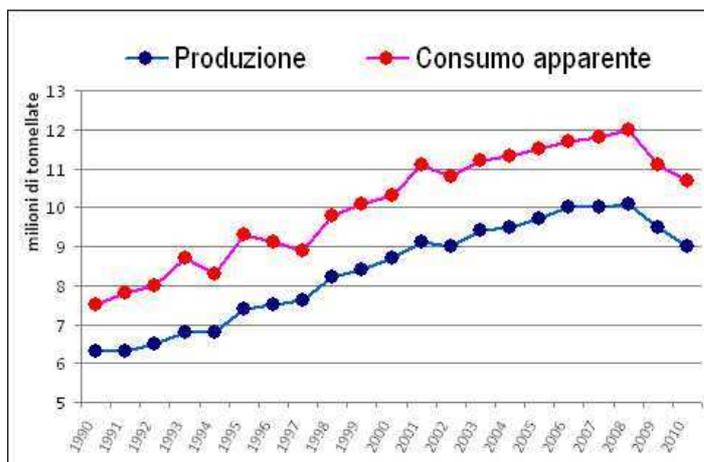
La produzione italiana di carta degli ultimi anni si colloca fra 9 e 10 milioni di tonnellate all'anno, con un calo nell'ultimo biennio in corrispondenza della nota crisi mondiale.

Di altri circa 2 milioni di tonnellate risulta essere la differenza fra importazioni ed esportazioni, cosicché il *consumo apparente* si colloca fra circa 10,5 e 12 milioni di tonnellate all'anno.

Nel grafico è rappresentato l'andamento della *produzione* e del *consumo apparente* nel periodo 1990 – 2010

(fonte *AssoCarta* su dati ISTAT).

Come materie prime vengono impiegate carta da macero (49%), fibre vergini (34%) ed additivi non fibrosi (17%).



169



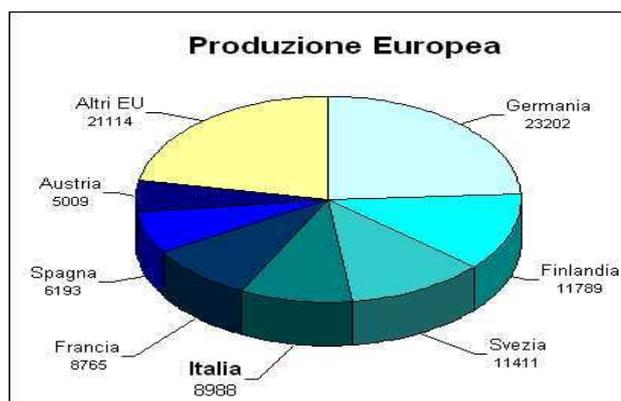
20.800



In Italia l'industria cartaria è presente con 169 stabilimenti che complessivamente occupano circa 20.800 addetti, dato quest'ultimo che di fatto raddoppia considerando anche l'indotto.

Nel panorama Europeo l'Italia si colloca come quarto produttore, preceduto da Germania, Finlandia e Svezia.

Peraltro questi due ultimi paesi, con le loro rilevanti risorse forestali, risultano i maggiori produttori europei di paste per carta.



Consumi pro-capite (2000 – 2005)[kg/anno]

Italia	186,0
Europa UE	203,7 (Germania 228,6)
Europa orientale	19,8 (Russia 23,6)
Nord America	310,6 (USA 312,3)
America latina	38,6 (Cile 109,5)
Asia	28,8 (Giappone 243,4)
Altri	14,2
Media mondiale	52,5

Quale ulteriore informazione sull'utilizzo della carta si riporta una tabella con i *consumi medi pro-capite* delle diverse aree del mondo, riferiti alla prima metà degli anni 2000.

6.2 VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI DEL SETTORE

Gli impatti ambientali più significativi del ciclo di produzione della carta derivano dall'impiego di:

- **risorse idriche,**
- **risorse naturali;**
- **risorse energetiche.**

Essi rappresentano i principali fattori di produzione e da essi dipende l'economicità e la sostenibilità dei processi utilizzati nel settore cartario; va rilevato peraltro che la tematica ambientale - di crescente impatto sull'opinione pubblica - sempre più si intreccia con le strategie di marketing e di differenziazione dei prodotti cartari.

