



Esame di fine corso

Cod. Progetto 4262/2/668/2015 - Cod. Intervento 4262/002/636/DEC/22

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

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

Il processo di goffratura su supporto cartaceo

di Binelle Filiberto Emanuele



**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

- 1.1 Lo stabilimento Fedrigoni Spa di Varone (Riva del Garda – TN)

2. LA GOFFRATURA

- 2.1 Definizione e panoramica generale
- 2.2 Tecnologie e metodologie di goffratura
- 2.3 Effetti visivi, tattili e applicazioni industriali
- 2.4 Progettazione e creatività
- 2.5 Casi di studio e applicazione pratiche
- 2.6 Principali fondamenti e tecniche

3. GLI ELEMENTI PER LA GOFFRATURA

- 3.1 Cilindri incisori
 - 3.1.1 Cilindri in acciaio
 - 3.1.2 Cilindri siliconici
- 3.2 Contropresse
 - 3.2.1 Contropresse in cartalana

4. LA LAVORAZIONE DI GOFFRATURA PRESSO LO STABILIMENTO DI VARONE

- 4.1 Caratteristiche del supporto cartaceo
- 4.2 Lavorazioni e tipologie di goffratura
- 4.3 Funzionamento delle macchine goffratrici
- 4.4 Rettifica delle contropresse
- 4.5 Reincisione delle contropresse

5. CONCLUSIONI

1. INTRODUZIONE

Questo elaborato intende offrire una panoramica generale delle tecniche, delle applicazioni e delle implicazioni del procedimento di goffratura su supporto cartaceo, con anche l'esempio di quanto avviene nello stabilimento del Gruppo Fedrigoni Spa sito in Varone di Riva del Garda (Provincia di Trento), contribuendo così alla comprensione e allo sviluppo continuo di questa importante tecnologia utilizzata nell'industria della stampa e dell'imballaggio.

1.1 LO STABILIMENTO FEDRIGONI SPA DI VARONE (RIVA DEL GARDA – TN)



Lo stabilimento di Varone (Riva del Garda – TN)

La Fedrigoni Spa è una società italiana con sede in Verona, fondata nel 1888 da Giuseppe Fedrigoni e ora di proprietà di Bain Capital Private Equity e BC Partners. Originariamente specializzato nella produzione di carte speciali e cartoncini di alta qualità, nel corso degli anni

il gruppo si è espanso e diversificato, diventando un importante player nel settore dei materiali per l'imballaggio, l'editoria e la grafica.

La società ha acquisito nel tempo diverse aziende, ampliando la propria portata globale. Oggi è un gruppo rinomato a livello internazionale per la qualità dei prodotti e la presenza in diversi settori industriali.

Conta 52 stabilimenti in 132 paesi e circa 5000 dipendenti, con oltre 25.000 prodotti, e si compone di due divisioni: Special Papers (di cui fa parte lo stabilimento di Varone) e Self Adhesives.

La cartiera di Varone, situata nell'omonima frazione di Riva del Garda in provincia di Trento, è stata acquistata nel 1938 da Gianfranco Fedrigoni ed è – oggi – uno dei siti chiave del Gruppo, con una produzione annua di circa 48.000 tonnellate. Nello stabilimento sono impiegate circa 130 unità, oltre al personale esterno.

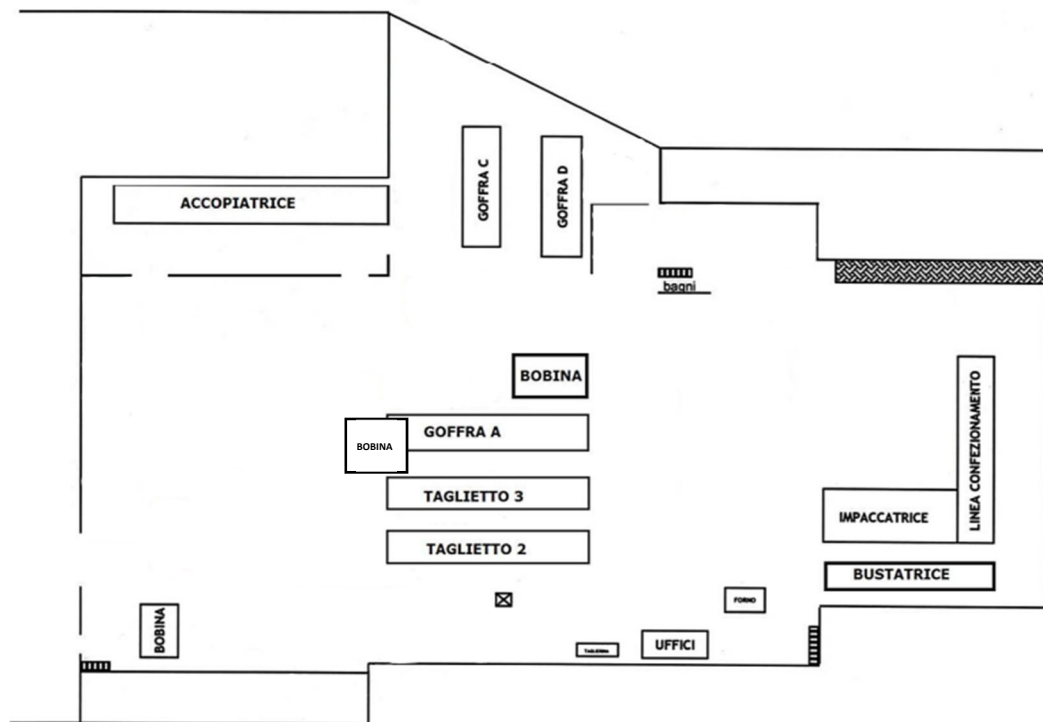
Nella cartiera di Varone viene prodotta una vasta gamma di materiali, tra cui carte speciali, cartoncini e materiali per imballaggi di alta qualità.

Il sito è dotato di tecnologie all'avanguardia per garantire elevati standard di qualità e sostenibilità nella produzione. Inoltre, è impegnato nell'implementazione di pratiche e processi eco-sostenibili per ridurre l'impatto ambientale della produzione.

