



REGIONE DEL VENETO

Esame di fine corso

Cod. Progetto 4262/2/668/2015 - Cod. Intervento 4262/001/636/DEC/22

Titolo: Tecnico per la gestione di impianti di produzione della carta

Sede del corso: Verona - VR - 37138 - Via Don Giovanni Minzoni, 50

Nuovo processo di asciugamento della carta tissue

di Dianda Luca



**Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari**

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona
fcs.istitutosalesianosanzeno.it - scuolacartaria@sanzeno.org

INDICE

1 – INTRODUZIONE

2 – CARTA TISSUE

2.1 Macchina continua crescent-former

2.2 Prodotti

2.3 Caratteristiche

3 - FASI DI ASCIUGATURA

3.1 Asciugatura meccanica

3.2 Asciugatura termica

4 - CAPPE AD ALTA EFFICIENZA

4.1 Fornitura impianto cappe

4.2 Funzionamento

5 - PROCESSO DI COMBUSTIONE

5.1 Tipologie di combustione

5.2 Incombusti

6 – YANKEE DRYER

6.1 Tipologie di monolucido

6.1.1 Cast iron yankee dryer

6.1.2 Steel yankee dryer

7- IMPIANTO DI COGENERAZIONE

8- IMPIANTO VAPORE

9- CONCLUSIONI

10- BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUZIONE

Nella complessità dei vari processi che sono presenti all'interno della filiera produttiva della carta, indipendentemente dalla tipologia di carta prodotta, analizzando il processo di asciugamento della carta risulta essere il più dispendioso in termini di energia, ma l'unico al momento in grado di togliere quasi completamente l'acqua dal feltro fibroso. Tale processo avviene nella zona di macchina chiamata seccheria e deve essere gestito con accurata attenzione per ottenere carta di qualità e contenere i costi energetici.

Una tradizionale seccheria di una macchina continua è composta da batterie di cilindri essiccatori e casse vapore dove la carta fa il suo percorso per essere asciugata.

Nel settore tissue dove la carta è molto particolare con un processo di crespatura e con una grammatura molto bassa la configurazione della "seccheria" invece di essere composta da più batterie di cilindri essiccatori è composta da un unico cilindro monolucido di grandi dimensioni e due cappe ad alta efficienza che soffiano aria calda.

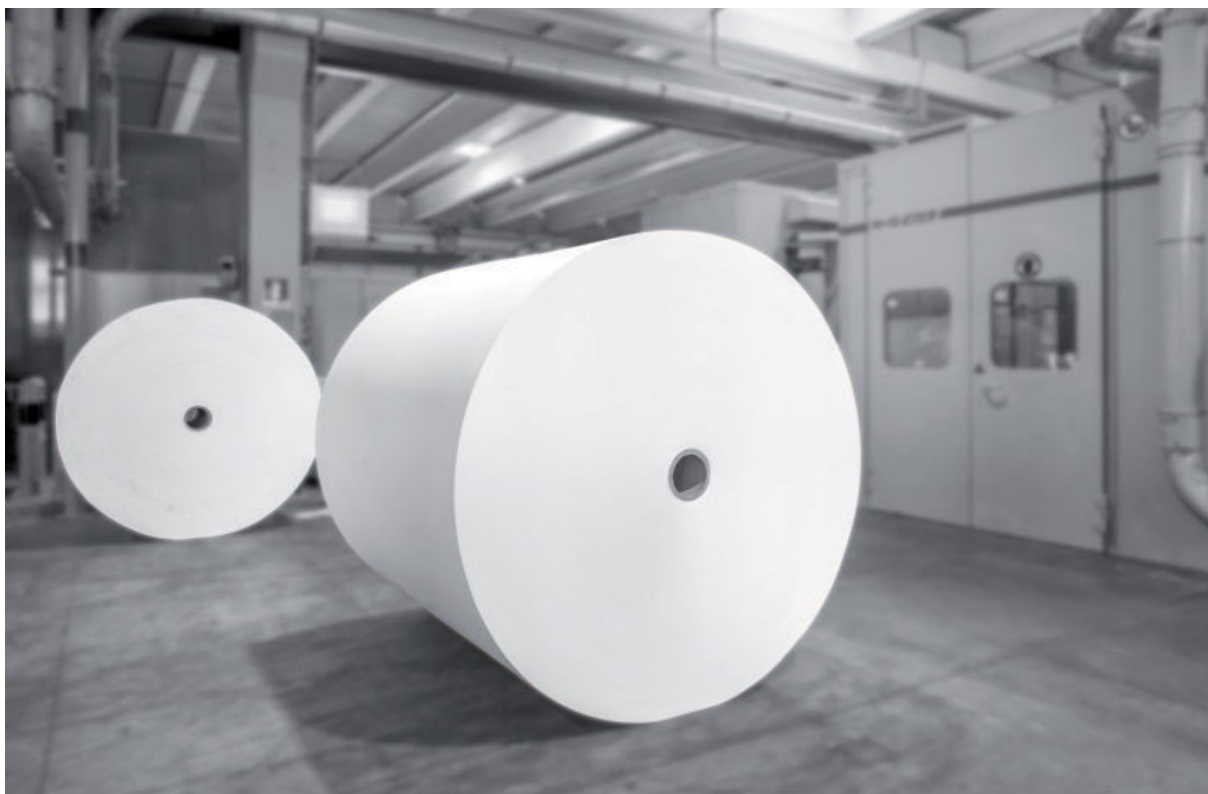
Lo stabilimento WEPA di Porcari nel 2016 ha deciso di installare l'impianto cappe e air system completamente nuovo.

Una nuova fornitura che ha permesso di migliorare l'efficienza di asciugamento.

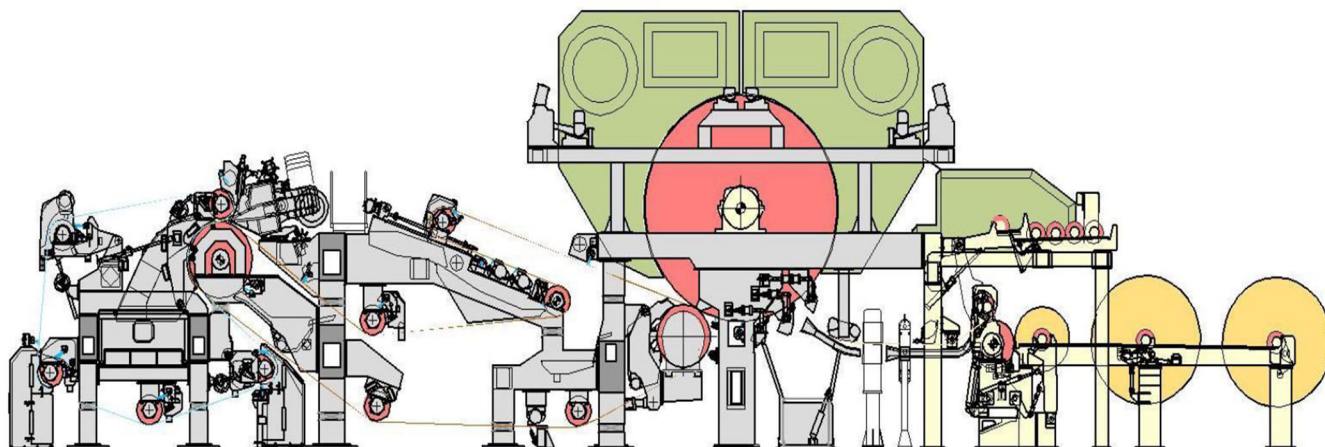
È quindi essenziale investire per ottimizzare i consumi della sezione di asciugamento, che costituiscono un costo rilevante per ogni cartiera.

2. CARTA TISSUE

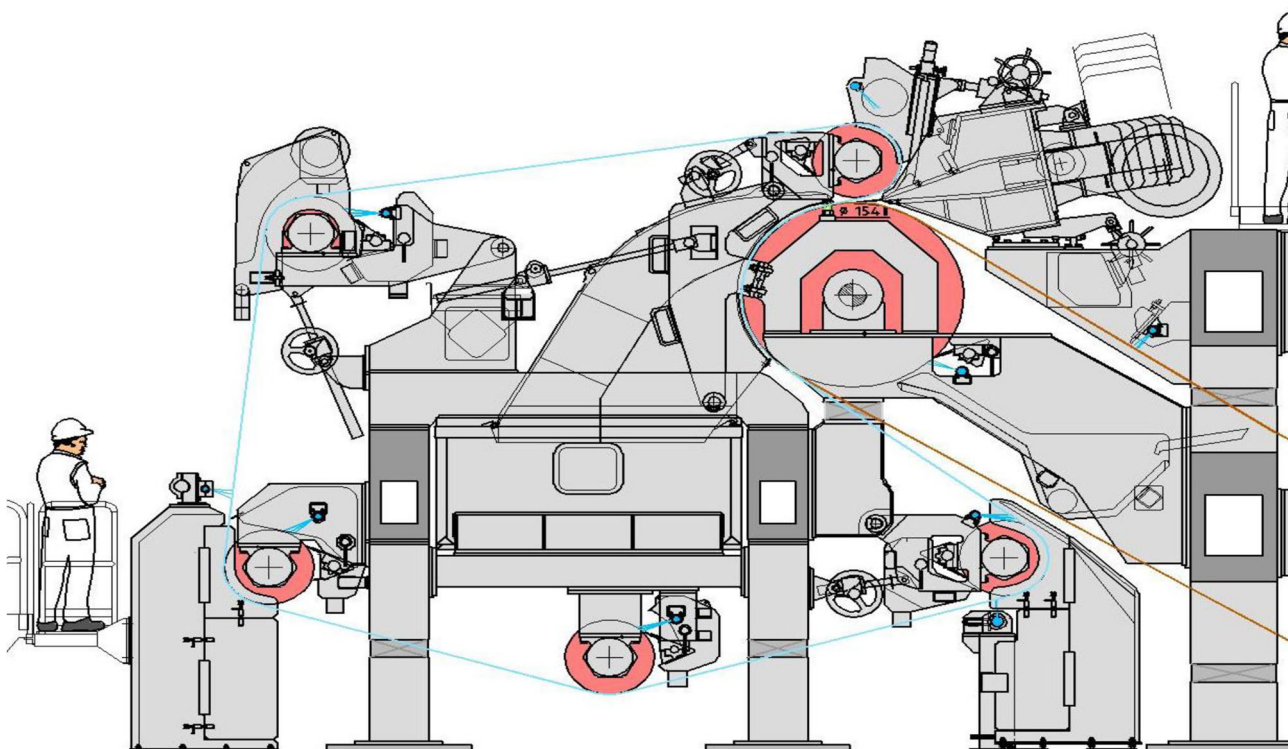
La carta tissue è un tipo di carta crespata, caratterizzata da un range di grammatura molto ristretto e molto leggero, infatti parliamo di una carta che può variare tra i 14 g/m² e i 30 g/m². Il focus della produzione del gruppo Wepa Italia con stabilimento a Porcari è tra i 15 g/m² e i 20 g/m², dove riescono a ricoprire l'intera gamma di prodotti richiesti dal mercato.



