

# La calandratura della carta

**Moar Walter**  
(Carmignano)

Relazione finale  
1° Corso di Tecnologia per tecnici cartari  
**1991/92**



**Scuola Interregionale  
di tecnologia  
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50  
37138 Verona

## I N D I C E

### PREMESSA

#### LA CALANDRA

- STRUTTURA
- FUNZIONAMENTO
- SCOPO DELLA CALANDRATURA

#### L'UMETTATRICE

- STRUTTURA E FUNZIONAMENTO

#### LA RIBOBINATRICE

- STRUTTURA
- FUNZIONAMENTO
- PROBLEMATICHE LEGATE ALLA RIBOBINATURA

#### PROBLEMATICHE GENERALI LEGATE ALL'ALLESTIMENTO

- PLANARITA'
- COSTANZA DEL GRADO DI LISCIO E DI LUCIDO
- FORMAZIONE O TENDENZA AD ATTORCIGLIAMENTO DEI ROTOLI
- FORMAZIONE DI PIEGHE
- TAGLI DI CALANDRA
- GIUNTE

#### CONCLUSIONI

**PREMESSA :**

La carta che viene prodotta in macchina continua è solo un semilavorato e pertanto è destinata ad essere sottoposta ad altre lavorazioni nei reparti di allestimento.

Essenzialmente tali operazioni si possono distinguere in due categorie :

- 1) operazioni atte a caratterizzare il prodotto secondo le richieste del cliente , quali il taglio in rotolo o in formato e relativo imballo.
- 2) operazioni finalizzate ad aumentare la qualità del prodotto come ad esempio la patinatura , la goffratura e la calandratura.

Nella mia ricerca parlerò proprio di quest'ultima fase di lavorazione descrivendo le varie macchine necessarie e prendendo soprattutto in considerazione le varie problematiche che possono emergere nelle fasi finali di allestimento . Infatti si deve tener presente che in quest'ultima fase , le carte calandrate e supercalandrate in genere creano molte più difficoltà che non le carte finite di macchina continua.

## L A C A L A N D R A : S T R U T T U R A E F U N Z I O N A M E N T O

La calandra è una attrezzatura formata da una serie di cilindri sovrapposti su un unico asse verticale atta ad aumentare il grado di lucido e di liscio superficiale della carta mediante l'azione meccanica di frizionamento.

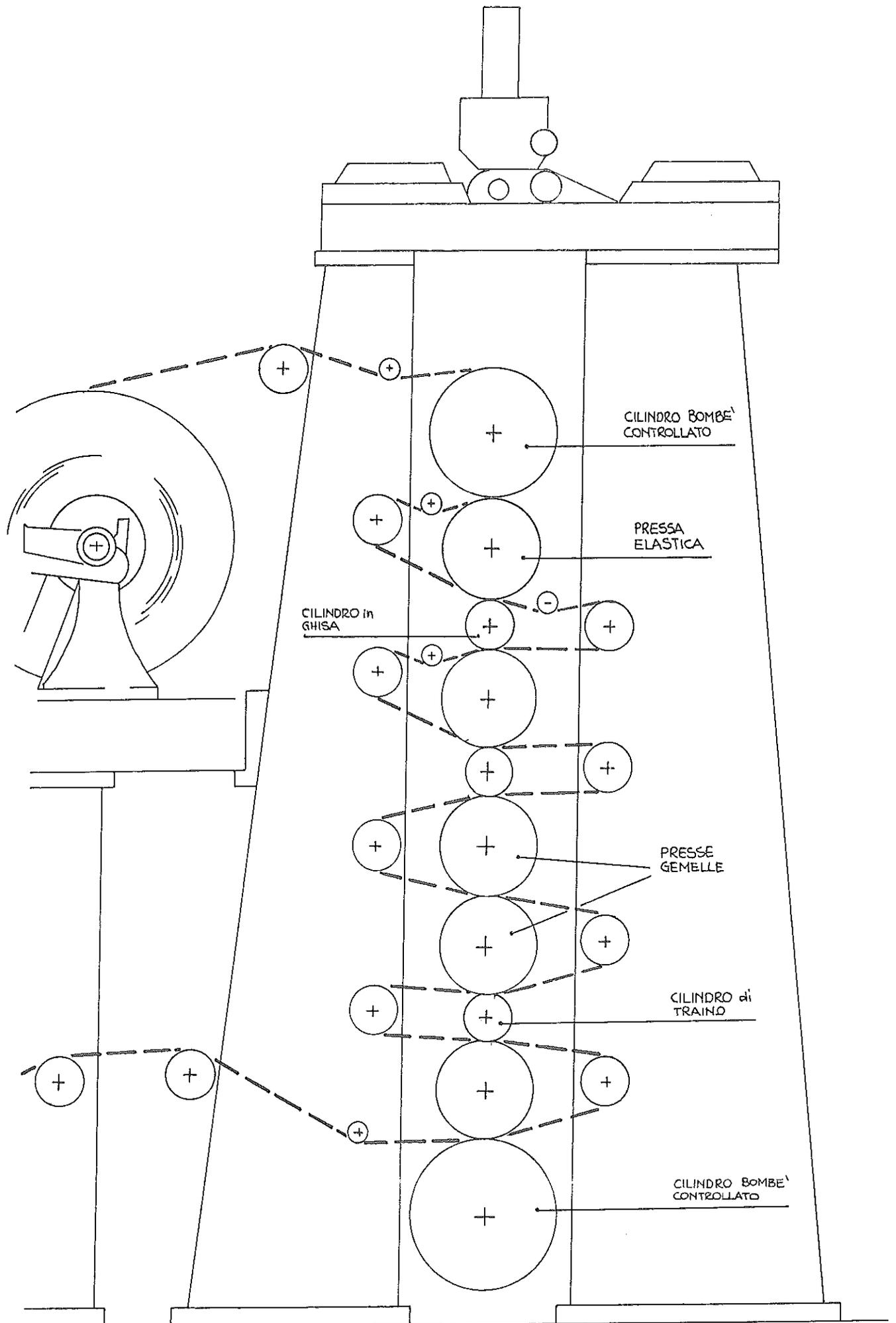
Una calandra è formata da un cilindro superiore a bombè controllato (tipo NIPCO o KUESTERS) .

