

XX corso di Tecnologia per Tecnici Cartari  
edizione 2013

# **Cassa d'afflusso MasterJet II-M2**

*di Sajmir Hamzaj*



**Scuola Interregionale  
di tecnologia per tecnici Cartari**

---

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona  
[www.scuolagrafticasanzeno.com](http://www.scuolagrafticasanzeno.com) - [scuolacartaria@sanzeno.org](mailto:scuolacartaria@sanzeno.org)



# **INDICE**

## **1 - INTRODUZIONE**

## **2 - DATI DELLA MACCHINA**

## **3 - ASPETTI DI PROGETTAZIONE MECCANICA**

## **4 - CASSA D’AFFLUSSO MASTER JET II-M2**

## **5 - FUNZIONAMENTO**

## **6 - I COMPONENTI E LE LORO FUNZIONI**

6.1 indicatore della differenza di pressione

6.2 ModuleJet

6.3 sistema attuatori

6.4 generatore di turbolenze con lamelle

6.5 misuratore dell’apertura del labbro

6.6 dispositivo di inclinazione della cassa d’afflusso

6.7 circuito di riscaldamento

## **7 - DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA PROFILMATIC**

## **8 - SOFTWARE DI REGOLAZIONE PROFILMATIC**

## **9 - SINTESI**



# 1. INTRODUZIONE

## **La cassa d'afflusso nella macchina continua**

L'industria cartaria negli ultimi decenni si è sviluppata incrementando le sue potenzialità produttive e qualitative.

L'evoluzione tecnologica dei macchinari da cartiera è sicuramente l'elemento principale che ha portato a questo notevole sviluppo.

Per una serie di questioni economiche, i produttori di carta sono stati costretti a modificare fortemente i loro impianti per essere competitivi sul mercato.

Un esempio eclatante è quello della carta per ondulatori che per le sue caratteristiche fisico-chimiche e lo scopo per quale viene prodotta ed impiegata, deve avere un prezzo competitivo. Per ottenere questo bisogna partire da materie prime povere che sappiano comunque garantire buone caratteristiche ed avere tecnologie più evolute per garantire la qualità; inoltre per poter abbassare il costo per tonnellata sarà necessario produrne in grandi quantità.

Si comprende facilmente come in questo caso l'importanza della macchina continua e di tutti gli altri macchinari sia fondamentale per poter assicurare i vincoli sovrapposti.

Analizzeremo ora in diverse forme e da molteplici punti di vista, il primo elemento che troviamo sulla macchina continua: la cassa d'afflusso.

L'impasto proveniente dalla parte costante viene introdotto all'entrata della cassa; quest'ultima ha il compito di distribuirlo il più uniformemente possibile sulla tela.

Le caratteristiche finali della carta non dipendono dai singoli elementi della macchina continua ma dall'unione di più fattori; in particolare la cassa d'afflusso in base a come svolge il suo lavoro, può influenzare la formazione, il profilo trasversale di grammatura, il profilo trasversale di umidità, ecc.

Con il passare degli anni anche le tecnologie per la cassa d'afflusso sono andate migliorandosi.

Su di essa hanno trovato posto diversi tipi di strumentazioni elettroniche, le quali hanno reso questo tipo di macchina piuttosto sofisticata dal punto di vista tecnologico, ma nello stesso tempo l'hanno resa molto più veloce nell'utilizzo.



1968



1991



2008



2008

## 2. DATI DELLA MACCHINA

### Dati caratteristici

#### Parametro di riferimento

Denominazione macchina	Villa Lagarina BM2
Tipo di cassa d'afflusso	Cassa d'afflusso MasterJet II –M2
Larghezza d'efflusso	5.581 mm
Anno di costruzione	2007

#### Dati di progettazione

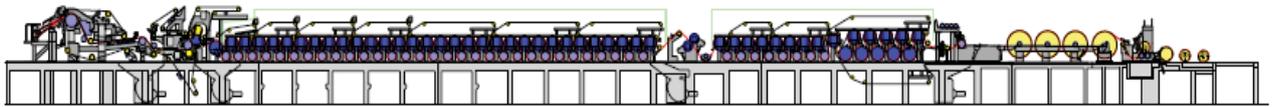
	Valore min.	Valore max.
Portata totale attraverso l'apertura del labbro ( <b>retro</b> )	20.538[l/min]	42.410[l/min]
Alimentazione portata principale HC ( <b>pasta</b> )	17.435[l/min]	39.600[l/min]
Alimentazione portata parziale LC ( <b>diluizione</b> )	4.913[l/min]	8.023[l/min]
Percentuale d'acqua di diluizione	12,9%	21,1%
Portata totale attraverso l'apertura del labbro( <b>copertina</b> )	15.596[l/min]	33.889[l/min]
Alimentazione	16.770[l/min]	36.440[l/min]
Velocità di costruzione	700[m/min]	1.500[m/min]
Velocità di produzione	401[m/min]	1.265[m/min]

#### Produzione

Grammatura	85 – 150 [g/m <sup>2</sup> ]
Prodotti	Testliner, Wellenstoff

#### Apertura del labbro

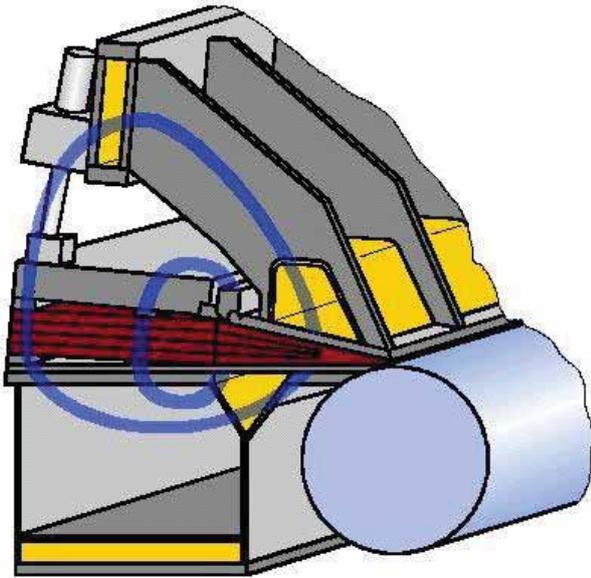
Apertura del labbro min. (funzionamento)	3 [mm]
Apertura del labbro max. (funzionamento)	20 [mm]
Apertura del labbro max. (manutenzione)	80 [mm]



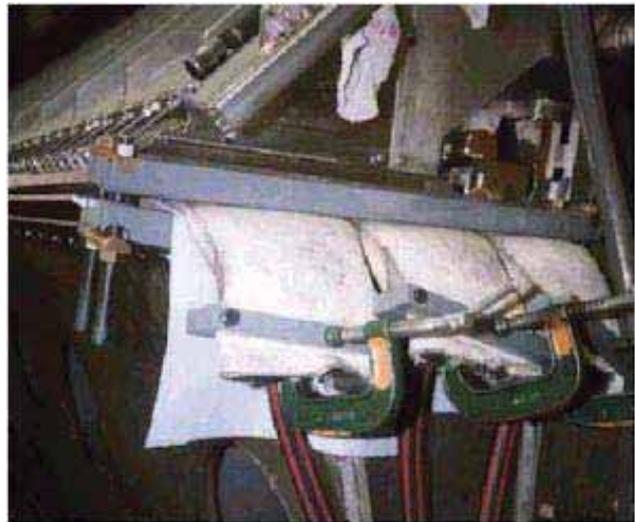
### 3. ASPETTI DI PROGETTAZIONE MECCANICA

La qualità e la stabilità dei profili CD, in particolare il profilo di orientamento delle fibre, dipendono in larga misura dalla precisione e stabilità di parallelismo dell'apertura del labbro. Per ottenere un'apertura labbro parallela e stabile in condizioni operative, tutte le casse d'afflusso Voith sono progettate secondo il principio C-clamp (fig. 1)

C-clamp (fig. 1) .