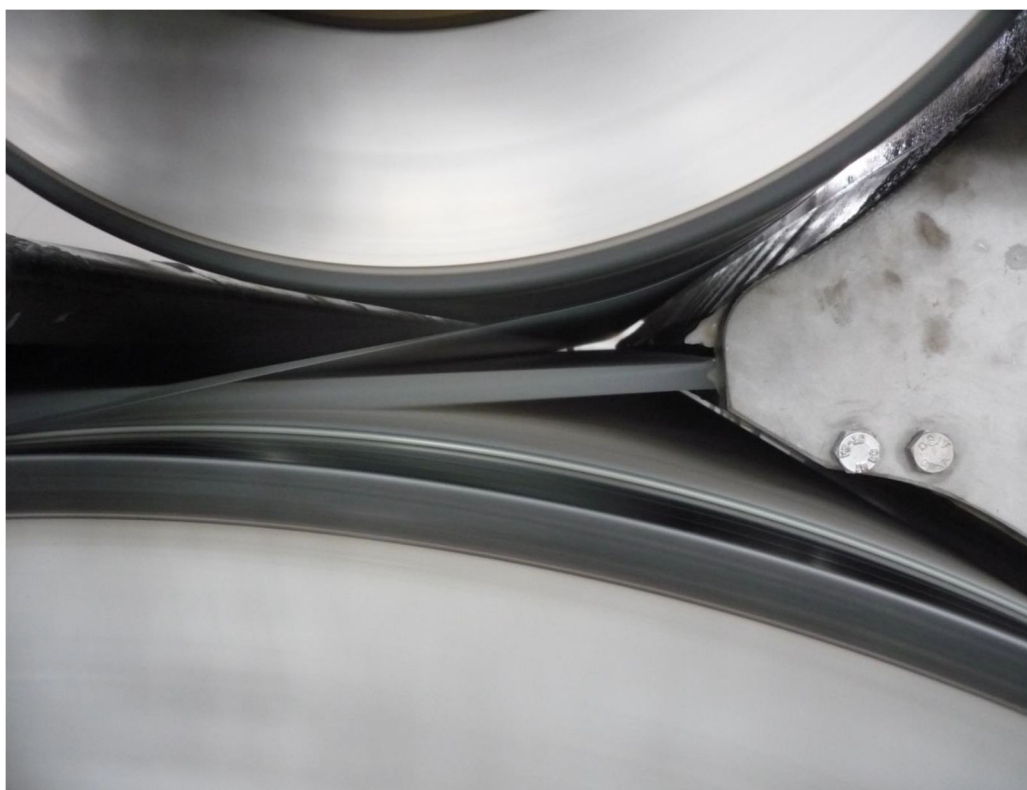
2.1 MACCHINA CONTINUA CRESCENT - FORMER



La configurazione tipica di una macchina per produrre tissue è chiamata crescent-former. Si compone di una tela e un feltro che si congiungono con un angolo molto stretto in corrispondenza del rullo formatore.



In questo angolo molto stretto viene alimentato a velocità molto alte l'impasto in uscita dalla cassa d'afflusso.



La concentrazione in cassa d'afflusso della carta tissue si aggira intorno a 0.2% quindi la quantità di acqua presente è del 99.8%.

Una significativa quantità di acqua viene drenata dalla tela di formazione e dalla forza centrifuga che si genera sul rullo formatore, non essendo sufficiente solamente l'effetto drenante della tela, successivamente c'è bisogno di un intervento meccanico e termico.

2.2 PRODOTTI

Con questo tipo di carta, attraverso il converting, possono essere realizzati diversi prodotti che ogni giorno vengono utilizzati nella quotidianità di ognuno di noi:

- Carta igienica
- Tovaglioli
- Rotoli da cucina
- Fazzoletti
- Asciugamani di carta



2.3 CARATTERISTICHE DELLA CARTA

I prodotti tissue hanno bisogno che siano garantite le seguenti caratteristiche:

- Grammatura
- Sofficità
- Spessore
- Resistenza alla trazione
- Umidità
- grado di bianco o colore

Tutte queste caratteristiche vengono controllate dal laboratorio qualità con appositi strumenti di misura.

GRAMMATURA:

La grammatura è la caratteristica più importante del prodotto per riconoscere qualsiasi tipologia di carta prodotto ed è un parametro anche commerciale.

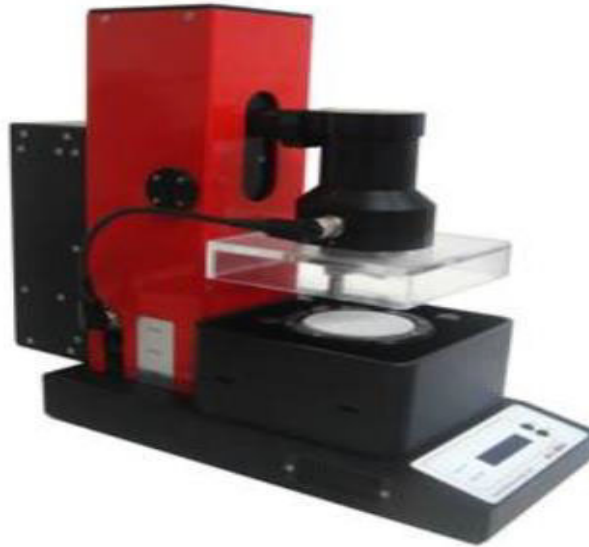
Rappresenta il peso in grammi di 1 m² di carta.

Attraverso una taglierina circolare viene ricavato questo campione ed in seguito appoggiato su una bilancia che ne rileva il suo peso.



SOFFICITÀ:

Una prova molto importante per la carta igienica ad esempio è la prova di morbidezza o sofficità attraverso l'apposito strumento TSA Tissue Softness Analyser.



Lo strumento si abbassa e preme la ventola, posta sotto al coperchio trasparente, sul velo di carta con una forza di 0,099 N. Una volta sceso e registrata la forza di pressione inizia a ruotare la ventola. Il velo di carta appoggia su un registratore di rumore che registra il rumore che emette la ventola a contatto con il velo di carta e fornisce un valore, che confrontato con dati di riferimento permette di centrare il grado di soffici   della carta.

SPESSORE:

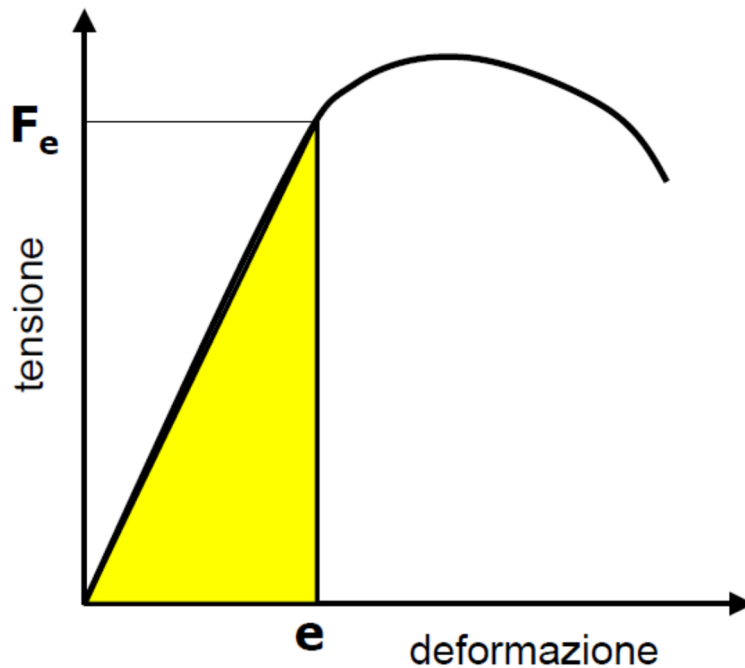
La misura dello spessore rappresenta la distanza tra due superfici piane a contatto con i due lati del foglio. Si esprime in $[dm^3/kg]$

Il campione di carta viene appoggiato in mezzo alle due piastre in metallo che avvicinandosi tra di loro riescono a fornire la misura dello spessore della carta.



RESISTENZA ALLA TRAZIONE:

Applicando una forza di trazione alla carta si assiste ad una prima deformazione che ha carattere elastico (deformazione proporzionale alla forza applicata), all'aumentare della forza di trazione si riscontra un comportamento anelastico e le modificazioni alla struttura dimensionale del foglio non sono più reversibili.



La prova consiste in tagliare due strisce di carta in senso trasversale e in senso longitudinale attraverso l'apposita tagliarina.



Una volta tagliate i due campioni di carta, una alla volta vengono fissati attraverso i morsetti dello strumento e avviata la prova.

I due morsetti si allontanano l'uno dall'altro e appena la carta si strappa lo strumento ci riferisce il valore del carico di rottura.



UMIDITÀ:

La misura dell'umidità ormai viene effettuata on-line grazie ad appositi ponti di scansione posizionati prima dell'arrotolatore che riescono a fornire il valore espresso in % dell'umidità residua presente all'interno della carta.

Nel tissue il valore accettabile si aggira intorno al 5%.



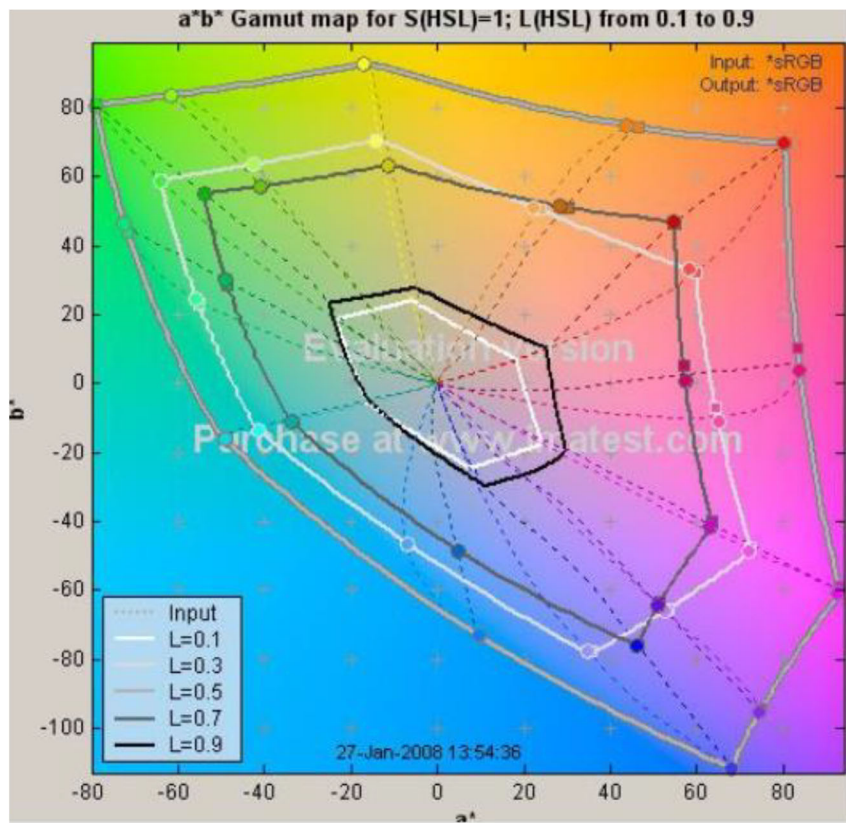
GRADO DI BIANCO:

Grado di bianco o (BRIGHTNESS) si confronta l'emissione della superficie rapportandola a quella di una superficie bianca misurata 457nm (contenente Radiazioni UV) attraverso uno strumento chiamato spettrofotometro che ci consente di analizzare la radiazione emessa (diffusa) da una superficie sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.



COLORE:

Sempre con lo stesso strumento si può analizzare il colore in caso di produzione colorata. Lo strumento è in grado di fornire le coordinate L, a, b in modo da valutare il colore ottenuto confrontandolo con le coordinate standard del colore desiderato.



3. TIPOLOGIE DI ASCIUGAMENTO

Per ottenere prodotti tissue di qualità un aspetto fondamentale nel processo di produzione è la fase di asciugamento, che può essere classificata in asciugamento meccanico e asciugamento termico.