Lo stabilimento è composto da:

- **ZONA PREPARAZIONI IMPASTI** con due pulper dedicati alla materia prima (cellulosa) e un pulper per i fogliacci. Il primo pulper è a media densità ed è destinato alla continua 1; il secondo, per la continua 2, è a bassa densità.
- **REPARTO FABBRICAZIONE**, dove si trovano le due macchine continue: la 1, con formato da 230 cm e con una velocità fino a 630 m/min, e la 2, con formato da 155 cm e con una velocità fino a 230 m/min. La 1 ha pick-up e pressa offset, mentre la 2 non ha pick-up; entrambe hanno una seccheria tradizionale. Nella 1 il rotolo viene avvolto su jumbo, mentre nella 2 su busta di cartone.
- **REPARTO ALLESTIMENTO**, in cui sono occupati 64 dipendenti e 4 impiegati. Si trovano 3 ribobinatrici (2 con cavaliere e una senza); 2 taglierine, una che può caricare direttamente rotolo jumbo provenienti dalla continua con formato massimo di 220cm e l'altro con anime

di cartone, con formato massimo 160cm; 1 accoppiatrice; 1 impaccatrice; 2 linee forni; 3 goffratici tutte goffre-taglio, che – all’ occorrenza – possono essere utilizzate solo per la goffratura o solo per il taglio; zona magazzino e spedizioni. Il reparto di allestimento ha una lavorazione giornaliera pari a circa 355 tonnellate.



Reparto Allestimento – Stabilimento Fedrigoni Varone

2. LA GOFFRATURA

2.1 DEFINIZIONE E PANORAMICA GENERALE

La goffratura è il risultato permanente di un disegno in rilievo ottenuto su materiali flessibili tramite pressione. Prima dell'operazione, la superficie dei materiali è liscia, ma dopo la goffratura assume una texture in rilievo a seconda del disegno impresso.

Questa tecnica può essere utilizzata su tessuti, carta, cuoio, legno, gomma, metalli dolci come l'alluminio laminato e la stagnola, e su altre sostanze che possono essere deformate senza rompersi. La goffratura serve a diversi scopi: decorare la superficie di un materiale con disegni visibili alla luce ordinaria per riflessione, marchiare un materiale con un logo o un disegno di piccole dimensioni (come nel caso della filigrana artificiale sulla carta), imitare l'aspetto di materiali pregiati (come pelle e cuoio), e conferire qualità meccaniche specifiche a un materiale per un uso particolare (come nel caso della carta per filtri per evitare l'aderenza quando è bagnata).

Originariamente la goffratura era eseguita tramite torchi: il materiale da goffrare veniva posizionato su una superficie rigida e levigata, sopra la quale veniva premuto il disegno inciso a rilievo su una lastra di rame o acciaio, fino a quando le sporgenze del disegno non penetravano nello spessore del materiale. Questo metodo veniva utilizzato per creare antiche legature di libri in tela, pelle o legno. Tuttavia, è importante notare che con questa tecnica il rovescio del foglio goffrato rimaneva piatto, a meno che non fosse utilizzata una contromatrice coniugata alla matrice.

L'era industriale della goffratura ebbe inizio verso la metà del XIX secolo, con l'avvento delle macchine rotative. Queste macchine non solo permisero di ottenere produzioni molto elevate, ma apportarono anche importanti miglioramenti al procedimento tecnologico originale, consentendo di ottenere l'incisione anche sul rovescio dei materiali senza l'uso di una contromatrice coniugata alla matrice. La goffratura su macchine rotative, attualmente l'unica praticata su scala industriale, richiede che il materiale da trattare sia ridotto in forma di nastro, relativamente alla sua larghezza.

Le macchine goffratrici, nella loro forma più basilica, consistono principalmente in due cilindri: il cilindro metallico inciso (cilindro A) si fa ruotare con il cilindro B, che può essere metallico o non metallico, inciso o non inciso. Il supporto da goffrare scorre tra i due cilindri,

con il diritto rivolto verso il cilindro A e il rovescio verso il cilindro B. Tuttavia, i dettagli di costruzione di queste macchine sono influenzati non solo dal procedimento tecnologico utilizzato per la goffratura, ma anche dal tipo di materiale lavorato. Materiali come carta, tessuti e stagnola, sebbene possano essere goffrati all'incirca con lo stesso processo, presentano diverse esigenze operative a causa delle loro significative differenze costitutive, che non possono essere trascurate.

L'esigenza di un rapporto esatto tra le circonferenze dei cilindri nelle macchine goffratrici è così rigorosa che si è arrivati a fabbricare i cilindri tenendo conto anche della profondità dell'incisione, computando la circonferenza dei cilindri stessi sul cerchio medio tra la sommità e il fondo dell'incisione e tenendo conto – per il cilindro non metallico – del rigurgito di materiale che avviene quando il cilindro si "forma" ruotando sotto pressione per un certo tempo (4-10 ore). Le circonferenze definitive di tornitura dei cilindri per goffratrici devono, quindi, essere regolate secondo la profondità del disegno che la coppia è destinata a ricevere, e in questo il costruttore dei cilindri riceve sempre istruzioni caso per caso dall'incisore.

Il cilindro non metallico di una goffratrice è quasi sempre costituito da carta fabbricata con una forte proporzione di lana (30-60%) che le conferisce qualità elastiche del tutto eccezionali. La carta di lana, se di buona qualità, ha la proprietà importante di rigonfiarsi notevolmente se bagnata con acqua leggermente acida; è perciò possibile, fino a un certo limite, cancellare sui cilindri di carta i segni, i guasti o le incisioni che sono già servite, rendendoli come nuovi e, quindi, riutilizzabili.

Il cilindro metallico è, invece, sempre costituito da acciaio speciale assolutamente omogeneo, di durezza uniforme in tutta la massa e privo della più piccola traccia di venature o di scorie per renderlo il più possibile performante e resistente.

2.2 TECNOLOGIE E METODOLOGIE DI GOFFRATURA

L'impianto di goffratura è un'installazione utilizzata per creare una superficie tridimensionale su materiali come carta, cartone, plastica e altri substrati flessibili. Questo processo viene eseguito tramite l'uso di matrici o cilindri che pressano il materiale contro un rullo goffrante, creando così come detto un motivo o una texture specifica.

Ci sono diverse tipologie di goffratura, ciascuna con proprie tecniche di produzione e applicazioni specifiche. Le principali e più diffuse sono:

1. GOFFRATURA A CALDO [Fig. 1]: è un metodo che prevede l'utilizzo di una matrice riscaldata che viene premuta contro il materiale per creare il rilievo desiderato. La temperatura elevata e la pressione applicata durante il processo causano una fusione

parziale del materiale, che assume la forma della matrice. Questo tipo di goffratura è spesso utilizzato per creare effetti visivi di alta qualità su materiali come carta da regalo, etichette e packaging di lusso.