(fig. 2)



Le forze di pressione vengono generate dall'ingresso dell'impasto in cassa attraverso il diffusore di turbolenza. Grazie a questo circuito chiuso di forze che spingono all'interno della cassa, si può evitare di porre dei supporti sulle chiusure laterali del labbro pur mantenendo il parallelismo sui bordi. Il design del C-Clamp assicura che la apertura del labbro rimane parallela anche variando la pressione all'interno della cassa o la velocità del getto.

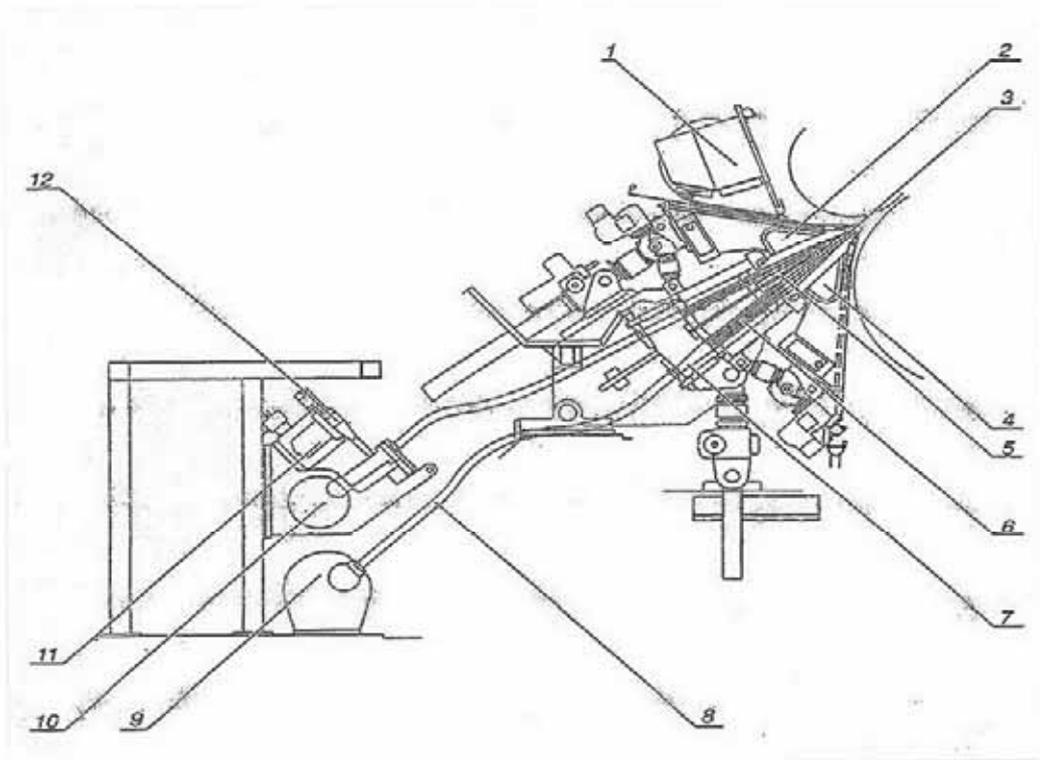
Il parallelismo del labbro in condizioni di lavoro dev'essere preciso entro pochi centesimi di millimetro prima della consegna da parte di Voith Paper, in maniera da garantire il migliore profilo CD possibile già dal primo avviamento. (fig. 2).

## 4. CASSA D'AFFLUSSO MASTER JET II-M2

La cassa d'afflusso si trova all'inizio della macchina continua e ha lo scopo di mettere a disposizione della tavola piana un getto di pasta.

A questo scopo sono necessarie 4 funzioni di base:

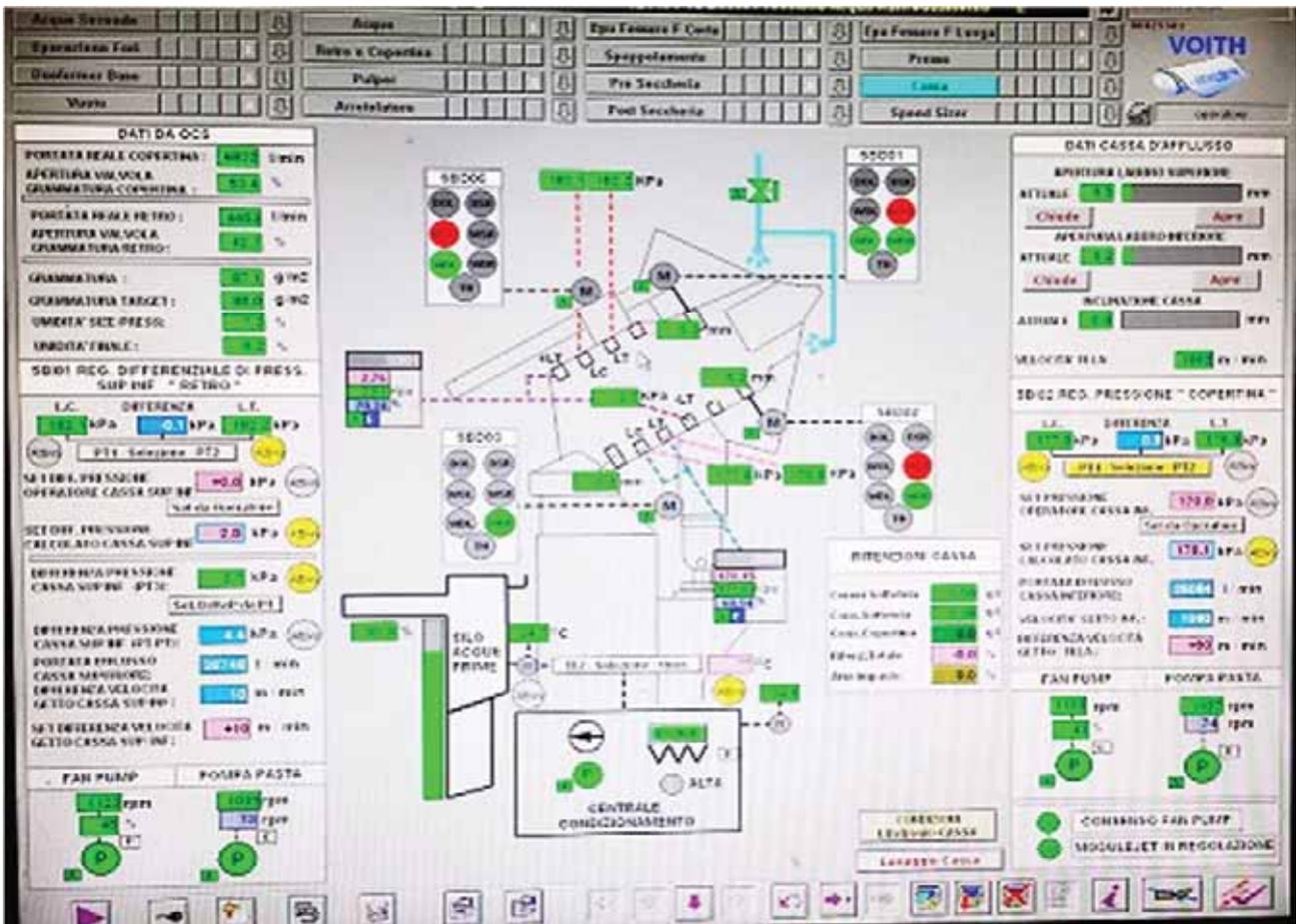
- Distribuzione della pasta su un getto calibrato della larghezza della macchina;
- Profilatura trasversale della massa superficiale mediante regolazione della densità della pasta e dello spessore del getto;
- Generazione di un grado di turbolenza definito per l'aumento della qualità della carta;
- Influsso sul getto per la guida dello stesso (velocità, condizioni di incidenza del getto).



