



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA DEI SISTEMI  
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI**

**RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA  
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE**

***Studio e miglioramento del processo di adduzione  
colla per la laminazione dei veli di carta tissue***

**SINTESI**

---

RELATORI

Prof. Ing. Gionata Carmignani

*Dipartimento di Ingegneria dell'Energia  
Dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni*

Ing. Massimo Turri

*Sofidel S.p.A.*

IL CANDIDATO

Thomas Dell'Omo

*thomas.dellomo@outlook.com*

Sessione di Laurea Magistrale del 20/07/2022

# **Studio e miglioramento del processo di adduzione colla per la laminazione dei veli di carta tissue**

**Thomas Dell'Omo**

---

## **Sommario**

Il presente elaborato ha lo scopo di descrivere l'esperienza di tirocinio effettuata in *Soffass Converting* di via *G. Lazzareschi*. Il progetto, che trova fondamento nelle politiche aziendali di ecosostenibilità e miglioramento continuo, persegue l'obiettivo di sviluppare un metodo per imputare il consumo di colla per laminazione ai codici di prodotto finito, identificando e riducendo le inefficienze del processo di adduzione della colla ai veli di carta. Il fine è quello di migliorare l'affidabilità delle distinte base di prodotto e diminuire l'utilizzo e la perdita della materia prima in esame. Le soluzioni adottate costituiscono un pacchetto di contromisure pratiche che si esplicitano nella ripartizione del consumo di colla in funzione della superficie di carta processata, nella riduzione dei rapporti di diluizione delle miscele per laminazione e nell'attuazione di una procedura volta a limitare le perdite causate dalla pulizia degli impianti. Nella parte finale dell'esperienza in *Sofidel*, è stata condotta un'analisi sull'utilizzo di film estensibile impiegato per l'avvolgimento dei pallet di prodotto finito, con lo scopo di limitare il consumo di plastica intervenendo sul prestiro applicato al materiale dal robot fasciatore.

## **Abstract**

The purpose of this paper is to describe the internship experience carried out at *Soffass Converting* in Via G Lazzareschi. The project, which roots are to be found in the company's policies of eco-sustainability and continuous improvement, pursues the objective of developing a new method for accounting the consumption of laminating glue to finished product codes, identifying and reducing inefficiencies in the process of glue adduction to paper sheets. The aim is to improve the reliability of the product bill of materials and decrease the utilization and loss of the raw material under consideration. The solutions adopted are a package of practical countermeasures that consist in the distribution of glue consumption according to the area of paper processed, the reduction of dilution ratios of laminating mixtures, and the implementation of a procedure aimed at limiting losses caused by cleaning the equipment. In the final part of the experience in *Sofidel*, an analysis was conducted on the application of stretch film used for wrapping pallets of finished product, with the aim of limiting plastic consumption by acting on the pre-stretch applied to the material by the wrapping robot.

## 1. Soffass Converting di via G. Lazzareschi

*Soffass Converting* di via *Giuseppe Lazzareschi* è uno stabilimento di trasformazione della carta tissue situato a Porcari (LU) appartenente a *Soffass S.p.A.*, società controllata dal Gruppo Soffidel. Al suo interno sono installate otto linee di trasformazione dedite alla realizzazione prodotti destinati al mercato *Away from Home*, posizionate in due aree diverse dello stabilimento denominate “*Converting 1*” e “*Converting 2*”. In *Converting 1* sono installate una linea per la produzione di rotoli di carta igienica (02R41), tre linee per la produzione di asciugatutto e carta igienica ad uso non domestico (02I41, 02I42, 02I43) e due linee dedite alla realizzazione di carta igienica e asciugamani piegati per dispenser (02P41, 02P42). In *Converting 2* sono attive due linee per la produzione di codici piegati (02P43, 02P44). Tutte le linee di trasformazione hanno la capacità di realizzare sia codici monovelo sia codici multi-velo incollati, ovvero prodotti in cui l’adesione tra i veli è garantita da una miscela di laminazione, costituita da una parte di colla e numerose parti di acqua in funzione del rapporto di diluizione. Se in *Converting 2* la miscela colla-acqua viene preparata manualmente a bordo macchina da un operatore, in *Converting 1* il processo è completamente automatizzato.

