

Unità didattica _____

LA CARTA

Obiettivi

Sapere che i materiali su cui l'uomo scrive sono cambiati nel tempo
Conoscere l'evoluzione nel tempo delle tecniche di produzione della carta
Conoscere il processo industriale di fabbricazione della carta e dei cartoni
Individuare i problemi ambientali legati alla produzione industriale della carta
Sapere che la carta si può recuperare e riciclare

Contenuti:

Storia
Le materie prime
Il ciclo di fabbricazione della carta
La produzione artigianale della carta

Introduzione e breve storia della carta

I libri ed i quaderni che usiamo per studiare, i giornali che ogni giorno entrano nella nostra casa sono fatti di carta. In questa scuola ce ne sono svariati quintali, ogni ufficio ha scaffali ed armadi pieni di carta, le tipografie di giornali e di riviste la usano a tonnellate. Se consideriamo infine quanta se ne impiega per imballaggi, per avvolgere merce di ogni genere e prodotti alimentari avremo un'idea dell'enorme quantità di essa che giornalmente viene usata nel mondo.

La carta ha inoltre sempre avuto ed ha ancora oggi una notevole importanza nello sviluppo della civiltà come mezzo per diffondere le informazioni. In epoche precedenti alla sua invenzione molti sono stati i supporti per la scrittura: **il legno e la pietra** in epoca preistorica, il **papiro**, ricavato dal libro dell'omonima pianta che cresce sulle rive del Nilo, inventato dagli Egizi circa 3.000 anni prima di Cristo e usato per millenni, le fibre legnose dell'albero del **tiglio** immerse in acqua (stigliatura) usate dai Greci, le **tavolette di legno ricoperte di cera**, che veniva incisa con lo **stilo**, usate ancora dai Romani, la **pergamena**, prodotta con la pelle di animali, che si diffuse soprattutto nel Medioevo. L'invenzione della **carta** è generalmente attribuita al cinese Ts'ai Lun (II-I secolo avanti Cristo): quella carta era fabbricata con un impasto di fibre vegetali macerate in acqua ed essiccate su uno staccio.

Ricerca sul vocabolario il significato della parola staccio

Staccio= setaccio, attrezzo costituito da un telaio su cui è fissata una maglia metallica fine, usato per separare e raccogliere i granuli più fini di una sostanza granulosa.

Nei secoli successivi il suo uso si diffuse in Giappone, in India ed in Arabia. In Europa essa cominciò ad essere usata molto più tardi, cioè alla fine del XII secolo e forse introdotta in Spagna dagli Arabi, che adottarono come materia prima gli stracci di lino, cotone e canapa, ed in Italia intorno al 1283 a Fabriano sorsero le prime cartiere, cioè le industrie che fabbricano la carta. La produzione, che ebbe un primo grande incremento alla metà del XV secolo dopo l'invenzione della stampa, è andata poi sempre aumentando, sostituendo rapidamente la pergamena. Le prime macchine per la produzione industriale della carta vennero realizzate in Francia ed in Gran Bretagna alla fine del XVIII secolo. Nel XIX secolo vennero impiegate per la prima volta le fibre di alberi ad alto fusto (pasta di legno) e la carta da macero, che velocemente sostituirono gli stracci, usati fino ad allora come materia prima. Oggi il consumo di carta è valutabile in centinaia di milioni di tonnellate all'anno.

Ricerca conoscitiva

Conduci una ricerca storica sulla carta attingendo informazioni sui materiali che anticamente si usavano per scrivere, sulla diffusione dell'arte cartaria in Europa ed in Italia. Illustra il tuo lavoro con schemi ed illustrazioni.

Breve storia della carta

Le prime iscrizioni di cui si ha notizia risalgono a 4.000 anni prima di Cristo e sono quelle su pietra, su tavolette di argilla e legno. Da allora il supporto di scrittura ha subito la seguente evoluzione:

Il papiro in Egitto, sin dal 3000 a.C, fu il supporto scrittorio più comune. Il midollo della omonima pianta veniva tagliato in strisce sottili che, sovrapposte in due strati perpendicolari, asciugandosi formavano un foglio con un lato a strisce orizzontali ed un lato a strisce verticali. Con il III secolo d.C. il papiro venne sostituito dalla pergamena.

La pergamena fu il supporto di scrittura più largamente usato in tutto il mondo civile fino alla comparsa della carta vera e propria ed era ottenuto da una accurata lavorazione delle pelli di animali di piccola e media taglia (agnello, pecora o capra), che, dopo essere rimasta a macerare nella calce, veniva poi seccata e levigata.

Con il XIII secolo venne definitivamente sostituita dalla carta ed attualmente viene prevalentemente usata solo per rilegature di lusso e paralumi.



Le origini della fabbricazione della carta passano per la Cina. La leggenda e le ipotesi la fanno risalire alla fabbricazione dei feltri, in cui i mongoli erano maestri.

Un ministro cinese, Ts'ai Lun, intorno al 105 d.C. (data ovviamente approssimativa) sostituì, nella fabbricazione dei feltri, le fibre animali con quelle vegetali, dando così luogo a quel prodotto che oggi chiamiamo carta.

Per la verità la **leggenda di Ts'ai Lun** è un po' più colorita, e, data la sua brevità, vale la pena di raccontarla. Ts'ai Lun si recava ogni giorno presso uno stagno adibito a lavatoio: lì, meditava ed osservava le donne lavare i panni.

Un giorno si accorse che le fibrille, precedentemente staccatesi dai panni logori, a causa dello strofinio e della sbattitura esercitati dalle lavandaie, si accumulavano e si riunivano a mo' di tessuto. Ts'ai Lun raccolse con delicatezza il sottile velo di fibrille feltratesi in un'ansa dello stagno stesso e lo pose ad essiccare. Nacque così un foglio di una certa consistenza, di colore biancastro ed idoneo per sopportare la scrittura.



La carta è un foglio ottenuto dalla feltratura di un impasto di fibre di varia natura. Viene utilizzata oltre che per scrivere anche per avvolgere e per usi industriali.

Il primo materiale adottato da Ts'ai Lun, una volta messo a punto il procedimento di fabbricazione, fu la corteccia del gelso da carta (*Brussonetia papyrifera*). La parte fibrosa della corteccia veniva messa a macerare in acqua, risciacquata e successivamente battuta in mortai di pietra fino ad ottenere una pasta uniforme di fibre cellulosiche. Questa massa di fibre opportunamente diluita con acqua veniva versata sopra la così detta "forma", costituita da una specie di graticcio ottenuto per accostamento di sottilissimi bastoncini di bambù. L'acqua passava attraverso le fenditure del graticcio e le fibre, feltratesi tra loro, restavano in superficie formando un foglio di opportuno spessore che, staccato e levato a mano dalla forma, veniva messo ad essiccare all'aria.

I Cinesi già dal II secolo d.C. utilizzarono gli steli del bambù, le fibre di ramiè ricavate dal china-grass, la canapa. I cinesi, oltre ad essere stati i primi produttori di carta, sono stati anche suoi grandi utilizzatori.

L'uso della carta si diffuse a partire dall'VIII secolo in Asia Minore; successivamente in Africa e Spagna e con il XIII secolo in tutta Europa. Con l'impiego della gelatina animale la carta risultava resistente ai liquidi e quindi permetteva la scrittura.

L'arte cartaria si diffuse all'inizio solo in quei paesi con cui la Cina aveva rapporti commerciali quali Giappone e Corea. La diffusione della carta nei paesi ad occidente della Cina iniziò ad opera degli arabi. Questi popoli, grazie ai loro contatti con i paesi dell'estremo oriente, conoscevano la carta fin dal 650 d.C., anche se inizialmente veniva usata solo per documenti importanti. Un secolo più tardi (nel 751) a **Samarqanda** se ne iniziò la fabbricazione secondo quello che era il processo produttivo ideato dai cinesi, 40 anni dopo anche a Baghdad sorse la prima cartiera.