3.1 ASCIUGAMENTO MECCANICO

Prima di essere trasferito al monolucido, al foglio di carta trasportato dal feltro viene sottratta acqua per via meccanica e tramite aspirazione per mezzo di due presse denominate rispettivamente Pressa Aspirante e Pressa a fori ciechi (il nome di quest'ultima deriva dal fatto che, contrariamente a quella aspirante, i fori presenti sul rivestimento non sono passanti, ma ciechi).

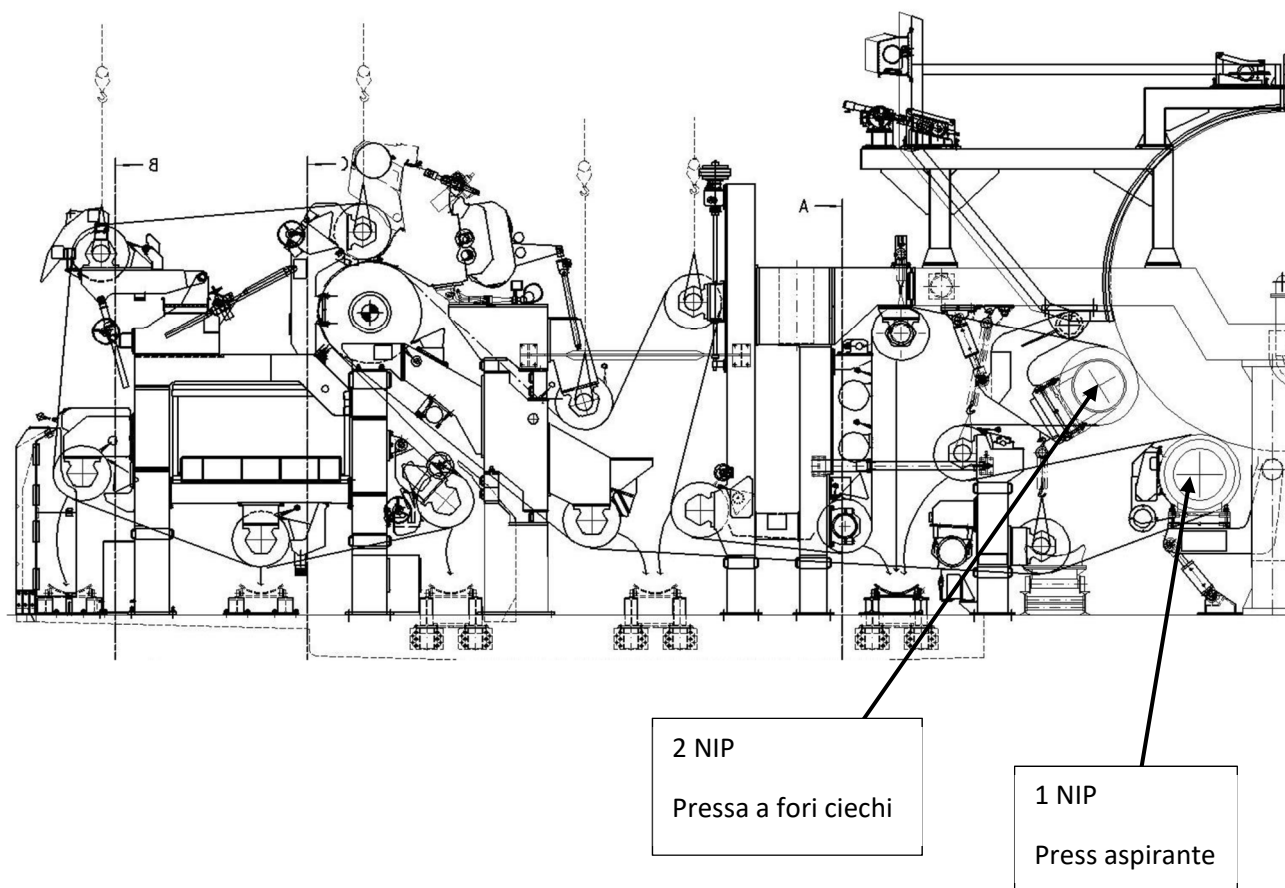
Lo scopo delle presse, rivestite superficialmente con uno strato di gomma, è quello di premere il foglio di carta e il feltro che lo supporta a contrasto con un elemento rigido in modo da indurre l'acqua contenuta nel foglio a migrare verso il feltro: nel caso degli impianti tissue, l'elemento rigido è costituito dal monolucido.

La sezione presse svolge due azioni fondamentali:

- trasferire il foglio sul monolucido (Pressa Aspirante);
- aspirare e centrifugare l'acqua in eccesso dal foglio di carta

Quindi la sezione presse è composta da 2 nip.

In questa fase di asciugamento si cerca di drenare più acqua possibile arrivando ad un grado di secco del 45%.

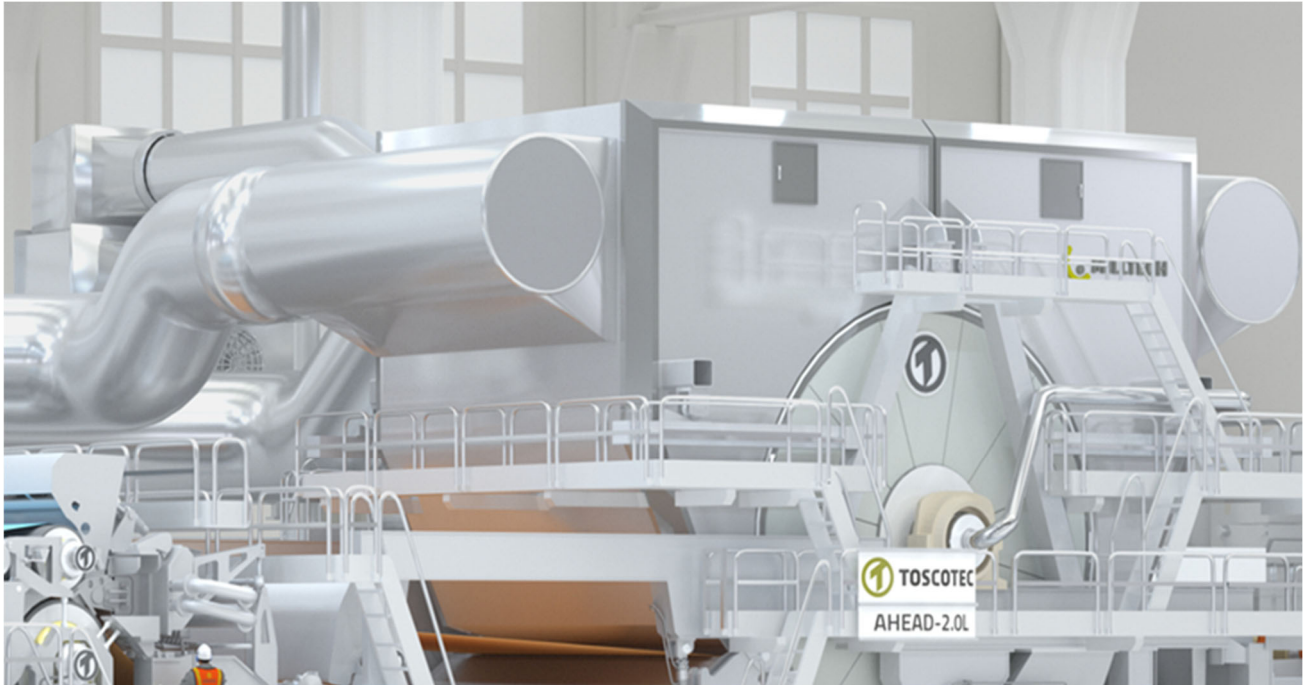


3.2 ASCIUGAMENTO TERMICO

Con l'asciugamento termico ci poniamo l'obiettivo di eliminare l'acqua legata alla fibra, mediante evaporazione, disidratando il tessuto fibroso di cellulosa in modo da ottenere un grado di secco del 95% all'arrotolatore dal momento in cui la carta non è più pressata contro il cilindro Yankee.

Per ottenere il risultato del 95% di secco c'è bisogno di una zona chiamata "DRY SECTION" della macchina continua, dove avviene il processo di essiccamento termico attraverso due elementi molto importanti, il monolucido utilizzato per conduzione del vapore saturo secco al suo interno al foglio di carta ma per completare l'asciugamento del monolucido è necessario garantire una elevata ventilazione del foglio di carta e a questo scopo vengono utilizzate due cappe ad alta efficienza che riscaldano direttamente il foglio, sfruttando i fumi caldi di combustione di bruciatori a metano. Le cappe sono posizionate nella parte superiore del cilindro monolucido e avvolgono quest'ultimo per circa 180°.

I due elementi che caratterizzano la DRY SECTION devono essere in grado di evaporare 2,5 t/h di acqua ad una velocità di 1800 m/min, considerando che la produzione giornaliera della cartiera si attesta intorno alle 75 tonnellate.



4. CAPPE AD ALTA EFFICIENZA

Il primo elemento analizzato è il sistema chiamato Yankee Hoods o Cappe Monolucido il quale è progettato per ottenere la massima capacità di asciugatura utilizzando un design che rimuove il massimo contenuto d'acqua dal foglio di carta.

Sono realizzate in due metà chiamate rispettivamente cappa umida (wet end) e cappa secca (dry end).

Agiscono soffiando aria calda quindi molto secca attraverso degli ugelli con un disegno specifico ben studiato che riescono a garantire una distribuzione uniforme dell'aria di mandata sul foglio di carta che si trova direttamente a contatto con il monolucido. Inoltre devono essere in grado di rimuovere l'umidità che fuoriesce dalla carta.

Entrambe le cappe sono dotate di serrande che permettono di asciugare con maggiore intensità le zone del foglio di carta che sono rimaste più umide. Nella cappa umida sono previste 10

