

## LA CARTA E IL SUO FUTURO NELL'ERA DIGITALE

Filippo Gabrielli\*

Ex allievo diplomato ITI Montani nel 1966

Presidente del Corso di Laurea in Ingegneria della Produzione Industriale

Università Politecnica delle Marche, Ancona

Difficilmente, qualche anno fa, mentre i computer stavano entrando in maniera invasiva ed estesa sul mercato, pensando alle nuove tecniche e ai nuovi supporti di immagazzinamento di informazioni, allo sviluppo di nuovi metodi per la comunicazione, ecc. avremo pensato che il ruolo della carta sarebbe stato ancora così importante nella nostra vita anzi, saremo stati più propensi a pensare che essa sarebbe sparita, almeno per le applicazioni importanti, dal nostro vivere quotidiano. Niente di tutto questo. Il passare del tempo invece ci ha mostrato che questa nostra amica, piuttosto vecchiotta, la sua invenzione risale a circa 2000 anni fa, ancora oggi, nell'era di Internet e di molte altre mirabolanti applicazioni dell'elettronica e della meccanica, trova spazio anche in applicazioni molto importanti e non si può fare a meno di essa, tanto è che il suo consumo, invece che diminuire, è andato via via aumentando. Solo in Italia se ne consumano 11000 tonnellate annue, quasi 200 kg per abitante e non solo per libri e giornali ma anche per molti altri impieghi: scatole quaderni, fazzoletti, banconote, per fabbricare mobili, costruire case e per molte applicazioni che poco tempo fa sembrerebbero state impensabili.

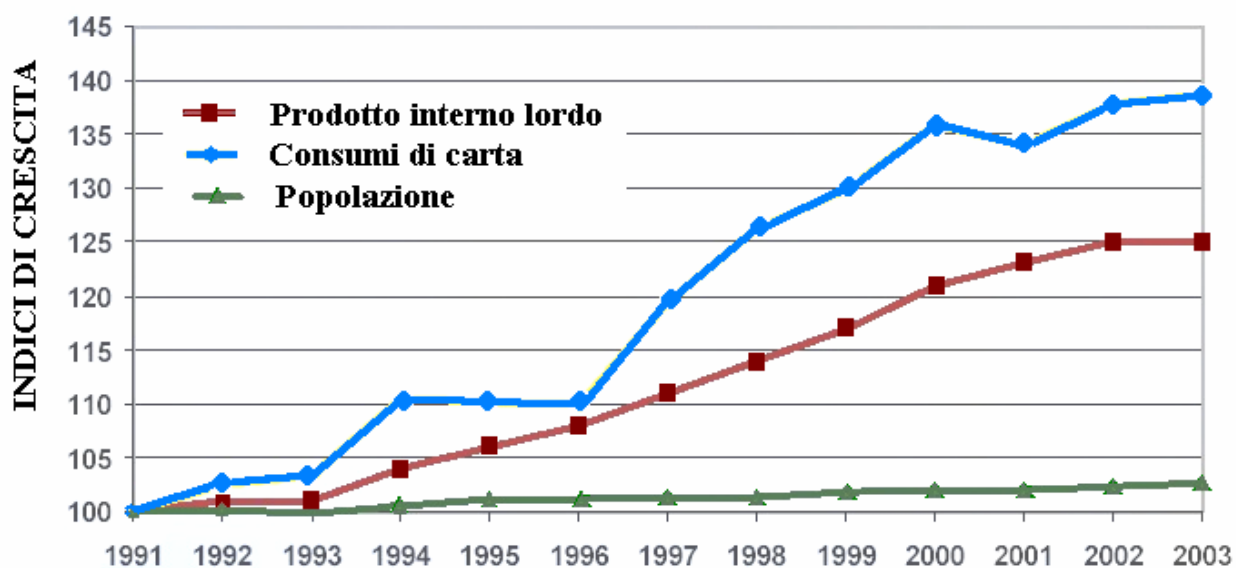
Va detto che, nonostante i nuovi metodi digitali di archiviazione e di trasferimento di informazioni con computer, il ruolo molto rilevante della carta può essere attribuito a diversi motivi: all'abitudine al documento cartaceo che è ancora dominante nella maggior parte delle persone, al sistema legale di parecchi paesi che è molto integrato con documentazione cartacea e, infine, alle difficoltà nella modifica dei sistemi di gestione e organizzazione di informazioni, impennati per secoli sulla carta.