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

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

6.2.1 Consumi idrici

I consumi idrici nel processo di produzione della carta sono in genere molto elevati e strettamente correlati al tipo di materia prima impiegata e alla qualità dei prodotti finiti. D'altra parte quanto maggiore è il consumo d'acqua tanto più aumentano gli investimenti ed i costi di gestione della depurazione, i consumi energetici e la quantità di fibra che tende a sfuggire al sistema.

L'utilizzo di carta da macero aumenta ulteriormente la necessità di acqua per il processo, in particolare per il processo di disinchiostrazione, attraverso il quale si ha la separazione delle fibre dall'inchiostro e dalle cariche inerti.

Per ridurre e razionalizzare i consumi dell'acqua sono state progressivamente introdotte misure di **riciclo delle acque di processo**, la cosiddetta chiusura dei cicli, che in cartiera hanno portato benefici da un punto di vista economico ed ambientale.

Tuttavia la chiusura del ciclo non si può spingere oltre certi livelli per evitare ripercussioni negative sia sulla qualità del prodotto finito sia sugli impianti di trattamento delle acque, tenuto anche conto che una certa quantità di acqua viene restituita all'ambiente sotto forma di vapore.

Attualmente i consumi specifici di acqua, in funzione delle materie prime utilizzate, della qualità dei prodotti finiti e delle tecnologie impiegate sono compresi fra 5 e 100 metri cubi per tonnellata di carta prodotta, con **consumi medi** intorno a **40-50 m³/tcarta**.

6.2.2 Risorse naturali

La principale materia prima è costituita da cellulosa, che è prodotta a partire dal legno, materia prima di origine naturale, rinnovabile e riciclabile. In Italia, caratterizzata da risorse forestali utili per la carta tradizionalmente scarse, l'industria cartaria si contraddistingue per un ciclo produttivo basato dall'impiego di semilavorati (paste per carta) di provenienza estera.

La scarsità di risorse ha stimolato le aziende nella ricerca di materie prime alternative, nonché, ove compatibile con la qualità richiesta dal prodotto finito, allo sviluppo delle tecnologie finalizzate al recupero della fibra a partire da carta da macero. Attualmente in Italia circa la metà della materia prima fibrosa impiegata dal settore è costituito da carta da recupero.

Nonostante il consistente impiego di fibre secondarie (carta da macero), l'industria cartaria italiana rimane pesantemente 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.

Il settore cartario è un attento gestore delle risorse forestali; le riserve forestali del nordeuropa, così come quelle canadesi e statunitensi, sono gestite con criteri manageriali, assicurando all'industria cartaria un futuro coerente con l'interesse collettivo di salvaguardia delle risorse naturali.

Anche la gran parte delle materie prime non fibrose è costituita da risorse naturali.

6.2.3 Risorse energetiche

Tra i settori del comparto manifatturiero il settore cartario è uno di quelli a più elevata intensità energetica, cosicché i costi energetici rappresentano una parte rilevante dei bilanci delle imprese cartarie. Le fasi più energivore sono la raffinazione della fibra e l'essiccamento del foglio.

Negli ultimi anni, alla ricerca di migliori rendimenti ed alla riduzione degli sprechi si è affiancata l'introduzione di tecnologie volte all'automatizzazione e velocizzazione, nonché al controllo, al monitoraggio, ed all'ottimizzazione dei processi. In tal modo, nell'ultimo trentennio il consumo specifico si è ridotto di oltre il 40%.

In particolare in Italia, per recuperare in efficienza a causa degli eccessivi costi delle fonti energetiche, l'industria cartaria ha investito massicciamente nell'**autoproduzione**, mediante sistemi di **cogenerazione**, e nell'utilizzo di fonti energetiche alternative, quali biomasse e di fanghi di cartiera. In taluni casi sono presenti centrali idroelettriche all'interno degli stabilimenti produttivi.

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.

Il vantaggio nell'autoproduzione elettrica in cogenerazione trova fondamento nelle peculiari caratteristiche del processo produttivo cartario, che, operando a ciclo continuo, permette un ottimale utilizzo della potenza prodotta dalle centrali termoelettriche per far fronte alle necessità di energia elettrica e di vapore tecnologico.