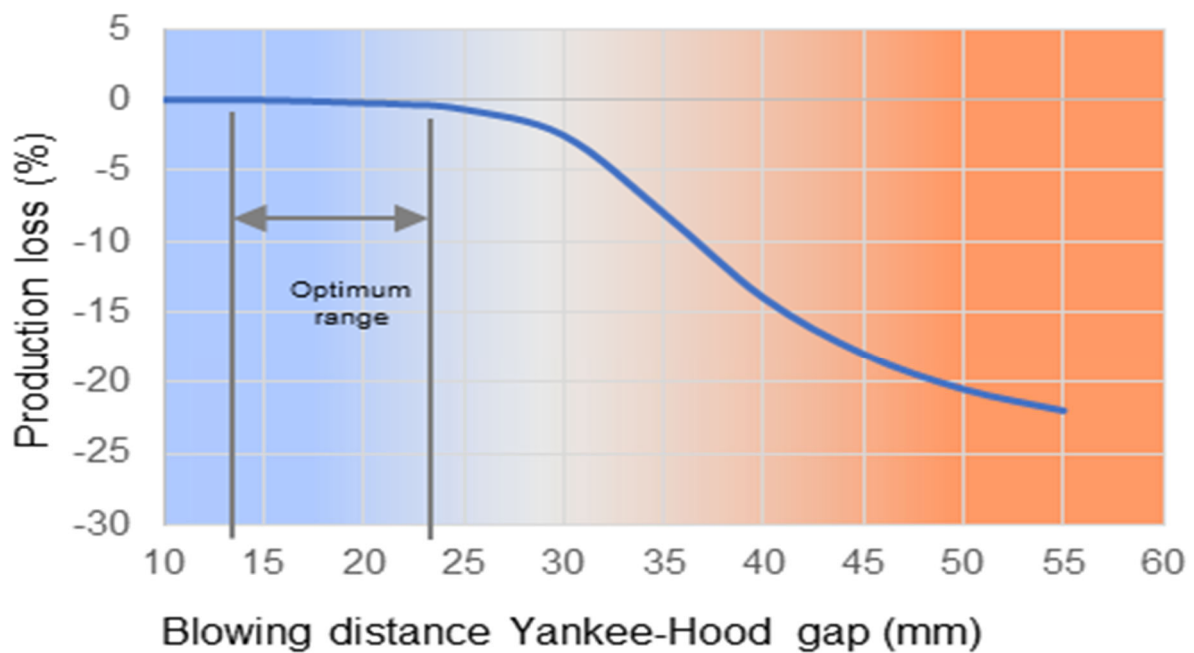
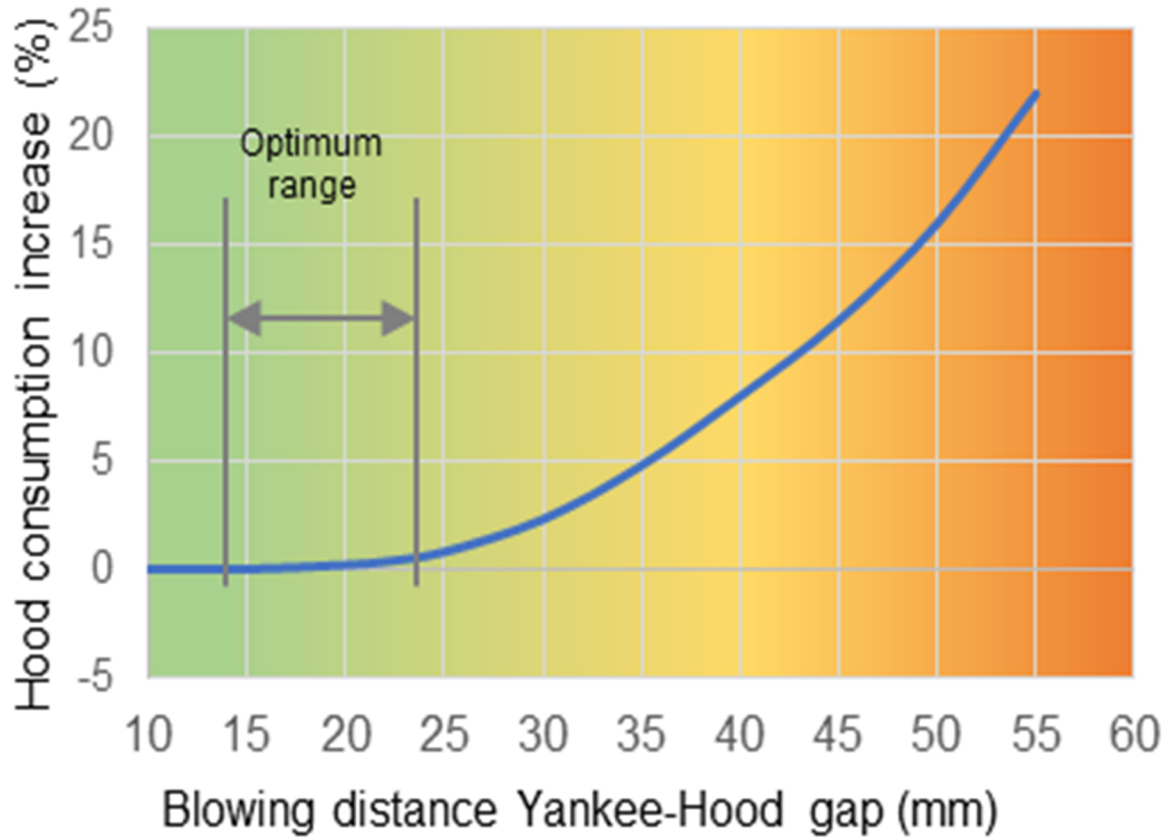
serrande, mentre nella cappa secca sono previste 2 serrande per correggere eventuali fasce umide.



Il divario della distanza di soffiaggio ha un impatto diretto sui consumi termici specifici e sulla capacità produttiva della macchina.

Le cappe sono progettate per mantenere la distanza di:

- $20\text{mm} \pm 0,5\text{mm}$ $3/4'' \pm 1/5''$ (superiore e centrale dell'avvolgimento)
- $25\text{mm} \pm 0,5\text{mm}$ $1'' \pm 1/5''$ (in coda, per ridurre l'intasamento della carta)



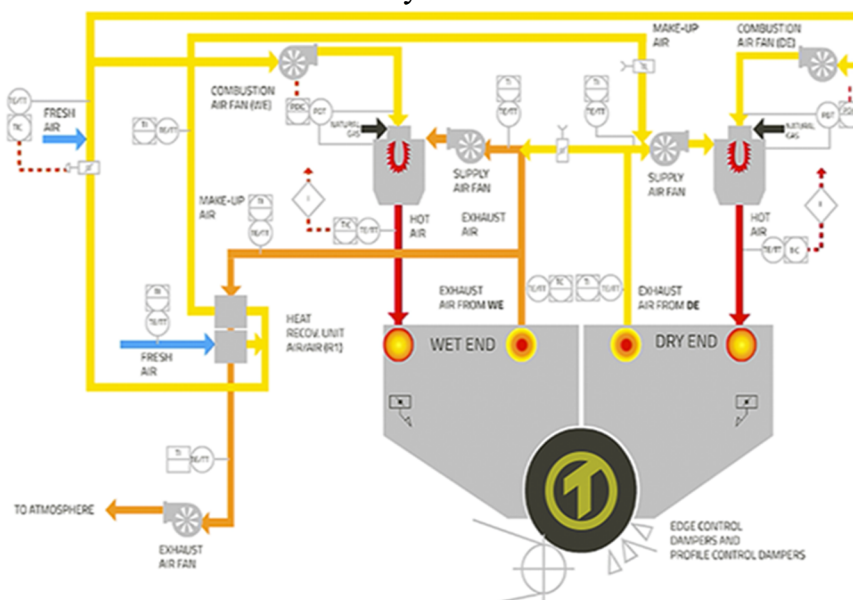
4.1 FORNITURA IMPIANTO CAPPE

La fornitura dell'impianto comprende:

- 2 bruciatori di cui 1 per ciascuna cappa
- 2 ventilatori aria comburente per immettere aria per la combustione all'interno dei bruciatori
- 2 ventilatori d'aria per ricircolare l'aria calda della cappa secca alla cappa umida
- 1 ventilatore d'aria esausta
- 1 scambiatore aria/aria

4.2 FUNZIONAMENTO

Il circuito di riscaldamento si chiama Duo-system a cascata.



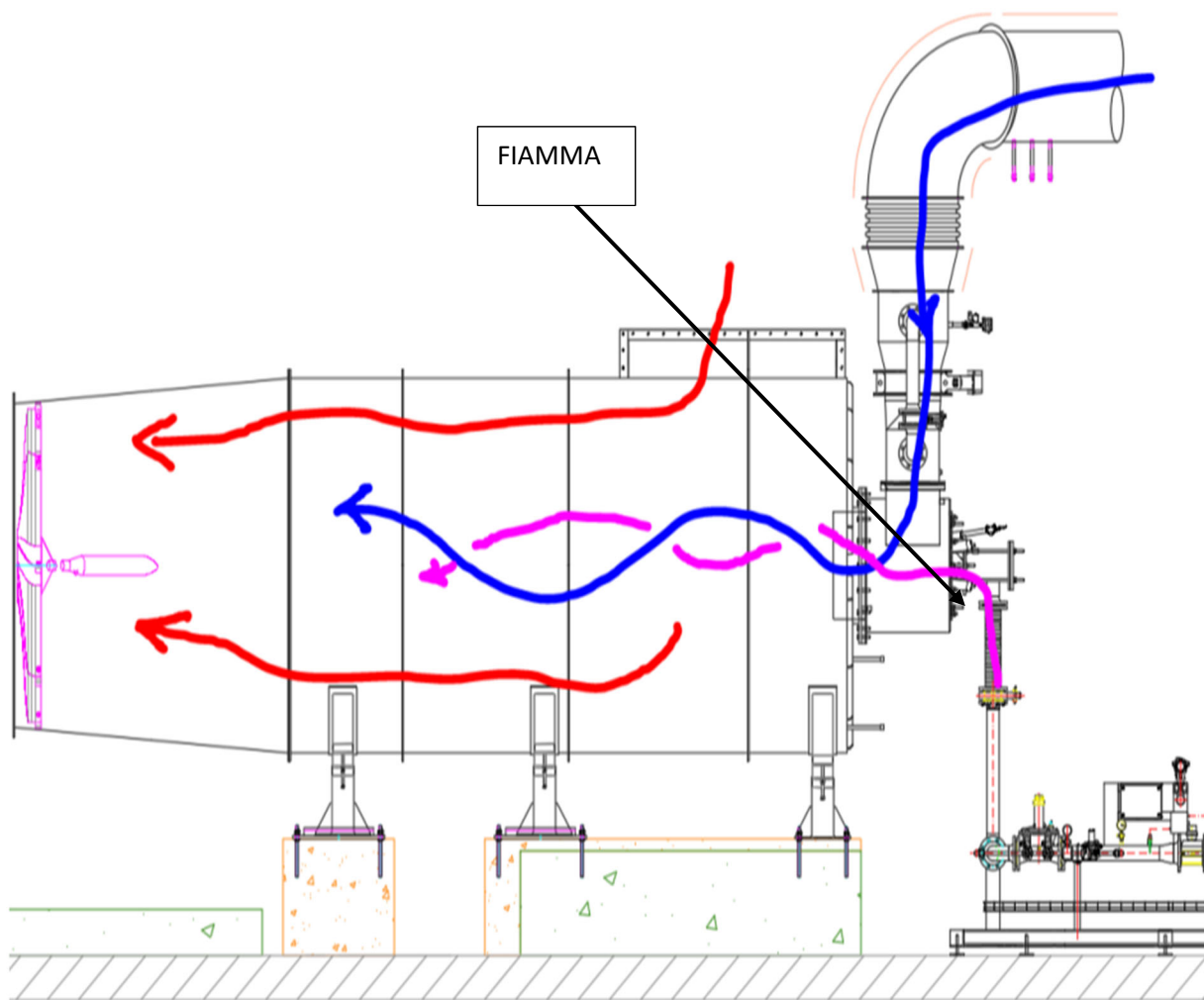
Nel sistema in cascata l'aria calda proveniente dalla cappa secca viene convogliata al bruciatore della cappa umida mentre lo scarico della cappa umida viene utilizzato per preriscaldare l'aria esterna e dopo espulso dall'impianto dal ventilatore dell'aria di espulsione per poi in parte essere utilizzato per la termoventilazione.

L'aria fresca presa dall'atmosfera attraverso un ventilatore viene fatta passare all'interno di uno scambiatore aria-aria per essere pre-riscaldata.

Il flusso d'aria che esce dallo scambiatore viene diviso e direzionato in due ventilatori di aria comburente che alimentano i due bruciatori per far avvenire la combustione reagendo con il gas metano. Da questi due bruciatori esce aria calda a circa 400°C che viene immessa nelle due cappe. L'aria in uscita dalla cappa secca una parte viene immessa di nuovo nel bruciatore della zona secca attraverso il ventilatore di ricircolo della zona secca, ma una percentuale viene convogliata attraverso il ventilatore di ricircolo all'ingresso del bruciatore della zona

umida per favorire ulteriore riscaldamento dell'aria di questa prima cappa. L'aria in uscita dalla cappa umida segue un percorso diverso essendo molto umida, una percentuale viene immessa di nuovo insieme all'aria della cappa secca all'ingresso del bruciatore della cappa umida, il restante d'aria viene aspirata attraverso il ventilatore dell'aria esausta e fatta passare all'interno dello scambiatore aria-aria a inizio impianto per raffreddarla portandola a 226°C. Raggiunta questa temperatura l'aria attraversa un secondo scambiatore aria-aria per essere raffreddata ulteriormente e convogliata in parte all'atmosfera a circa 95°C e in parte all'impianto di termoventilazione del sottotetto a circa 70°C che permette di riscaldare il sottotetto evitando la formazione di condensa che si potrebbe creare dal raffreddamento dell'aria umida andando verso l'alto e il contatto con il tetto freddo con conseguente gocciolamento d'acqua all'interno del locale della macchina continua.