Sebbene sia stato sempre ritenuto una nicchia del settore produttivo del paese, il settore cartario, con l'analisi dei numeri, si dimostra, invece, di notevole considerazione. In Europa l'Italia è il 4° produttore, a livello della Francia, e costituisce, rispetto al totale europeo, il 10% della produzione che viene effettuata in un numero di stabilimenti che sono il 20% del totale europeo. Nel nostro paese, vengono annualmente prodotte, in 196 stabilimenti, più di 9,5 milioni di tonnellate di carta, per un fatturato di 7,2 miliardi di euro, con un coinvolgimento di 24.000 operatori delle cartiere ed altrettanti nell'indotto.

Per quanto riguarda la domanda interna, va detto che, essendo il consumo nazionale di oltre 11 milioni di tonnellate e che circa 3 milioni di tonnellate sono esportate, c'è la necessità di import per più di 5 milioni di tonnellate con una tendenza sempre più in aumento.

Da quanto precede emerge che il mondo della carta è lontano dall'essere solo una nicchia ma costituisce un settore che merita molta attenzione.

### DATI DEI PAESI CEPI (Confederation of European Paper Industries)



L'analisi comparativa negli anni mostra che, parallelamente all'incremento del PIL e dalla popolazione, c'è stato un continuo aumento nei consumi della carta e l'idea che con l'avvento dei computer la carta potesse perdere il suo ruolo si è dimostrata infondata. Anzi, l'avvento dei computer ha stimolato l'esigenza di nuove carte più idonee per l'utilizzo e le applicazioni in sinergia con il computer: carte per stampanti, carte fotografiche, carte per utilizzi speciali, ecc.

Va detto che nonostante questi aumenti di consumi anche il settore cartario nazionale comincia a temere gli effetti della competizione globale dovuta all'ingresso sul mercato di paesi orientali a basso costo del lavoro. In questo quadro, per non soccombere alla concorrenza straniera, il mercato dovrà essere affrontato con notevole attenzione nelle tre direzioni che portano alla innovazione di prodotto, all'innovazione dei processi produttivi e allo sviluppo sostenibile dell'ambiente.

### LE INNOVAZIONI NEI PRODOTTI

La carta ed il cartone sono prodotti familiari con i quali ognuno di noi viene a contatto più volte al giorno, in casa e al lavoro, nelle ore dedicate allo svago, all'informazione ed allo studio, ogniqualevolta c'è da conservare, proteggere, trasportare beni di consumo - durevoli e non - ed in tante altre occasioni. Sono pochi, però, quelli che associano l'utilizzo della carta ad applicazioni tecnologiche che talvolta sono molto sofisticate.

I prodotti cartari, in genere, si suddividono in sei grandi categorie: carta da stampa, carta da scrivere e per ufficio, carte da imballaggio, cartoni e cartoncini, articoli igienico-sanitari, carta speciale e per uso industriale.

Carta e cartone, senza l'aiuto dei quali il commercio e tutta la civiltà dell'Europa Occidentale qual è oggi non esisterebbe, sono prodotti naturali, biodegradabili e riciclabili e, come tali, amici dell'ambiente. Sono formati da milioni di fibre di cellulosa intrecciate fra loro, sempre più anche da fibre ottenute riciclando carta da macero, e da sostanze aggiuntive quali collanti, coloranti e sostanze minerali, sempre più innovativi che riescono a rendere la carta sempre più preziosa per cui è molto limitativo considerare la carta solo per gli aspetti familiari di tutti i giorni senza dimenticare gli usi minori (costruzione, moda, passatempi, ecc.), negli uffici e per alcune applicazioni industriali (carta filtri). Stanno, infatti, prendendo sempre più piede le carte ad elevate prestazioni, vale a dire di carte funzionali con alto valore aggiunto in termini qualitativi ed economici e con

prestazioni da soddisfare i bisogni delle industrie leader in applicazioni spinte della moderna tecnologia.