Sotto , alternati , seguono una pressa elastica ed un cilindro in ghisa fino a metà calandra circa dove si trovano due presse elastiche consecutive dette gemelle (più avanti vedremo la loro funzione) . Quindi riprende l'alternanza tra presse e cilindri fino a giungere alla base dove si trova un altro cilindro a bombè controllato . Una calandra classica è composta complessivamente di 12 cilindri , una supercalandra di 16 cilindri . I cilindri in ghisa sono di diametro più piccolo delle presse elastiche .

Tutte queste presse vengono fatte girare per mezzo di un solo cilindro motorizzato (cilindro di comando o cilindro di traino) .Quindi le presse girano solo quando sono appoggiate una sopra l'altra .

Le presse della calandra possono essere di tre tipi :

- 1) elastiche
- 2) in ghisa conchiglia
- 3) küesters oppure Nipco





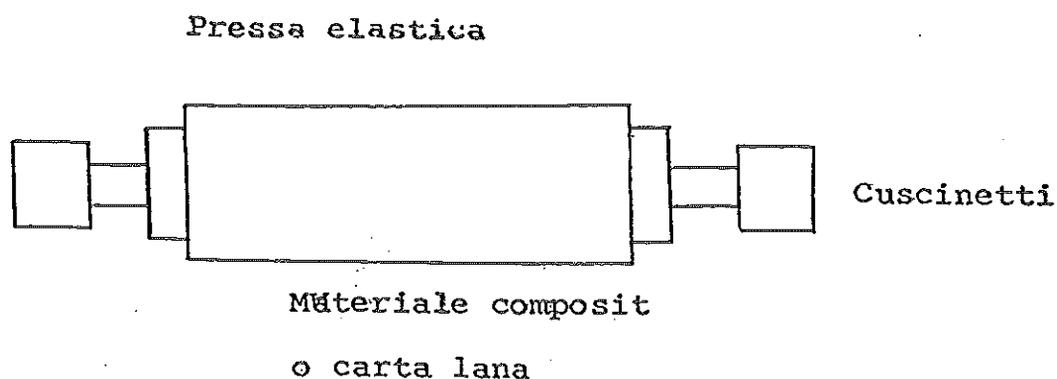
Le presse elastiche possono essere realizzate con vari materiali :

composit , carta lana e un tempo anche amianto .