5. PROCESSO DI COMBUSTIONE

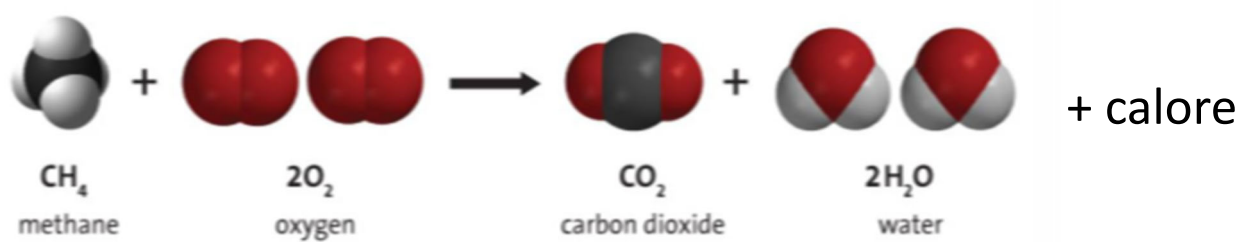


Freccia rossa: aria calda di processo derivante dalla combustione

Freccia blu: aria fresca di processo

Freccia rosa: gas metano

All'interno della camera di combustione l'aria fresca di processo incontra la fiamma alimentata attraverso il gas metano e di conseguenza l'aria viene riscaldata e quindi può essere utilizzata all'interno delle cappe.



5.1 TIPOLOGIE DI COMBUSTIONE

Ci possono essere tre tipi di combustione:

- Incompleta: Se la combustione avviene in presenza di poca quantità di ossigeno per permettere al metano di reagire completamente con l'ossigeno.
- Ideale: La massa d'aria immessa nel bruciatore è esatta per una combustione completa. Non è presente ossigeno in eccesso nello scarico e nessun combustibile incombusto. Si dice miscela aria-comburente stechiometrica
- Eccessiva: Se la combustione avviene in presenza di più ossigeno di quello necessario per bruciare completamente la quantità di metano.

L'obiettivo da ottenere è la combustione ideale ovvero:



Una molecola di metano combinata con due molecole di ossigeno viene convertita in una molecola di anidride carbonica e due molecole d'acqua (solitamente emesse come vapore o vapore acqueo) e calore.

Considerando L'aria contiene approssimativamente il 21% di ossigeno (O₂) e il 79% di azoto (N₂). Quindi il rapporto stechiometrico da soddisfare è:



In questa reazione non esiste eccesso di ossigeno nei prodotti.

5.2 INCOMBUSTI

Nei bruciatori deve essere garantita la giusta quantità di aria comburente per soddisfare il rapporto stechiometrico della reazione di combustione per scongiurare la creazione di incombusti non voluti.

- NO_x: ossido di azoto

L'aria usata per la combustione contiene azoto che però non partecipa essendo gas inerte. Se c'è uso eccessivo di aria con le alte temperature i legami tra le molecole di azoto vengono distrutti e si uniscono alle molecole di ossigeno creando ossido di azoto.

Limite Emissioni: NO_x < 300 mg/Nm³ al 17%O₂

- CO: monossido di carbonio

Se la combustione avviene in presenza di poco ossigeno alcune molecole di carbonio non sono in grado di ossidarsi e di conseguenza si forma il monossido di carbonio.

Limite Emissioni: CO < 100 mg/Nm³ al 17%O₂

testo 350 Box #10
V1.23 60306950/I

13.01.2021 16:41:15

Locazione:
ESSITY GIEN PM1
TOSCOTEC SPA

Combustibile: Metano
O2 Rif. 17.0 %
CO2 t 3.3 %

Analisi gas Bruciatore

15.83 %	O2
7 mg/m ³	CO
0.81 %	CO2
28.6 mg/m ³	NOx
18.7 mg/m ³	NO
0.0 mg/m ³	NO2
261.5 °C	Temp fumi
66.8 %	Rend. Cond.
4.07	Lambda
33.2 %	Qs perdita
0.97 l/min	Port. pompa
20.4 °C	Temp aria c.
0.0 %	ET

testo 350 Box #10
V1.23 60306950/I

13.01.2021 16:39:43

Locazione:
ESSITY GIEN PM1
TOSCOTEC SPA

Combustibile: Metano
O2 Rif. 17.0 %
CO2 t 3.3 %

Analisi gas Bruciatore

15.88 %	O2
6 mg/m ³	CO
0.80 %	CO2
28.8 mg/m ³	NOx
18.8 mg/m ³	NO
0.0 mg/m ³	NO2
260.3 °C	Temp fumi
66.6 %	Rend. Cond.
4.10	Lambda
33.4 %	Qs perdita
0.97 l/min	Port. pompa
20.1 °C	Temp aria c.
0.0 %	ET

6. YANKEE DRYER



Questo enorme cilindro riscaldato internamente consente, assieme alle cappe, di rimuovere tramite evaporazione la maggior parte dell'acqua rimanente nel foglio di carta.

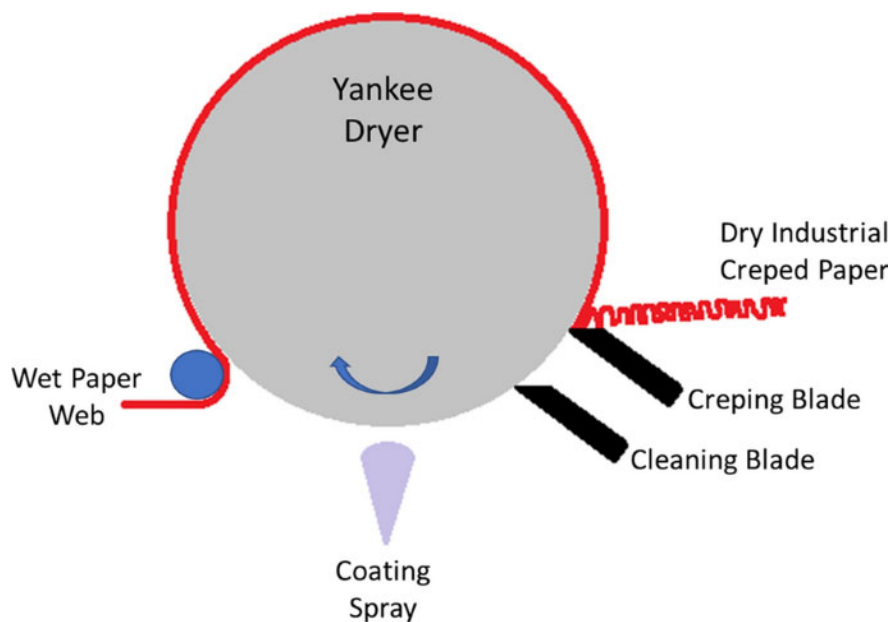
Il monolucido è un elemento fondamentale nella fase di asciugatura, un buon monolucido migliora l'efficienza di asciugamento della carta e il risparmio energetico in produzione di vapore. È un cilindro con un diametro che può variare dai 2,5 ai 6,7 metri e con un peso che può arrivare fino a 150 tonnellate.

Il cilindro di WEPA ha un diametro di 3600 mm e un consumo termico di 3MW.

Entrambi i monolucidi della cartiera sono in ghisa con trattamento di metallizzazione e il bombé eseguito a 7 bar per permettere al monolucido, quando in pressione corretta e quindi circa a 7 bar, di lavorare con la deformazione giusta.

La superficie di questo cilindro viene riscaldata dal vapore ad alta pressione (massimo a 10 bar) contenuto al suo interno, consentendo così la trasmissione del calore tra cilindro e carta per conduzione.

In cartiera la pressione di lavoro è normalmente di 7-8 bar.



Questo vapore saturo viene prodotto attraverso l'impianto di cogenerazione.

6.1 TIPOLOGIE DI MONOLUCIDO

In ambito cartario sono presenti due tipi di monolucido:

- Monolucido in ghisa
- Monolucido in acciaio (EVOLUZIONE)

6.1.1 CAST IRON YANKEE DRYER

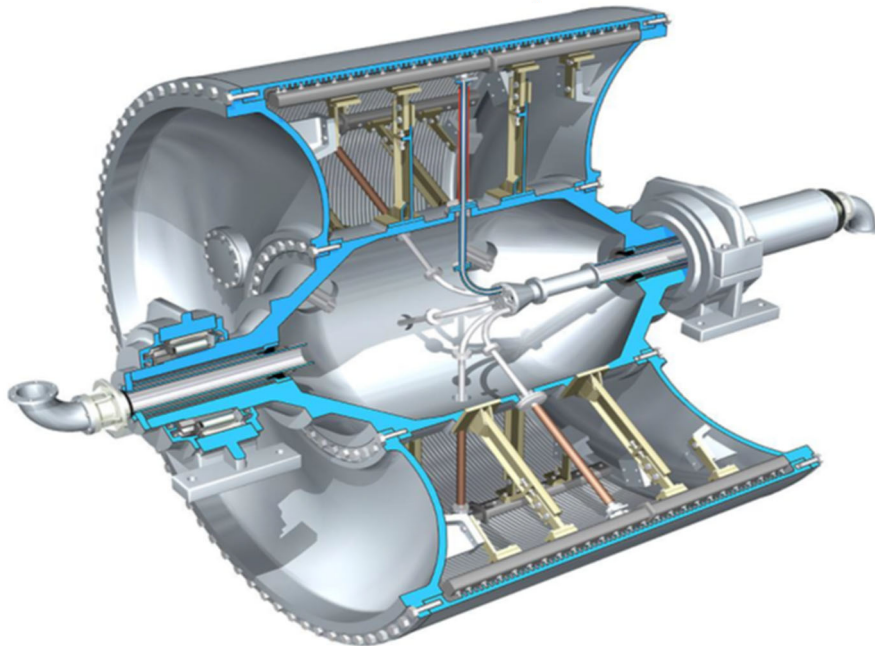
Il monolucido in ghisa è il primo modello di monolucido nato con la macchina per carta tissue. La ghisa aveva ottime proprietà superficiali come la microporosità importante per il processo di crespatura, e la proprietà autolubrificanti nei confronti dell'azione molto aggressiva delle lame crespatrici e di pulizia.

Il cilindro veniva costruito in unico mantello attraverso uno stampo, delle stesse dimensioni che doveva avere poi il monolucido, dove veniva fatta colare la ghisa.

A differenza del cilindro in acciaio questo modello non ha bisogno di controlli strutturali sulle saldature perché non sono presenti.

Con il passare degli anni la scarsa disponibilità di fonderie specializzate i costi elevati di esercizio di una fonderia attrezzata per produrre grandi fusioni e inoltre l'incertezza legata alla riuscita delle fusioni di grandi pezzi monoblocco hanno di fatto aperto la strada al monolucido in acciaio.

Il monolucido in ghisa ha bisogno di un sovrametallo di rettifica per essere protetto dall'azione corrosiva della raschia che deve essere ripristinato con cadenza regolare.



6.1.2 STEEL YANKEE DRYER

Con gli anni l'evoluzione del processo di fabbricazione della carta e i costi energetici hanno contribuito a sviluppare il monolucido in acciaio.