Componenti della cassa d'afflusso:

- 1) Canale di aspirazione
- 2) Supporto del labbro superiore lato del cilindro capotela
- 3) Lamelle
- 4) Supporto del labbro superiore lato del rullo formatore
- 5) Parete di separazione con cuneo di separazione
- 6) Blocco diffusore
- 7) Canale intermedio
- 8) Tubi flessibili

- 9) Tubo distributore (Top layer)
- 10) Tubo distributore HC (Back layer)
- 11) Tubo distributore LC (Back layer)
- 12) Moduljet



## 5. FUNZIONAMENTO

La cassa d'afflusso possiede due linee di alimentazione pasta separate indipendente una dell'altra. La sospensione alimentata attraverso il tubo distributore parabolico (9) percorre la cassa d'afflusso in modo convenzionale (nessuna tecnica ad acqua di diluizione). Di seguito viene descritto nei particolari il funzionamento del dispositivo ModuleJet.

La sospensione viene distribuita uniformemente per tutta la lunghezza della macchina mediante i tubi distributori (tubo distributore HC e LC). Durante questa operazione il tubo distributore HC trasporta una sospensione con densità della pasta elevata, mentre il tubo distributore LC convoglia una sospensione con una densità della pasta inferiore.

Entrambi i tubi distributori presentano una forma a sezione decrescente nella direzione di flusso. In questo modo la pressione e la velocità di flusso rimangono costanti durante il prelievo continuo della sospensione.

Per poter generare un equilibrio di pressione dal lato conduttore verso il lato trasmissioni, è presente un valvola posizionata nella linea di ricircolo.

L'impasto viene introdotto nella cassa d'afflusso attraverso il canale intermedio. In esso confluiscono i flussi parziali provenienti dalle singole unità del ModuleJet che vengono poi convogliati nel blocco diffusore.

Nel blocco diffusore si generano turbolenze nella sospensione. Queste impediscono una flocculazione delle fibre di pasta. I fasci di fibra vengono nuovamente districati e le fibre di pasta vengono distribuite uniformemente i tubi diffusori presentano una sezione quadrata in corrispondenza dell'efflusso. Questa geometria consente un efflusso praticamente privo di perdite nel labbro della cassa d'afflusso.

Grazie a una sezione decrescente del labbro nella direzione di flusso, la sospensione viene accelerata alla velocità di getto.

Lo spruzzatore della cassa d'afflusso è formato dai supporti del labbro superiore (2) valvola (4) con i labbri superiori ed i diaframmi come pure dalla parte di separazione con il cuneo di separazione (5) e dalle lamelle (3). L'impasto viene di nuovo convogliata in questo, accelerata alla velocità di getto ed applicata sulla tela a velocità costante. Attraverso l'anticipo o il ritardo del getto mirato sulla tela, è possibile influire sull'orientamento della fibra e quindi sulla resistenza meccanica del foglio di carta in direzione longitudinale e trasversale.

Per intervenire sulla formazione dei fogli, tra le due linee separate è possibile determinare una velocità differenziale dei getti della sospensione.

La velocità di getto, lo spessore e la direzione del getto di sospensione possono essere regolati. Con una velocità maggiore sullo strato esterno migliora le proprietà di resistenza come segue:

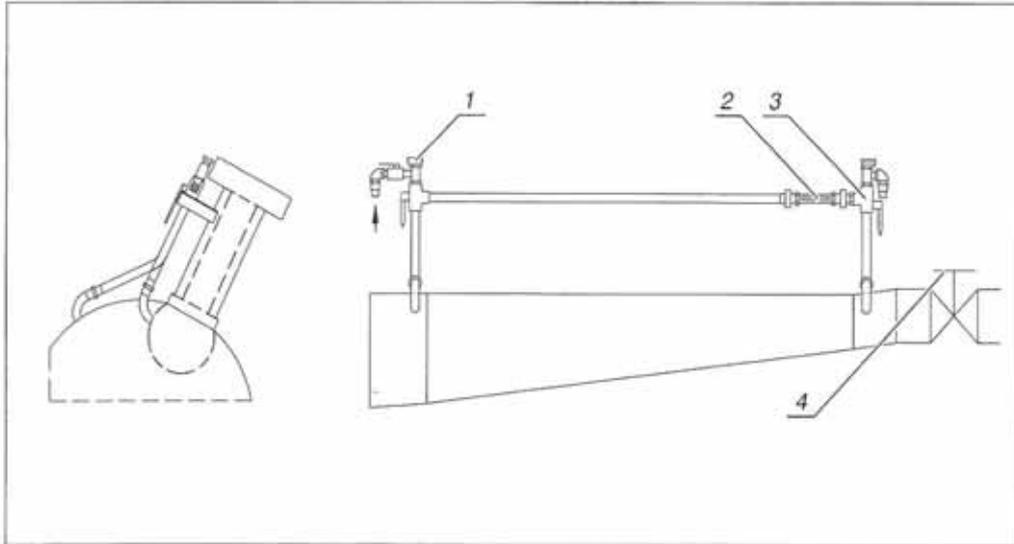
- 1) maggiore lunghezza di rottura;
- 2) RCT Superiore;
- 3) SCT Superiore.

La tecnologia a due strati con un elemento separatore rigido e la possibilità di funzionamento a velocità differenziale, in combinazione con la tecnologia lamella, è un grande passo avanti nella fabbricazione della carta e dà massima flessibilità e possibilità di ottimizzare il processo di fabbricazione della carta.