2. GOFFRATURA A SECCO [Fig. 2]: tecnica che non richiede l'uso di calore durante il processo. Una matrice viene premuta contro il materiale utilizzando pressioni elevate, creando così il rilievo desiderato senza fusione del materiale goffrato. La goffratura a secco è comunemente impiegata per aggiungere testi o loghi in rilievo su biglietti da visita, copertine di libri e prodotti di stampa di alta qualità.
3. GOFFRATURA PROFONDA [Fig. 3]: questo tipo di goffratura coinvolge la creazione di rilievi più profondi rispetto alla goffratura tradizionale. Viene utilizzata principalmente per scopi decorativi o funzionali, come la produzione di pannelli decorativi, materiali per imballaggio protettivo e componenti per la stampa in rilievo su tessuti.



Fig.1 Goffratura a caldo



Fig. 2 Goffratura a secco.



Fig. 3 Goffratura profonda

2.3 EFFETTI VISIVI, TATTILI E APPLICAZIONE INDUSTRIALE

Le tecniche di goffratura giocano un ruolo molto significativo sull'effetto visivo, tattile e sull'applicazione industriale, oltre che nella percezione del consumatore e nella qualità percepita del prodotto su supporto cartaceo.

Analizziamo come queste caratteristiche influenzino l'esperienza degli utenti:

1. Impatto visivo: la goffratura può aggiungere profondità, raffinatezza e interesse visivo al materiale cartaceo. I rilievi creati possono evidenziare dettagli intricati o enfatizzare elementi di design come loghi, testi o motivi decorativi. Ad esempio, una goffratura a caldo su una confezione regalo può conferire un aspetto di lusso ed esclusività, mentre una goffratura a secco su una copertina di libro può aggiungere un tocco di eleganza e sofisticatezza.
2. Impatto tattile: la sensazione tattile della goffratura può suscitare un'esperienza sensoriale coinvolgente per il consumatore. I rilievi possono essere percepiti come piacevoli al tatto e aggiungere una dimensione tattile alla comunicazione visiva. Ad esempio, una goffratura profonda su una carta da biglietto può conferire una sensazione di qualità e solidità al prodotto, mentre una goffratura a secco su un invito può creare un effetto tattile sottile ma distintivo.
3. Percezione della qualità: la presenza di goffrature di alta qualità può suggerire un impegno per l'eccellenza da parte del produttore e aumentare la percezione di valore del prodotto. I consumatori tendono a associare la goffratura con prodotti di alta gamma e attenzione ai dettagli, il che può influenzare positivamente le decisioni di acquisto. Una goffratura accurata e ben eseguita può comunicare un senso di prestigio e raffinatezza, contribuendo a differenziare il prodotto sul mercato.

In conclusione, gli effetti visivi e tattili delle goffrature hanno un impatto significativo sulla percezione del consumatore e sulla qualità percepita del prodotto su supporto cartaceo. L'uso strategico di tecniche di goffratura può contribuire a creare un'esperienza di marca distintiva e a valorizzare il prodotto agli occhi dei consumatori.

Le goffrature su supporto cartaceo sono ampiamente utilizzate in vari settori industriali grazie alla loro capacità di aggiungere valore estetico e funzionale ai prodotti.

Esaminiamo alcuni settori in cui le goffrature sono particolarmente diffuse:

- IMBALLAGGIO DI LUSSO: nel settore dell'imballaggio di lusso le goffrature sono utilizzate per conferire un aspetto distintivo e di alta qualità ai prodotti confezionati. Le confezioni regalo, le scatole di profumi, i packaging di cosmetici e gli astucci per gioielli spesso presentano goffrature a caldo o a secco per aggiungere un tocco di eleganza e sofisticazione. Questa tecnica è particolarmente efficace nel differenziare i prodotti sullo scaffale e nel catturare l'attenzione dei consumatori.
- STAMPA ARTISTICA: nella stampa artistica e nella produzione di opere d'arte su supporto cartaceo, le goffrature sono utilizzate per aggiungere texture e dimensione alle opere. Artisti, designer e stampatori possono sfruttare la goffratura per creare effetti visivi e tattili unici che arricchiscono le loro creazioni. Questa tecnica può essere impiegata in una vasta gamma di applicazioni artistiche, tra cui stampe su tela, manifesti e opere d'arte su carta.
- PRODUZIONE DI BIGLIETTI DA VISITA, ETICHETTE E PACKAGING: nel settore della stampa commerciale, le goffrature sono comunemente utilizzate per migliorare l'aspetto e la percezione di qualità dei materiali promozionali come biglietti da visita, etichette e packaging. I rilievi creati dalla goffratura possono aggiungere dettagli distintivi ai testi, ai loghi e ai design grafici, contribuendo a creare un'immagine professionale e di alta gamma per il marchio o il prodotto. Inoltre, la goffratura può essere combinata con altri processi di finitura, come la laminazione e la stampa a caldo, per ottenere effetti ancora più impressionanti.

In sintesi, le goffrature su supporto cartaceo trovano ampio impiego in settori industriali come l'imballaggio di lusso, la stampa artistica e la produzione di materiali promozionali. Questa tecnica offre un modo efficace per migliorare l'aspetto e la percezione di valore dei prodotti, distinguendoli dalla concorrenza e creando un impatto visivo duraturo sui consumatori.

2.4 PROGETTAZIONE E CREATIVITÀ

La goffratura su supporto cartaceo offre infinite possibilità creative per progettare pattern personalizzati, motivi tridimensionali ed elementi decorativi unici.

Esploriamo alcune delle potenzialità creative offerte da questa tecnica:

- PATTERN PERSONALIZZATI: la goffratura consente di creare pattern personalizzati che possono essere progettati per adattarsi alle specifiche esigenze del progetto. I designer possono sfruttare la flessibilità della goffratura per creare pattern intricati e dettagliati

che aggiungono interesse visivo e tattile ai materiali cartacei. Ad esempio, è possibile progettare pattern geometrici, floreali, astratti o persino riproduzioni di texture naturali come pietra, legno o tessuti.

- MOTIVI TRIDIMENSIONALI: la goffratura permette di creare motivi tridimensionali che aggiungono profondità e dimensione ai materiali cartacei. I rilievi creati possono essere utilizzati per evidenziare determinate parti del design o per creare effetti visivi suggestivi. Ad esempio, è possibile utilizzare la goffratura per creare effetti di rilievo su testi, loghi o elementi grafici, conferendo loro una presenza tangibile e distintiva.
- ELEMENTI DECORATIVI: la goffratura può essere impiegata per aggiungere elementi decorativi che arricchiscono il design complessivo del prodotto. Con la goffratura è possibile creare bordi decorativi, dettagli ornamentali o effetti di sfondo che aggiungono fascino e personalità ai materiali cartacei. Ad esempio, è possibile utilizzare la goffratura per creare effetti di pizzo o di arabeschi che conferiscono un tocco di eleganza e raffinatezza a inviti, biglietti da visita o packaging.