### 1.1 Laminazione dei veli di carta tissue

La laminazione è l’operazione per cui due o più veli di carta tissue vengono accoppiati per azione di una miscela collante, caratterizzata da un rapporto di diluizione della forma “**1/x**”, dove numeratore e denominatore corrispondono rispettivamente alle parti di colla e di acqua che compongono il totale del volume. La colla utilizzata per la l’accoppiamento dei veli è un alcol polivinilico in dispersione acquosa, un adesivo altamente performante con densità di **1 kg/l** approvvigionata in cisterne da 1000 kg. La laminazione avviene sulla linea in corrispondenza del gruppo di goffratura ed incollaggio. La carta precedentemente srotolata dalle bobine madri e goffrata<sup>1</sup>, viene processata dall’incollatore, un sistema che provvede a cospargere un velo di carta con uno strato di collante e ad accoppiarlo con gli altri veli tramite un rullo pressore. Il sistema di incollaggio è costituito da una racla, che contiene la miscela di laminazione, un rullo retinato a semi-bagno nella racla che trasporta il collante grazie alla sua superficie realizzata con microcelle a forma di alveolo, e un rullo *cliché* che, ruotando a contatto con il rullo retinato, distribuisce la colla nelle zone deformate della carta goffrata.

---

<sup>1</sup> Il goffratore è un macchinario che imprime meccanicamente una trama alla carta grazie al passaggio del velo nell’area di contatto tra due rulli (*NIP*), incrementandone lo spessore e la capacità assorbente. La deformazione è ottenuta grazie a un rullo in gomma che preme il velo sulla superficie in rilievo di un rullo in acciaio.

## 1.2 Processo di distribuzione e miscelazione della colla per laminazione

Lo studio riportato in questo documento è riferito al reparto di produzione *Converting 1*, dove le linee di trasformazione sono collegate al sistema automatico di gestione della colla per laminazione, il quale si suddivide in due principali sottosistemi: l'impianto di distribuzione centralizzato e i gruppi di miscelazione a bordo macchina. L'impianto di distribuzione è composto da un gruppo di pompaggio collegato alla cisterna di colla, da fasci tubieri che trasportano la sostanza alle linee di trasformazione e da un PLC che ne regola l'attivazione. Il PLC riceve in input un segnale proveniente dalla linea, trasmette in output il comando alla pompa per inviare il quantitativo prefissato di colla, e provvede a registrare su un terminale le chiamate di colla effettuate da ciascuna linea durante i tre turni la-

vorativi, come mostrato in *Figura 1*<sup>2</sup>. I gruppi di miscelazione a bordo macchina sono posizionati all'esterno dell'incollatore e sono costituiti da un serbatoio superiore e da una vasca di contenimento inferiore, come

	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3
CICLI COLLA VELT61	4	6	10
CICLI COLLA VELT63	2	3	3
CICLI COLLA VELT64	1	4	1
CICLI COLLA VELT ASC L65	0	0	0
CICLI COLLA VELT CI L65	0	0	2
CICLI COLLA VELT67 COLORE	0	0	2
CICLI COLLA VELT68	2	4	9

Figura 1: Display delle chiamate colla

schematizzato in *Figura 2*. Nel serbatoio si immettono le tubazioni che trasportano acqua e colla per laminazione. Al suo interno sono presenti un sensore ad ultrasuoni, che controlla il riempimento in base al rapporto di diluizione, e una girante in rotazione continua, che garantisce il mescolamento omogeneo dei liquidi. La vasca inferiore è collegata al serbatoio e contiene una pompa di mandata della miscela all'incollatore, una tubatura di ritorno dalla racla e una sonda per la lettura del livello di liquido, il quale deve mantenersi superiore alla soglia di funzionamento. Il processo per ripristinare il livello di servizio in vasca inizia con la sonda che rileva il livello minimo di miscela. La logica programmabile comanda l'apertura dell'elettrovalvola posizionata a valle del serbatoio, consentendo lo scarico completo della miscela nella vasca. Nel serbatoio viene preparata una nuova miscela secondo il rapporto di diluizione prestabilito, la quale resta in attesa dell'inizio di un nuovo ciclo di ripristino del liquido di laminazione.