## 6. I COMPONENTI E LE LORO FUNZIONI

### 6.1 INDICATORE DELLA DIFFERENZA DI PRESSIONE

L'indicatore di differenza di pressione serve per controllare la differenza di pressione tra l'afflusso e l'efflusso del tubo distributore.



#### Componenti

- 1) Rubinetto a tre vie
- 2) Tubi di livello
- 3) Rubinetto a tre vie
- 4) Valvola di intercettazione

#### Funzionamento

L'equilibrio di pressione nel labbro, tra lato conduttore e lato trasmissione, è fondamentale per ottenere un'applicazione uniforme della pasta e viene controllato osservando il tubo di livello. Vi è un corretto equilibrio della pressione quando nel tubo di livello non è riconoscibile alcun flusso in movimento. L'eventuale correzione viene eseguita agendo sulla valvola di intercettazione (4).

## 6.2 MODULEJET

Le unità ModuleJet sono disposte l'una a fianco dell'altra su tutta la lunghezza d'efflusso della macchina continua. Il flusso HC è un impasto con densità elevata. Il flusso LC è costituito dall'acqua di filtraggio 1 e viene utilizzato come acqua di diluizione.

Nella camera di miscelazione (3) del ModuleJet i flussi HC e LC vengono miscelati tra loro. La somma dei due flussi parziali resta costante durante tale operazione.

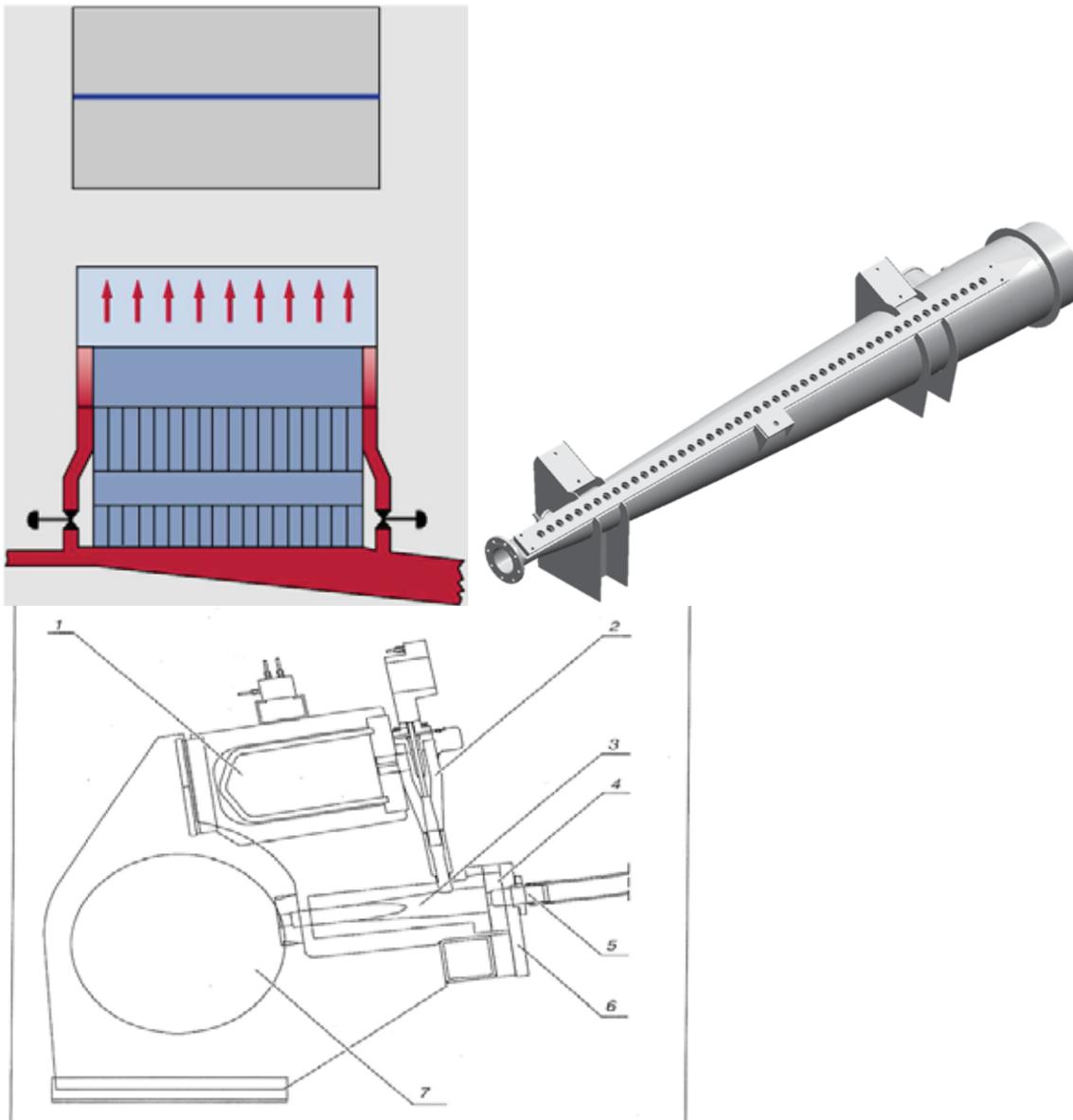
La variazione del rapporto di miscelazione per sezione ha come conseguenza un'alterazione della grammatura per sezione. Una valvola di dosaggio (2) regola l'alimentazione del flusso LC per sezione nella camera di miscelazione. La valvola di dosaggio si trova tra il tubo distributore LC (1) e la camera di miscelazione di ogni unità del ModuleJet. Attraverso un movimento lineare dell'asta della valvola si regola l'alimentazione del flusso LC per sezione nella camera di miscelazione.

Il rapporto di miscelazione di entrambi i flussi HC/LC determina la densità della pasta per sezione nelle singole camere di miscelazione e quindi il profilo trasversale della massa riferita alla superficie. Più flusso LC scorre nella camera di miscelazione, più diminuisce la densità della pasta del flusso totale per sezione in un'unità del ModuleJet. Un strozzamento (4) nel passaggio verso la piastra di collegamento comporta una miscelazione intensiva di entrambi i flussi parziali.

La somma dei flussi LC che scorrono attraverso tutte le valvole di dosaggio è costante ad una determinata velocità della macchina e apertura del labbro. Se la velocità della macchina aumenta, in genere viene incrementata anche la portata in volume attraverso la cassa d'afflusso. In questo caso, aumenta anche la somma dei flussi LC da dosare; il rapporto rispetto alla portata in volume complessiva attraverso la cassa d'afflusso resta tuttavia invariato ad esempio pari al 30%.

Questa misura rende possibile un'influenza uniforme del profilo trasversale per tutte le velocità della M.C. e le grammature.

Per un'applicazione della pasta uniforme, sull'afflusso dei tubi distributori parabolici deve essere presente la stessa pressione. Ciò si ottiene se la sospensione non scorre nella linea di misurazione.



Le unità ModuleJet regolano la densità della pasta per sezioni per tutta la larghezza della macchina.