La produzione cartaria da parte degli arabi poté avere un forte sviluppo grazie alla ampia disponibilità di quella che si dimostrò essere una materia prima di buona qualità e basso costo, vale a dire la canapa ed il lino.

Dal Medio Oriente l'arte di produrre carta si diffuse in Egitto (al Cairo) ed in tutta l'Africa settentrionale (Tunisi, Certe, Fez). Le materie prime più largamente utilizzate erano il lino e gli stracci di lino. Nel 1100 si potevano così contare circa 400 cartiere. Quando gli arabi sbarcarono in Europa, la carta venne esportata in Spagna, dove sorse la prima cartiera europea, ed in Italia.

Con il trasferimento delle tecniche di produzione nel nostro continente si ebbe un nuovo mutamento nelle materie prime impiegate; le cartiere europee infatti, producevano carta esclusivamente con le fibre derivanti dai cenci e dagli stracci. In Italia l'arte della carta si affermò intorno al 1100 ad Amalfi e Fabriano (quest'ultimo divenne ben presto il più importante centro europeo di fabbricazione cartaria). Successivamente si diffuse a Bologna, Genova, ed in Piemonte, Toscana e Veneto.



Ai cartai italiani spetta il merito di aver introdotto alcune importanti modifiche al procedimento arabo di fabbricazione, fra cui la battitura dello straccio con magli azionate a mezzo della ruota idraulica e la collatura con gelatina animale, che conferì alla carta quelle doti di conservabilità che facevano difetto nelle carte fabbricate sia con il più antico procedimento cinese, che con quello adottato successivamente dagli arabi.

Già nel 1283, documenti di sicura attendibilità storica attestano che a **Fabriano** si fabbricava carta di alta qualità. E' da questa cittadina marchigiana, infatti, che i mastri cartai, attratti forse da lauti guadagni, partirono per insegnare, prima in Italia e successivamente in Europa, l'arte del fabbricare carta.

Al di là dei miglioramenti su menzionati resta il fatto che, dalla scoperta del mandarino Ts'ai Lun fino a tutto il XVIII secolo, la carta veniva fabbricata esclusivamente a mano, immergendo la "forma" nel tino contenente la sospensione fibrosa.

Ancora oggi, ma solo per pochi e speciali usi (quali ad esempio la carta da lettere di lusso, la carta speciale da disegno, per mappe catastali, finissima da acquerello, speciale da stampa, filigranata ed alcuni speciali tipi di carta valori) la carta viene fabbricata con gli stessi procedimenti.

I cascami dell'industria tessile e gli stracci continuarono ad essere la materia prima. Con il XVII secolo e l'introduzione del cilindro olandese, le cui lame metalliche riducevano gli stracci in poltiglia, la preparazione dell'impasto divenne più rapida, non necessitando più di lunghi tempi di macerazione.

Il passaggio dalla produzione artigianale a quella industriale avvenne nella prima metà del 1800. Il primo tentativo fu fatto dal francese Nicolas Louis Robert nel 1797; egli realizzò una macchina piana per carta capace di produrre un foglio continuo di carta della lunghezza di 60 cm. (prima macchina continua). La continua fu poi perfezionata da Fourdrinier e Donkin.

La macchina in tondo, ideata da M. Leistenschneider, permise la produzione industriale della carta.



Inizialmente, la materia prima era costituita dai cenci e stracci usati, quando questi si dimostrarono insufficienti alla produzione della carta, la cui richiesta mondiale assumeva valori sempre crescenti, si iniziarono gli studi per la messa a punto di nuovi processi capaci di produrre, in grande quantità e a basso costo, quelli che saranno i succedanei della pasta di straccio.

Il primo materiale che sostituì in parte la pasta di stracci fu la pasta meccanica di legno.

Ricavate dal legno furono le materie prime che col tempo presero in parte il posto degli stracci: la pasta meccanica di legno, ottenuta sfibrando il legno delle latifoglie con delle mole di pietra, fu ottenuta secondo il procedimento proposto nel 1845 dal tedesco Federiko Keller.; la pasta chimica, o comunemente detta cellulosa, fu ottenuta dalla cottura del legno delle conifere con soluzioni di bisolfito di calcio o solfato.



Il primo impiego della carta come materiale da imballaggio si ha negli Stati Uniti. E' Albert Jones a brevettare, nel 1871, la carta ondulata, che viene impiegata, in sostituzione di paglia o trucioli, nelle cassette contenenti bottiglie o altri materiali da proteggere dagli urti.

Dalla fine del 1800 le innovazioni sono tutte di tipo incrementale e di processo; i processi di funzionamento su cui si basavano i vecchi sistemi di fabbricazione sono infatti rimasti, nel corso degli anni, sostanzialmente inalterati. La direzione del progresso tecnologico si muove innanzitutto nell'ambito dei miglioramenti della produttività delle macchine continue: si pensi che nel 1800 per fabbricare una tonnellata di carta erano necessarie circa 4000 ore di lavorazione, mentre oggi, a seconda delle caratteristiche che si vogliono ottenere, ne servono da due a venti; ciò significa che la produttività è aumentata di circa 1000 volte

Di grande importanza sono infatti i miglioramenti legati alla velocità e alla larghezza delle continue per carta: si pensi a tale proposito che le prime macchine producevano un nastro continuo largo meno di un metro alla velocità di pochi metri al minuto, mentre le attuali hanno larghezze utili anche superiori ai 10 metri e velocità che si aggirano intorno ai 1500-2000 metri al minuto. Ciò significa che ogni secondo la continua riesce a produrre fino a 30 metri di carta per una lunghezza di 10 metri.

L'impiego della carta come supporto per la scrittura è sicuramente da ricollegare con il tasso di diffusione della cultura; questa nei periodi più antichi, era senza dubbio privilegio di pochi e quindi la domanda di carta per scrivere è stata inizialmente piuttosto ridotta. La carta infatti ancor prima di essere usata come supporto per la scrittura, è stata impiegata, in Cina, come oggetto di vestiario. Le prime citazioni relative a questo uso risalgono al primo secolo a.C. e sempre più frequenti poi divengono negli anni successivi. Nel periodo 400-900 d.C. i preti taoisti indossavano cappelli di carta come pure gli scolari ed i poeti.

Al sesto secolo risalirebbe l'uso della carta igienica; già allora si usava, come materia prima, un prodotto particolare, fatto con fibre di paglia di riso, più facile da preparare, meno costosa e più morbida. Con la carta si costruirono aquiloni, lanterne e ventagli; questi ultimi erano prodotti in carta fin dal 300 quando gli imperatori della dinastia Chin vietarono, per questioni economiche, l'uso della seta per la loro preparazione.

L'uso della carta moneta risale probabilmente al nono secolo; si ritiene infatti che in quel periodo, essendo aumentate le transazioni, si sia resa necessaria una moneta più leggera in sostituzione della moneta metallica troppo pesante e poco trasportabile.

La carta riciclata è la carta prodotta con maceri, refili di stampa, resi di giornali o riviste, scatoloni o cartonaggi in genere ecc., cioè senza l'utilizzo di pasta di legno o cellulosa vergini. L'impiego, ove possibile, di queste materie prime derivanti da prodotti cartari già utilizzati permette di limitare l'utilizzo di materie prime derivanti dal legno ai soli usi in cui è richiesta una migliore qualità, una maggiore resistenza della carta o un migliore grado di bianco.

Diminuendo la necessità di legno, si evita un ulteriore disboscamento, salvaguardando in tal modo gli eco-equilibri, ed inoltre, il riutilizzo dei maceri limita il ricorso allo smaltimento degli stessi nelle discariche, con intuibili risparmi economici per la collettività.