### ***Carte innovative ad elevate prestazioni***

Le carte ad elevate prestazioni sono state sviluppate utilizzando le tecniche classiche di fabbricazione della carta esasperando le funzioni richieste alla materia prima a partire dalle fibre di legno considerando sempre più fibre sintetiche, minerali e metalliche. Molto spesso ci si riferisce ad alcune di queste carte trattandole come carte funzionali a seconda delle prestazioni ad esse richieste per soddisfare le necessità di aziende leader nel settore tecnologico. Questa definizione risulta abbastanza impropria a causa della mancanza della capacità in molte di queste carte di fornire una retroazione, anche se, con le carte intelligenti, si sta andando verso carte che forniscano questa possibilità.

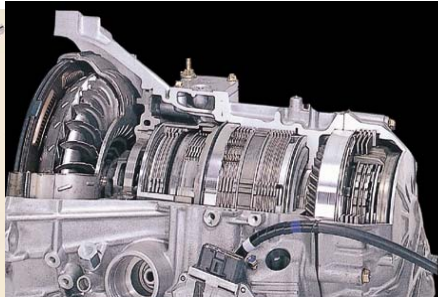
Nel vivere quotidiano, difficilmente ci accorgiamo degli utilizzi alternativi che possono essere fatti della carta. Riusciamo a spingerci con la fantasia a lampadari, a carri allegorici carnevaleschi, ad abiti, a mobili, alla costruzione di case, di strutture portanti, ecc. A volte, guardando alcuni contenitori di alimenti in tetra pack, difficilmente riusciamo ad associarli a carta, magari trattata con altri materiali. Anche la carta da forno ci può procurare qualche perplessità quando pensiamo che tale materiale, utilizzato, da bambini, per fare fuoco, possa resistere alle temperature di cottura dei cibi.

Va detto che, per le fibre naturali utilizzate per fare queste carte, è sempre più difficile rispettare le specifiche severe richieste dei materiali che supportano la moderna tecnologia. Per quanto riguarda la resistenza termica, per esempio, la carta con fibre naturali convenzionali può resistere fino a temperature di 180°C. Carte fatte con fibre sintetiche possono resistere a temperature di 400°C mentre l'uso di fibre ceramiche può condurre a carte che resistano a temperature di oltre 2000 °C con possibilità di un elevatissimo numero di nuove frontiere applicative per la carta stessa.

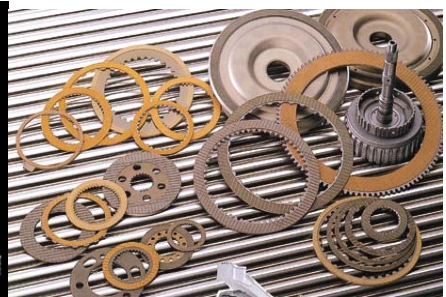
I settori dell'elettronica, dell'automobile, della meccanica e molte industrie ad elevata tecnologia hanno fornito un rilevante stimolo per lo sviluppo in paesi ad elevata industrializzazione di un'industria della carta ad elevate prestazioni per nuovi fabbisogni e nuove applicazioni sempre più sofisticate. Carte per condensatori, per filtri di batterie, per filtri dell'aria, carte per l'eliminazione di interferenze radio, sono diventate cruciali per i componenti in cui vengono utilizzate.