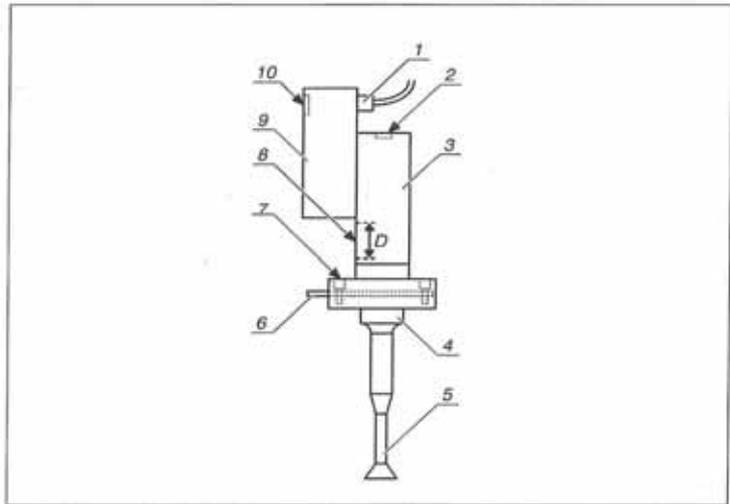
### Componenti

- 1) Distributore LC
- 2) Valvola di dosaggio
- 3) Camera di miscelazione
- 4) Valvola a farfalla
- 5) Raccordo tubo flessibile
- 6) Piastra di collegamento
- 7) Tubo distributore HC

## 6.3 SISTEMA ATTUATORI

### Componenti

- 1) Collegamento di comunicazione
- 2) Regolazione manuale
- 3) Attuatore lineare
- 4) Asse di montaggio dell'attuatore
- 5) Astina valvola
- 6) Staffa di fissaggio
- 7) Vite di fissaggio
- 8) Indicatore di posizione meccanico
- 9) Elettronica della trasmissione
- 10) Visualizzazione di stato



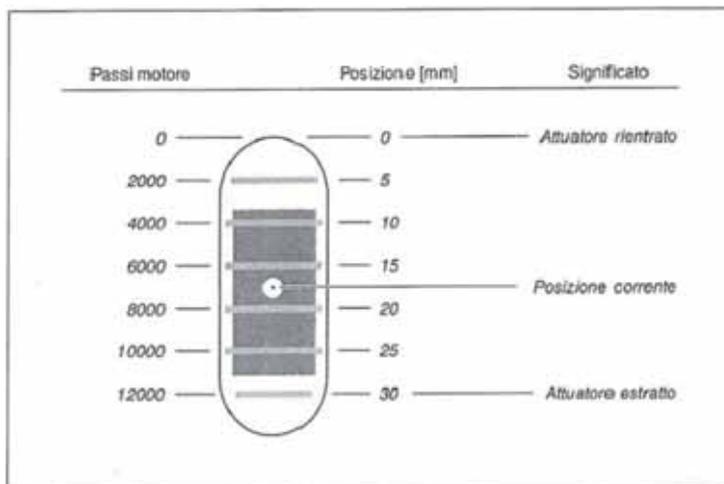
### Funzionamento

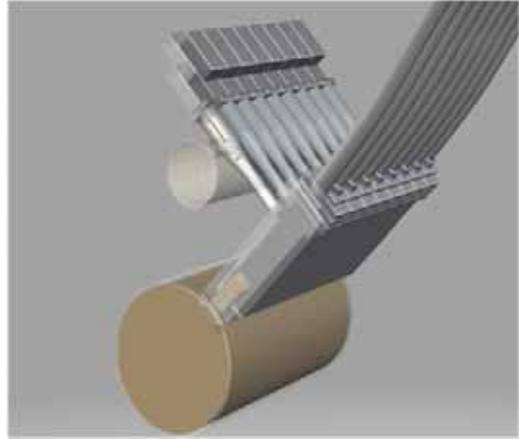
Ogni attuatore consta dell'elettronica della trasmissione (9), dell'attuatore lineare (3) con motore e trasduttore e dell'astina della valvola (5) con asse di montaggio (4).

Per la regolazione locale, attraverso la regolazione manuale (2) l'albero di trasmissione viene girato per mezzo di un cacciavite.

L'alimentazione della tensione lo scambio di dati degli attuatori hanno luogo mediante il collegamento di comunicazione (1).

L'indicatore di posizione meccanico (8) indica la posizione corrente dell'attuatore.