La carta riciclata può venire anche disinchiostrata. In questo modo si raggiunge un miglior grado di bianco utilizzando anche carta da giornale stampata.

Carta ecologica è la carta, di cellulosa o riciclata, per la cui produzione si è limitato al massimo il danno eco-ambientale e si sono ridotti il più possibile i consumi di acqua ed energia.

Le cellulose devono essere prodotte con legnami per i quali si è provveduto ad un regolare e costante rimboschimento. Il processo di sbiancamento deve essere effettuato con procedimenti e prodotti che non danneggiano l'ambiente. Si evita l'utilizzo del cloro a favore dell'ossigeno e si evita che alcun prodotto dannoso vada disperso al di fuori dei circuiti interni della cartiera.

Per le carte riciclate si preferisce la disinchiostrazione all'utilizzo di sbiancanti ottici, e gli inchiostri e le eventuali impurità eliminate devono essere stoccati per venire loro stessi poi riutilizzati per altri usi. Le stesse carte prodotte con l'utilizzo di rifiuti organici di difficile smaltimento, come le alghe, che in alcuni mari si sviluppano in modo eccessivo, possono dare un valido contributo all'ecologia.

La carta

Etimologicamente la parola **carta** deriva dal greco e significa *foglio*. In altre lingue europee si usa il termine derivato da *papiro* (paper in inglese, papier in francese e tedesco), dal nome della pianta che nell'antico Egitto serviva per produrre fogli.

La carta è un prodotto costituito essenzialmente **da fibre vegetali e sostanze di carica minerali inerti**. La diversa combinazione delle fibre, lunghe o corte, delignificate o contenenti ancora lignina, costituisce la differenza macroscopica fra i diversi tipi di carte o cartoni che si otterranno. Non va dimenticata comunque l'importanza delle cariche minerali che, pur non concorrendo a conferire resistenza al foglio di carta, ne costituiscono sino al 50% in peso (carte patinate), conferendo alla carta maggior lucentezza, brillantezza e stampabilità.

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

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

Le sostanze minerali di carica più usate sono invece:

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

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

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

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

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

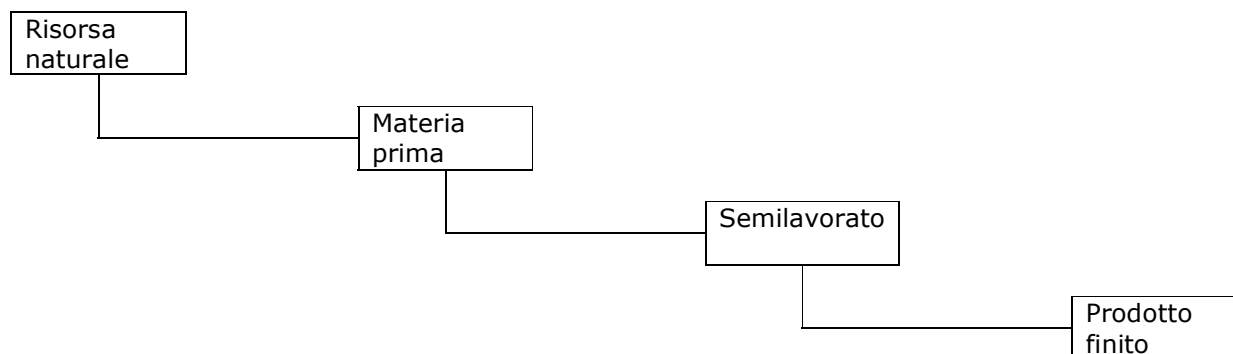
Per quanto concerne la parte di legname, quantitativamente meno consistente, che proviene da foresta, occorre considerare che si tratta sempre o dell'utilizzo di sottoprodotti (alberi non adatti alla segazione, cime di piante più grandi, ecc.) oppure proveniente da piantagioni di alberi a rapida crescita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

Il legno è costituito da fibre di cellulosa, vasi e lignina. Quest'ultima, essendo il collante naturale che tiene unite le fibre, è la sostanza sulla quale si deve agire per separare le fibre da utilizzare per scopi cartari. Il diverso modo di affrontare industrialmente la lignina e quindi di separare le fibre vegetali dà luogo alla distinzione fra i tipi di fibre cartarie (*paste cartarie*):

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

Esercizio

Completa lo schema seguente che rappresenta le lavorazioni successive che consentono di realizzare, a partire dalle risorse naturali, il prodotto finito, cioè il foglio di carta.

**La materia prima**

Nella produzione della carta le materie prime si distinguono in:

- **MATERIE PRIME FIBROSE**
- **MATERIE PRIME NON FIBROSE**

Le materie prime fibrose concorrono in misura prevalente alla produzione, rappresentano circa l'80% delle materie prime impiegate e costituiscono "il corpo" del prodotto stesso. Le seconde servono a conferire quelle caratteristiche tecnologiche e di stampabilità richieste dal prodotto (grammatura, spessore, liscio, permeabilità, colore, lucido, stampabilità, velocità di stabilizzazione dell'inchiostro, ecc).

Le materie prime fibrose

Le materie prime fibrose per carta sono essenzialmente vegetali. Le fibre vegetali sono costituite principalmente da cellulosa che è il composto fondamentale del regno vegetale. Chimicamente la cellulosa è un composto formato da carbonio, idrogeno e ossigeno ($C_6H_{10}O_5$). In natura, allo stato quasi puro, è rappresentata dalle fibre epidermiche che avvolgono il seme del cotone; quelle con una lunghezza che può variare da 2 a 6 cm. e un diametro da 10 a 40 micron vengono impiegate essenzialmente per usi tessili, mentre le fibre corte (3-7 mm) avvolgenti anch'esse il seme (i "Linters"), costituiscono un'ottima materia prima per la fabbricazione della carta. In tutti gli altri vegetali la cellulosa non si trova allo stato puro come nel seme del cotone, ma cementata e legata agli altri costituenti del legno, che per semplicità di dizione, vanno sotto la voce generica di sostanze incrostanti.

La pura cellulosa

La materia prima per la fabbricazione della carta è la **cellulosa**, che è una sostanza contenuta assieme alla lignina (collante naturale che tiene unite le fibre di cellulosa) e ad altre sostanze nelle pareti delle cellule vegetali: in natura troviamo la cellulosa allo stato puro nelle fibre che avvolgono il seme di cotone ed in buona percentuale la cellulosa è contenuta nelle fibre legnose degli alberi.

La cellulosa è una sostanza bianca e fibrosa (composta da carbonio, idrogeno ed ossigeno) in cui la lunghezza dei filamenti varia da pochi millesimi di millimetro a qualche centimetro.

L'industria che produce la carta utilizza soprattutto la cellulosa dalle specie legnose tenere, porose e con fibre lunghe come il pioppo, l'abete e la betulla, ma oggi vengono utilizzate anche piante annuali (come la paglia di grano), la canapa, il lino, il cotone, gli stracci di tessuti di fibre vegetali e la carta di recupero.

Estrarre la cellulosa dalle piante significa portare in soluzione, con opportuni solventi (a caldo e sotto pressione) le sostanze incrostanti: ciò è possibile per la particolare proprietà di resistenza ai comuni reagenti chimici che la cellulosa possiede.



Cellulosa grezza



Foglio di cellulosa

La principale sostanza incrostante è la lignina (secondo componente del legno in ordine di importanza) ed ha la funzione di cementare le varie fibre tra loro, per dare corpo e rigidità al contesto legnoso. Le materie prime fibrose che si impiegano nell'industria cartaria derivano soprattutto dalle conifere (pino, abete, larice) e dalle latifoglie (pioppo, faggio, betulla, eucalipto).