Esse sono soggette ad una forte usura del mantello il quale si può rovinare per ammaccatura (rottura del foglio di carta) rigatura , scondizionamento (dovuto ad irregolarità di umidità del foglio di carta) o per normale usura. Perciò ogni qualvolta se ne ravvisi la necessità queste devono essere tornite e/o rettificate in modo da rendere la superficie del mantello nuovamente liscia e di planarità perfetta . Durante il loro esercizio in calandra queste presse devono essere tenute sempre sotto controllo. Infatti, almeno ogni 8 ore è indispensabile rilevare il profilo di temperatura che non deve mai superare i 120 gradi centigradi. In caso contrario dalla pressa si staccano pezzi di materiale fibroso e si possono creare delle deformazioni tali da rendere inservibile la pressa .

Le presse elastiche sono formate essenzialmente da un albero centrale in acciaio , una "flangia" laterale fissa ed una avvitabile . Il rivestimento è costituito da più dischi di materiale fibroso (composit o carta lana) i quali vengono infilati sull'albero e sottoposti a forte pressione , per rendere il cilindro finito molto compatto . Terminata l'operazione d'inserimento dei dischi si applicano le "flange" laterali in modo da tenere bloccato il rivestimento. Con una successiva operazione di tornitura e rettifica si

rifinisce la superficie della pressa elastica



Le presse di ghisa fusa in conchiglia sono cave all'interno per permettere l'introduzione del vapore oppure dell'acqua di raffreddamento . Le prime vengono montate nelle posizioni alte della calandra e sono queste che a contatto con la carta bagnata precedentemente creano uno "choc termico" conferendo alla superficie della carta un aspetto lucido.

Le presse condizionate ad acqua invece , vengono montate nella parte bassa della calandra .

I cilindri Kuesters : una pressa sollevata tende di per sé a flettere , a curvarsi verso il basso a causa del proprio peso perciò molte presse sovrapposte avranno un peso ed una tendenza ad incurvarsi maggiore . Quindi si avrebbe un

andamento rotatorio irregolare che causerebbe vibrazioni indesiderate e nocive .

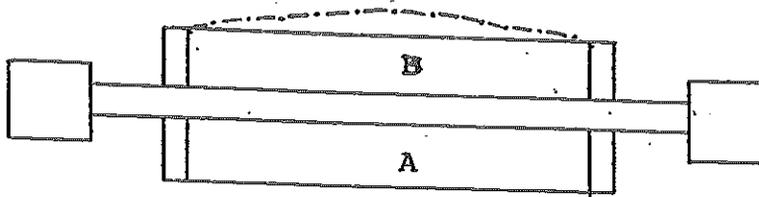
Per ovviare a questo inconveniente sono stati introdotti i cilindri Kuesters che solitamente in calandra sono due : uno all'estremità inferiore ed uno all'estremità superiore .

Essi sono costituiti da un albero centrale fisso . Su di esso sono supportati due cuscinetti che delimitano la larghezza del cilindro e permettono al mantello esterno di girare . Tramite due barre di bronzo longitudinali l'interno del cilindro si divide in due camere indipendenti una dall'altra e percorse entrambe da olio .

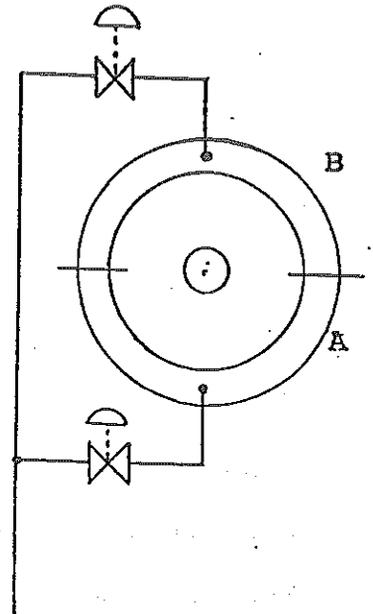
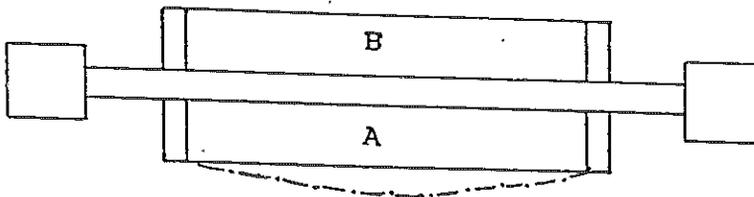
Tale passaggio dà origine ad una certa pressione uniforme su tutta la larghezza del cilindro .