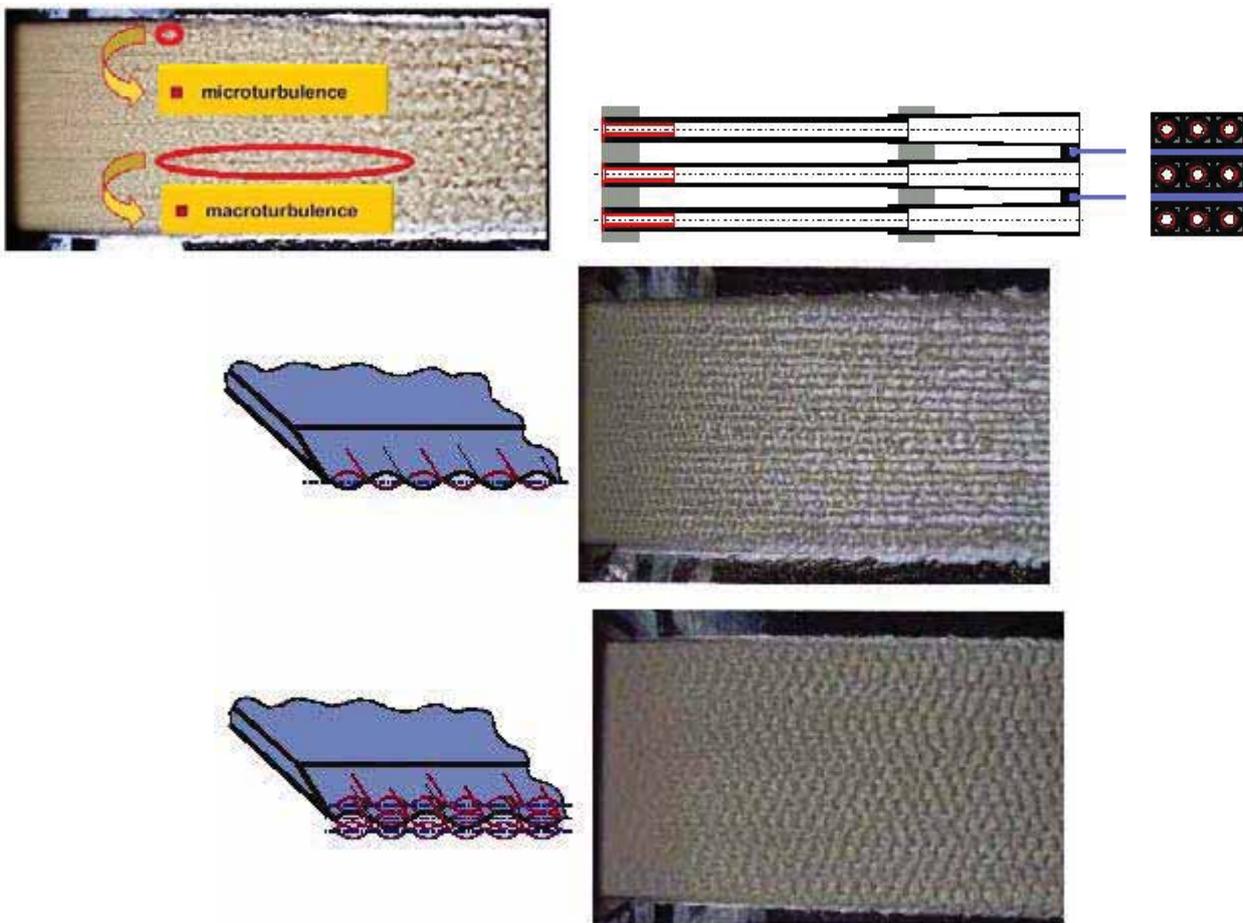




## 6.4 GENERATORE DI TURBOLENZE CON LAMELLE

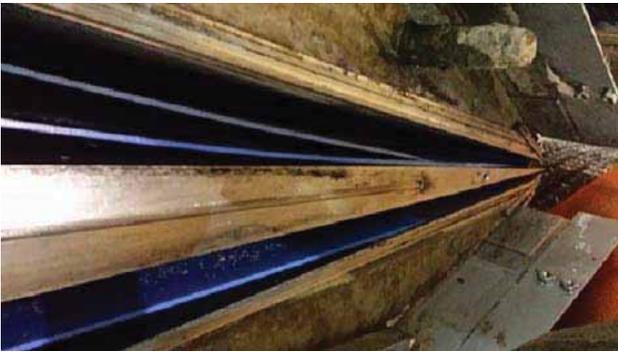
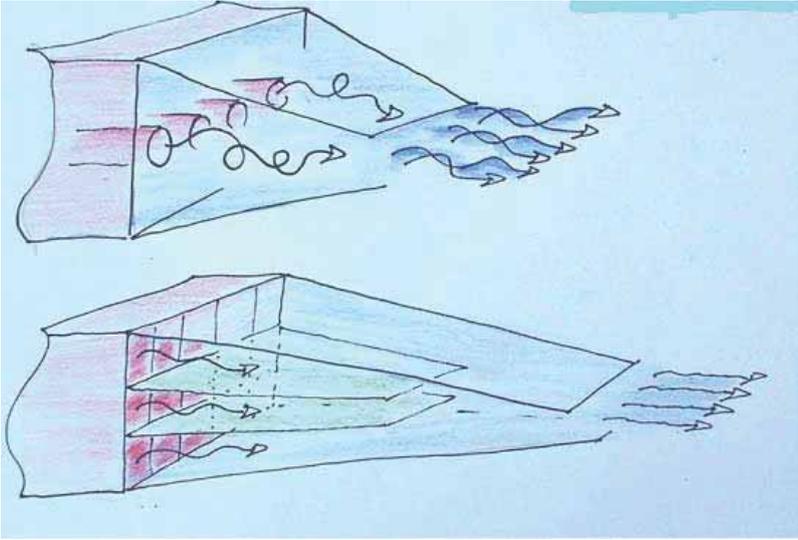
La tecnologia delle lamelle è stata inserita per ottenere una per una qualità ottimale del getto. L'obiettivo principale è quello di evitare macroturbolenze e, allo stesso tempo, ottimizzare le microturbolenze. Senza lamelle nel labbro, le macroturbolenze nel getto libero formano delle strisce più o meno irregolari. Di queste strisce, chiamate strisce di tigre, sono visibili le differenze di brillantezza soprattutto sotto alcuni angoli di incidenza della luce.

Per evitare tali effetti hanno sviluppato una speciale configurazione della punta sulla lamella. La punta delle lamelle ha una struttura a denti di sega molto fini sugli ultimi pochi millimetri al termine della lamella. Questo suggerimento speciale permette di installare lunghe lamelle che finiscono pochi centimetri prima del labbro.



La Figura 1 mostra l'effetto senza lamelle.

La Figura 2 mostra l'effetto con lamelle, evitando Macroturbolenze e ottimizzando microturbolenze.



## 6.5 MISURATORE DELL'APERTURA DEL LABBRO

### Funzione

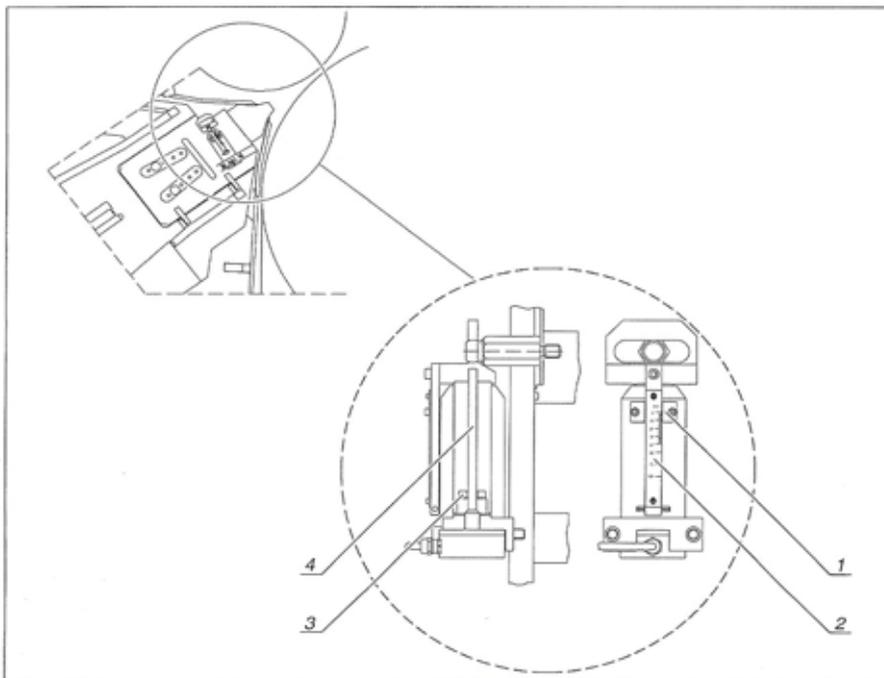
Indicazione dell'altezza dell'apertura labbro.

### Funzionamento

L'apertura del labbro per il supporto del labbro superiore, sul lato del cilindro capotela, viene misurato con un trasduttore di spostamento magnetostrittivo sul lato conduttore. L'apertura del labbro, per il supporto del labbro inferiore, viene misurato sul lato trasmissione sul lato cilindro formatore.

Il risultato della misurazione viene messo a disposizione con un segnale elettrico e viene visualizzato con un indicatore digitale sul quadro di comando della cassa d'afflusso e nella sala comandi.

L'altezza dell'apertura del labbro può inoltre essere letta anche su una scala meccanica (2) sulla cassa d'afflusso.