La goffratura può essere combinata con altre tecniche di finitura, come la stampa a colori, la laminazione o la doratura a caldo, per ottenere risultati ancora più sorprendenti e creativi. La progettazione con la goffratura su supporto cartaceo offre quindi un'ampia gamma di possibilità per esprimere la propria creatività e differenziare i materiali stampati con design unici e memorabili.

2.5 CASI DI STUDIO E APPLICAZIONE PRATICHE

Esaminiamo alcuni casi di studio e le conseguenti applicazioni pratiche di goffratura su supporto cartaceo in contesti reali, analizzando le scelte progettuali, i materiali utilizzati e l'impatto sul mercato e sui consumatori:

- PACKAGING DI LUSO PER COSMETICI: un marchio di cosmetici di lusso decide di utilizzare la goffratura a caldo su confezioni di prodotti come creme per il viso e profumi. Le scelte progettuali includono motivi floreali tridimensionali che aggiungono eleganza e sofisticazione alle confezioni. Vengono utilizzati materiali di alta qualità, come carta riciclata e lamine metalliche sostenibili, per enfatizzare l'impegno del marchio per la sostenibilità ambientale. L'impatto sul mercato è positivo, con un aumento delle vendite grazie alla percezione di lusso e qualità dei prodotti.

- BIGLIETTI DA VISITA PERSONALIZZATI: un'agenzia di design offre biglietti da visita con goffratura a secco personalizzata per i propri clienti. Le scelte progettuali comprendono loghi aziendali o dettagli decorativi che vengono enfatizzati tramite la goffratura. Sono utilizzati materiali di alta qualità, come carta spessa e riciclata, per comunicare un'immagine di professionalità e attenzione ai dettagli. L'impatto sui consumatori è significativo, con i clienti che apprezzano la qualità e l'originalità dei biglietti da visita e la capacità del marchio di distinguersi dalla concorrenza.
- PACKAGING ALIMENTARE PREMIUM: un'azienda alimentare decide di utilizzare la goffratura profonda su packaging per prodotti gourmet come cioccolatini e biscotti artigianali. Le scelte progettuali includono motivi tridimensionali che evocano sensazioni di lusso e raffinatezza. Vengono utilizzati materiali biodegradabili e riciclabili per ridurre l'impatto ambientale. L'impatto sul mercato è notevole, con un aumento delle vendite grazie alla percezione di qualità superiore e al valore aggiunto percepito dai consumatori.

In ciascuno dei casi sopra descritti, la goffratura su supporto cartaceo viene utilizzata in modo strategico per comunicare un messaggio di qualità, innovazione e attenzione ai dettagli. Le scelte progettuali e l'uso di materiali sostenibili contribuiscono a differenziare i prodotti sul mercato e a influenzare positivamente la percezione dei consumatori.

2.6 PRINCIPI FONDAMENTALI E TECNICHE

La goffratura provoca una deformazione del materiale, localizzata, che riproduce i rilievi e gli avvallamenti del disegno, la deformazione del materiale si ottiene per mezzo di diverse azioni: compressione, stiramento, spostamento del materiale stesso.

La compressione è un processo di schiacciamento permanente con aumento locale della densità del materiale. Si verifica in materiali espansi come PVC espanso e schiume, o in materiali fibrosi come pelle e ovatta, dove la materia contiene celle d'aria o fibre distanziate.

Per stabilizzare la goffratura in materiali come tessuti floccati o microfibre, potrebbe essere necessario riscaldare il cilindro goffratore, evitando il contatto con il materiale al di fuori dei punti da comprimere per prevenire la fusione indesiderata. La profondità dell'incisione del cilindro è cruciale in questo processo.

Lo stiramento è il risultato di uno scorrimento microscopico delle fibre o catene polimeriche del materiale, con porzioni sollevate o ribassate. Un eccessivo stiramento, causato da un alto rapporto tra deformazione e spessore iniziale o rigidità del materiale, può indebolire le zone coinvolte, portandole alla lacerazione. Tuttavia, lo stiramento può conferire maggiore resistenza alla trazione mediante un orientamento più uniforme delle fibre o delle catene molecolari. In alcuni casi, come nelle etichette per bottiglie di birra, l'indebolimento e le fratture favoriscono la rimozione. Nei materiali termoplastici, lo stiramento richiede riscaldamento e raffreddamento per stabilizzazione, superando il limite di ritorno elastico. Nei materiali fibrosi, lo stiramento, che avviene per scorrimento reciproco delle fibre, può avvenire a freddo e risulta più stabile.

Lo spostamento di materia coinvolge porzioni del materiale portate allo stato plastico o liquido, che vengono trasferite alle zone vicine e si accumulano sulla materia esistente. Ciò crea assottigliamenti nelle zone di trasferimento e ispessimenti in quelle di accumulo, definendo il disegno desiderato. L'accumulo avviene negli avvallamenti del cilindro goffratore, mentre l'asportazione è causata dai rilievi dello stesso cilindro. Un esempio di questo processo è evidente nei nastri trasportatori in PVC compatto. È fondamentale che lo spessore iniziale del materiale e la sua natura termoplastica permettano il verificarsi di questo fenomeno.

3. ELEMENTI PER LA GOFFRATURA:

I principali elementi per un impianto di goffratura sono i **cilindri incisori** e le **contropresse**.

3.1 CILINDRI INCISORI

I cilindri incisori sono di vari materiali, il più utilizzato è quello in acciaio per le sue caratteristiche più versatili, ma possono esserci anche quelli sintetici.