Nelle due camere si hanno pressioni diverse e quindi si crea una differenza di pressione ( $Dp$ ) . La curvatura o bombè del cilindro si ottiene appunto agendo su questo  $Dp$ . Come si può notare dalle figure , se la pressione è maggiore in B il cilindro sarà ricurvo verso l'alto (Kuester inferiore); se invece, la pressione è maggiore in A il cilindro sarà ricurvo verso il basso (Kuester superiore) .

Cilindro inferiore

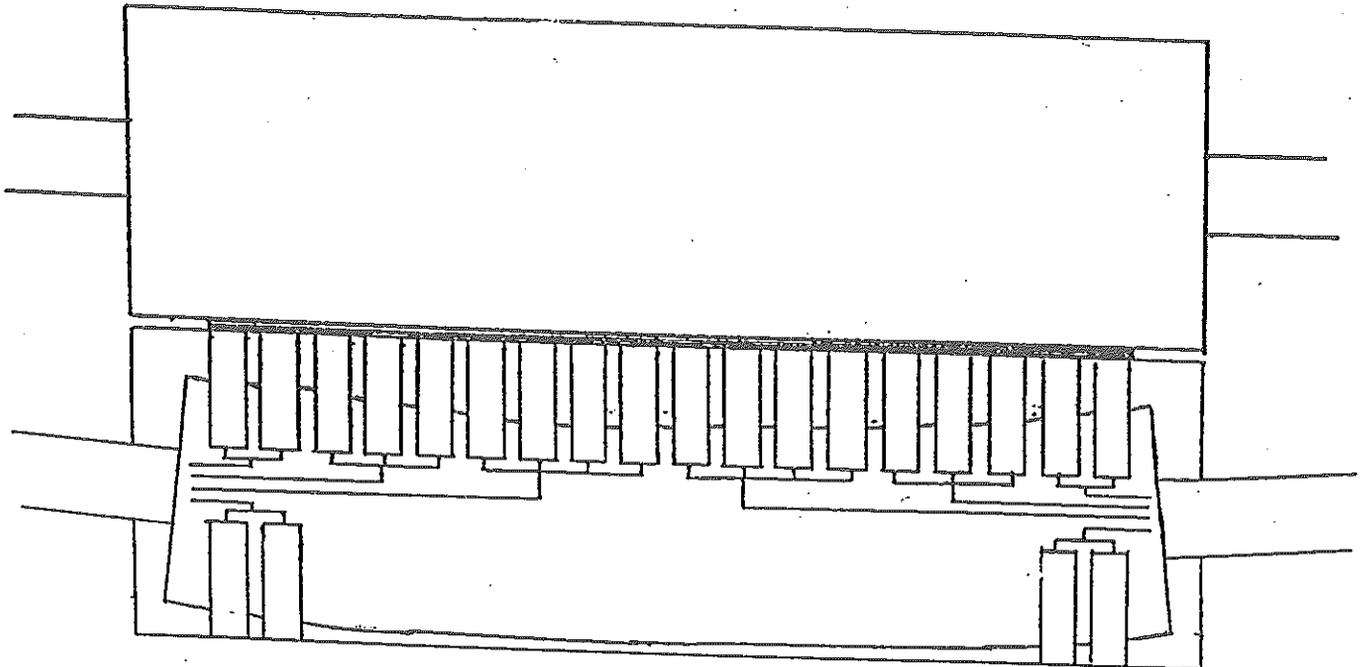


Cilindro superiore



Il cilindro NIPCO ha la stessa funzione del cilindro Kuester, ma permette di avere diverse zone di regolazione .  
Esso è costituito al suo interno da una serie di pistoncini che premono direttamente sulla linea del NIP (contatto) , disposti uniformemente su tutta la larghezza del mantello e alimentati con pressioni d'olio diverse . Tali pressioni possono essere regolate e corrette localmente in maniera diversa sulla larghezza del mantello del cilindro . Ciò permette di correggere abbastanza facilmente eventuali

irregolarità che si possono evidenziare sulla larghezza del rotolo di carta (vedi schema) .



cilindro NIPCO

#### FUNZIONAMENTO DELLA CALANDRA

La carta è introdotta in calandra dall'alto ; pertanto ciascuna faccia del nastro tocca rispettivamente una superficie di ghisa e una di materiale elastico . Come accennato in precedenza circa a metà della calandra si trovano due presse elastiche contigue che prendono il nome di "gemelle" . Questo accorgimento permette di invertire la

superficie di contatto della carta: quella che prima toccava i cilindri in ghisa d'ora in poi toccherà le presse elastiche e viceversa .