La qualità ed il comportamento delle materie prime fibrose sono in stretta relazione alla natura della specie legnosa ed al processo impiegato per l'ottenimento.

Ogni fibra presente nel legno (costituita in buona percentuale da cellulosa) si trova, nella pianta, adiacente ad altre fibre costituendo così uno schema ad intreccio che può essere paragonato ad un tessuto.

I processi industriali per la produzione di materia fibrosa hanno la funzione di ridurre le fibre delle piante in fibre allo stato elementare, le une separate dalle altre, eliminando parzialmente o totalmente lo strato di sostanze incrostanti che tengono cementate le fibre. Se la dissoluzione delle sostanze incrostanti è completa e si realizza mediante reagenti chimici, si ha un prodotto con caratteristiche cartarie molto apprezzabili, cui si dà il nome di pasta chimica.

Se la separazione delle fibre si realizza mediante un trattamento esclusivamente meccanico, si ottiene un prodotto denominato pasta meccanica di legno; esso ha caratteristiche inferiori alla pasta chimica, perchè pur ottenendo fibre allo stato elementare, il processo non è così selettivo da ridurre tutte le fibre ben separate le une dalle altre, inoltre queste sono ancora avvolte da uno strato di materiale incrostante.

Se il legno subisce un trattamento chimico piuttosto blando ed un successivo trattamento meccanico di elementarizzazione, si ottiene un prodotto chiamato pasta semichimica, cioè una pasta parzialmente disincrostante che ha le caratteristiche intermedie rispetto ai due tipi già citati.

Da segnalare sono anche le paste chemitermomeccaniche (CTMP) e chemimeccaniche (CMP) nelle quali la lignina e le altre sostanze incrostanti vengono semplicemente ammorbidite attraverso un blando attacco termo-chimico o solo chimico. Volendo si possono schematizzare le caratteristiche delle paste per carta come nella tabella seguente.

PASTA	PROCESSO	RESA% (*)	SPECIE FIBROSE PREVALENTE- MENTE IMPIEGATE
CHIMICA	Chimico	40-50	Conifere e latifoglie
MECCANICA	Meccanico	90-95	Conifere e latifoglie
SEMICHIMICA	Chimico-	55-65	Latifoglie

	meccanico		
CTMP-CMP	Chimico- meccanico	80-90	Latifoglie

(*) Quantitativo ottenibile da 100 kg. di legno secco espresso in %

Materie prime non fibrose

Tutte le materie fibrose per essere trasformate in carta devono essere opportunamente lavorate e mescolate con le sostanze denominate ausiliarie; queste conferiscono alla carta determinate caratteristiche desiderabili. I prodotti ausiliari si distinguono in sostanze di carica e sostanze collanti.

Le sostanze di carica adoperate più comunemente rientrano nelle categorie dei carbonati (carbonato di bario, di calcio e di magnesio); degli ossidi (biossido di titanio); dei silicati (asbestina, bentonite, caolino e talco); dei solfati (solfato di bario e di calcio) e dei solfuri (solfuro di zinco).

Le sostanze di carica riempiendo gli spazi compresi tra le fibre consentono di ottenere una superficie chiusa e piana, e conferiscono all'impasto fibroso determinate caratteristiche positive.

I principali vantaggi sono quindi:

- migliore ricettività dell'inchiostro
- migliore lisciatura
- maggior grado di bianco (dipendente dal fatto che le sostanze impiegate sono generalmente bianche)
- favoriscono la formazione del foglio.

Si fa inoltre aggiunta di sostanze minerali di carica per conseguire determinati risultati in carte speciali. Per esempio, l'aggiunta di opportune sostanze alla carta da sigarette permette di regolare il tempo di combustione della carta su quello del tabacco.

Le sostanze di carica hanno un costo notevolmente inferiore rispetto a quello dei materiali fibrosi. Il loro uso non deve però essere casuale, ci sono infatti dei limiti sia quantitativi che qualitativi difficilmente superabili poichè la massa fibrosa non sarebbe più in grado di ricevere quantità eccessive di tali materiali, bisogna inoltre tener conto che le sostanze di carica abbassano notevolmente tutte le altre caratteristiche meccaniche della carta. Le principali sostanze collanti sono: la resina, l'amido, la caseina, le cere, le resine sintetiche ecc. Il collaggio che si ottiene con l'impiego di tali prodotti conferisce alla carta una impermeabilità ai liquidi ed agli inchiostri (rendendola così scrivibile), infatti un foglio di carta non collato è generalmente assorbente.

Le materie seconde

Gli stracci

Si dicono «stracci» la biancheria, gli indumenti e le altre confezioni tessili non più adatte all'uso perché vecchie e logore. Essi devono però essere stati fabbricati con fibre tessili, ricavate da piante, perché solo in tal caso contengono cellulosa. In particolare si usano stracci di canapa, cotone e lino.

La carta da macero

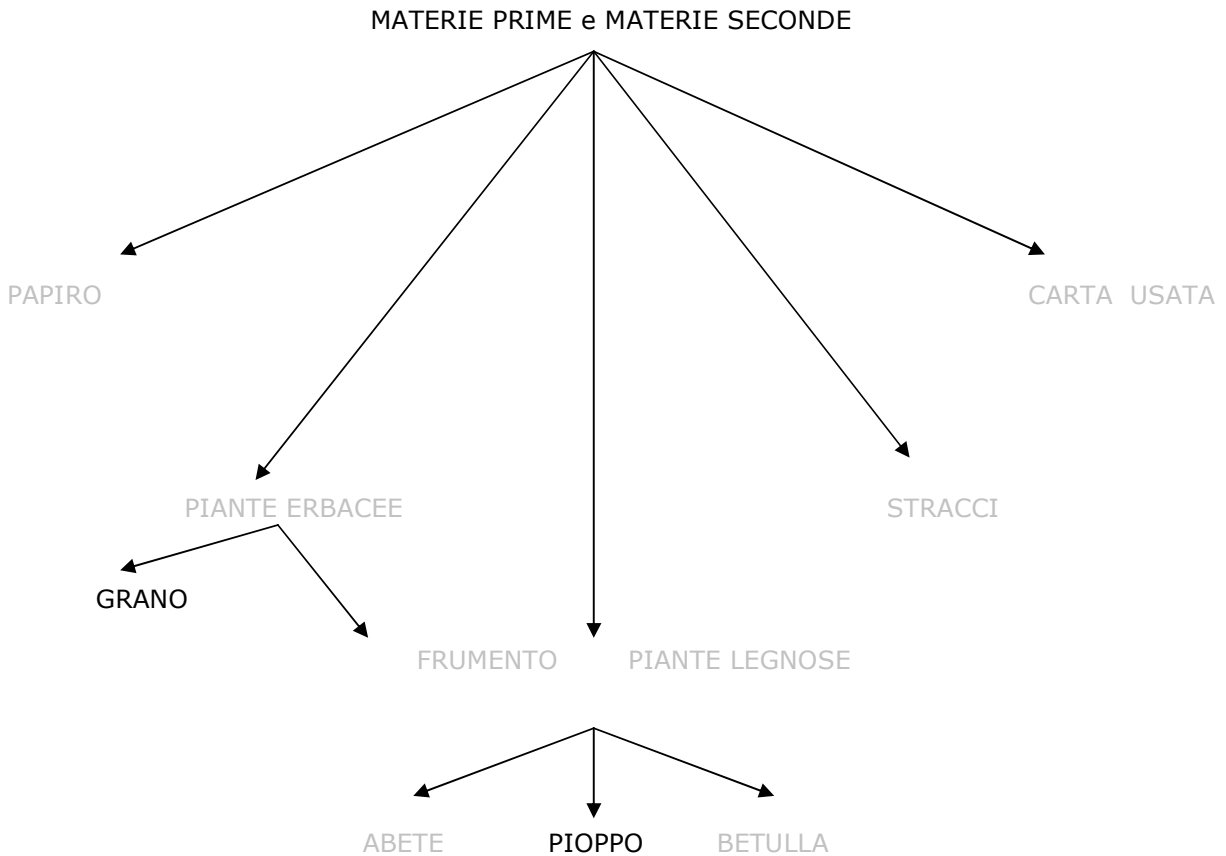
Con il termine carta da macero o fibre di recupero si intende quella carta che ha già servito allo scopo per la quale è stata fabbricata e che viene riutilizzata nel ciclo produttivo. La cellulosa infatti possiede la fondamentale caratteristica di poter essere sottoposta a ripetuti utilizzi. Grazie a questa caratteristica, un foglio di carta una volta usato può essere reimpiegato per produrre nuova carta.