Quanto al combustibile, nelle centrali termiche, ove è possibile l'allacciamento alla rete di distribuzione, si impiega perlopiù **gas naturale**, lasciando all'olio combustibile la funzione di combustibile di riserva in occasione delle interruzioni di fornitura del metano.

6.3 LE EMISSIONI

6.3.1 Emissioni in aria e tecnologie di trattamento

Nel processo produttivo cartario le emissioni gassose più evidenti e quantitativamente più rilevanti sono quelle costituite da vapore provenienti dalle seccherie (le cosiddette *fumane*, umide e più visibili in inverno), che generalmente non determinano problemi ambientali.

Le emissioni atmosferiche più significative dell'industria cartaria derivano dai processi di combustione per la produzione di energia e dipendono dunque dal combustibile utilizzato (olio combustibile o gas naturale). Gli inquinanti sono: SO₂, NO_x, CO, particolato.

La riduzione di tali emissioni può essere attuata preferendo all'olio combustibile il gas naturale o fonti alternative (biomasse, fanghi di cartiera) ed installando impianti a cogenerazione.

Meno importanti sono le altre emissioni e segnatamente quelle di COV.

6.3.2 Emissioni in acqua e tecnologie di trattamento

La contaminazione delle acque di processo è dovuta principalmente all'impiego di cellulosa, di additivi d'origine naturale e di cariche minerali inerti; ciò comporta la presenza di **solidi sospesi** e sostanze organiche disciolte (**COD, BOD, Azoto, Fosforo**).

In Italia non risulta significativo il parametro AOX (sostanze organiche alogenate assorbibili), in quanto l'agente di imbianchimento tradizionalmente più usato, il *cloro* (in forma di gas ed in forma di biossido) è stato in gran parte sostituito da agenti di imbianchimento alternativi quali l'*ozono* e il *perossido di idrogeno*.

Anche i metalli pesanti, non presenti negli additivi, non risultano significativi, nemmeno nel caso della carta da macero, in quanto gli attuali inchiostri sono privi di piombo ed altri metalli pesanti.

Nella maggior parte dei casi le acque reflue vengono trattate direttamente nelle cartiere. Tra le numerose tecnologie utilizzabili si ricordano i trattamenti più classici di tipo **meccanico** (filtri per il recupero della fibra, flottatori), **chimico-fisico** (con l'aggiunta di additivi) o **biologico** (sia aerobico che anaerobico), nonché i trattamenti più avanzati di evaporazione, osmosi inversa od ultrafiltrazione.

La scelta della tecnologia deve pertanto tenere conto di tutti i fattori locali e tecnici ed essere il risultato di una ottimizzazione dei vari effetti.

In alcune realtà italiane si sono sviluppati sistemi di depurazione collettivi esterni, ai quali vengono recapitati gli scarichi previamente pretrattati all'interno dello stabilimento.

Va sottolineato che l'attuale normativa italiana non favorisce il riciclo dell'acqua, poiché per i vari inquinanti fissa soltanto limiti in concentrazione, anziché limiti alle quantità di BOD/COD scaricabili in funzione della quantità di carta prodotta (fattori di emissione).

6.3.3 Rifiuti solidi e tecnologie di trattamento

Nel settore cartario i principali rifiuti solidi sono costituiti da scarti da pulper e fanghi di disinchiostrazione, residui del ciclo di recupero della carta da macero (50%), da fanghi dagli impianti di trattamento delle acque reflue (40%), e da altri materiali quali gli scarti di ferro, legno, plastica provenienti dagli imballaggi, gli oli esausti e i rifiuti assimilabili agli urbani (10%).

I fanghi di cartiera, classificati come rifiuti non pericolosi che presentano umidità fino al 70%, possono essere smaltiti anche in discariche di prima categoria; sempre più vengono utilizzati nella produzione di altra carta, per ripristini ambientali e copertura di discariche e nei conglomerati edilizi, oppure avviati a recupero energetico nell'industria dei laterizi e nei cementifici.

Detti fanghi, sottoposti ad essiccamento, analogamente a quanto avviene nel Nord Europa potrebbero essere utilmente riutilizzati in cartiera per la produzione di energia, contribuendo al fabbisogno energetico degli impianti produttivi: in Europa il recupero energetico riguarda il 46% dei fanghi, in Italia soltanto il 6%.