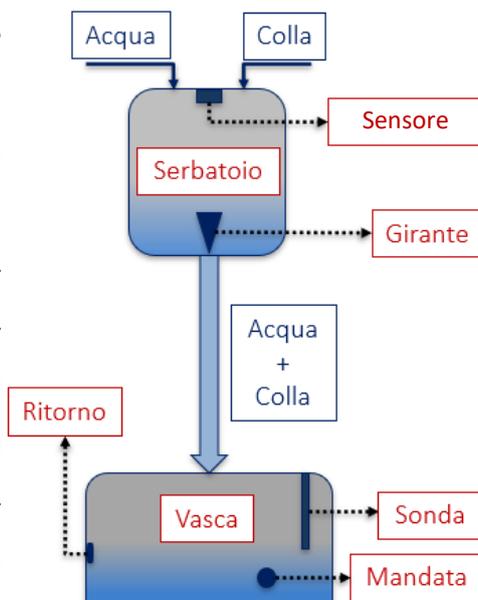


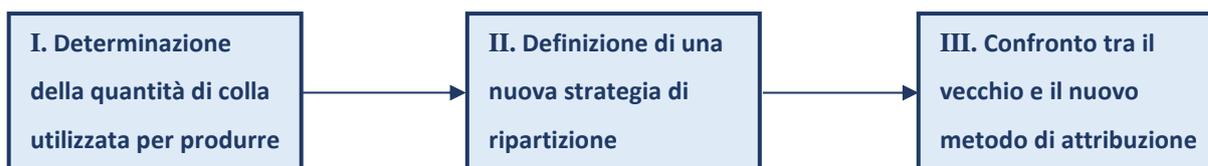
Figura 2: Sistema a bordo macchina

<sup>2</sup> A causa della codifica precedentemente utilizzata in stabilimento, le linee 02R41, 02I41, 02P41, 02I42, 20P42 e 02I43 vengono comunemente denominate 61, 63, 64, 65, 67 e 68.

## 2. Situazione iniziale e definizione del problema

In una condizione globale che vede le materie prime subire forti rincari, si fa sempre più forte la necessità di mantenere sotto controllo i consumi delle risorse utilizzate. In questo progetto viene rivolta particolare attenzione a individuare un nuovo metodo di allocazione della colla consumata sui codici di prodotto finito, ricercando le inefficienze del processo di adduzione della colla per la laminazione dei veli. L'esigenza di migliorare l'affidabilità delle distinte base di prodotto deriva da una necessità dell'*Ufficio Prodotto di Soffass CNV*, data la consapevolezza di utilizzare una procedura approssimativa per definire i chilogrammi di colla imputati ai codici di prodotto. Tale metodologia, basata sulla ripartizione *top-down* della colla consumata, prende a riferimento un periodo compreso tra due inventari di magazzino materie prime e ricerca i valori unitari di consumo colla, confrontando i dati di produzione del periodo in esame con informazioni storiche, senza assicurare che questi corrispondano al consumo reale associato al prodotto. Determinare la quantità di colla utilizzata per realizzare un prodotto è un'operazione resa complicata principalmente da due fattori: la numerosità di codici diversi realizzati giornalmente in stabilimento e la dipendenza del processo di adduzione colla dalle condizioni di lavoro delle linee di trasformazione. Con riferimento al secondo fattore menzionato, le variazioni di velocità e di pressione di goffratura vanno ad incidere sul quantitativo di colla apportato dall'incollatore sul velo di carta<sup>3</sup>. Se la velocità di rotazione del rullo retinato viene incrementata, aumenta la quantità di colla trasportata al rullo cliché, in quanto l'elevata velocità di rotazione non concede alla colla in eccesso il tempo per vincere la tensione superficiale e ricadere nella racla. Inoltre, la capacità assorbente della carta dipende dalla goffratura impressa: maggiore è la pressione esercitata sul punto di *NIP*, più grandi sono i solchi realizzati e maggiore è la capacità dei veli di trattenere la miscela per laminazione.