*a) Materiali ad attrito per funzionamento a bagno fatti in carta*



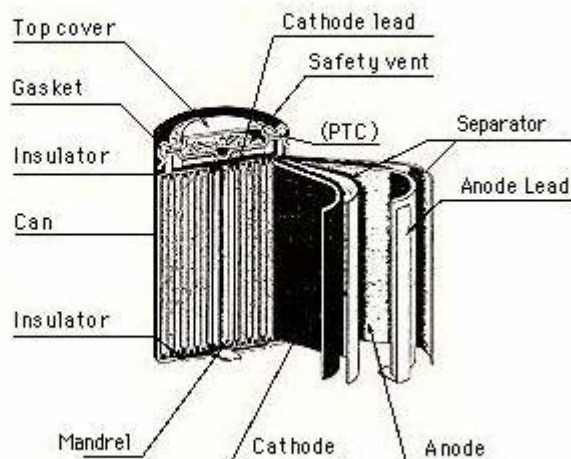
*b) Il materiale è allocato nel freno*



*c) Materiali ad attrito per funzionamento a bagno fatti in carta (più di 10 strati)*

Le carte ad elevate prestazioni ottenute con fibre sintetiche e inorganiche sottoposte a finitura mediante resine permettono di ottenere materiali resistenti al calore e all'usura utilizzabili come materiali per i freni di automobili, per frizioni ecc. Si può dire senza esagerare che dalla carta dipende talvolta la sicurezza nella guida.

Un'altra applicazione della carta piuttosto sofisticata è nella realizzazione di elementi separatori all'interno di batterie alcaline al litio di telefonini portatili; la carta usata per tali scopi è essenzialmente un sottile strato di fibre sintetiche sovrapposte, a prova di alcali. Se una corrente elettrica eccessiva passa attraverso il separatore, esso fonde e arresta la corrente.



Per soddisfare un certo numero di obiettivi si sfruttano la qualità delle fibre e le caratteristiche superficiali, la dimensione e la distribuzione della porosità tra le fibre che vengono prodotte in maniera opportuna. Un esempio è mostrato dalle carte per la sterilizzazione a gas. Con tali carte realizzate con porosità controllata, si realizzano buste entro cui si pongono ferri chirurgici o altre cose da sterilizzare; tali buste vengono esposte al gas sterilizzante e dopo sterilizzazione vengono conservate in un normale ambiente non sterile. Gli oggetti all'interno dei sacchetti sono mantenuti nello stato sterile per

un tempo illimitato in quanto i batteri, essendo superiori alla dimensione dei pori, non sono in grado di passare attraverso la carta a porosità controllata dei contenitori.

Occorre dire che il considerevole sviluppo nella tecnologia di produzione della carta, oggi giorno consente di raggiungere standard qualitativi molto elevati. Queste carte tecnologiche non passano attraverso la nostra vita quotidiana ma sono direttamente utilizzate in prodotti ad alta tecnologia e quindi sviluppate direttamente per specifici utilizzi in aziende high tech per le quali tali carte diventano un materiale strategico per il prodotto in cui vengono impiegate.

La maggior parte di queste carte è fornita da paesi che sviluppano ricerca, in particolare il Giappone che fornisce una elevata percentuale di tali carte per il settore automobilistico, dell'elettronica ecc. e può essere considerato il paese leader in queste tipologie di produzioni.

Gli sviluppi innovativi della carta sono associati agli sviluppi paralleli nelle materie prime, nella produzione di fibre con caratteristiche particolari e di materiali particolari come micro o nano particelle oppure polimeri impiantate nella struttura della carta per realizzare specifiche funzioni ottiche o elettroniche (carte funzionali). Questa ricerca sta portando a nuove possibilità. Per esempio, si stanno realizzando carte con composizione variabile per isolamento termico in navette spaziali e verso carte 'intelligenti' che sfruttano ottica ed elettronica a perdere per applicazioni nell'industria dell'imballaggio con l'obiettivo di monitorare la freschezza del prodotto, per leggere codici a barre, interagire con sensori, etc. L'impiantazione di nano particelle per funzioni precise di monitoraggio e di controllo entro la struttura della carta che ha una integrità strutturale molto scarsa, e sottoposta a variazioni di temperatura ed umidità è una sfida tecnologica molto rilevante.