6.4 MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI PER IL CONTENIMENTO DEGLI INQUINANTI

6.4.1 Concetto generale di migliori tecniche disponibili

Anche nel caso dell'industria cartaria, nell'illustrazione del concetto di BAT (*Best Available Techniques*) il BRef Report si rifà direttamente alla definizione riportata nella **direttiva 2010/75/UE** del 24 novembre 2010 (la c.d. Direttiva IED – *Industrial Emission Directive*) - evoluzione della **direttiva 96/61/CE**, poi riscritta nella **direttiva 2008/01/CE** -, ovvero:

le **Migliori Tecniche Disponibili** (BAT) sono “la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso”.

Per **Tecniche** si intende sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto.

Disponibili qualifica le tecniche sviluppate su scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi.

Migliori qualifica le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso.

6.4.2 Tecnologie per lo specifico settore

Le singole BAT non sono da considerarsi come scelte univoche.

Le BAT possono essere sostituite da tecniche alternative e ogni installazione è libera di adottare la combinazione di tecniche che meglio si adatta al proprio processo produttivo, ferma restando la necessità di garantire un elevato grado di protezione dell'ambiente.

Il concetto di BAT è pertanto legato al processo a cui sono applicate. Cambiando le condizioni di applicazione, ad esempio la tipologia di materia prima o la qualità di prodotto finito da ottenere, anche le prestazioni della BAT possono mutare.

I prodotti dell'industria cartaria differiscono molto tra loro e vi è una grande varietà di processi applicati: pertanto le BAT non possono essere svincolate dal contesto in cui sono applicate.

In questa sede verranno prese in esame le BAT nei seguenti processi:

- **produzione non integrata di carta a base di fibra vergine,**
- **produzione di pasta a base di macero e produzione integrata di carta.**

6.4.3 M.T.D. nel processo di produzione non integrata di carta a base di fibra vergine

Misure generali

Addestramento, tirocinio e sensibilizzazione degli operatori.

Ottimizzazione del controllo dei parametri di processo.

Mantenimento dell'efficienza delle attrezzature e degli impianti.

Adozione di un sistema di gestione ambientale.

Misure per la riduzione delle emissioni in acqua

Minimizzazione del consumo d'acqua, in funzione del prodotto desiderato, aumentando il riciclo e la corretta gestione delle utenze.

Gestione degli effetti indesiderati derivanti da un più alto grado di chiusura dei cicli delle acque.

Progettazione di un efficiente sistema di gestione delle acque anche attraverso la selezione e l'impiego di macchinari a minore consumo idrico.

Adozione di procedure per la riduzione del rischio di sversamenti accidentali.

Raccolta delle acque di raffreddamento e di tenuta, loro riutilizzo o scarico in condutture separate dall'acqua di processo.

Depurazione separata delle acque di patina tramite flocculazione o ultrafiltrazione.

Sostituzione degli additivi chimici pericolosi con analoghi prodotti a minore pericolosità.

Installazione di un bacino di equalizzazione e di un sistema di trattamento primario delle acque reflue.

Trattamento secondario o biologico delle acque reflue, seguito, se necessario, da un trattamento chimico secondario di precipitazione o flocculazione.

Misure per la riduzione delle emissioni in aria

Impiego di tecnologie per la riduzione delle emissioni di ossidi d'azoto (sistemi *LowNOx*).

Impiego di combustibili a basso tenore di zolfo e appropriate tecniche di combustione, applicabile per gli impianti più piccoli.

Impiego di combustibili a basso tenore di zolfo, appropriate tecniche di combustione e sistemi di abbattimento delle emissioni (scrubber, SNCR, filtri), applicabili per gli impianti più grandi.

Cogenerazione di vapore ed energia elettrica.

Impiego di fonti energetiche rinnovabili, applicabile solo negli impianti che producono anche cellulosa.

Misure per la riduzione della produzione di rifiuti solidi

Minimizzazione della produzione di rifiuti e loro recupero, riutilizzo o riciclo, per quanto possibile.

Separazione alla fonte dei rifiuti.

Riduzione della perdita di fibra e di cariche, anche attraverso l'impiego di filtri a disco o flottatori.