Semplificando il processo produttivo il monolucido in acciaio ad oggi è quello più presente sul mercato nel settore del tissue.

La costruzione del cilindro monolucido in acciaio avviene attraverso il taglio del guscio esterno che successivamente viene saldato longitudinalmente e scanalato internamente.

Dopo vengono ricavate le due testate che vengono saldate sul guscio.

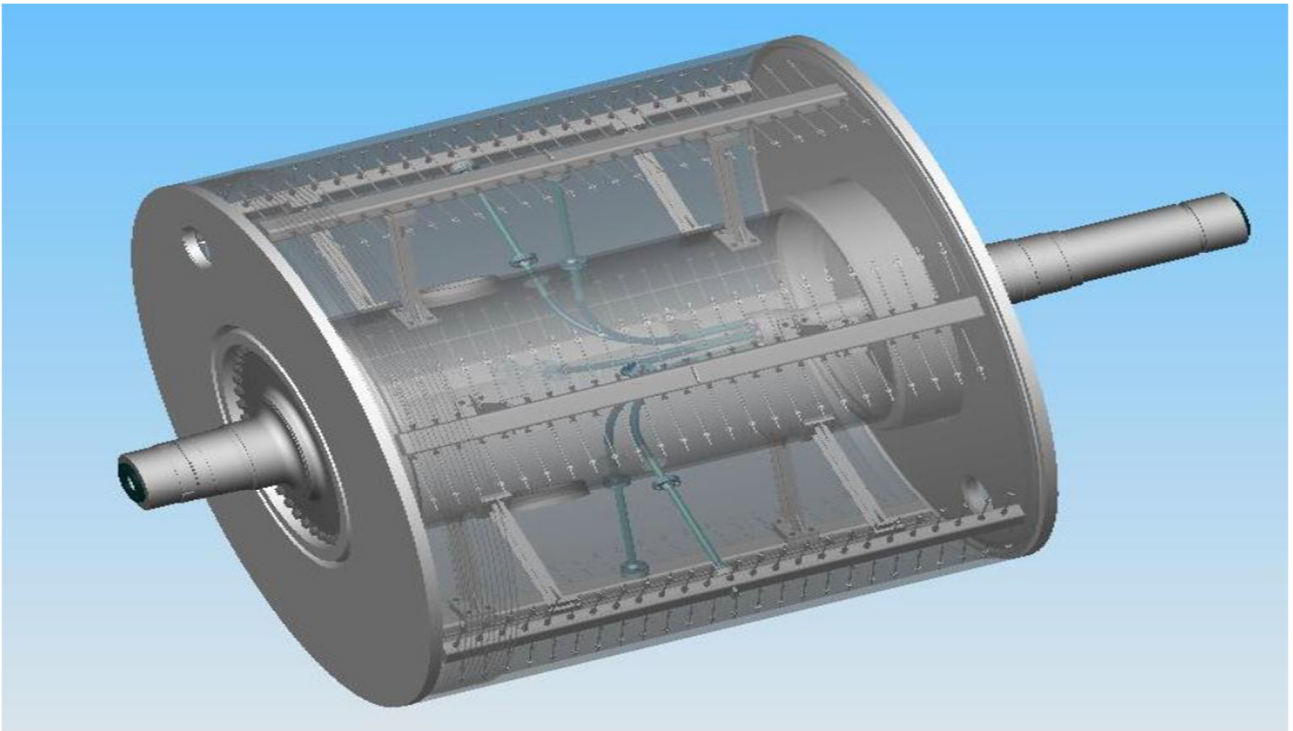
Su queste due testate sono ricavate i due alloggiamenti per i perni che vengono imbullonati per una facilità di smontaggio.

L'acciaio ha molte caratteristiche vantaggiose come una maggiore resistenza alla rottura con una conducibilità termica praticamente identica alla ghisa quindi si possono utilizzare spessori minori che danno il fondamentale vantaggio sul lato termico.

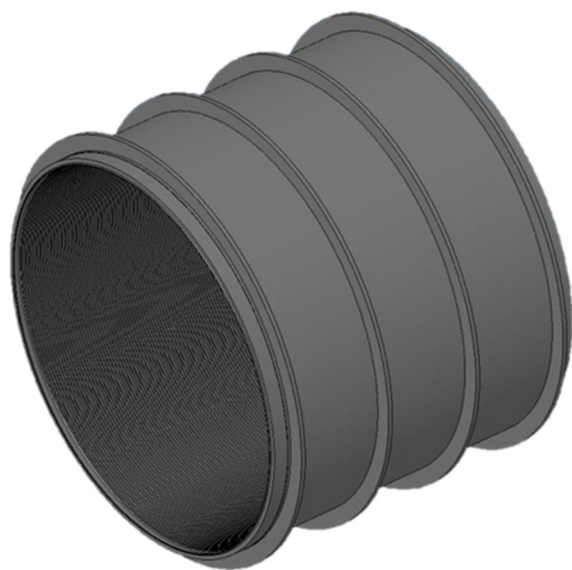
Necessita di controllare periodicamente le saldature del mantello ottenuto unendo lamiere in acciaio calandrate e del processo di metallizzazione del mantello.

Il monolucido in acciaio comporta alcuni vantaggi:

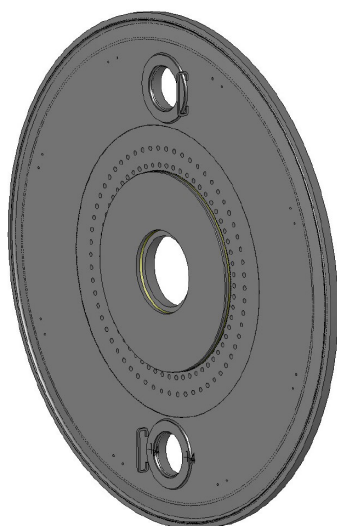
- Maggiore capacità di asciugamento
- Maggiore robustezza
- Maggiore efficienza energetica
- Meno bulloni quindi struttura più semplice



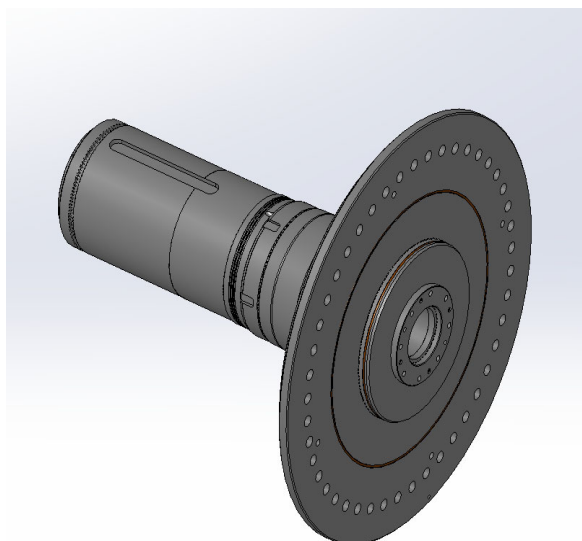
GUSCIO ESTERNO



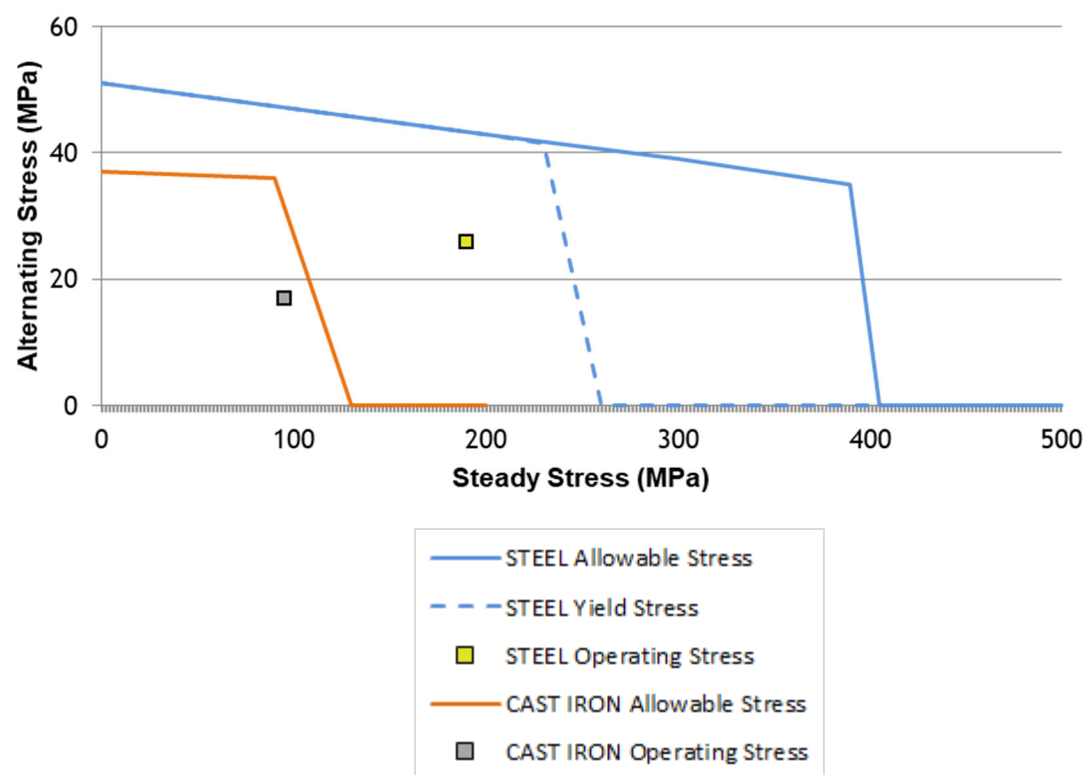
TESTATA



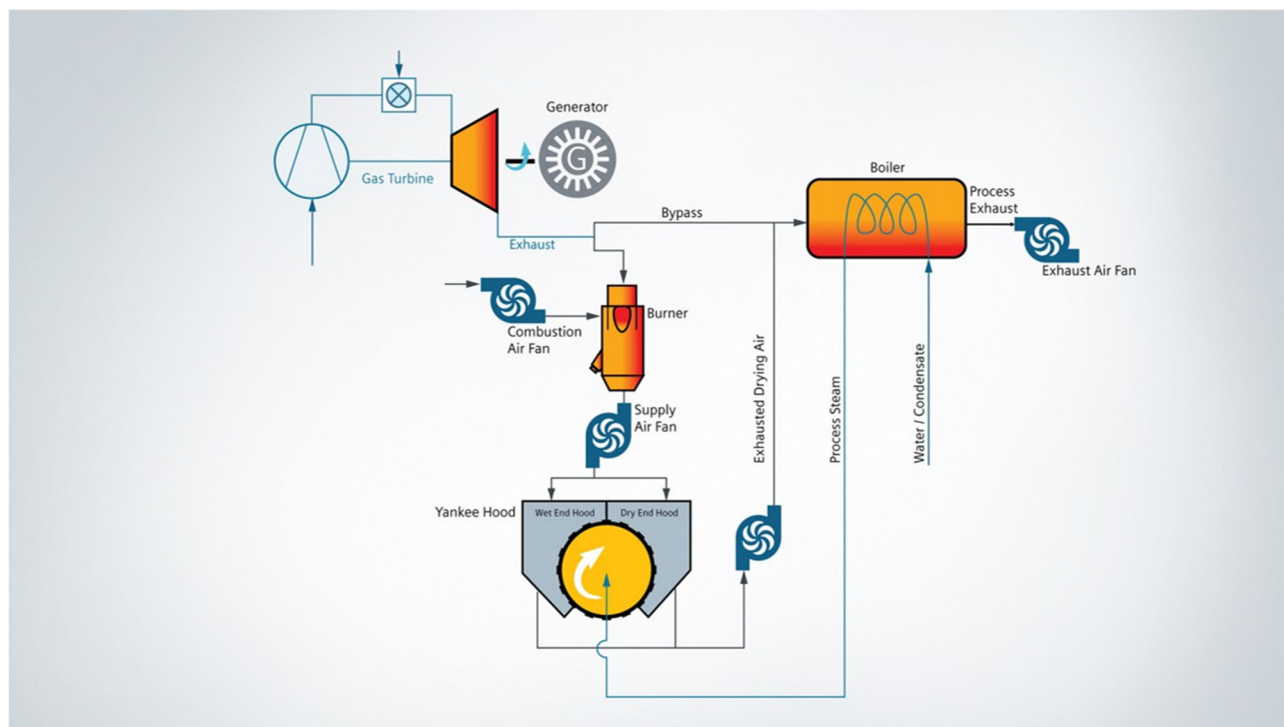
PERNO



Confronto delle sollecitazioni acciaio vs ghisa.