L'ultima curiosità a cui si vuol far riferimento è una possibile applicazione della carta in un settore, quello dei computer, nella realizzazione di un giornale digitale affinché le informazioni che oggi possiamo leggere su internet potremo vederle su uno schermo sottile e flessibile che potremo portarci dietro molto più facilmente. Nello sforzo per realizzare schermi di questo tipo sono stati prodotti molti prototipi con diodi organici ad emissione luminosa su substrati di fogli metallici o



plastici. Ricercatori coreani nel settore elettronico hanno sostituito i fogli del substrato con carta realizzando una carta elettronica mediante carta normale rivestita con strati di elettronica in plastica. La carta, rispetto alle soluzioni precedenti, ha il vantaggio di essere leggera, economica, termicamente e meccanicamente stabile durante la lavorazione. Il metodo proposto può essere usato per fare schermi pieghevoli di tutti i tipi, incluse le carte elettroniche, le mappe elettroniche e i display per annunci pubblicitari

Questi dispositivi vengono ottenuti rivestendo un comune foglio di carta per getto di inchiostro con un rivestimento di parylene per proteggere la carta da agenti chimici e per fornire una superficie uniforme, applicando poi un secondo strato di parylene seguito da strati di nichel, tre tipi di materiali organici e un metallo come strato esterno. Va sottolineata una cosa molto curiosa. Una decina di anni fa sembrava che i computer, internet, i supporti multimediali dovessero diventare i "killer" di libri, rendere obsolete le biblioteche, e gli archivi degli uffici senza carta; oggi, invece i libri sono più popolari che mai, le biblioteche sono informatizzate e negli uffici gira più carta di prima e la carta ha sposato il computer diventandone un componente prezioso e innovativo.

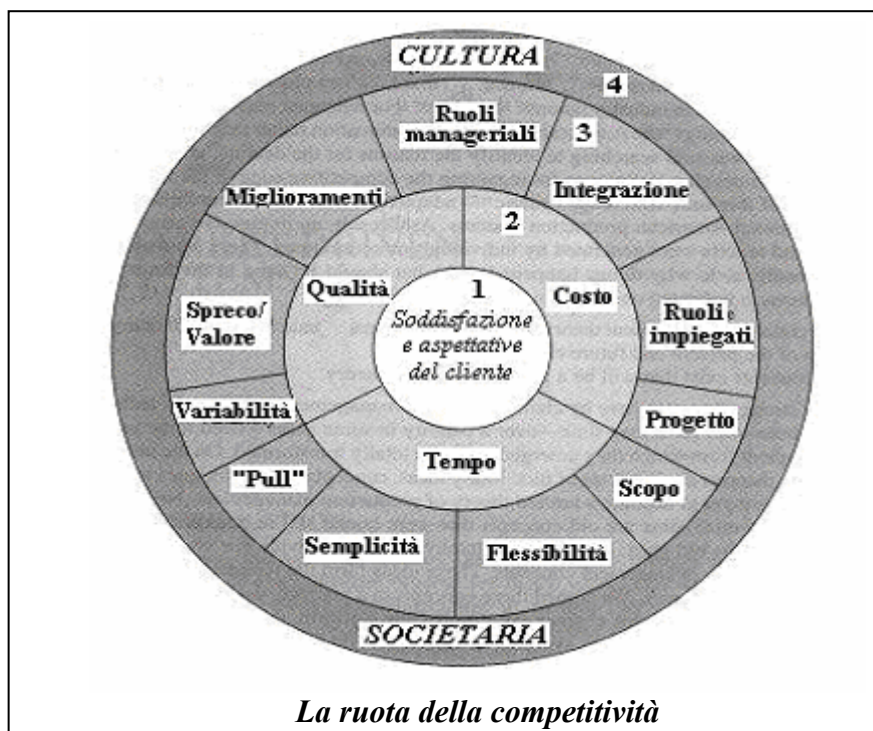
Quanto precede mostra che, oggi, una nuova generazione di tecnologie offre prospettive di dotare i prodotti di carta con le capacità dell'era dell'informazione e ci sembra di essere ben lontani da un mondo in cui i computer possano far scomparire la carta. Al contrario sembra di iniziare un futuro in cui i computer possano essere stampati e "vivere" su carta.