Recupero e riutilizzo delle acque di patina, anche attraverso il ricorso all'ultrafiltrazione, se tecnicamente ed economicamente possibile.

Trattamento di disidratazione dei fanghi prima del conferimento.

Riduzione dei rifiuti conferiti in discarica attraverso l'individuazione di forme di recupero energetico o riciclo.

Misure per il risparmio energetico risparmio di energia elettrica

Integrazione di un sistema di controllo dei consumi e delle prestazioni delle varie utenze.

Incremento della rimozione dell'acqua tramite pressa "wide nip" (*punto di contatto ampio*), non applicabile per la produzione di tissue.

Impiego di tecnologie ad alta efficienza; alcune tecniche sono applicabili solo in caso di ristrutturazione o in caso di costruzione di un nuovo impianto.

Ottimizzazione degli impieghi di vapore nel processo.

Misure per la riduzione del rumore

Riduzione del rumore in funzione della presenza di recettori nelle vicinanze.

Misure per l'impiego di additivi chimici

Predisposizione di un archivio documentale sui preparati chimici impiegati.

Applicazione del principio di sostituzione dei prodotti più pericolosi con analoghi preparati a minore pericolosità.

Adozione di misure per prevenire la dispersione accidentale di sostanze chimiche sul suolo e nell'acqua durante la movimentazione e lo stoccaggio.

Misure per i produttori di carte speciali

Trattamento biologico delle acque reflue in caso di elevate concentrazioni del carico organico.

Minimizzazione del consumo d'acqua, per quanto compatibile con le esigenze del prodotto.

6.4.4 M.T.D. nel processo di produzione di pasta a base di macero e produzione integrata di carta

Oltre alle misure già indicate per il processo di produzione di carta a base di fibra vergine, nel processo per la produzione di carta a partire da macero si individuano le seguenti MTD.

Misure per la riduzione delle emissioni in acqua

Separazione delle acque di processo a diverso contenuto di inquinanti e riciclo delle stesse.

Gestione ottimale delle acque, loro chiarificazione tramite filtrazione, sedimentazione o flottazione, e riutilizzo.

Riduzione dei consumi idrici attraverso la rigida separazione dei flussi e riciclo.

Impiego di acque chiarificate tramite flottazione per la disinchiostrazione.

Trattamento biologico aerobico delle acque reflue.

Trattamento biologico anaerobico seguito da trattamento aerobico delle acque reflue, preferibile per impianti senza disinchiostrazione.

Parziale riutilizzo delle acque provenienti dalla depurazione biologica; l'applicabilità va valutata nei singoli casi e potrebbe richiedere anche trattamenti terziari aggiuntivi.

Trattamento in ciclo di specifiche acque di processo; la totale chiusura del ciclo non ha invece la necessaria efficienza.

Misure per la riduzione della produzione di rifiuti solidi

Ottimizzazione del recupero di fibra dal macero.

Ottimizzazione delle fasi di selezione e pulizia dell'impasto.

Trattamento delle acque con flottatore per il recupero di fibra e cariche.

Pre-trattamento delle acque reflue in depuratore biologico anaerobico.

Misure per il risparmio energetico risparmio di energia elettrica

Sostituzione a fine vita di attrezzature con analoghi apparecchi a maggiore efficienza e a controllo automatico.

Impiego di un trattamento biologico anaerobico degli effluenti, se il livello di COD lo consente.

6.4.5 Valutazione delle prestazioni delle M.T.D. per il controllo delle emissioni

Nelle seguenti tabelle vengono riassunte le MTD per il trattamento delle emissioni in atmosfera e dei reflui idrici relativamente ai processi di produzione della carta da fibra vergine o da macero.