Per migliorare il metodo di allocazione sui singoli codici del consumo colla per laminazione, è stata strutturata una logica di implementazione del lavoro suddivisa su più fasi, le quali sono descritte nei paragrafi seguenti del presente documento.



---

<sup>3</sup> La pressione di goffratura viene regolata manualmente dagli operatori mediante una chiave meccanica, mentre la velocità di lavoro del goffratore-incollatore varia automaticamente in base alle condizioni di produttività presenti sulla linea. I suddetti parametri subiscono frequenti variazioni durante il turno lavorativo.

### 3. Determinazione della quantità di colla imputabile alla produzione

Per determinare la quantità di colla effettivamente impiegata dalle linee per attuare i piani di produzione settimanali (**CProd<sub>linea</sub>**), è stato necessario identificare il consumo totale settimanale del sistema e sottrarvi le perdite di materia prima causate dalle fonti di spreco.

A condizioni di regime, ogni linea consuma tanta colla quanta l'incollatore ne distribuisce sulla carta. Tale quantità corrisponde al prodotto tra il numero di chiamate colla registrate settimanalmente sul display dall'impianto di distribuzione e la quantità di colla pura associata ad ogni chiamata (**CS<sub>linea</sub>**). Salvo condizioni di guasto, le situazioni ordinarie che generano una perdita di colla di laminazione sono la pulizia delle vasche di contenimento a bordo macchina (**CP<sub>linea</sub>**) e il lavaggio delle camere delle racle dei gruppi di incollaggio (**L<sub>linea</sub>**). Ne consegue che, per ogni linea di trasformazione, il quantitativo in litri<sup>4</sup> di colla utilizzata settimanalmente per la produzione è ottenibile secondo la relazione:  $\mathbf{CProd_{linea}} = \mathbf{CS_{linea}} - (\mathbf{L_{linea}} + \mathbf{CP_{linea}})$ .

Prima di avviare la raccolta dati del consumo, è stato effettuato un pre-setting dei rapporti di diluizione sulle linee. Partendo dai rapporti di diluizione già impostati e dalle capacità dei serbatoi sono stati calcolati i volumi delle parti di colla e delle parti acquose che costituiscono le miscele, impostando la logica programmabile a riempire i serbatoi con le opportune quantità dei due liquidi. La bontà della regolazione è stata verificata confrontando il consumo di colla suggerito dal sistema con il reale abbassamento del pelo libero nella cisterna centrale.

La raccolta dei dati relativi ai consumi di colla è avvenuta registrando le chiamate effettuate dalle linee durante i turni lavorativi, rilevate sui contatori del terminale del sistema. La perdita causata dal lavaggio dell'incollatore corrisponde, su ogni linea, all'equivalente di una chiamata colla. Data la capienza della camera della racla e la superficie del rullo retinato, la quantità di miscela colla-acqua che viene rimossa durante il lavaggio è approssimabile ad un pieno completo del serbatoio di miscelazione. La perdita settimanale dovuta al lavaggio della vasca di contenimento è stata ricavata conoscendo i rapporti di diluizione presenti sulle linee, le superfici di base delle vasche e addestrandogli operatori a rilevare l'altezza della miscela presente, utilizzando un'asta millimetrata appositamente realizzata. I dati di produzione settimanale sono stati prelevati dal database del software di gestione aziendale, consultando i documenti inerenti alla produzione a consuntivo. Inoltre, sono state collezionate le informazioni relative alle quantità unitarie di colla veli presenti nei codici secondo le *BOM* di prodotto.

---

<sup>4</sup> La quantità in litri corrisponde esattamente alla quantità in chilogrammi, data la densità della colla pari a 1 kg/l.