## L'INNOVAZIONE NEI PROCESSI PRODUTTIVI E ORGANIZZATIVI

Per fronteggiare la continua spinta competitiva orientale non è sufficiente focalizzare l'attenzione su nuovi materiali in quanto ciò potrebbe consentire un piccolo recupero ed un notevole guadagno in immagine ma occorre rivisitare i processi tecnologici e le tecniche di gestione introducendo le metodologie che, in altri settori della produzione manifatturiera, hanno consentito di passare alla produzione post industriale con traumi minimi.

Sono state proposte parecchie nuove idee, tecniche, revisioni di vecchi concetti, altri completamente nuovi, ecc. che, tuttavia, non costituiscono ancora una vera e propria teoria di gestione della produzione ma possono essere raccolti in uno schema, la **ruota della competitività** che può essere considerata la base per una moderna teoria della organizzazione.

La ruota della competitività è costituita da quattro cerchi concentrici, ciascuno dei quali



rappresenta diversi aspetti. Il cerchio centrale (cerchio n. 1) sarà anche il centro di tutti i sistemi futuri: il cliente. Il secondo cerchio (cerchio n. 2) indica come il sistema di produzione dovrebbe consegnare al cliente cioè prodotti di qualità, con costi bassi ed in tempi brevi. Il cerchio n. 3, vale a dire il cerchio di supporto, indica i concetti e gli strumenti per ottenere ciò che il sistema di produzione deve consegnare al cliente mentre il cerchio più esterno (n. 4) sottolinea l'impatto che i

concetti illustrati hanno su tutta la organizzazione produttiva enfatizzando la necessità di una nuova cultura.

Le tendenze future nel settore cartario, nei prodotti, nelle apparecchiature e nei processi per lo spappolamento e la produzione della carta, ecc. sono congruenti con gli sviluppi del cambiamento sociale ed economico complessivo. Ciò prevalentemente deriva dalla richiesta da parte degli investitori di migliori prestazioni finanziarie in linea con le altre industrie.

Allo scopo sono state prese misure del tipo illustrato:

- *uno slittamento di attenzione dalla produzione al cliente;*
- *una maggiore consolidazione del settore;*
- *un approccio più disciplinato alla gestione del capitale e delle risorse e*
- *l' inizio di nuove pratiche imprenditoriali collaborative.*

I livelli economici e di produttività attuali continueranno ad essere migliorati continuamente mediante nuove tecnologie ed economie di scala per carte di bassa caratura come per esempio carta per giornali.

Per nuovi prodotti, mega linee di produzione dovranno essere sostituite con linee più piccole, più flessibili e fortemente automatizzate con una capacità di cambiare tipo di caratteristica di prodotto molto rapida

In entrambi i casi precedenti le macchine per la carta saranno integrate in più pochi processi e conterranno molta intelligenza, automazione e controlli in linea.

## **SVILUPPO SOSTENIBILE DEL SETTORE CARTARIO**

Le problematiche ambientali rappresentano nel settore un preciso punto di riferimento del comportamento. La produzione della carta e del cartone comporta, infatti, una sequenza di operazioni del processo produttivo a cui è associato un forte impatto sull'ambiente che può essere considerato da parecchi punti di vista.