Tecniche di trattamento delle emissioni in atmosfera (centrale termica o di cogenerazione)

Inquinante	Tecniche	Efficienza	Prestazioni conseguibili	Osservazioni
NO _x	Bruciatori LowNO _x		Impianti turbogas 50-100 mg/Nm³ (O ₂ 15%)	Tecnica applicabile solo su turbogas nuovi
			Caldaie a gas 100-200 mg/Nm³ (O ₂ 3%)	Tecnica applicabile su impianti nuovi o esistenti
			Caldaie a O.C. 120-450 mg/Nm³ (O ₂ 3%)	
SO ₂	scrubber	90%	Caldaie ad O.C. 10-50 mg/Nm³ (O ₂ 3%)	Tecnica sostenibile per caldaie ad olio combustibile con potenza termica > 50 MW
Polveri	precipitatori elettrostatici		Caldaie ad O.C. nuove 10-50 mg/Nm³ (O ₂ 3%)	Per caldaie con potenza termica < 50 MW è opportuna una specifica valutazione costi-benefici.
			Caldaie ad O.C. esistenti 50-80 mg/Nm³ (O ₂ 3%)	

Tecniche di trattamento dei reflui idrici

Inquinante	Tecniche	Efficienza	Prestazioni conseguibili (limiti per gli scarichi)		Osservazioni
			acque superficiali	fognatura	
COD	• Fanghi attivi	• 60-85%	100 mg/l	500 mg/l	Processi combinati aerobici-anaerobici possono essere adottati per ottenere ulteriori incrementi di efficienza. Comunque la loro sostenibilità economica deve essere valutata caso per caso.
	• Trattamenti anaerobici	• 60-85%			
	• Trattamenti primari di chiari-flocculazione	• 80-90%			
	• Eventuali trattamenti chimico-fisici (terziari)	• 10-40%			
	• Biomasse adese (letti percolatori, biodischi, etc.)	• 50-70%			
BOD ₅	• Fanghi attivi	• 85-98%	40 mg/l	250 mg/l	L'efficienza dipende dal tipo di BOD da trattare (solidi, colloidali, soluti)
	• Trattamenti anaerobici	• 85-95%			
	• Biomasse adese (letti percolatori, biodischi, etc.)	• 65-80%			
N nitrico	Gli impianti di cartiera non sono usualmente concepiti per abbattere azoto e fosforo, che vengono aggiunti come nutrienti per il trattamento biologico.		10 mg/l	30 mg/l	
P totale			3 mg/l	10 mg/l	
TSS (solidi sospesi totali)	• Trattamenti primari di chiari-flocculazione	• 80-90%	40 mg/l	200 mg/l	
	• Fanghi attivi	• 85-90%			
	• Eventuali trattamenti terziari chimico fisici	• 97-99%			

In particolare nel caso della depurazione delle acque reflue, la migliore combinazione di tecniche dovrà essere valutata caso per caso, sulla base delle proprietà del corpo recettore, delle caratteristiche del refluo, della tipologia di processo produttivo, delle dimensioni dell'impianto e della sostenibilità tecnica ed economica degli impianti. Inoltre, trattandosi di tecniche di abbattimento a fine processo, l'adozione della MTD più pertinente è funzione anche di quanto sia possibile intervenire a monte con MTD di processo o con trattamenti su reflui specifici.

Nel caso poi di cartiere che, per recuperare competitività attraverso una maggiore flessibilità e personalizzazione del prodotto, operano spesso con frequenti cambi di produzione sulla stessa macchina continua, a fronte di una minore produzione con un maggior scarto, dovuto ai transitori, possono aversi maggiori consumi di acqua, per una maggiore frequenza di lavaggi in concomitanza con il cambio di produzione.

6.4.6 Criteri di monitoraggio

Per assicurare una corretta gestione del processo produttivo e dei sistemi di trattamento, le cartiere eseguono con opportuna frequenza una serie di controlli su parametri critici o maggiormente significativi in riferimento ai possibili impatti generati nell'ambiente circostante.

Ancorché per la definizione di un corretto ed efficace piano di monitoraggio e controllo della produzione si debbano considerare le caratteristiche peculiari del singolo processo cartario, nella seguente tabella sono indicati i parametri considerati in via generale significativi.