### Componenti

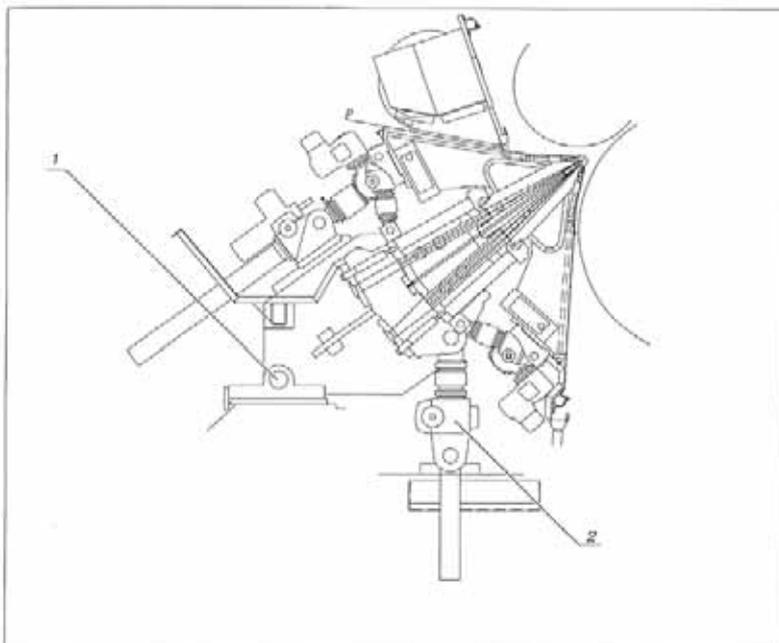
- 1) Linea di misurazione
- 2) Scala
- 3) Magnete permanente
- 4) Asta metallica



## 6.6 DISPOSITIVO DI INCLINAZIONE DELLA CASSA D'AFFLUSSO

### Componenti

- 1) Punto di rotazione
- 2) Dispositivo a martinetti



## Funzionamento

Il supporto della cassa d'afflusso devia le forze che compaiono durante l'uso nelle fondamenta e compensa le variazioni di lunghezza sulla base delle espansioni termiche.

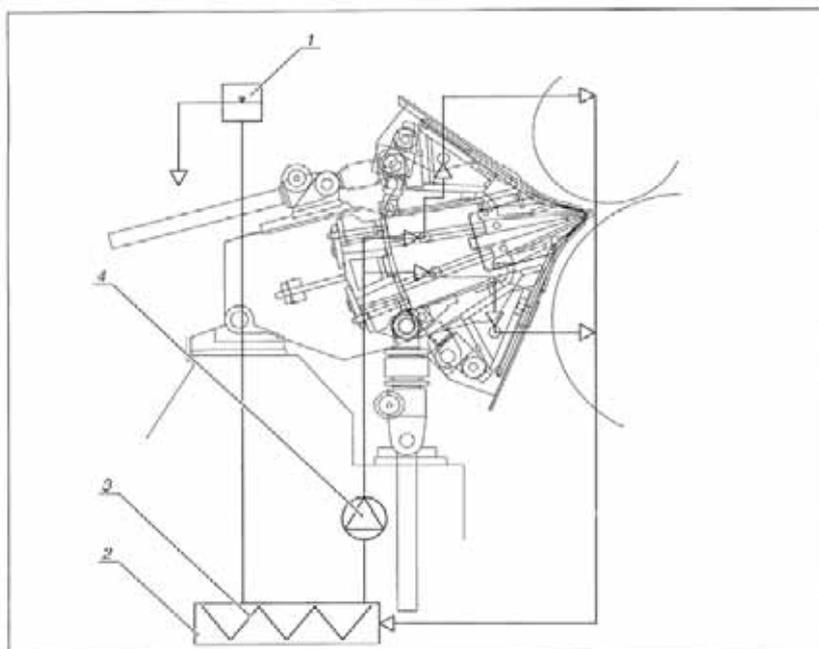
La cassa d'afflusso può essere orientata intorno ad un punto di rotazione (2) per influire sul punto di incontro del getto con gli elementi di sollevamento filettati (1) rispetto alle fondamenta. In questo modo è possibile modificare il punto di incontro del getto sul rullo formatore.

L'impostazione di base (posizione "0" del contatore) viene eseguita durante la prima messa in funzione. Il centro del getto di pasta (costituito dall'unione dei due strati) taglia tangenzialmente il rullo formatore nell'impostazione di base (profondità di immersione = metà spessore del getto).

Questa impostazione prende in considerazione l'andamento parabolico del getto libero ed è stato rilevato per una velocità del getto di 1.142 m/min, attraverso la lunghezza di estrazione degli elementi di sollevamento filettati (2), viene impostato il punto di chiusura teorico per il getto e il contatore nel volantino viene portato a "0"!

Le differenze durante il montaggio come pure nella velocità del getto comportano un allungamento del punto di incontro del getto ed una correzione attraverso gli elementi di sollevamento filettati.

## 6.7 CIRCUITO DI RISCALDAMENTO



## **Componenti**

- 1) Serbatoio compensatore
- 2) Contenitore di raccolta
- 3) Elemento riscaldante
- 4) Pompa di circolazione

## **Funzionamento**

L'impasto riscalda la cassa d'afflusso sulle superfici a contatto con la sospensione della stessa; sulle superfici esterne, la cassa d'afflusso rimane fredda senza sistema di riscaldamento. In caso di differenza di temperatura, l'apertura del labbro si deforma per azione termica.

Per ridurre al minimo la deformazione termica dell'apertura del labbro, nei supporti del labbro superiore della cassa d'afflusso sono presenti camere di riscaldamento, attraverso le quali, mediante un circuito di riscaldamento, circola acqua calda alla temperatura dell'impasto.

Il circuito di riscaldamento è strutturato come sistema privo di pressione. Nel telaio è presente un serbatoio compensatore (1). Il serbatoio è collegato al circuito di riscaldamento. Una pompa di circolazione (4) è montata sul lato trasmissioni nella cassa d'afflusso.

Durante il funzionamento, il sistema di riscaldamento serve per la stabilizzazione termica della cassa d'afflusso; in caso di inattività, mantiene la temperatura d'esercizio o preriscalda la cassa d'afflusso a temperatura d'esercizio.

Il circuito di riscaldamento riduce al minimo le deformazioni termiche dell'apertura del labbro.

Sui punti più alti delle camere di riscaldamento sono montate valvole di sfiato.

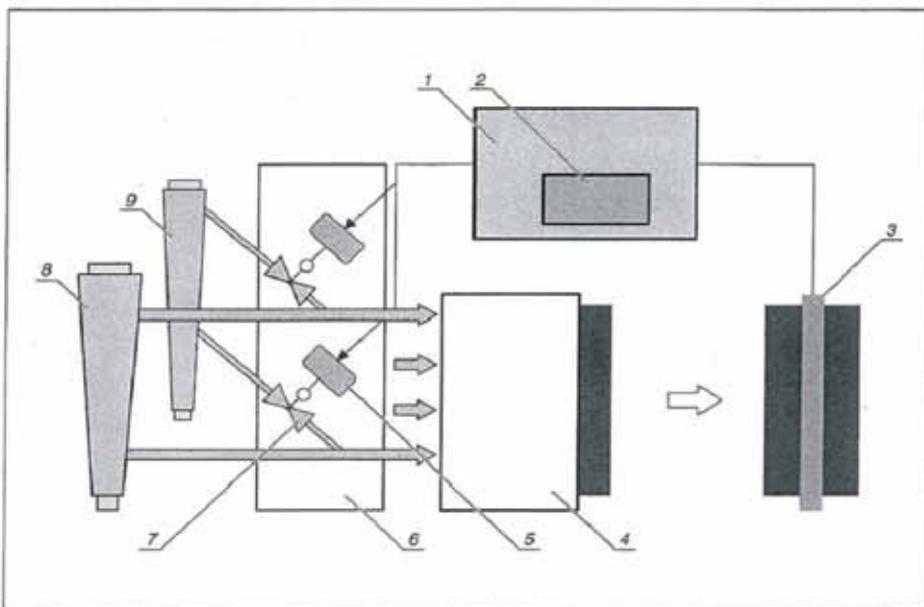
Quando la macchina continua è in funzione e il blocco diffusore funge da scambiatore di calore, la serpentina è generalmente spenta.