7. IMPIANTO DI COGENERAZIONE



Per evaporare queste 2,5 t/h di acqua il monolucido richiede 5 t/h di vapore che deve essere prodotto e immesso nel monolucido per far avvenire l'essiccamento della carta attraverso scambio di calore.

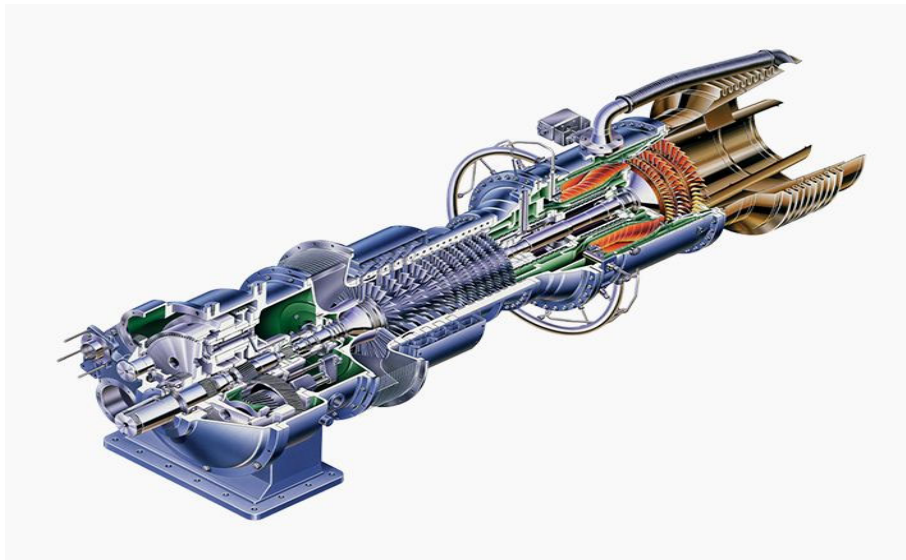
La produzione di vapore avviene tramite l'impianto di cogenerazione che prevede una turbina a gas metano e una caldaia di recupero.

Questo impianto di cogenerazione è in grado di produrre 10 t/h di vapore. Inoltre produce 4MW di corrente elettrica ma la cartiera è costretta a comprare 2MW dalla rete.

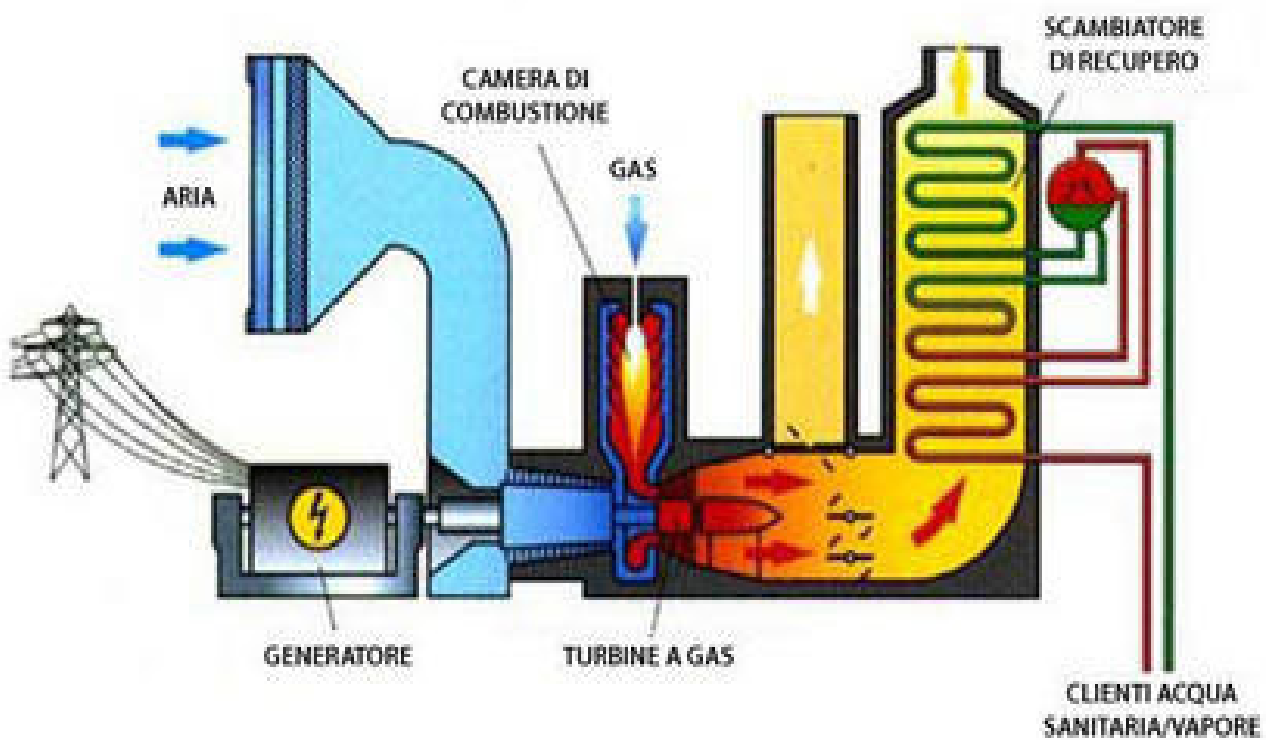
La turbina a gas produce aria calda sfruttando l'energia che si crea nella camera di combustione dalla combustione del gas metano iniettato e l'aria aspirata dall'esterno e compressa dal compressore. Questa aria calda viene utilizzata nella caldaia a recupero per scaldare l'acqua osmotizzata e di conseguenza generare vapore a 16,3 bar.

La stessa aria calda che viene usata per generare vapore, viene utilizzata per produrre i 4 MW di corrente facendo ruotare l'albero a cui è collegato il generatore.

Il vapore pronto viene immagazzinato nel collettore e gestito per tutte le utenze necessarie alla cartiera, una di cui immetterlo nel monolucido per asciugare la carta.