3.1.1 *Cilindri in acciaio*



Cilindro in acciaio

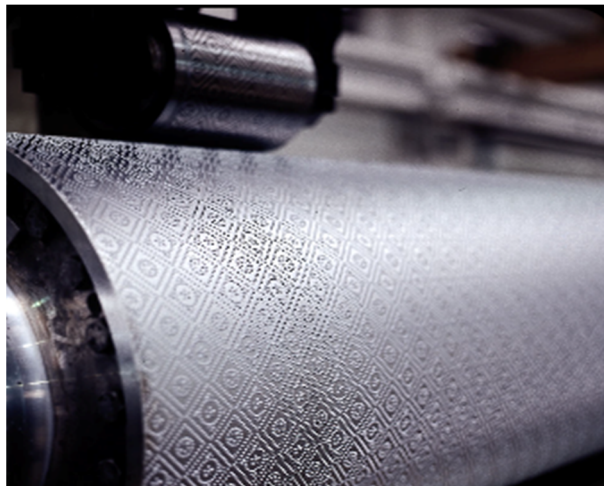
I cilindri in acciaio sono trattati tramite CROMATURA, così da aumentare la resistenza all'usura e alla temperatura.

I principali metodi di incisione dei cilindri in acciaio variano per forma, ruvidità e profondità del disegno e sono le seguenti:

Incisione chimica e incisione meccanica mediante mola

Questo è il processo più comune per incidere i tamburi per goffratura in acciaio e si basa sull'utilizzo di un piccolo tamburo di base chiamato mola. La mola viene incisa partendo da un prototipo realizzato a mano; quindi, avrà la stessa incisione del tamburo di goffratura finale e la mola avrà un'immagine speculare. La mola forma un modulo che si ripeterà lungo tutta la superficie del cilindro. Pertanto, le estremità progettate sulla mola devono combaciare perfettamente tra loro.

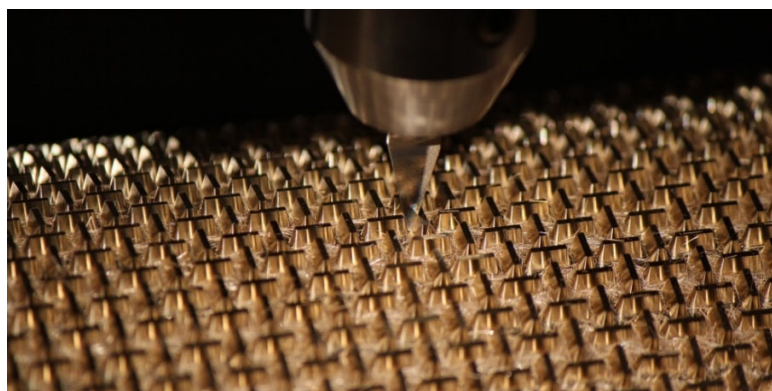
Il cilindro viene poi ricoperto da un composto che rende l'acciaio impermeabile, e così, resistente agli effetti dell'acido nitrico. La mola passa sopra questo strato di olio, esponendo l'acciaio nella posizione desiderata. Il passaggio della mola sulla superficie può essere effettuato perpendicolarmente alla superficie del cilindro, in modo modulare tagliando una sezione alla volta, oppure con dispiegamento a spirale (con l'angolo desiderato a seconda del disegno) e quindi in modo continuo. A questo punto si versa l'acido nitrico su tutta la superficie, concentrando così la sua azione corrosiva solo dove serve. Questo processo viene ripetuto più volte fino al completamento del progetto.



Incisione con mola

Punzonatura

Si tratta di una tecnica automatizzata che può essere utilizzata solo con disegni costituiti da singoli punti e non continui (come i tovaglioli). Una volta completata l'incisione, la canna in acciaio può essere ulteriormente lavorata per ottenere effetti particolari come la lucidatura (mediante cromatura) o l'opacizzazione (mediante sabbiatura)



Incisione a punzonatura

Incisione laser

Si tratta di un'evoluzione della tecnologia della fotoincisione, dove il disegno viene tracciato utilizzando un laser ad alta precisione. Il laser fonde il metallo in un'area limitata (che richiede più tempo per incidere) e poi aspira goccioline di metallo fuso, lasciando una cavità libera e porosa. In questo modo, una volta completata l'incisione, il tamburo risulta rugoso e non liscio come l'incisione meccanica, risultando quindi limitato nel suo campo di applicazione (nel caso del tessuto, la rugosità dell'incisione può provocare la lacerazione delle fibre).



Incisione laser cilindro incisore

Attacco fotochimico fotolitografico

Il cilindro in acciaio viene rivestito con un prodotto fotosensibile, sul quale viene poi stampato il disegno desiderato.

Dopo la fase di sviluppo, lo scavo viene effettuato utilizzando appositi prodotti chimici (una tecnologia obsoleta e ormai abbandonata).



Esempi di incisioni ottenibili mediante i procedimenti descritti

3.1.2 Cilindro in silicone

È un rullo per goffratura composto da un'anima in acciaio e una superficie in gomma siliconica dal design replicabile. Il vantaggio è che quando il cilindro si usura, l'anima in acciaio può essere rivestita con silicone dello stesso tipo o con uno diverso. I perni in silicone hanno un'applicazione speciale nella goffratura del PVC perché questo materiale si deforma facilmente con il calore, a differenza della carta, che è un materiale comprimibile e non può essere goffrato con materiali intrinsecamente comprimibili.

I prodotti goffrati con questa tecnologia trovano riscontro nell'industria automobilistica, della tappezzeria, dell'abbigliamento, delle calzature, della pelletteria, delle finte pelli, del tessile. Il cilindro in silicone è il risultato del rivestimento di un cilindro in acciaio inciso con del silicone. Il cilindro inciso viene cosparso di pasta siliconata a caldo, che ne va a ricoprire tutta la superficie.

Dopo aver lasciato raffreddare il silicone, questo viene sfilato come una “calza” facendo sì che la parte a contatto col cilindro risulti esterna e con il disegno in rilievo. La “calza” di silicone viene così infilata in un'altra anima d'acciaio, e l'intercapedine restante viene riempita di silicone in modo da fissarsi al cilindro in acciaio.

3.2 CONTROPRESSE

A seconda del tipo di goffratura e del materiale da goffrare, questi cilindri possono essere rivestiti con materiali elastici (cartalana, gomma...) o duri (acciaio).

- PRODOTTI MONOGOFRATI: la combinazione cilindro goffratore-contropressa elastica può essere utilizzata in questi casi per creare disegni molto profondi su carta, tessuti, film e così via. Ad esempio, può essere utilizzato per tessuti sintetici.
- PRODOTTI GOFRATI A RAPPORTO: in situazioni come queste, la combinazione di un cilindro goffratore in acciaio con una contropressa elastica consente il trasferimento del disegno del cilindro goffratore sulla superficie della cartalana, consentendo così l'immagine speculare del prodotto.
- PRODOTTI BIGOFRATI: in questi casi, la combinazione consiste in due cilindri goffratori di diametro uguale che sono posizionati in fase tra loro e hanno lo stesso disegno: la cresta del disegno sopra corrisponde alla cresta del disegno sotto. Questa procedura viene utilizzata per ottenere entrambe le facce del materiale goffrato con lo stesso disegno.