#### 4. Definizione di una nuova strategia di ripartizione

Il consumo colla è funzione dalle caratteristiche costruttive e di lavoro della linea di trasformazione. Oltre che dalla velocità e pressione di goffatura, esso dipende dalla geometria in altorilievo del rullo goffratore e dalla capienza delle celle di trasporto del rullo retinato. Alla luce di queste dipendenze, per ogni linea presente in *Converting 1* è stato ricercato un coefficiente in grado di ripartire la colla consumata settimanalmente sulla produzione realizzata.

Ogni coefficiente  $\bar{K}_{linea}$ , espresso in  $[kg/m^2]$ , è un valore univocamente associato ad una specifica linea di trasformazione. Essi sono stati ricavati come media aritmetica dei  $K_{\#}^{linea}$  settimanali, calcolati dividendo i chilogrammi di colla consumati in produzione per la superficie di carta processata nella #-esima settimana. La superficie di carta processata dalla linea è stata ricavata moltiplicando il numero di colli realizzati di ogni prodotto per le dimensioni dei servizi (altezza, lunghezza, numero) e per le caratteristiche di confezionamento del codice.

Per determinare i coefficienti medi legati alle linee ( $\bar{K}_{linea}$ ), i dati del campionamento settimanale ( $K_{\#}^{linea}$ ) sono stati privati di eventuale *outlier*. Data la scarsa numerosità dei dataset, la presenza di valori anomali è stata valutata mediante il posizionamento delle osservazioni sul piano cartesiano, come mostrato in *Figura 3*. Traendo spunto dalla logica di costruzione dei *boxplot*, ogni campione è stato ordinato con logica crescente e sono stati individuati la mediana, il primo e il terzo quartile. Calcolato il range interquartile ( $IQR_{linea} = Q3_{linea} - Q1_{linea}$ ), sono stati determinati i valori soglia inferiore e superiore. L'accettazione dei coefficienti settimanali è avvenuto applicando il criterio (1) e gli *outlier* (2) sono stati spiegati ed esclusi dal calcolo del coefficiente medio.

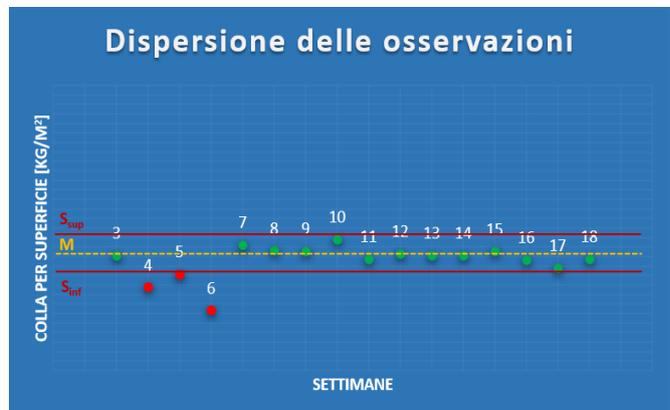


Figura 3: Dispersione dei coefficienti settimanali per la linea 02142

- 1)  $Q1_{linea} - 1,5 * IQR_{linea} \leq K_{\#}^{linea} \leq Q3_{linea} + 1,5 * IQR_{linea}$
- 2)  $K_{\#}^{linea} > Q3_{linea} + 1,5 * IQR_{linea} ; K_{\#}^{linea} < Q1_{linea} - 1,5 * IQR_{linea}$

Utilizzando i coefficienti individuati, è possibile ricavare la quantità di colla apportata sui veli di un determinato codice. Moltiplicando la superficie di carta contenuta in un collo per il coefficiente della linea sul quale è stato realizzato, si ottengono i chilogrammi di collante impiegati per la produzione unitaria del codice. Tale operazione, effettuata per tutti i codici, permette di determinare i nuovi valori da inserire nelle *BOM* sotto la voce "colla per laminazione".