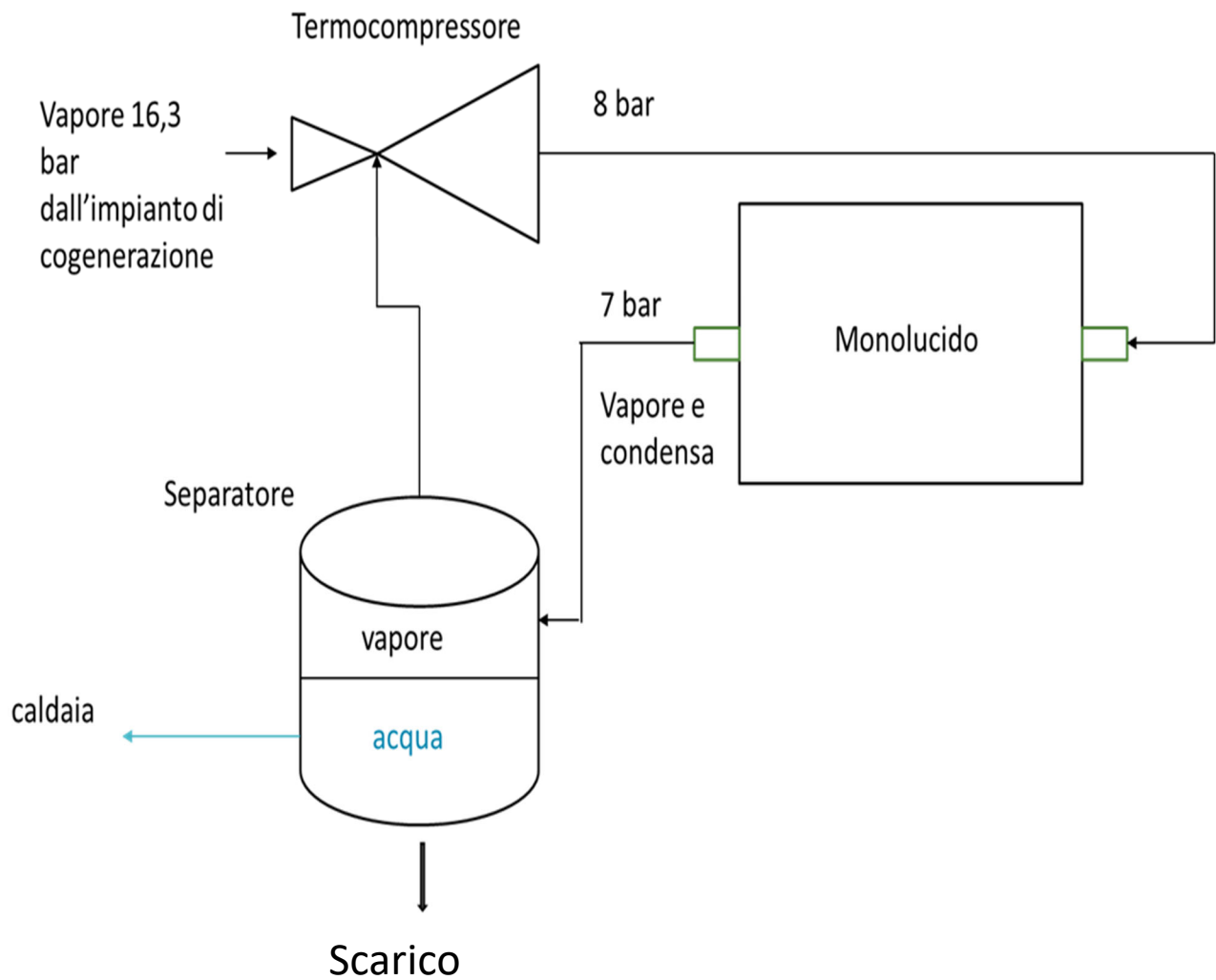


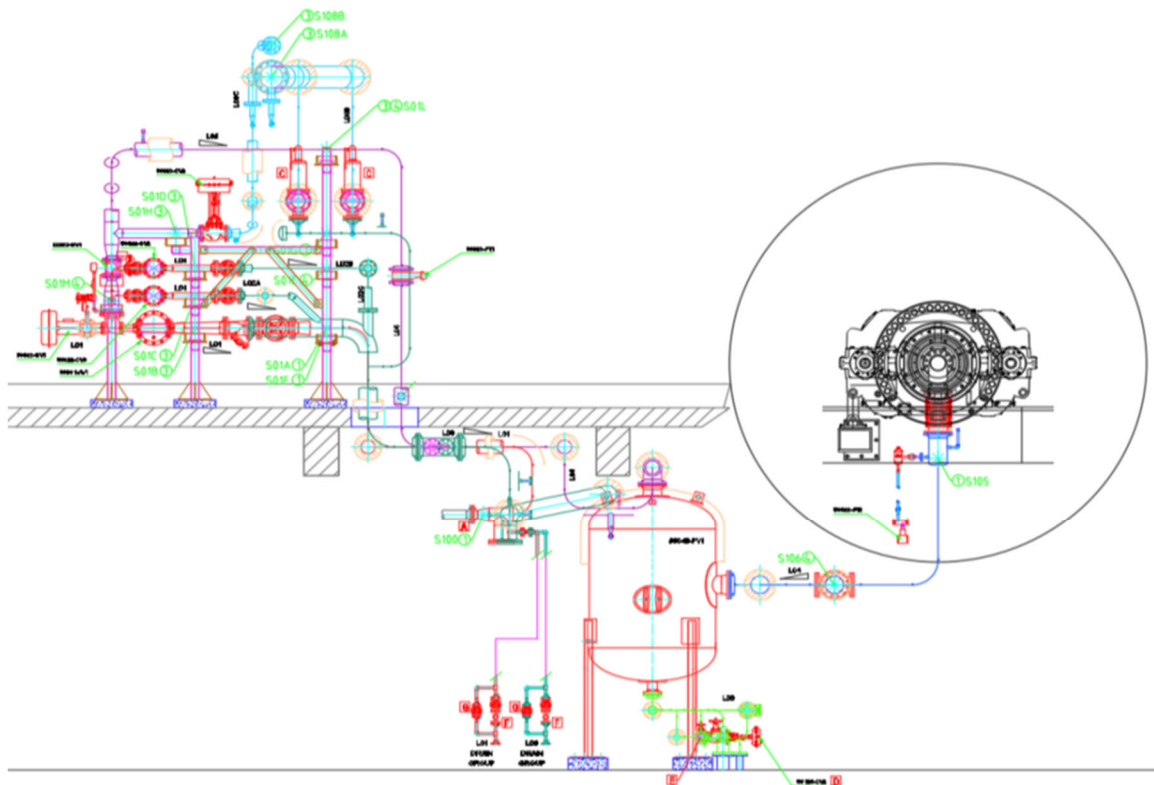
In alternativa alla caldaia a recupero è presente una caldaia a olio diatermico che sfrutta l'aria calda generata dalla turbina per scaldare l'olio e di conseguenza produrre vapore.



8. IMPIANTO VAPORE

Schema impianto vapore cartiera.



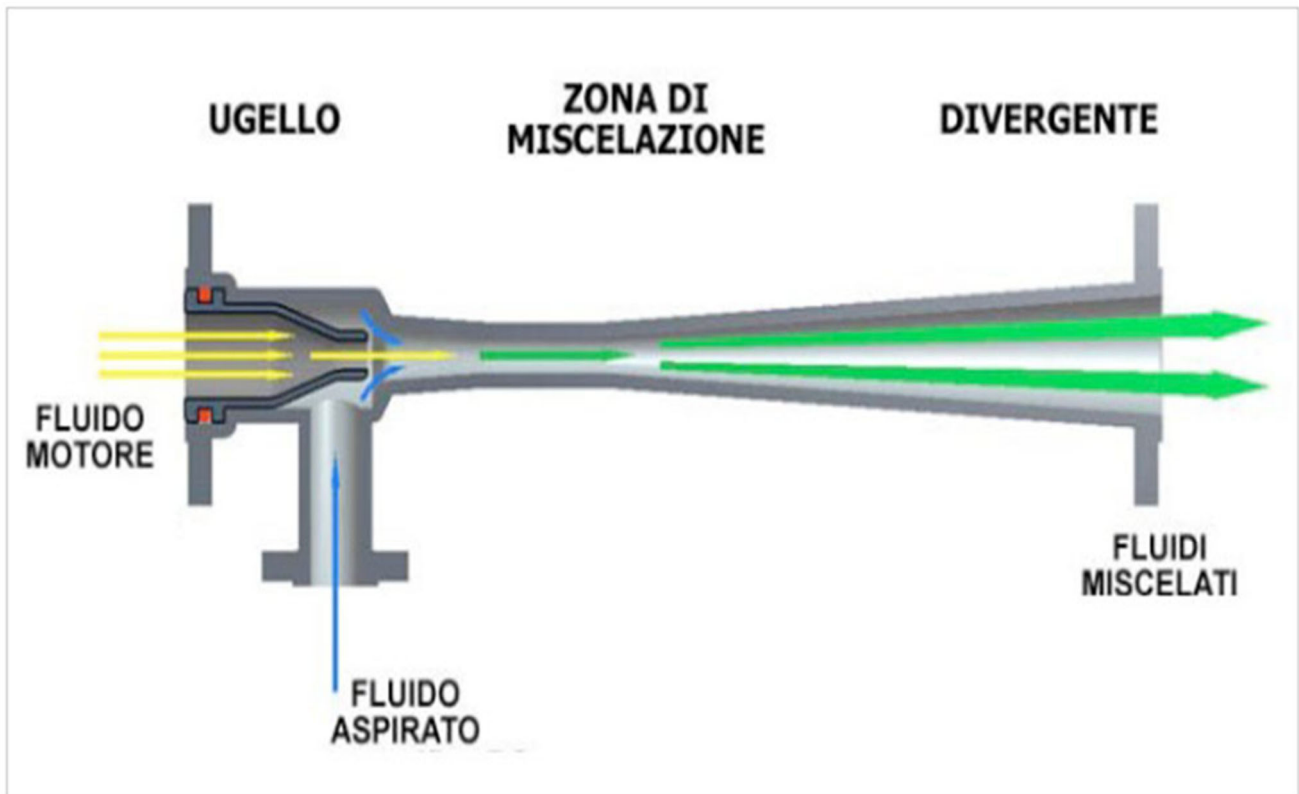


Prima di immettere il vapore nel monolucido, lo stesso viene fatto passare attraverso un termocompressore che ha due funzioni:

- Ridurre di pressione
- Aspirare il vapore estratto e separato nel separatore

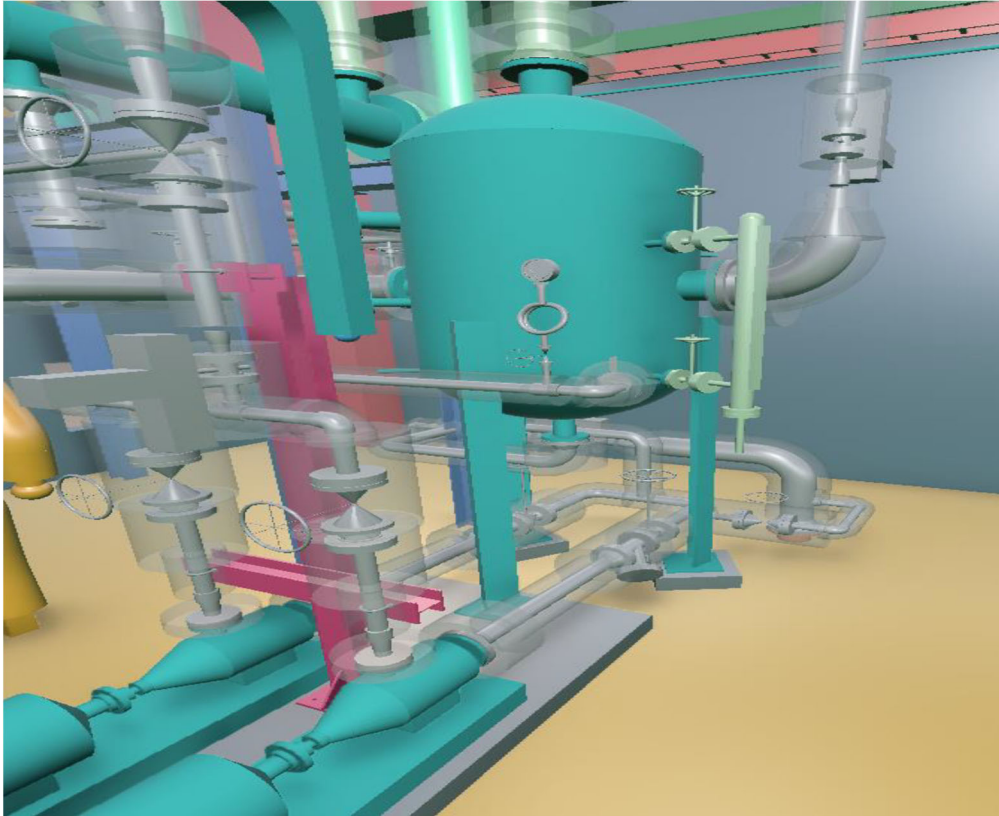
La prima funzione è importante perché il vapore prodotto a 16 bar non può essere immesso con quella pressione perché i monolucidi sono omologati e collaudati ad una pressione massima di 10 bar. Quindi il termocompressore attraverso una strozzatura ne riduce la pressione ma incrementa la velocità e la portata del vapore in uscita.





La seconda funzione grazie alla depressione che si crea all'interno della strozzatura e il gas ad alta pressione in arrivo dall'esterno riesce ad aspirare il vapore in uscita dal monolucido estratto dal separatore e immetterlo di nuovo nel monolucido creando un ciclo chiuso con grande efficienza e poco scarto.

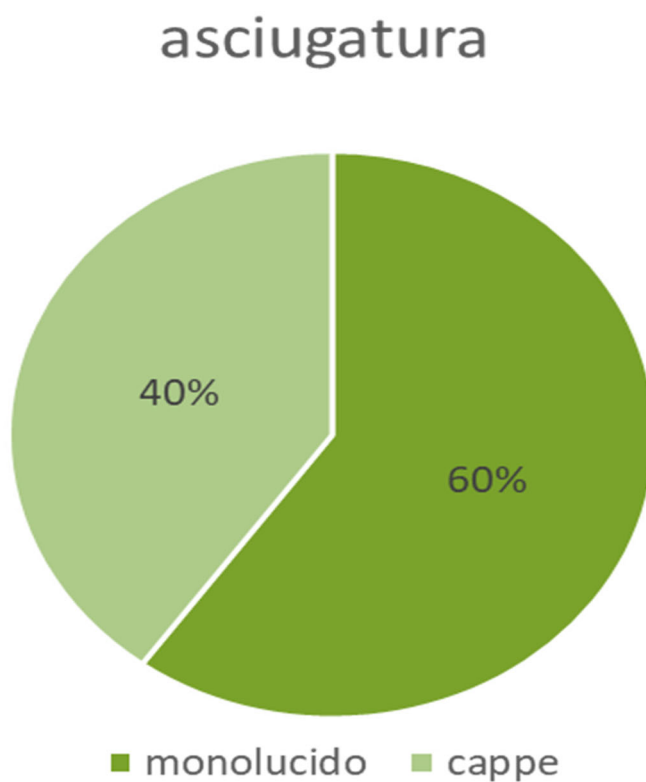
Il separatore è fondamentale per separare l'acqua dal vapore in modo da evitare presenza di acqua all'interno del termocompressore, che potrebbe generare grandi problemi essendo un componente molto delicato.



9. CONCLUSIONI

Il Cilindro Monolucido o Yankee Dryer, può essere definito il cuore di una macchina per la produzione di carta Tissue.

Analizzando il processo di asciugamento l'impatto del monolucido è del 60% di conseguenza un buon monolucido è in grado di fare la differenza in termini di risparmio energetico e di efficienza termica permettendo di ridurre i costi e di incrementare la produzione perché lo scambio termico tra superficie monolucido e carta è maggiore.



10. BIBLIOGRAFIA

- Materiale didattico del 28° corso per Tecnici Cartari
- Appunti di lezioni durante il corso
- Materiale tecnico interno Toscotec
- Materiale tecnico fornito da WEPA ITALIA