- PRODOTTI CON GOFFRATURA PUNZONATA: la punzonatura viene eseguita abbinando un cilindro goffratore rigido ed un cilindro elastico. Questa lavorazione permette di riprodurre fori su materiali in rilievo (film plastici, tissue).

3.2.1 Contropresse in cartalana

Le contropresse in lana di carta sono composte da una miscela di fibre denim, lana (10-45%) e fibre di carta. Le fibre di lana aumentano la resistenza del materiale: maggiore è il contenuto di lana, più forte e migliore sarà la marcatura.

Le presse per lana di carta sono adatte per velocità e carichi medi. Poiché la goffratura richiede che la pressione venga applicata al materiale a una velocità costante, è importante notare che il sistema genera calore, che può comportare una concentrazione troppo elevata di lana nella pressa e causare la combustione del materiale. Pertanto, è necessario un materiale che possa adottare e mantenere un design complementare all'attrezzatura di goffratura durante la goffratura a rapporto e mantenere una superficie non goffrata durante la goffratura individuale.

La durezza ideale per questo tipo di applicazione è compresa tra 80° e 87° Shore D.

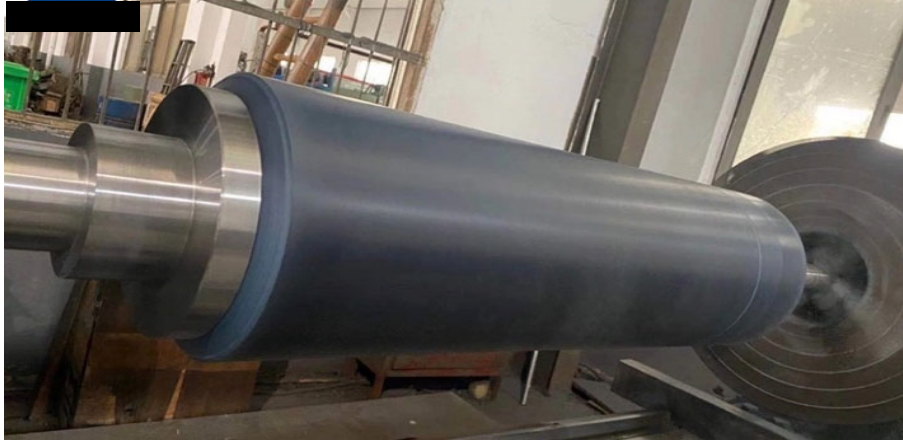
Quando si realizza una contropressa in carta lana, si inserisce una quantità di dischi di carta lana pari a tre volte la lunghezza del cilindro; questi dischi sono posizionati attorno ad un'anima in acciaio chiusa alle estremità da due flange.

Una volta inserito, il disco viene compresso assialmente da una macchina che può applicare fino a 1.400 tonnellate di forza, a seconda delle dimensioni del cilindro da produrre. La pressione in questa fase è tipicamente di 300-400 kg/cm (ovvero 55-70 tonnellate per una tavola lunga 1,80 m). La lana di carta può resistere a temperature continue fino a 130°C, con temperature di picco di 140-150°C.

La bombatura viene calcolata dal fornitore e realizzata al tornio.

I dischi in lana di carta sono originariamente di forma ottagonale per consentire la molatura a pressa e ottenere un profilo arrotondato. Infatti, il profilo di una contropressa deve necessariamente essere arrotondato dal centro verso l'esterno così da compensare la pressione esercitata sui bordi, per definire il disegno dell'incisore in maniera più performante ed avere più margine per le eventuali correzioni di goffratura.

Questo arrotondamento è definito "bombatura". Laddove non ci fosse, la pressione esercitata dalla pressa comporterebbe uno schiacciamento sui lati con innalzamento della parte centrale del cilindro.



Cilindro cartalana tornita

Un cilindro di carta di lana è un blocco molto duro perché è stato compresso ad alta pressione, ma la sua superficie è altamente delicata e basta il minimo urto per danneggiarla. Il cilindro è igroscopico e assorbe l'umidità dall'ambiente cartaceo. In ambienti umidi perde gradualmente durezza; al contrario, in un ambiente completamente asciutto, si seccherà e si spezzerà. In entrambi i casi, il cilindro diventa inutilizzabile.

Se conservato per un lungo periodo, l'umidità si accumulerà sul fondo del tubo di carta di lana. Questa elevata umidità in alcune parti del cilindro è un fattore negativo sia per le differenze di durezza che per lo squilibrio che si crea durante la rotazione del cilindro, per cui è necessario ruotare un po' di tanto in tanto il cilindro immagazzinato.

4. LA LAVORAZIONE DI GOFFRATURA PRESSO LO STABILIMENTO DI VARONE

4.1 CARATTERISTICHE DEL SUPPORTO CARTACEO

Le proprietà della carta influiscono sull'effetto finale del prodotto goffrato. Ad esempio, la presenza di fibre più corte nell'impasto richiede che la goffratura venga effettuata a pressioni e temperature inferiori per evitare la rottura della carta nella macchina goffratrice, con il risultato di disegni con meno dettagli. Inoltre, maggiore è la "massa" della carta, più irregolare sarà il prodotto finale e maggiore sarà la curvatura. Al contrario, per carta molto liscia/accartocciata, è necessario applicare una pressione maggiore durante la fase di goffratura e la trama risultante sarà più uniforme.

La carta deve, poi, essere resa leggermente più umida rispetto al corrispondente prodotto non goffrato, in quanto se troppa secca diventa difficile da modellare. D'altro canto, la carta troppo bagnata può essere meno stabile e produrre risultati finali meno uniformi. Pertanto, il controllo dell'umidità relativa e assoluta della carta è di fondamentale importanza.

Un'altra caratteristica da tenere in considerazione quando si producono supporti di carta per la goffratura è lo spessore della carta: per evitare zone di diversa profondità di goffratura all'interno dello stesso rotolo o all'interno della stessa sezione trasversale del rotolo, è necessario mantenere un profilo di spessore costante.

Da ultimo, la goffratura influisce sulle proprietà della carta: dopo la goffratura, infatti, la carta tende a perdere resistenza per la deformazione che subisce oltre ad aumentare o diminuire di spessore per la curvatura provocata dall'incisione. Anche le proprietà ottiche della carta (tinta, livello di liscio, ecc.) possono variare leggermente prima e dopo la goffratura a causa delle differenze nell'angolo di riflessione della luce sulla superficie della carta.