Parametri significativi per la produzione cartaria indicati dal BRef

ACQUA	Note
Domanda biologica di ossigeno BOD ₅ (kg/t)	(parametro la cui misura impone un tempo di analisi di 5 giorni)
Domanda chimica di ossigeno COD (kg/t)	
Solidi sospesi (kg/t)	
Composti organici alogenati AOX (kg/t)	
Fosforo totale (kg/t)	l'analisi di Fosforo e Azoto, intenzionalmente aggiunti come nutrienti per l'impianto di depurazione biologica, è importante per verificare il corretto dosaggio e per monitorare il funzionamento dell'impianto biologico.
Azoto totale (kg/t)	
Portata allo scarico di acque di processo (m ³ /t)	
ARIA	
Zolfo (mg/MJ)	non significativo in caso di impiego di gas o altro combustibile BTZ
Ossidi di azoto (mg/MJ)	
Particolato (mg/Nm ³)	
ENERGIA	
Impiego di calore di processo (GJ/t)	
Impiego di energia elettrica di processo (MWh/t)	

La tabella riporta i parametri significativi espressi in funzione dell'unità di prodotto, che normalmente possono essere calcolati e riferiti a valori medi annui (produzione annua). I dati giornalieri possono presentare infatti significative differenze rispetto ai valori medi annuali a causa di fenomeni stagionali e in funzione della specifica produzione in atto al momento del campionamento giornaliero.

In riferimento alle esigenze di controllo operativo di processo da parte dell'azienda e di riscontro degli impatti ambientali da parte delle autorità pubbliche di controllo, nel processo di produzione di carta da fibra vergine e da macero si può ipotizzare il seguente schema di monitoraggio.

Parametri significativi per il monitoraggio dell'industria cartaria

Parametro emissioni in ACQUA	Unità di misura	Frequenza
COD (domanda chimica di ossigeno)	(mg/l)	Giornaliera
Solidi sospesi	(mg/l)	Giornaliera
pH	(pH)	Giornaliera
Temperatura	(°C)	Giornaliera
Fosforo totale	(mg/l)	Periodica, in funzione delle caratteristiche del corpo recettore e del tipo di impianto di depurazione
Azoto totale	(mg/l)	
Tutti i parametri della tabella del d.lgs 152/99	(mg/l)	Annuale

Parametro emissioni in ARIA	Unità di misura	Frequenza
SO ₂ solo in caso di utilizzo di combustibili contenenti zolfo nella centrale termoelettrica	(mg/Nm ³)	Non sono noti casi in Italia di centrali termiche alimentate ad O.C. in impianti medio-grandi
Polveri solo in caso di utilizzo di combustibili non gassosi	(mg/Nm ³)	
NO _x solo in presenza di centrale termica non alimentate a gas metano ovvero di potenza elevata	(mg/Nm ³)	Continuo
Monossido di carbonio solo in presenza di centrale termoelettrica	(mg/Nm ³)	Continuo
Temperatura solo in presenza di centrale termoelettrica	(°C)	Continuo
Tenore di ossigeno solo in presenza di centrale termoelettrica	(%)	Continuo

Lo schema è pensato per impianti di dimensioni medio-grandi. Per impianti di piccole dimensioni per taluni parametri le frequenze potrebbero essere ridotte. In ogni caso la valutazione definitiva può essere fatta unicamente a livello di stabilimento, in funzione della tipologia dei prodotti, delle caratteristiche del processo, della sua stabilità nel tempo e della frequenza dei cambi di lavorazione.

Ulteriori parametri possono essere aggiunti o modificati in funzione di specifiche attività produttive e lavorazioni che comportino differenti emissioni significative.

6.5 DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE M.T.D.

L'elenco delle Migliori Tecniche Disponibili riportate nel precedente paragrafo, così come nel BRef, non può essere considerato esaustivo. Infatti la loro reale applicabilità dovrà essere valutata nei singoli casi, accertando altresì la possibilità di disporre di tecniche alternative parimenti efficaci.

Mai come nel caso dell'industria cartaria, uno stabilimento è diverso da un altro, ciascuno con le sue differenti tipologie di prodotto e con le sue specificità tecnologiche, talché per l'individuazione delle MTD applicate ed applicabili in un singolo impianto si deve necessariamente effettuare una valutazione complessiva dell'insediamento produttivo. In taluni casi, per esempio, possono essere prodotti più tipi di carta su più linee di produzione contemporaneamente in funzione, ovvero su una sola linea di produzione utilizzata alternativamente per diversi prodotti.

La valutazione, effettuata dall'azienda, deve essere finalizzata alla definizione dei processi condotti nel sito produttivo e delle conseguenti prestazioni ambientali.