Lavorazione primaria: trasformazione delle materie prime (cellulosa di legno) e seconde (carta da macero) nell'impasto di cellulosa.

Lavorazione secondaria: Produzione del foglio continuo di carta a partire dall'impasto. La carta base prodotta dalla macchina continua subisce poi un'ulteriore lavorazione che le conferisce le caratteristiche della carta da disegno o di altri tipi di carta (robusta, bianca, liscia o rugosa secondo le esigenze).

Esercizio:

Completa il grafo ad albero sulle materie utilizzate per produrre la carta



Il ciclo di fabbricazione della carta

Le industrie che producono la carta si chiamano **cartiere** e sono organizzate in due settori distinti: nel primo settore si prepara la pasta, nel secondo settore si trasforma la pasta in carta.

Nei Paesi ricchi di foreste, le cartiere vengono installate vicino ai boschi e pertanto il ciclo di lavorazione è qui completo: dal taglio dei tronchi al prodotto finito.

In Italia, che ha ampiamente distrutto il suo patrimonio boschivo, la maggior parte delle cartiere importano dall'estero le paste e le trasformano in carta.

La produzione della carta richiede materie prime differenti e lavorazioni differenti a seconda del prodotto finito che si vuole ottenere, sia esso un foglio per scrivere o per i giornali, un cartoncino oppure una carta speciale.

Nella fabbricazione della carta si distinguono quattro fasi principali: la *preparazione delle paste* (che consiste in differenti procedimenti che variano in base alla materia prima: il legno, gli stracci o la carta da macero), *l'affinatura delle paste*, la *calandratura* ed infine la *finitura*.

Prima fase: La preparazione delle paste

Si dice «pasta» il miscuglio di cellulosa, acqua ed altri ingredienti che costituisce la sostanza base per la fabbricazione della carta ed a seconda della materia prima di partenza e dei trattamenti subito si ottengono diversi tipi di pasta per carta.

Hai già visto che, nel processo industriale più diffuso, la materia prima fondamentale della carta è la cellulosa che viene ottenuta dalle piante legnose oppure dalla carta da macero e che i materiali da cui si ricava la cellulosa vengono sottoposti a diversi tipi di lavorazione (primarie e secondarie).

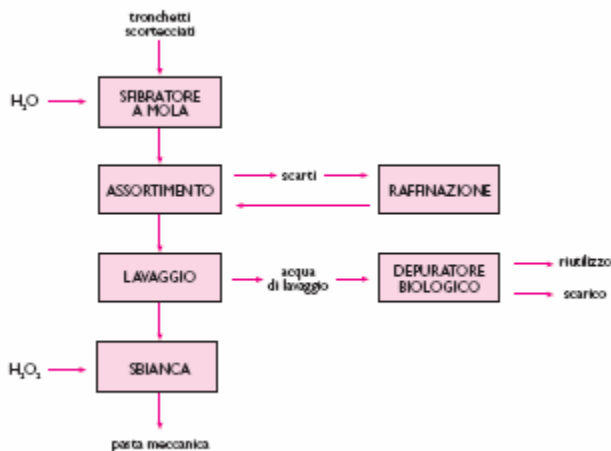
Materia prima: legno

Il legno giunge alle cartiere sotto forma di tronchi sramati (cioè senza rami) e scortecciati in maniera grossolana. A seconda della lavorazione, partendo dal legno, si può ottenere la cellulosa eliminando le altre sostanze (lignina, resine, gomme, cere, ecc.) impiegando procedimenti meccanici oppure procedimenti chimici, o procedimenti in parte meccanici e in parte chimici.

Pasta cartaria	Come si produce	Caratteristiche	Resa di 100 kg di legno secco
<i>Paste meccaniche</i>	Il chips (pioppo o abete) viene prima sfibrato con mole rotanti e abrasive, in acqua. La pasta ottenuta viene liberata dalle impurità e poi sbiancata con acqua ossigenata.	<i>Hanno buona stampabilità e voluminosità, ma scarsa resistenza meccanica. Ingialliscono rapidamente. Sono utilizzate soprattutto per i quotidiani</i>	40-45%
<i>Paste chimiche (cellulosa)</i>	Il chips (sia di conifera sia di latifoglia) viene sottoposto all'attacco di alcune sostanze chimiche, in ambiente alcalino o acido. Le fibre vengono raffinate, lavate, liberate dalle impurità e sbiancate.	<i>Ottime qualità, sia come resistenza meccanica sia come grado di bianco. Durano nel tempo e non ingialliscono.</i>	60%
<i>Paste semichimiche</i>	Il chips (di latifoglia) viene trattato come la pasta chimica, ma l'attacco delle sostanze chimiche è meno	<i>Hanno caratteristiche intermedie tra le paste chimiche e quelle ad alta resa. I costi di produzione</i>	Paste ad alta resa: 85-90%

	aggressivo e la fibra di cellulosa resta parzialmente lignificata. È un metodo che si sta abbandonando.	<i>però sono elevati.</i>	
<i>Paste chemimeccaniche</i>	Il chips (latifoglia o conifera) viene trattato prima a 100°C con soda caustica e acqua ossigenata, poi la pasta viene raffinata, liberata dalle impurità e ancora sbiancata (sempre con acqua ossigenata) e lavata.	<i>Vengono utilizzate per quasi tutti i tipi di carta e cartone. Hanno buone caratteristiche meccaniche, ma il grado di bianco è in errore Q quello delle paste chimiche.</i>	Paste ad alta resa: 90-95%

Il metodo più tradizionale e più semplice per produrre paste cartarie, è quello **meccanico**: la materia prima di partenza è il tronchetto di legno (pioppo o abete) che viene prima **scortecciato** e poi sottoposto a **sfibratura**, cioè posto in una macchina, chiamata *sfibratrice*, nella quale il legno tenero a tondelli é premuto contro una mola, grosso cilindro rotante munito di piccolissimi denti immerso in acqua, che distacca le fibre, le sminuzza e le riduce rapidamente in fibre sottilissime che, miscelate con acqua, formano una poltiglia. La pasta così ottenuta, con un procedimento piuttosto economico, é detta **pasta di legno meccanica o pasta di legno**. La pasta ottenuta deve essere assortita e le schegge o i fascetti di fibre sono rilavorati in un raffinatore a dischi.