Una caratteristica molto importante nella fase di calandratura è lo spostamento assiale del nastro di carta . Esso è generato da un'oscillazione trasversale dello svolgitore e contemporaneamente anche dell'avvolgitore e fa sì che la parte dei cilindri non a contatto della carta (performati più stretti) non si surriscaldano e di conseguenza non si usurino rapidamente .

In calandra la carta subisce un'azione combinata di schiacciatura e di frizionamento .

Abbiamo visto che il nastro di carta , durante la calandratura , passa tra i cilindri in ghisa e le presse elastiche alternativamente . Le presse elastiche hanno una superficie morbida , e quindi cedono alla pressione , pertanto quando vengono a contatto con i cilindri in ghisa si deformano , il diametro della pressa si riduce , e di conseguenza diminuisce la velocità periferica fino ad un minimo che corrisponde alla zona centrale del NIP .

Superato il NIP la pressa si espande e ritorna ad avere il diametro precedente , quello originale : in questa fase la velocità periferica aumenta . Questo meccanismo produce uno slittamento della pressa elastica in direzione opposta a quella di rotazione provocando così un frizionamento con il

cilindro in ghisa a contatto , mentre il nastro di carta rimane aderente alla superficie della pressa .

Il diametro più piccolo dei cilindri in ghisa comporta una maggiore deformazione delle presse elastiche e quindi favorisce l'azione di frizionamento .

Aumentando le pressioni supplementari è chiaro che aumenta l'azione di frizionamento e quindi il grado di lucido della carta .

#### SCOPO DELLA CALANDRATURA

La calandratura è un'operazione che si fa quando si vuole ottenere un prodotto (nastro di carta) con una superficie molto brillante , lucida e speculare .

Questa può essere influenzata dai seguenti parametri :

- 1) la pressione ausiliaria esercitata sui cilindri
- 2) la temperatura dei cilindri stessi (vapore a circa 12 bar)
- 3) il numero dei passaggi della carta attraverso i cilindri
- 4) l'umidità della carta

- 1) La pressione ausiliaria è esercitata sui cilindri e sulle presse dall'alto verso il basso ed è controllata e regolata manualmente dal conduttore della calandra .  
Tale pressione è direttamente proporzionale al grado di liscio e lucido ed è inversamente proporzionale allo spessore e all'opacità della carta .

I valori di pressione ausiliaria variano da 175 kg/cm<sup>2</sup> a 475 kg/cm<sup>2</sup> .

- 2) Come già accennato in precedenza le temperature dei cilindri e delle presse sono costantemente controllate. I valori delle temperature sono rilevati con la calandra in movimento e con la pressione ausiliaria d'esercizio . Tali valori vengono riportati su un apposito registro . La temperatura è direttamente proporzionale al grado di lucido , di liscio e alla trasparenza .
- 3) La superficie della carta che in fase di calandratura viene lisciata e lucidata è quella che, ad ogni passaggio, rimane in contatto con il cilindro in ghisa. Come già accennato in precedenza per invertire il lato della carta che si vuole satinare bisogna far passare la carta attraverso due presse elastiche consecutive (dette gemelle) che si trovano a circa metà calandra. Naturalmente aumentando il numero dei passaggi aumenterà il grado di lucido e liscio.
- 4) La carta prima di essere calandrata deve essere bagnata in modo da ottenere, in uscita alla calandra, un miglior grado di lucido, liscio e di trasparenza. La carta è bagnata per mezzo di un'attrezzatura detta umettatrice. Il suo funzionamento è descritto nella pagina successiva. La percentuale d'acqua che si dà alla carta in umettatrice varia dal 7% al 22% a secondo del tipo di carta da calandrare.