4.2 LAVORAZIONI E TIPOLOGIE APPLICATE

Nello stabilimento di Varone la lavorazione di goffratura può essere eseguita sia su supporto cartaceo di propria produzione (ad esempio: imitlin, sirio, poliwrap, ed altre) sia su carta

proveniente da altri stabilimenti (come ad esempio: symbol, constellation e molte altre) e con lavorazioni già effettuate (esempio l'accoppiamento tra due o più elementi).



Carta Naturale



Carta Patinata



Rastrelliere Cilindri

La zona di goffratura sita all'interno del reparto allestimento ha un numero elevato di disegni (circa 40 tipologie) per creare gli effetti richiesti dai clienti. È composta da 3 goffre-taglio (che in caso di emergenza possono essere usate come semplici taglierine bypassando i cilindri di goffratura), delle quali due hanno una luce di 160 cm e una da 120 cm.



Impianto di Goffratura (stabilimento Varone) – Goffra D



Ingresso Goffra D



Incisore Goffra D

Queste macchine possono effettuare due tipi di lavorazione:

- monogoffrato;
- goffratura a rapporto.

La prima, quella MONOGOFRATA, si ottiene facendo passare il supporto tra l'incisore e la contropressa liscia, la quale essendo – appunto – liscia ed appoggiata ad un cilindro (detto cilindro lisciante) annulla il disegno creato dal cilindro incisore, lasciando solo il disegno sul lato superiore. Ogni pressa, avendo disegni diversi, ha valori diversi di pressione che vengono inseriti dagli operatori durante la lavorazione e che possono variare da un minimo ad un massimo (di solito il valore usato è dai 50 ai 250 bar), per ottenere la migliore planarità e marcatura del disegno.



Manometri per la pressione

La seconda tipologia, quella A RAPPORTO, fa anch'essa passare il supporto tra i 2 cilindri, ma questi sono entrambi incisi: il cilindro incisore (detto maschio) in positivo mentre la cartalana (detta femmina) in negativo. Di norma la contropressa in cartalana ha un diametro doppio rispetto all'incisore; questi 2 cilindri hanno due ingranaggi di diametro diverso che

appoggiandosi tra di loro si incastrano in un punto detto zero, per ricreare il disegno in modo tale che resti sempre “in fase”.

Anche questa lavorazione segue le stesse operazioni di quella a monogoffratura (relativa alle pressioni), ma si diversifica da quest’ultima perché prevede un passaggio in più: prima del passaggio del supporto il cilindro in cartalana deve essere bagnato attraverso una spazzola intrisa d’acqua e, in seguito, fatto asciugare girando a secco. Questo ultimo passaggio serve a ravvivare e rindurire il cilindro, così da non perdere durante la lavorazione il disegno e la sua incisione.

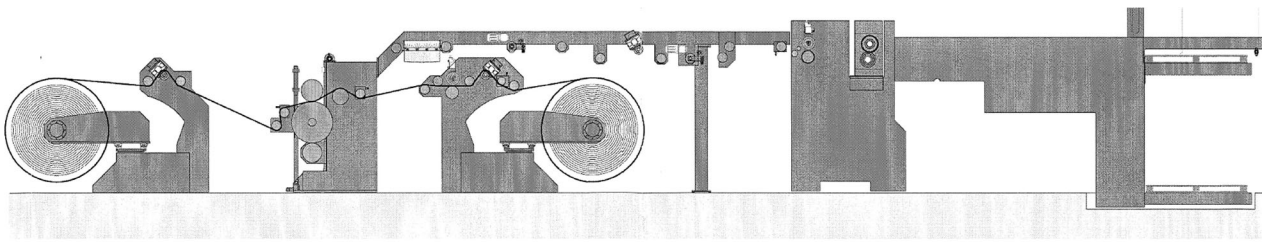
Le due tipologie di goffratura hanno caratteristiche diverse anche con riferimento al supporto: nella monogoffratura, dove il resto del supporto è liscio, si ha una diminuzione di spessore; nella goffratura a rapporto, essendo incisa sia dal lato superiore che inferiore, c’è un aumento di spessore.

4.3 FUNZIONAMENTO DELLE MACCHINE GOFFRATRICI

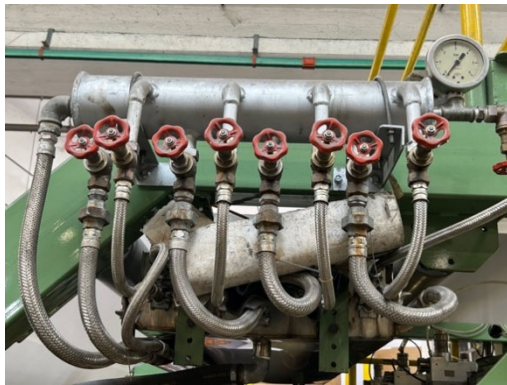
La macchina goffratrice è composta principalmente da un organo svolgitore che tramite sistemi di frenatura permette di mantenere la tensione del supporto cartaceo, da un gruppo di presse e contropresse e cilindri bombati (questi ultimi per tenere più possibile in planarità il supporto) e da un avvolgitore se l’allestimento è in bobina o da un impianto di taglio se il prodotto finale deve essere su bancale (pacchi o risme).

Prima e dopo dell’impianto di incisione si trovano alcuni cilindri con cellule di carico, motorizzati e cilindri che girano per attrito in materiali diversi (in gomma o in alluminio) per stendere il più possibile la carta prima dell’ingresso e dopo per evitare che si possano creare grinze/pieghe che potrebbero rovinare la contropressa.