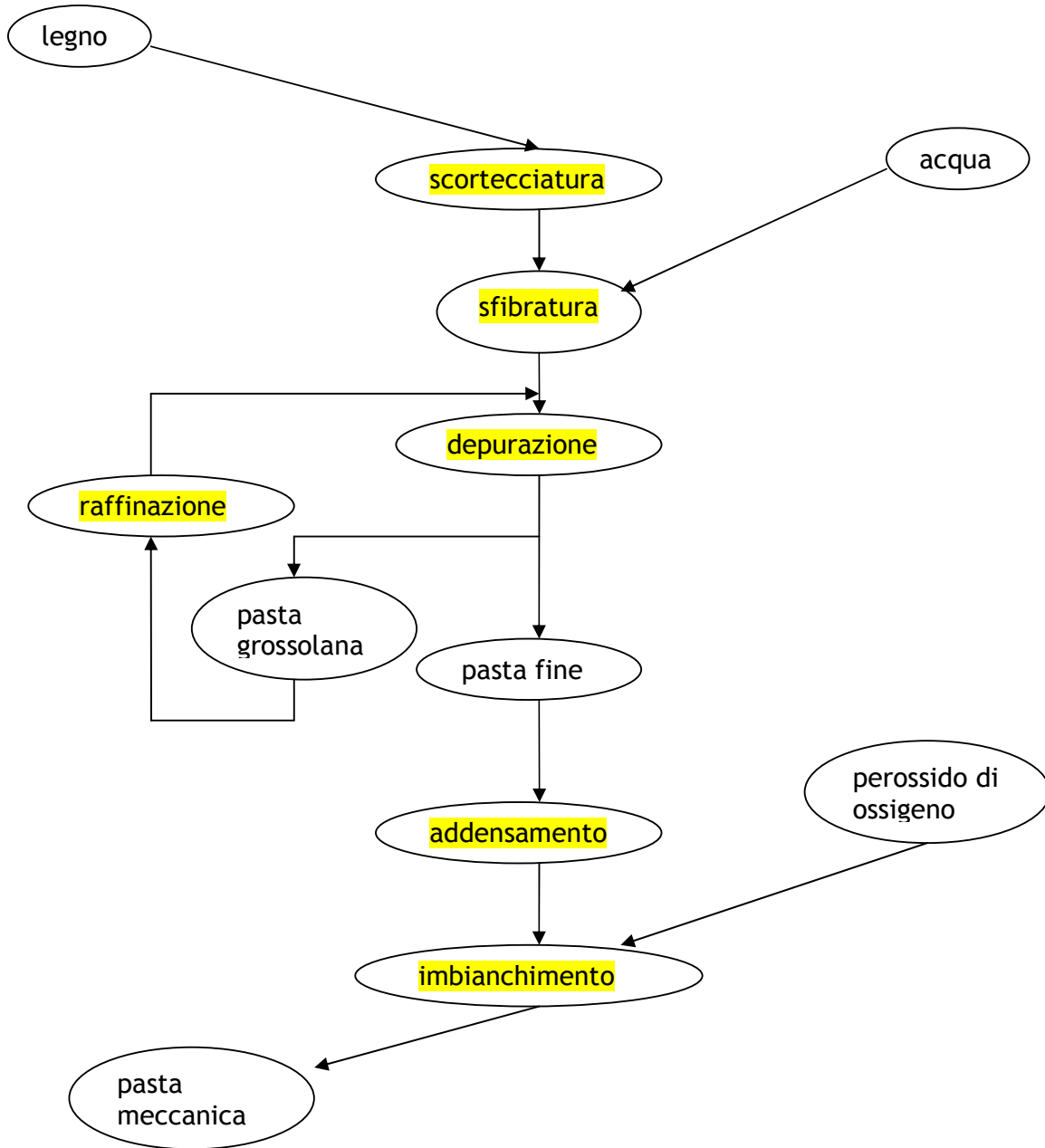


Procedimento meccanico

L'ultima fase di produzione consiste nella sbianca con perossido di idrogeno (H₂O₂) e le acque reflue sono inviate ad un depuratore biologico.

L'aumento della velocità delle macchine continue da carta e da stampa e la generale diminuzione delle grammature dettata da esigenze di economicità, hanno portato ad un rallentamento nell'impiego delle paste meccaniche e ad una loro graduale sostituzione con impasti cartari più resistenti: generalmente la pasta meccanica viene mescolata con una parte di pasta chimica e questo miscuglio viene adoperato per la fabbricazione di carta scadente adatta per la realizzazione di quotidiani: la carta dei quotidiani è prodotta utilizzando un impasto contenente il 75% di pasta meccanica ed il rimanente 25% di pasta chimica.

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



Con il procedimento **chimico** i tronchi di legno provenienti sia da conifere (fibra lunga) sia da latifoglie (fibra corta), vengono scortecciati e passano alle *sminuzzatrici* che li riducono in schegge piccolissime, detti minuzzoli o **chips**, per facilitare l'impregnazione. Queste poi vengono sottoposte a **bollitura**, a temperatura intorno ai 180°, cioè poste in speciali recipienti a pressione, detti *bollitori o autoclavi*, in cui una soluzione di acqua ed alcune sostanze chimiche (bisolfito di calcio oppure monosolfito di sodio), sciolgono le fibre legnose e le altre sostanze incrostanti e lasciano intatte quelle di cellulosa, che possono così essere separate:

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

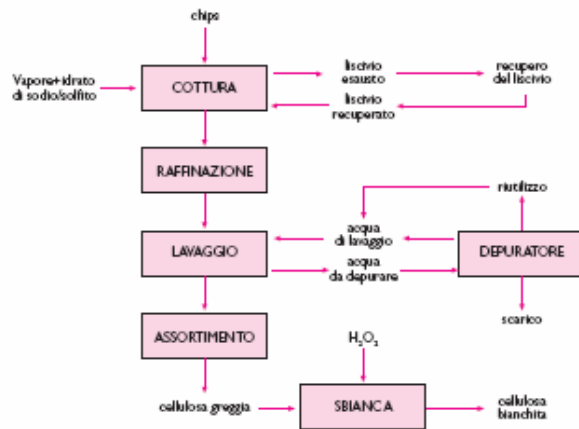
La pasta, una poltiglia grossolana, che si ottiene con tale sistema è detta **pasta di legno chimica o pasta di cellulosa** ed è usata, dopo ulteriori trattamenti fisico-chimici, per la fabbricazione di carte pregiate.

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

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

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

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

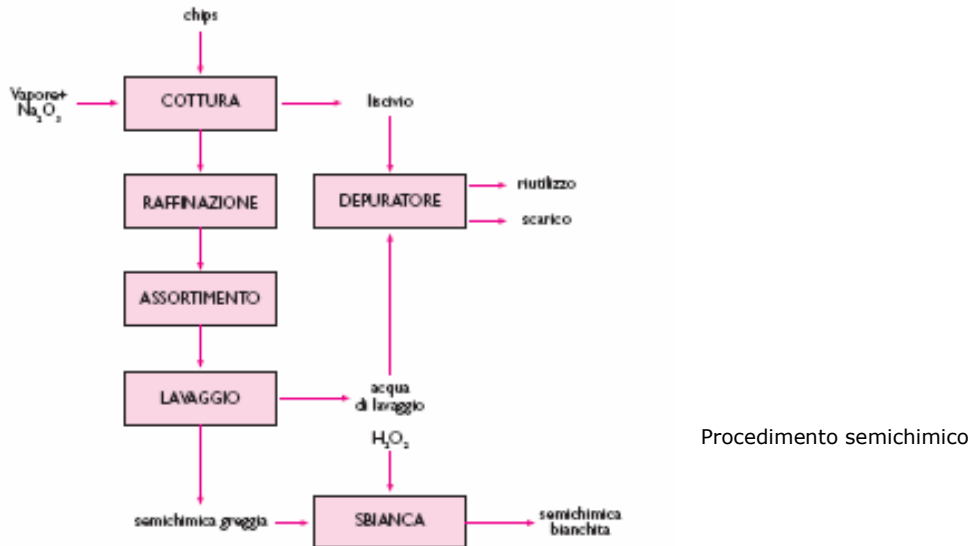


Procedimento chimico

Le caratteristiche cartarie della cellulosa sono ottime dal punto di vista qualitativo, sia come resistenza meccanica sia come grado di purezza e di bianco raggiungibile. Le carte di pura cellulosa sono quasi illimitatamente durevoli nel tempo e, non contenendo lignina, ingialliscono in modo trascurabile.