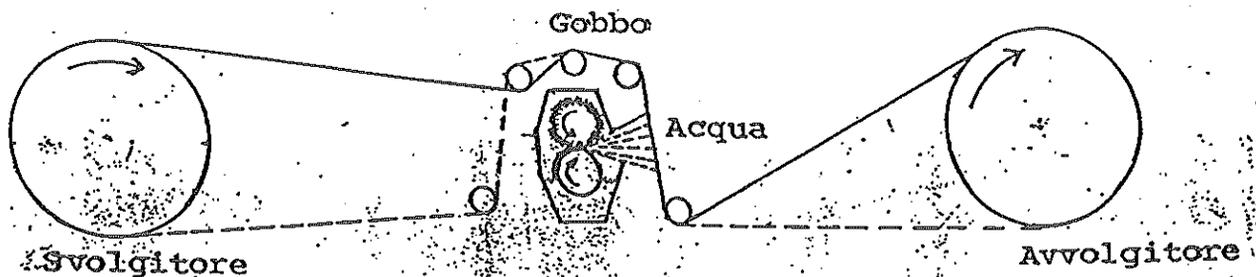
In questa parte della mia relazione ho parlato di calandre per carte naturali o speciali. Le calandre per carte patinate invece, sono costituite con presse elastiche rivestite in carta lana, mentre quelle per carte naturali hanno presse rivestite in Composit.

Un'altra differenza è che nelle calandre per carte patinate (dette "calandre a freddo") i cilindri di ghisa sono condizionati solamente ad acqua, mentre, come abbiamo già visto, nelle calandre per carte speciali i cilindri di ghisa sono anche riscaldati a vapore.

## L ' U M E T T A T R I C E

La carta prima di essere calandrata viene bagnata per mezzo di una macchina detta umettatrice o "bagnolo". Essa è composta da uno svolgitore e da un avvolgitore dove la carta viene svolta e riavvolta umida. Tra lo svolgitore e l'avvolgitore è installato il gruppo umidificatore che è formato da un rullo messo a bagno in una vaschetta (rullo tuffante); appoggiato ad esso gira una spazzola di forma cilindrica la quale, girando a velocità fissa, asporta l'acqua che si è trascinata dietro il rullo tuffante.

In genere il bagnolo gira ad una velocità fissa e per variare la quantità d'acqua spruzzata sulla carta si varia il numero di giri del rullo tuffante: a più giri corrisponde una maggior quantità d'acqua.

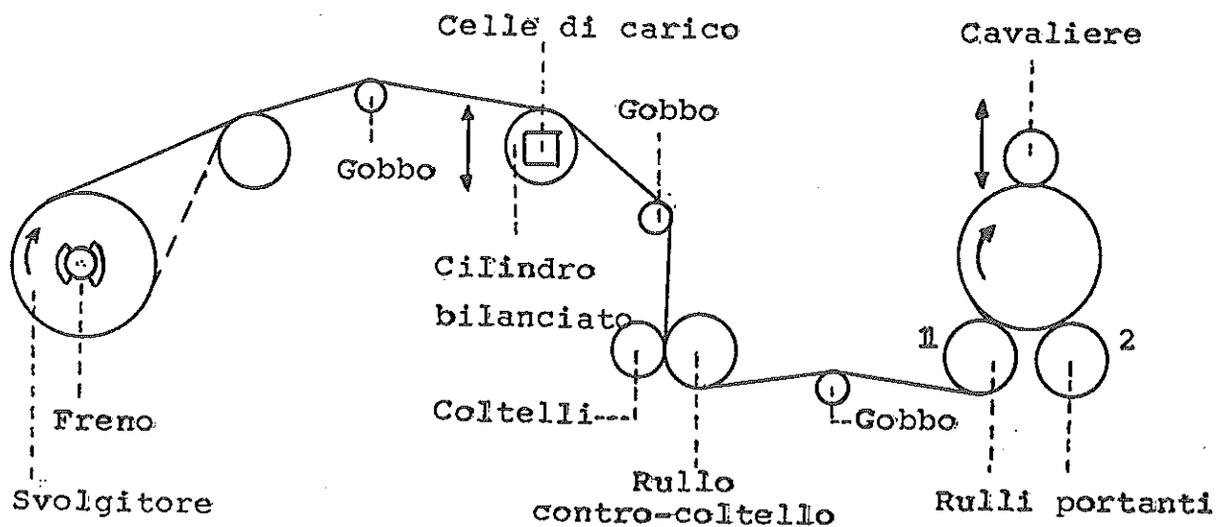


## LA RIBOBINATRICE

La ribobinatrice è un'attrezzatura che mi permette di tagliare il rotolo di macchina continua in rotoli di formato richiesto dal cliente, sia come larghezza sia come diametro. La ribobinatura è la prima fase di personalizzazione del prodotto in funzione del cliente e viene effettuata dopo la calandratura.