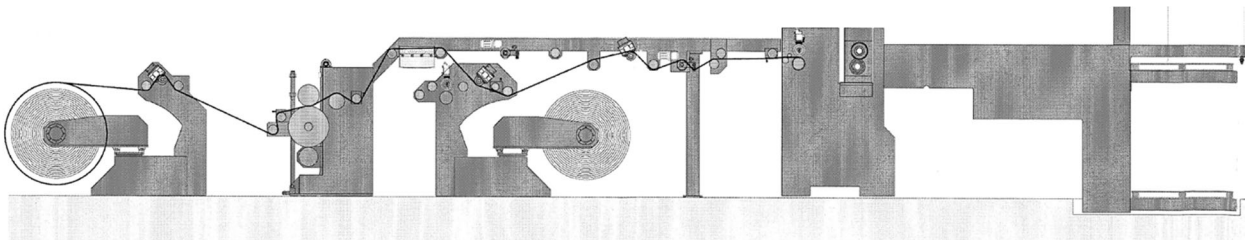
A seconda del tipo di lavorazione finale si hanno sistemi diversi di fine lavorazione. Se si producono rotoli, c’è un avvolgitore preceduto da un cilindro con cella di carico collegato al freno dell’avvolgitore e da un bombé, per evitare cordoni o pieghe sul rotolo finito. Se la lavorazione finale è “in formato”, il supporto passa al di sopra di un cassetto con vapore acqueo detta “cassa vapore” che riumidifica il supporto cartaceo per evitare l’imbarcamento e aiutare la planarità, per poi arrivare alla zona taglio dove il foglio di carta viene tagliato sia in trasversale che in longitudinale per giungere infine poi arrivare tramite nastri, rotelle al bancale a fine macchina.



Passaggio Carta per Bobina

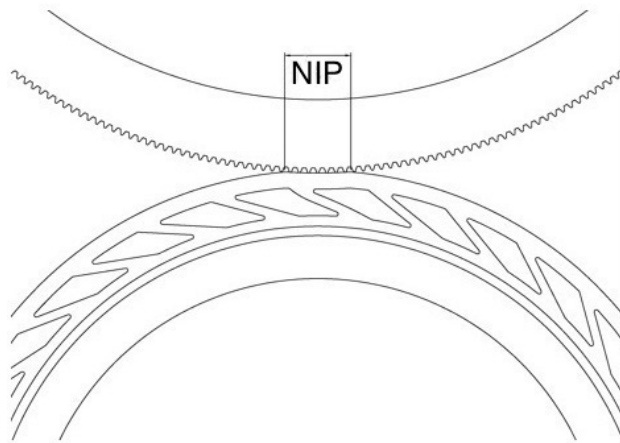


Cassa Vapore



Passaggio Carta per Taglio

Un ruolo molto importante nel processo di goffratura è svolto dalla velocità, che varia a seconda della grammatura della carta (all'aumento di questa corrisponde una diminuzione della velocità) e delle tipologie/disegni di goffratura che si applicano al supporto cartaceo per la permanenza nel nip (= zona della pressa in cui avviene effettivamente la compressione).



Sezione del nip tra incisore e contropressa

Al momento dell'inserimento del foglio di carta la velocità è di pochi metri al minuto (di solito è impostata a 3m) perché l'operatore, dovendo far passare la punta della carta a mano, deve verificare che il supporto cartaceo non abbia problemi all'ingresso delle presse. Dopo il passaggio della punta, la velocità è aumentata seguendo una tabella prestabilita, al fine di mantenere sempre lo stesso risultato.

L'operatore, impostata la velocità di lavorazione, prende dei campioni di carta che poi controlla tramite appositi campioni di riferimento per verificare la goffratura tra il lato servizio, il centro ed il lato trasmissione. L'operatore controlla, altresì, lo spessore finale della carta per controllare che siano rispettati i requisiti richiesti per la lavorazione: viene, allo scopo, utilizzato uno strumento apposito detto "spessimetro" o "micrometro".



Tiro carta pre-taglio



Reparto taglio



Coltello trasversale



Arrivo foglio su bancale

4.4 RETTIFICA DELLE CONTROPRESSE

La contropressa può, con il passare del tempo, perdere spessore e le sue caratteristiche: questo accade a causa dell'usura o per gli interventi degli operatori durante la lavorazione (ad es. per correggere difetti come segni longitudinali dovuti all'utilizzo di formati più stretti o a marcature). A differenza di quanto accade per la mancanza dello spessore, gli altri interventi – se leggeri – possono essere eseguiti dall'operatore di macchina mediante operazioni quali la levigatura con della carta vetrata oppure creando delle piccole taccheggiate per ricreare il disegno. Poi, la contropressa viene ribagnata e riasciugata, sempre dall'operatore, così da poterla riportare nella condizione di inizio lavorazione e riprendere il ciclo produttivo.

Quando, invece, manca spessore oppure i difetti sono troppo marcati deve necessariamente intervenire l'officina a mezzo di un procedimento chiamato "rettifica". La contropressa viene posta su un tornio: si procede con la rilevigatura del corpo del cilindro e con l'assottigliamento delle flange laterali in acciaio, così da recuperare millimetri di materiale utile per la lavorazione dandogli il bombé desiderato.



Tornio per rettifica

4.5 REINCISIONE DELLE CONTROPRESSE

Dopo l'operazione di rettifica, le contropresse vengono riportate alle macchine goffratrici per essere all'occorrenza reincise, cosa che accade – ad esempio – per le goffrature a rapporto. La REINCISIONE si sviluppa dal centro verso i lati esterni del cilindro cartalano. Si procede con quella che, in gergo tecnico, viene definita “*ricerca del centro*”: preliminarmente la pressa viene completamente bagnata mediante una spugna; poi, l'operatore applica una pressione di partenza bassa e verifica il punto in cui il cilindro asciuga prima. Questa zona asciutta è il centro: una volta individuato, è necessario continuare a bagnarlo e farlo asciugare, così da aumentare le pressioni laterali e – di conseguenza – aumentare la sezione di reincisione. È fondamentale individuare e lavorare molto bene la zona centrale, perché è la zona in cui non si può – in corso di lavorazione vera e propria – aumentare le pressioni. Per questo motivo, la reincisione è un'operazione che dura dalle 5 alle 7 ore.

5. CONCLUSIONI

Il processo di goffratura svolge un ruolo importante sia a livello di sviluppo della produzione e della tecnica nel settore dell'allestimento, sia a livello di marketing e di comunicazione al cliente/consumatore.

Con questo lavoro ho cercato di fornire una panoramica generale delle diverse tecniche ed applicazioni di questo particolare tipo di lavorazione, attraverso l'occhio dell'operatore di macchina.

Durante le lezioni frontali del corso e le settimane di stage ho potuto prendere conoscenza diretta di settori, in particolare la fabbricazione, che mi erano per lo più sconosciuti, essendo io addetto all'allestimento. Questo approccio, anche pratico, all'intero processo di produzione della carta mi ha consentito di apprendere nozioni fondamentali e che mi hanno permesso – e permetteranno – di aumentare non solo la qualità del mio lavoro, ma anche di porre soluzioni a problemi che inevitabilmente sono sorti e sorgono durante le lavorazioni.