## 5. Confronto tra il vecchio e il nuovo metodo di attribuzione

Il confronto tra i due metodi di attribuzione è stato condotto rapportando la quantità di colla consumata dalle linee ( $CS_{settimana}^{linea}$ ) con il consumo registrato utilizzando i valori presenti nelle distinte base di prodotto ( $CB_{settimana}^{linea}$ ) e con il consumo ricavato moltiplicando i coefficienti individuati con la superficie dei codici realizzati, correggendo del 6% il risultato coerentemente con il metodo *Sofidel* di conteggio delle perdite di materia prima ( $CC_{settimana}^{linea}$ ).

$$R\%_{settimana}^{linea} = \frac{CS_{settimana}^{linea}}{CB_{settimana}^{linea}} * 100 \qquad R'\%_{settimana}^{linea} = \frac{CS_{settimana}^{linea}}{CC_{settimana}^{linea}} * 100$$

Tali metriche permettono, per entrambi i metodi, di monitorare settimanalmente lo scostamento percentuale presente tra il quantitativo di colla effettivamente utilizzato dal sistema per la realizzazione dei piani di produzione e il consumo contabilizzato dall'*Ufficio Prodotto*.

Percentuale di colla consumata rispetto a quella contabilizzata: CS/CB							
Settimana	02R41	02I41	02P41	02I42	02P42	02I43	Totale per settimana
3	446%	127%	106%	50%	187%	53%	107%
4	633%	71%	99%	91%	229%	62%	121%
5	559%	65%	97%	37%	207%	63%	97%
6	537%	133%	90%	40%	108%	82%	89%
7	437%	67%	127%	54%	173%	84%	99%
8	448%	60%	123%	147%	171%	58%	90%
9	408%	59%	93%	54%	134%	59%	82%
10	495%	67%	92%	58%	156%	70%	96%
11	488%	114%	116%	54%	215%	61%	114%
12	450%	61%	126%	91%	144%	49%	97%
13	526%	64%	96%	55%	150%	49%	72%
14	456%	68%	89%	48%	128%	57%	79%
15	477%	136%	132%	53%	151%	52%	87%
16	523%	69%	112%	98%	175%	55%	95%
17	517%	74%	81%	54%	169%	49%	99%
18	485%	71%	86%	71%	164%	50%	89%
<b>Totale per linea</b>	<b>489%</b>	<b>76%</b>	<b>102%</b>	<b>58%</b>	<b>167%</b>	<b>60%</b>	<b>93%</b>

Percentuale di colla consumata rispetto a quella contabilizzata: CS/CC							
Settimana	02R41	02I41	02P41	02I42	02P42	02I43	Totale per settimana
3	93%	100%	90%	104%	122%	95%	97%
4	132%	108%	107%	79%	147%	99%	115%
5	126%	100%	104%	98%	134%	111%	114%
6	116%	105%	98%	56%	71%	137%	100%
7	93%	101%	102%	113%	114%	114%	107%
8	96%	91%	98%	112%	104%	100%	98%
9	90%	90%	101%	112%	87%	105%	97%
10	104%	102%	99%	122%	107%	120%	108%
11	101%	90%	105%	104%	138%	98%	102%
12	94%	87%	101%	107%	88%	69%	88%
13	114%	98%	104%	106%	99%	87%	97%
14	94%	104%	97%	101%	82%	104%	98%
15	109%	106%	106%	105%	91%	92%	100%
16	106%	106%	104%	109%	113%	89%	103%
17	107%	112%	88%	94%	110%	97%	104%
18	104%	110%	93%	99%	99%	86%	97%
<b>Totale per linea</b>	<b>104%</b>	<b>100%</b>	<b>99%</b>	<b>99%</b>	<b>108%</b>	<b>100%</b>	<b>101%</b>

Figura 4: Confronto dello scostamento "consumo reale – consumo contabilizzato" con entrambi i metodi di ripartizione