Le problematiche fondamentali di questa fase sono:

- il taglio netto dei bordi
- la regolazione della tensione
- l'assenza sulla bobina di fascie umide, cordoni.



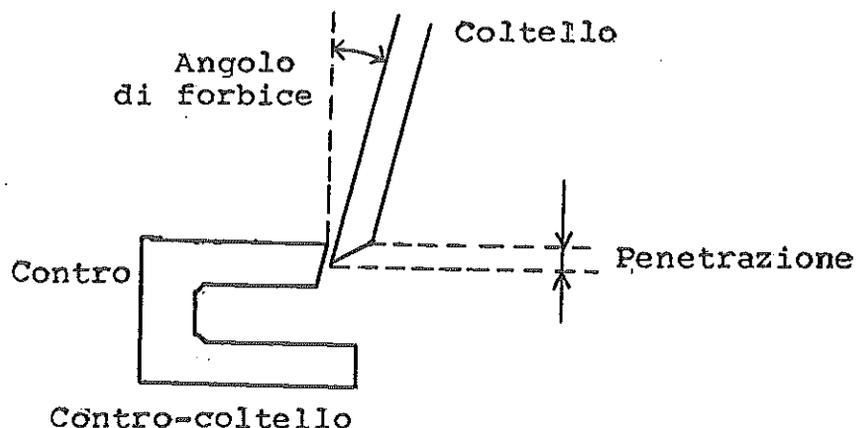
I principali elementi che compongono una bobinatrice sono:

- lo svolgitore
- l'oscillatore dello svolgitore
- il gobbo (cilindro ricurvo tendi-carta)
- i coltelli e rullo contro-coltello
- rulli portanti
- avvolgitore
- il cilindro cavaliere

Lo svolgitore ha la possibilità di oscillare trasversalmente alla direzione del nastro di carta. Questo permette di mantenere il nastro di carta steso in modo uniforme in tutta la sua larghezza. Si evitano così la formazione di rigonfiamenti, cordoni longitudinali che potrebbero causare pieghe sul foglio. In questo modo si ottiene un foglio con planarità omogenea. Inoltre, la stesura della carta e quindi la planarità sono favorite anche da un cilindro ricurvo, chiamato "gobbo". La funzione dei coltelli e del cilindro contro-coltello è quella di refileare il nastro di carta ai bordi e di tagliare il rotolo in formati standard richiesti dal cliente. Il sistema di taglio usato nell'operazione di ribobinatura è universale e viene chiamato "taglio forbice". Esso avviene per mezzo dell'accoppiamento tra un contro-coltello ed un coltello molleggiato. Il molleggio serve per dare al coltello una spinta sul contro-coltello tale da essere sufficiente per ottenere un taglio perfetto e nel

contempo rifiutare carichi eccessivi dannosi alla resistenza dei taglienti. La penetrazione del coltello nel contro-coltello può variare da 0,6 mm fino a 1,5 mm.

E' bene che il coltello superiore giri leggermente più veloce al contro-coltello in modo da aumentare la capacità di taglio ed incrementare l'autoaffilatura. Normalmente tale differenza è contenuta in valori pari al 5/6%. Con questo sistema di taglio è molto importante tenere in considerazione l'angolo di forbice. Infatti, se tale angolo non è calcolato bene può provocare maggiore usura dei coltelli e pressioni irregolari.



#### SCHEMA DI UN TAGLIO A FORBICE

Per mezzo di anime di cartone, che vengono poste sopra i rulli portanti, il nastro viene riavvolto.

La caratteristica principale per il buon funzionamento di una bobinatrice è la tensione del foglio. Essa deve essere sempre costante, omogenea per evitare la rottura e di conseguenza la giunta del nastro di carta.

Inoltre una bobina che non presenta una tensione costante in tutto il suo contenuto non potrà garantire il registro in fase di stampa.