*Le risorse e gli scarichi idrici* sono stati sempre, per le cartiere, un aspetto fondamentale. L'impegno delle aziende nella ricerca per ottimizzare l'uso delle risorse idriche ha portato il settore a raggiungere significativi risultati di riduzione dell'impiego di acqua che, grazie in particolare al ricorso al riciclo, negli ultimi venti anni è stato più che dimezzato.

Il consumo di acqua comporta un impatto sull'ambiente dovuto allo scarico, a valle del processo, di un'elevata quantità di emissioni inquinanti. Queste ultime sono state drasticamente ridotte attraverso impianti di trattamento meccanico e biologico e modificando il processo di produzione delle paste, nonché mediante la realizzazione di impianti per il riciclo continuo dell'acqua nel processo produttivo attraverso interventi di purificazione dell'acqua.

Dal punto di vista delle risorse energetiche ed emissioni in atmosfera, l'industria cartaria può essere sicuramente annoverata tra i settori "energy-intensive" per il peso del contributo dato dalle fonti energetiche al bilancio complessivo del processo produttivo. L'introduzione di tecnologie sempre più sofisticate e di processi altamente automatizzati, tali da consentire una sempre crescente produttività comporta un crescente fabbisogno energetico, compensato dalla migliorata efficienza dei macchinari e dal ricorso a sistemi di controllo e monitoraggio dei consumi. L'utilizzo di energia è quindi rimasto sostanzialmente invariato negli ultimi anni.

La necessità di disporre sia di vapore che di energia elettrica e le dimensioni degli impianti hanno favorito l'introduzione dei sistemi di cogenerazione da parte del settore. Questa tecnologia che ha avuto un notevole sviluppo applicativo negli anni '90 permette di coprire con l'autoproduzione il 50% del fabbisogno annuo di energia attraverso la produzione combinata di energia e di calore. Mediante questo sistema il calore prodotto durante i processi produttivi cartari viene riutilizzato per la produzione di energia elettrica. Oltre all'elevato rendimento energetico, la cogenerazione offre un'elevata compatibilità ambientale, grazie alle emissioni inquinanti estremamente ridotte. La produzione di energia termoelettrica necessaria per il processo è infatti ragione di inquinamento causato da emissioni atmosferiche. Le soluzioni a questo problema sono

state trovate impiegando il gas naturale in sostituzione dell'olio combustibile ed inserendo nel processo produttivo la cogenerazione.

I rifiuti cartacei che non sono riciclabili sono recuperabili come combustibile. La carta è un materiale combustibile con un elevato potere calorifico; insieme alla plastica costituisce il grosso della frazione combustibile contenuta nei rifiuti urbani. Il recupero energetico di queste frazioni può avvenire in un inceneritore per rifiuti urbani indifferenziati, oppure trasformando le frazioni combustibili dei rifiuti urbani in CDR (Combustibile Derivato dai Rifiuti), attraverso un processo di selezione meccanica del rifiuto indifferenziato e di "arricchimento" della frazione combustibile (quella secca) con altri rifiuti ad elevato potere calorifico.

La principale componente della carta è la cellulosa, ed essendo il nostro paese caratterizzato da risorse forestali tradizionalmente scarse, l'industria cartaria italiana ha nel tempo sviluppato un ciclo produttivo basato prevalentemente sull'impiego di semilavorati. La scarsa disponibilità di risorse naturali ha inoltre indotto le aziende a cercare materie prime alternative, portando il settore a sviluppare tecnologie per il recupero della fibra a partire dalla carta da macero. La fibra per la produzione della carta può essere attualmente recuperata sia dal macero "pre-consumer", ovvero i giornalami e i refili di cartotecnica, sia "post-consumer", ovvero la carta già utilizzata che, tramite

un trattamento di selezione, viene resa idonea ad essere reintrodotta nel ciclo produttivo. Attualmente l'Italia è il quarto Paese europeo per utilizzo di macero che costituisce la materia prima principale per l'industria cartaria italiana.