Dal confronto riportato in *Figura 4* è possibile notare che, con il nuovo metodo di ripartizione basato sui coefficienti, è stato ottenuto un notevole miglioramento in riferimento all'attribuzione del consumo colla alle linee di produzione e ai codici che queste realizzano. Le metriche si presentano maggiormente centrate attorno ad una corrispondenza del 100% tra la colla consumata e quella contabilizzata. Le osservazioni presentano una minore variabilità rispetto al caso precedente e i valori globali in riferimento alle settimane lavorative sono compresi tra il 97% e il 115%, riducendo di oltre venti punti percentuali l'intervallo di dispersione. È inoltre scomparso l'effetto compensativo a causa del quale la colla consumata da alcune linee veniva attribuita alla produzione delle altre. Le linee 02R41 e 02P42, che presentavano un consumo medio fino a cinque volte superiore rispetto a quello contabilizzato con i vecchi valori in distinta base di prodotto, mostrano consumi reali poco maggiori rispetto a quelli attribuiti dal metodo basato sui coefficienti. Anche il consumo globale del sistema è risultato maggiore di un solo punto percentuale rispetto a quello contabilizzato grazie ai coefficienti, a fronte di una sottostima di consumo di oltre il 7% ottenuta utilizzando le *BOM* di prodotto.

## 6. Miglioramento dell'impiego di colla per laminazione

Durante il periodo di monitoraggio del processo di adduzione della colla per laminazione, è emerso che l'efficienza d'utilizzo della materia prima, definita come il rapporto percentuale tra i chilogrammi di colla effettivamente utilizzata per l'incollaggio e i consumi registrati dal sistema, risulta compresa nell'intervallo {85%, 95%} per ogni line di trasformazione, con un valore medio per l'intero *Converting 1* pari al 91,8%. Le fonti di perdita di miscela per laminazione sono state individuate nelle operazioni di pulizia delle vasche di contenimento e del gruppo racla dell'incollatore, eseguite al termine delle attività settimanali di produzione. Identificata la perdita legata alla pulizia dell'incollatore come ineliminabile, per migliorare la gestione della materia prima, sono stati attuati gli interventi riportati di seguito.

### 6.1 Definizione dei nuovi rapporti di diluizione

Al fine di migliorare l'utilizzo della colla impiegata dalle linee, sono stati ricercati i minimi rapporti di diluizione in grado di garantire il corretto incollaggio dei prodotti realizzati. Non avendo l'opportunità di legare la quantità di colla ad un *driver* oggetto di controllo qualitativo, non è stato possibile monitorare la variazioni di tale *driver* al variare dei rapporti di diluizione. Se questo fosse stato possibile, i rapporti sarebbero stati impostati in modo da garantire la corrispondenza a specifica della metrica influenzata, utilizzando la minor quantità di colla possibile. La strategia utilizzata è stata quella di condurre una serie di prove, mantenendo costante il volume totale della miscela e aumentando di mezza parte acquosa il rapporto di diluizione ad ogni iterazione, come mostrato in *Figura 5*. A seguito di ogni variazione, è stato

valutato visivamente l'incollaggio dei veli in uscita dalla testa formatrice, giudicandolo inadeguato e ri-

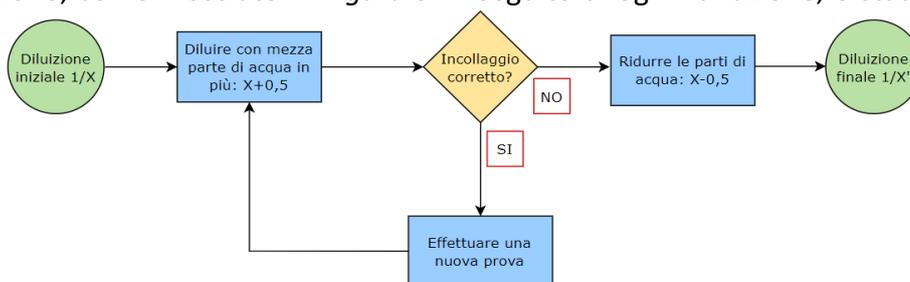


Figura 5: Logica di conduzione delle prove di variazione dei rapporti di diluizione

pristinando il rapporto di diluizione precedente qualora i lembi periferici dei servizi fossero apparsi distanti e separati. Al contrario, se i veli fossero risultati ben saldi, l'incollaggio veniva giudicato corretto e si procedeva con il test successivo. Le prove hanno portato a modificare le miscele di laminazione su tre linee di produzione, giungendo a nuove miscele della forma  $1/(x_{linea}+0,5)$ . Sulla linea 02142, utilizzando la logica programmabile del sistema e un segnale proveniente dall'impilatore, è stato impostato un rapporto di diluizione  $1/(x_{142}+1)$  per la produzione di "Carta Igienica", mantenendo  $1/(x_{142})$  per la produzione di "Asciugatutto".