Questa tensione è controllata e regolata da 3 parametri:

- 1) tiro
- 2) pressione del cavaliere
- 3) differenza di carico dei rulli portanti

Gli elementi che regolano il tiro della carta sono i seguenti:

- cilindro bilanciato o rullo regola-tiro
- freno dello svolgitore
- celle di carico

Se il tiro è troppo elevato il nastro di carta crea sul cilindro bilanciato una forza verso il basso. La lettura di tale forza avviene per mezzo delle celle di carico. Il valore rilevato viene inviato ad un sistema di regolazione e di controllo automatico il quale notando la differenza tra il valore attuale rispetto a quello standard andrà ad allentare (nel ns. esempio) il freno dello svolgitore. Di conseguenza aumenterà la velocità di svolgimento della bobina portando il tiro della carta nelle condizioni normali e desiderate. Naturalmente se il tiro è nullo o minimo il processo di controllo e di regolazione sarà inverso a quello descritto sopra.

Il cavaliere è un cilindro che esercita una pressione

variabile sulla bobina da avvolgere. Questa pressione diminuisce automaticamente e gradualmente man mano che il diametro della bobina aumenta: essa sarà massima nella fase iniziale dell'avvolgimento e minima nella fase finale in modo da compensare il peso del rotolo.

Ad una variazione di pressione del cilindro cavaliere corrisponde una variazione della differenza di carico dei rulli portanti. Questo si ottiene per mezzo di un circuito pneumatico e meccanizzato che trasmette lo spostamento del cavaliere rispetto ai rulli. Come si vede in figura, il carico di lavoro del rullo 2 deve essere maggiore del carico del rullo 1. In questo modo si ha una differenza di velocità tra i due rulli che permette di porre in tensione il nastro di carta che si sta avvolgendo sulla bobina.

Se questa condizione non viene rispettata si ottiene un avvolgimento irregolare che produce delle sacche indesiderate con conseguente formazione di pieghe.

PROBLEMATICHE GENERALI LEGATE  
ALL'ALLESTIMENTO

I problemi che si evidenziano durante la fase di allestimento sono :

- 1) la planarità della carta che può essere tenuta sotto controllo intervenendo sui seguenti parametri :
  - profilo di grammatura in PM
  - profilo di umidità all'uscita PM
  - tensioni interne del foglio dovute ad un cattivo condizionamento dei feltri umidi, della tela di formazione, delle tele essiccatrici ed all'usura delle varie presse umide (difetti a fasce in genere)
  - profilo di umidità della carta dopo essere stata bagnata in umettatrice
  - controllo dell'usura delle presse elastiche della calandra facendo il calco dei vari NIP con l'apposita carta autocopiante
  - controllo periodico almeno ogni 6 mesi delle presse in ghisa, dei cilindri Kuesters o NIPCO
  
- 2) la costanza del grado di liscio e di lucido che dipendono da :
  - controllo della percentuale d'acqua della carta da calandrare

- funzionamento regolare degli scaricatori di condensa sui cilindri alti riscaldati a vapore
- controllo della qualità delle presse elastiche

3) la formazione o tendenza ad attorcigliamento da parte dei rotoli riavvolti in formati standard. Essa è causata da :

- profili di grammatura irregolari
- profilo d'umidità della carta calandrata

4) la formazione di pieghe o sacche generate da :

- differenza di carico irregolare (rulli portanti)
- pressione del cavaliere non adatta
- allentamento del tiro

5) i tagli di calandra dovuti a presenza di pieghe che attraversando la zona di NIP e quindi sottoposte a schiacciamento rompono o tagliano il nastro di carta

6) le giunte; esse sono conseguenti alle rotture causate generalmente da buchi, difetti ai bordi, pieghe ecc .

Generalmente la carta come prodotto finito è destinata a subire un lavoro di stampa. Gravi danni vengono arrecati allo stampatore dai difetti di allestimento della carta in bobina che provocano anche scarti e minore produzione.

## CONCLUSIONI :

Dopo aver parlato di tutte queste problematiche si può ben capire come "l'allestimento" in una cartiera dove si producono carte speciali calandrate sia di vitale importanza. Tutto il personale adetto, oltre all'esperienza, deve recepire il concetto di qualità per poter mettere sul mercato un prodotto con alto valore aggiunto che soddisfi il cliente e qualifichi l'azienda stessa.