### ***Aree di ricerca e innovazione nella produzione cartaria***

- Processi
  - tecnologie chimiche e separative: inchiostri, additivi, adesivi;
  - tecnologie meccaniche e della produzione industriale;
  - Tecnologie elettriche elettroniche ed elettro-ottiche
- Materiali
  - materiali avanzati, micro e nano tecnologie,
  - Fibre avanzate e microfibre,
  - trattamenti superficiali di collatura, di patinatura, ecc
- Sensoristica e automazione industriale
  - Modellistica e simulazione dei processi industriali
  - Integrazione, CIM, ecc
  - Sistemi automatici di movimentazione
  - Sistemi automatici di controllo e supervisione
  - Visione e riconoscimento automatico
  - Informatica e telecomunicazioni
  - Programmazione, protocolli
  - Marcatura e tracciabilità
  - .....
- Tecniche di gestione
  - Business process reengineering
  - Qualità, sicurezza e affidabilità.....
  - Customer Relationship Management (CRM)
  - Sistemi logistici integrati
- Tecniche energetiche e ambientali
  - Trattamento delle acque reflue
  - riciclaggio, e smaltimento
  - ECO label
  - Uso razionale dell'energia
  - .....

### **LA FORMAZIONE PER LA MODERNA INDUSTRIA CARTARIA**

La carta, dunque, è un prodotto a tutti noi ben noto, realizzato mediante un processo industriale complesso, in continua trasformazione nel tempo con ricerca ed introduzione delle tecnologie più innovative a causa della internazionalizzazione dei mercati. L'innovazione e la ricerca sono fondamentali in vari settori portanti per la produzione cartaria e generano, quindi, la necessità di una preparazione mirata per gli operatori del mondo cartario.

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

Una preparazione specifica mirata al mondo cartario nella scuola superiore, infatti, non esiste se si eccettua un istituto tecnico industriale ad indirizzo cartario nella città marchigiana della carta: Fabriano. Considerato l'esiguo numero di periti cartari che si diplomano, le cartiere attingono, ovviamente dagli altri tipi di scuole a seconda dei settori di impiego. I candidati vengono addestrati alle tecniche cartarie in scuole di formazione professionale organizzate dalle cartiere stesse nei comprensori cartari del veronese e della lucchesia in particolare mediante corsi brevi dedicati nella scuola di San Zeno, a Verona e mediante Master professionalizzanti a Lucca.

Per quanto riguarda la formazione universitaria è attivo presso l'Università Politecnica delle Marche, nella sede decentrata di Fabriano, un corso di laurea in Ingegneria della Produzione Cartaria, unico in Italia con lo scopo di fornire agli studenti un'adeguata formazione per un rapido e sicuro inserimento in cartiera quale responsabile dei processi produttivi, dei sistemi logistici, della qualità e sicurezza e della conduzione di impianti.

Gli obiettivi formativi di questo corso di laurea sono mirati

- al conseguimento di competenze tecnico-ingegneristiche che presuppongono innanzitutto la conoscenza di aspetti metodologico-operativi delle scienze di base, matematica, fisica e chimica e la capacità di utilizzare tali cognizioni per i problemi ingegneristici;
- alla conoscenza degli aspetti metodologici-operativi della produzione cartaria e capacità di identificare, formulare e risolvere problemi specifici;
- alla capacità di utilizzare tecniche e strumenti per la programmazione e il controllo dei processi industriali alla base della produzione cartaria e cartotecnica e la competenza nella valutazione dell'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;

L'ingegnere della produzione cartaria conoscerà altresì l'impatto economico, gestionale e organizzativo dell'impresa e sarà in possesso degli strumenti di base per un aggiornamento continuo delle proprie conoscenze professionali e per l'iscrizione al corso di Laurea Magistrale in ingegneria Gestionale che verrà attivata dall'Università Politecnica delle Marche, nella sede decentrata di Fermo, sin dal prossimo anno accademico.