Al tal fine dovranno essere individuate ed analizzate le differenti fasi produttive, i macchinari installati e le materie prime impiegate, in funzione della determinazione delle emissioni prodotte e delle tecniche applicabili nell'ambito di un approccio integrato.

Le M.T.D. identificate nei documenti tecnici di settore dell'industria cartaria (BRef) potranno essere opportunamente vagliate e confrontate con altre tecniche alternative, eventualmente già applicate nello stabilimento, in ogni caso valutandone l'applicabilità tecnica ed economica nella realtà specifica, e verificando la coerenza con i principi generali che stanno alla base del concetto di Migliori Tecniche Disponibili (allegato III della direttiva 2010/75/UE), ripresi nella seguente scheda.

Considerazioni da tenere presenti in generale o in un caso particolare nella determinazione delle migliori tecniche disponibili, tenuto conto dei costi e dei benefici che possono risultare da un'azione e del principio di precauzione e prevenzione

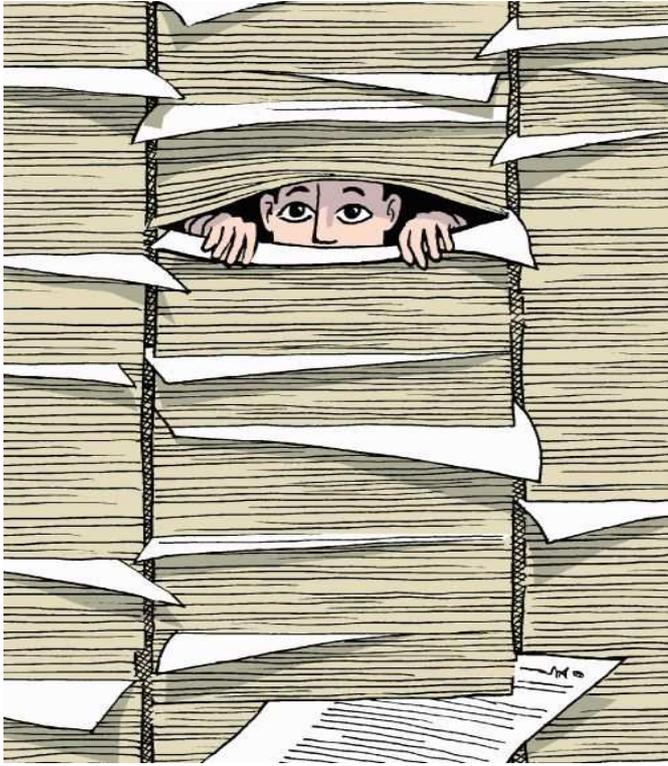
(allegato III della direttiva 2010/75/UE)

1. Impiego di tecniche a scarsa produzione di rifiuti.
2. Impiego di sostanze meno pericolose.
3. Sviluppo di tecniche per il ricupero e il riciclo delle sostanze emesse e usate nel processo, e, ove opportuno, dei rifiuti.
4. Processi, sistemi o metodi operativi comparabili, sperimentati con successo su scala industriale.
5. Progressi in campo tecnico e evoluzione delle conoscenze in campo scientifico.
6. Natura, effetti e volume delle emissioni in questione.
7. Date di messa in funzione degli impianti nuovi o esistenti.
8. Tempo necessario per utilizzare una migliore tecnica disponibile.
9. Consumo e natura delle materie prime ivi compresa l'acqua usata nel processo e efficienza energetica.
10. Necessità di prevenire o di ridurre al minimo l'impatto globale sull'ambiente delle emissioni e dei rischi.
11. Necessità di prevenire gli incidenti e di ridurre le conseguenze per l'ambiente;
12. Informazioni pubblicate dalla Commissione ai sensi dell'art. 16, paragrafo 2, o da organizzazioni internazionali.

Nel caso di impianti già in esercizio l'applicabilità della MTD è poi condizionata alla compatibilità tecnica con le strutture esistenti, alla disponibilità di spazio ed alla qualità richiesta dal prodotto.

La verifica della compatibilità tecnica ed economica è una fase particolarmente critica, in quanto riassume tutte le specificità dell'impianto produttivo a cui ci si riferisce e pertanto informazioni necessarie devono essere trovate all'interno dell'impianto stesso.





*La burocrazia
si nasconde
dietro la carta*



*Raccolta
differenziata*