La **pasta semichimica** è quella pasta che subisce, durante il processo di lavorazione, il trattamento chimico e poi il trattamento meccanico.

Per la produzione di pasta semichimica vengono utilizzati residui di segheria, scarti delle industrie degli imballaggi in legno, residui delle fabbriche di compensati, ma anche paglia di grano, canapa e canna ed il ciclo produttivo non si discosta molto da quello descritto per la produzione di cellulosa.



La differenza fondamentale sta nel fatto che la lignina e le sostanze incrostanti non vengono completamente sciolte in quanto l'attacco chimico con solfito di sodio, la **cottura**, è solo parziale; la resa, partendo dal kg di legno secco, si aggira sul 60% e la fibra di cellulosa è ancora parzialmente lignificata.

La pasta chimica ottenuta è una massa spugnosa che viene spappolata da speciali cilindri metallici provvisti di scanalature. Le fibre vengono poi ulteriormente schiacciate per raffinare il prodotto.

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

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

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

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

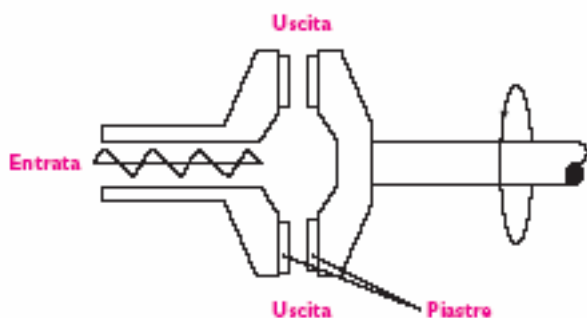
Esse fanno parte delle cosiddette **paste ad alta resa**, questa infatti è dell'85-90% per kg di legno secco: la lignina viene semplicemente ammorbidita attraverso un blando attacco termochimico o solo chimico (senza vapore aggiunto) e quindi lasciata in gran parte a ricoprire la fibra di cellulosa.

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

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

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

Il raffinatore a dischi è costituito essenzialmente da due dischi metallici posti uno di fronte all'altro, le cui superfici contrapposte sono munite di scanalature dirette verso l'esterno, con dimensioni e forma variabile a seconda dello stadio/grado di raffinazione.



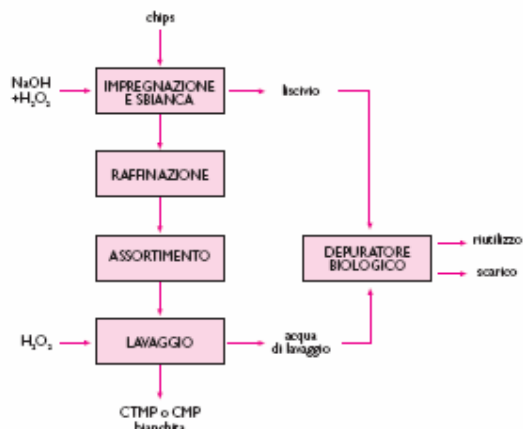
Un disco è fisso, l'altro gira velocemente e può essere allontanato od avvicinato all'altro, all'interno delle due piastre viene forzata la sospensione di legno impregnato e acqua.

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

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

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

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



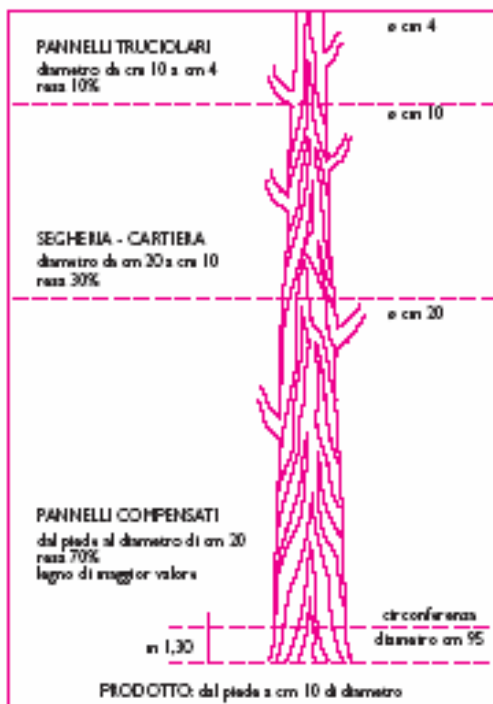
Procedimenti C.T.M.P. (chemitermomeccaniche) e C.M.P. (chemimeccaniche)

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

Le paste chemimeccaniche o chemitermomeccaniche sono utilizzate per la produzione di quasi tutti i tipi di carta e cartoni, dal **tissue** (fazzolettini igienici, asciugatutto, tovaglioli, ecc.) alle carte patinate. Le buone caratteristiche meccaniche (lunghezza di rottura, resistenza alla lacerazione) decisamente elevate per paste ad alta resa, ne consentono impieghi anche massicci.

È opportuno, in questo contesto, aprire una parentesi e sottolineare che, in un Paese come l'Italia, notoriamente deficitaria di materia prima legnosa (il legno costituisce la seconda voce di importazione dopo la carne), il pioppo è l'unico legno a rapido accrescimento (6-8 anni per la maturazione completa) disponibile in quantità discreta. Di più, in Italia e soprattutto nella Pianura Padana, da oltre 100 anni la coltivazione del pioppo fa parte della cultura e della tradizione delle popolazioni rivierasche del Po.

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



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

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

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

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

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

L'acqua è materia prima, vettore, serve nei lavaggi, per diluire la concentrazione di fibre, e resta, in percentuali diverse, nei fogli pressati delle paste e anche nella carta che, non dimentichiamo, è un foglio di natura igroscopica. La funzione fondamentale dell'acqua ha fatto sì che le cartiere storicamente sorgessero in prossimità di fiumi e torrenti e che oggi siano le prime a promuovere ed incentivare tutto un filone di studi e ricerche volto al risparmio idrico. Le nuove tecnologie degli impianti di produzione, l'installazione in ogni azienda di imponenti depuratori ed una più consapevole cultura ecologica di tutti gli operatori del settore hanno reso possibile una drastica riduzione della quantità di acqua necessaria per la produzione di carta e paste cartarie, nel caso della C.M.P., per esempio, l'impiego di acqua per la fabbricazione di un chilogrammo di pasta è passato dai circa 12 agli odierni 7-8 litri.

Materie prime alternative o integrative

Il sole è la migliore fonte di energia a disposizione dell'umanità. Il processo della fotosintesi clorofilliana è il migliore produttore di cellulosa e di amido ed il più efficace accumulatore di energia. Bruciando le sostanze vegetali, si spezzetta la cellulosa, l'amido e gli zuccheri ottenendo in cambio anidride carbonica che il processo alla clorofilla può rapidamente ritrasformare con l'aiuto del sole in sostanze vegetali di rapida crescita.

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

Anticamente in Europa la carta era prodotta solo con stracci. Si utilizzavano infatti i ritagli di vestiti e tessuti usati, i cordami delle navi, i sacchi usati. Le fibre di canapa e lino erano le materie prime usate per la produzione di carta; l'impiego della fibra di cotone avviene più tardi, dopo la scoperta dell'America.

Materia prima: stracci

La pasta di stracci si ottiene con le fibre vegetali degli stracci di cotone, lino e canapa che hanno fibre troppo corte per essere usate dall'industria tessile.