## 7. DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA PROFILMATIC

Il sistema Profilmatic per ModuleJet è un sistema integrato per la regolazione del profilo trasversale sulla cassa d'afflusso.

Componenti

- 1) Control Computer
- 2) Software di regolazione Profilmatic
- 3) Cornice di misurazione
- 4) Cassa d'afflusso
- 5) Attuatore ProfilTronic
- 6) Sistema attuatori
- 7) Valvola regolatrice di diluizione (ModuleJet)
- 8) Sospensione della pasta
- 9) Acqua di filtraggio



## 8. SOFTWARE DI REGOLAZIONE PROFILMATIC

Lo scopo del software di regolazione Profilmatic è quello di minimizzare le differenze nel profilo di grammatura.

Il software di regolazione Profilmatic si contraddistingue per l'auto-mapping, le possibilità di combinazione con diversi profili trasversali e attuatori, come pure una rapida ottimizzazione del profilo trasversale.

L'auto-mapping definisce l'assegnazione automatica alla posizione di regolazione rispetto al punto di reazione nel profilo trasversale.

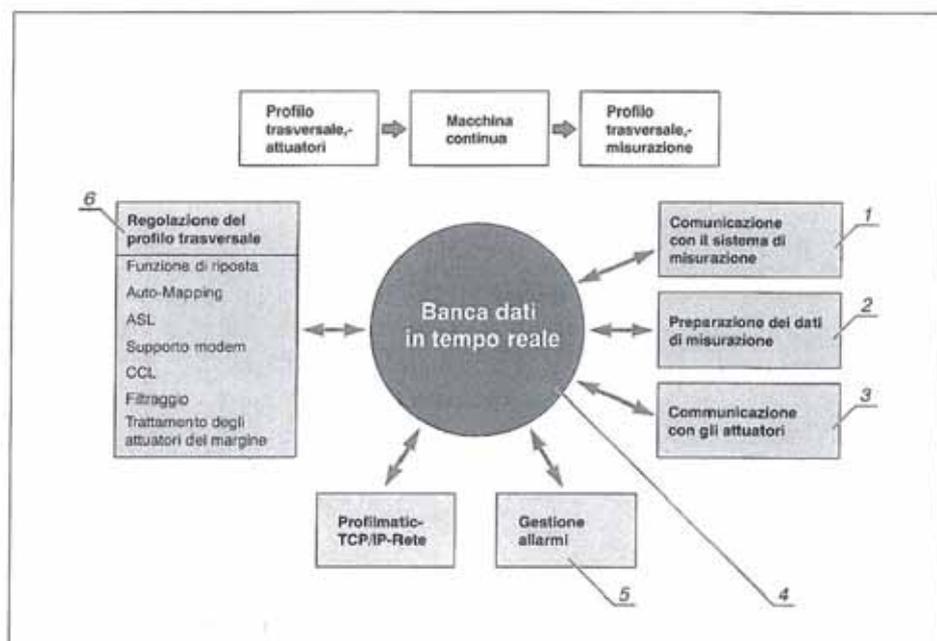
Il software di regolazione Profilmatic calcola le variazioni dei valori nominali per la regolazione della densità della pasta e delle rispettive sezioni della cassa d'afflusso.

Le valutazioni dei valori nominali rilevate vengono convertite in posizioni degli attuatori.

Vengono trasmessi mediante un bus di dati all'attuatore di ogni singola valvola regolatrice di diluizione ModuleJet.

Il computer principale invia comandi o richieste agli attuatori ed attende le risposte (feedback). In questo modo, vengono interrogati ciclicamente lo stato e la posizione di ogni attuatore.

La banca dati in tempo reale è il cuore del software di regolazione Profilmatic. Tutti i componenti software comunicano solo mediante questa banca dati.



- 1) Comunicazione con il sistema di misurazione
- 2) Preparazione dei dati di misurazione
- 3) Comunicazione con gli attuatori
- 4) Banca dati in tempo reale
- 5) Gestione allarmi
- 6) Regolazione del profilo trasversale

## 9. SINTESI

Le esigenze di uniformità del foglio e le proprietà meccaniche si basano principalmente sulla qualità della cassa d'afflusso. Le dimensioni geometriche, la stabilità nonché il concetto idraulico determinano la qualità della cassa d'afflusso.

Per ottenere tutte le caratteristiche di resistenza e di formazione in modo uniforme sul foglio, una delle cose più importanti è la qualità del getto libero in uscita dalla cassa d'afflusso.

La portata e la distribuzione della consistenza della pasta in senso trasversale, combinata con un'uniforme micro turbolenza all'interno della pasta, danno un'ottima qualità del getto libero. Grazie ad un buon sistema di generazione delle turbolenze, di geometria del labbro e tecnologia a lamelle, si ottiene un netto miglioramento nella qualità del getto e quindi del foglio.

La tecnologia multi getto, combinata al concetto di idraulica ottimizzata dalla tecnologia a lamelle, permette di produrre uno specifico foglio a più strati su un'unica unità di formazione. Grazie a queste innovazioni tecniche unite ad una progettazione meccanica adeguata, quelli che un tempo erano slogan ora sono diventati realtà.



**Naturale, rinnovabile e riciclabile: il lato verde della carta**

**100%** carta riciclata  
 (senza lignina)

Quali risorse per produrre una tonnellata di carta?  
 12 alberi, 100 litri d'acqua, 100 kWh di energia, 1 kg di nitrato.

L'equivalente in carta riciclata?  
 1000 kg di carta riciclata, 100 litri d'acqua, 100 kWh di energia.

100% carta riciclata, 100% acqua riciclata, 100% energia rinnovabile.

La carta riciclata è prodotta da legno di recupero, che viene pulito e riciccolato. Il processo di riciclaggio è molto più pulito e produce meno rifiuti rispetto alla carta vergine.

La carta riciclata è prodotta da legno di recupero, che viene pulito e riciccolato. Il processo di riciclaggio è molto più pulito e produce meno rifiuti rispetto alla carta vergine.

**GRUPPO PRO-GEST**

**Barriera acustica con giardino verticale**

**Ampliamento Nord (Magazzino materie prime) con mitigazione ambientale**

**Villa Ligarina** **PRO-GEST**