Stracci



Macchina olandese

Un tempo, gli stracci venivano prima di tutti sottoposti a **cernita**, operazione con la quale si scartavano quelli che non erano fatti di fibre di origine vegetale e si eliminavano le parti non tessili (bottoni, fibbie, cerniere lampo, ecc.), poi con lo **sminuzzamento** venivano ridotti in piccolissimi brandelli ed infine posti in una speciale apparecchiatura, detta **macchina olandese**. Questa è una vasca circolare piena d'acqua e munita di grandi pale che, ruotando, schiacciano gli stracci e favoriscono la separazione delle fibre dalle parti legnose.

Oggi i costi di rimozione di corpi estranei (bottoni, fibbie) e la mescolanza del cotone con fibre tessili artificiali hanno portato ad un impiego molto limitato di questo procedimento.

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

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

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

- **le erbacee**, quali la paglia, i residui delle graminacee (mais, frumento e riso) e i residui delle lavorazioni agro-alimentari, quali la canna e la barbabietola da zucchero oltre che i residui della spremitura degli agrumi (arance e limoni) e gli esuberanti marini quali le alghe raccolte nella laguna di Venezia sono impiegabili nella produzione di carte di elevato pregio. Queste materie prime sono ancora in fase di sperimentazione: il loro costo è per il momento più elevato rispetto alla tradizionale cellulosa;
- **le piante annuali**, quali il kenaf, il sorgo, il cotone, il lino e molte altre a veloce rinnovabilità e ad altissima resa;
- **con la paglia dei cereali** (riso, frumento, orzo, ecc.) in Cina si producono fibre cellulose;
- **gli steli della canna da zucchero** (bagasso) nell'America Centrale sono trasformati in carta;
- **il sorgo, la manioca, il miscanto, il cotone ed il lino**, sono tra i vegetali ad alta resa per ettaro ai fini della coltivazione e talune specie hanno anche una buona resa in pasta da carta. Queste fibre annuali dovrebbero entrare con più **forza** nell'uso cartario anche tramite apposita legislazione, poiché trattandosi di fibre a ciclo di accrescimento annuale possono ridurre mediamente fino ad un 20% l'uso delle cellulose ricavate da essenze arboree.



Carta con alghe

Materia seconda: carta da macero

Partendo infine dalla carta recuperata, durante la lavorazione, la carta di recupero subisce un trattamento di elementarizzazione, onde renderla idonea ad essere trasformata ancora in carta. In questa fase (**macerazione**), in cui la carta riciclata viene immersa in acqua per un tempo abbastanza lungo, è fondamentale togliere dai maceri i materiali estranei, chiamati contaminanti, come plastica, vetro, ferro, colle, paraffina, ecc. la cui presenza crea problemi alla produzione e condiziona la qualità.

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

Nel caso in cui sia necessario produrre carte con un buon grado di bianco, il processo prevede anche una fase di **disinchiostrazione** per eliminare gli inchiostri presenti nel macero, mediante appositi solventi, e poi **sbiancata**.

Più i sistemi di epurazione e disinchiostrazione sono sofisticati e più la qualità del prodotto finito si avvicina a quello di fibra vergine. La produzione di carta riciclata non inquina purché le cartiere siano dotate di attrezzature adeguate per il trattamento, sia delle carte da macero, che delle acque di scarico e dei residui di lavorazione. Data la grande eterogeneità della carta da recupero è praticamente impossibile fare una esatta, chiara ed esauriente classificazione come può invece essere fatto per le cellulose.

La pasta che così si ottiene è detta **pasta di cartaccia** che viene usata per la produzione di carta di tipo comune, usata soprattutto nel settore dell'imballaggio.

Molti Paesi stanno ricorrendo a questo sistema, in alcuni casi si arriva a riutilizzare più del 50% della carta prodotta ed in questi ultimi anni le tecniche di recupero sono state perfezionate e consentono di produrre carte di buona qualità. L'unico inconveniente è costituito dal fatto che nel reimpiego le fibre si sfilacciano, per cui non possono essere riutilizzate più di poche volte.

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

- **macero da raccolta industriale e commerciale** costituito dai rifili di cartotecnica, casse di cartone ondulato, rese di quotidiani e periodici, tabulati, ecc. Tale macero localizzato presso industrie cartotecniche ed editoriali, uffici, grandi magazzini, è raccolto da recuperatori professionali e quindi selezionato e imballato prima di essere fornito alle cartiere per rientrare nel ciclo produttivo;
- **macero domestico** proveniente da raccolta differenziata, contenente prodotti cartari detenuti nelle abitazioni e nei piccoli negozi e uffici. Tale macero, prevalentemente costituito da cartaccia mista e giornalame, deve essere isolato dai rifiuti solidi urbani all'origine, cioè prima che la carta sia mescolata con altri materiali che, inquinandola, la rendano inutilizzabile. Ciò presuppone l'organizzazione della raccolta differenziata; il macero che ne deriva può essere utilizzato come tale da alcune cartiere che procedono all'interno dei loro impianti all'eliminazione delle impurità mentre in altri casi è necessario l'intervento di operatori ambientali per la selezione e l'imballaggio.



Macero grigio



Macero bianco

L'industria cartaria italiana utilizza in misura crescente fibre secondarie (o di recupero) assicurate dal riciclo, come materia prima, di prodotti cartari usati o comunque usciti dal loro ciclo di uso. Il termine più comunemente usato per tali fibre è **carta da macero** (**recovered** o **waste paper** in inglese). Il riciclaggio delle fibre può avvenire per un numero limitato di volte (da 5 a 7) tenuto conto del progressivo deterioramento delle prestazioni, determinato dal riciclo.

Numerose sono le qualità di carta da macero disponibili, come risulta dalla lista delle tipologie che segue:

<i>tipologia A</i>	<i>Carta da macero non selezionata proveniente da raccolta differenziata Carte e cartoni misti (selezionati) Fustellati di cartone Cartone ondulato Resa illustrati con o senza dorsi collati (non politenati senza materiali impropri) Giornalame</i>
<i>tipologia B</i>	<i>Resa quotidiani Fustellati di cartone multistrato con una copertina bianca Refili di edizione Libri bianchi scartonati senza legno</i>
<i>tipologia C</i>	<i>Refili di stampati misti di colore chiaro Archivio bianco misto Tabulato senza legno Bianco giornale da quotidiani Bianco giornale da periodici Refili Bianchi 1°-2° Refili Bianchi 1° senza legno</i>
<i>tipologia D</i>	<i>Ondulato kraft II Ondulato Kraft I</i>



Cartone ondulato



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

Esercizio: Indica il tipo di pasta maggiormente utilizzato per ogni tipo di carta.

Tipo di carta	Pasta di cenci	Pasta di legno	Pasta di cellulosa	Pasta di carta da macero
Banconote	x			
Quaderno			x	
Quotidiano		x		
Cartone				x
Elenco telefonico				x
Volantini		x		
Francobolli	x			
Riviste mensili			x	
Fotocopie			x	
Libri			x	

Esercizio: Ricostruisci la prima fase del ciclo di produzione della carta.

PRIMA FASE:la produzione delle paste

PRODUZIONE DELLA PASTA DA CENCI O STRACCI

1. SPOLVERATURA

2. SELEZIONATURA

3. SPEZZETTATURA

4. PULITURA

5. SFILACCIATURA

PRODUZIONE DELLA PASTA MECCANICA (DI LEGNO)

1. SCORTECCIATURA

2. SFIBRATURA

3. DEPURAZIONE E RAFFINAZIONE

4. ADDENSAMENTO

5. IMBIANCHIMENTO

PRODUZIONE DELLA PASTA CHIMICA (DI CELLULOSA)

1. SCORTECCIATURA

2. SMINUZZATURA

3. COTTURA

4. LAVAGGIO

5. DEPURAZIONE E ASSORTIMENTO

6. IMBIANCHIMENTO

PRODUZIONE DELLA PASTA RICICLATA

1. PULITURA

2. SMINUZZATURA

3. FILTRATURA