## 6.2 Riduzione delle perdite di materia prima nel processo

Osservando il ciclo settimanale del processo di incollaggio, l'unico aspetto aggredibile per ridurre le perdite è stato individuato nel livello di miscela per laminazione presente nelle vasche di contenimento al termine della produzione. Le possibili cause che generano l'avanzo di collante sono state individuate e raccolte in un diagramma di *Ishikawa*, ordinandole secondo la classificazione offerta dalle *5M* come mostrato in *Figura 6*. Alcune di queste sono risultate non aggredibili nel breve periodo. Por-

tare a sette i giorni lavorativi avrebbe coinvolto aspetti di disponibilità e gestione del personale, mentre le cause legate alla tipologia della produzione giornaliera dipendono dalla pianificazione della produzione e dai vincoli dimensionali del magazzino prodotto finito. Ricercare una nuova colla per laminazione avrebbe provocato la decentralizzazione dell'acquisto delle sostanze collanti. Le modifiche impiantistiche e dei macchinari avrebbero comportato lo stanziamento di una cospicua somma per attuare gli interventi necessari, e un notevole impiego delle forze di manutenzione per provvedere alla messa in opera. È stato quindi deciso di agire sulla formazione della manodopera strutturando la procedura operativa mostrata in *Figura 7*. Gli operatori sono stati addestrati a settare il sistema di distribuzione sulla modalità "manuale" un'ora prima del termine della produzione e a riportarlo in "automatico" a produzione conclusa, forzando il sistema a consumare la miscela già presente in vasca anche oltre il livello di ripristino. Grazie alla contromisura apportata, durante l'ultimo mese di monitoraggio si è assistito ad un dimezzamento dei livelli di miscela di laminazione presenti in vasca al momento del fermo produzione. Questo ha comportato un incremento l'efficienza d'utilizzo globale della materia prima al **94%** ed una ulteriore riduzione generale di impiego di colla per laminazione.

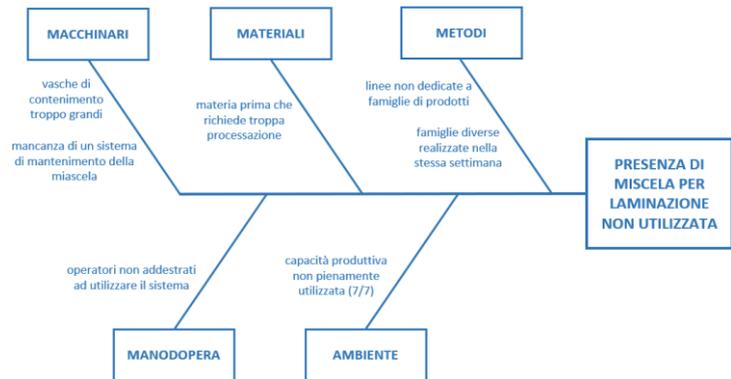


Figura 6: Diagramma causa-effetto per l'avanzo di miscela

Grazie alla contromisura apportata, durante l'ultimo mese di monitoraggio si è assistito ad un dimezzamento dei livelli di miscela di laminazione presenti in vasca al momento del fermo produzione. Questo ha comportato un incremento l'efficienza d'utilizzo globale della materia prima al **94%** ed una ulteriore riduzione generale di impiego di colla per laminazione.

Grazie alla contromisura apportata, durante l'ultimo mese di monitoraggio si è assistito ad un dimezzamento dei livelli di miscela di laminazione presenti in vasca al momento del fermo produzione. Questo ha comportato un incremento l'efficienza d'utilizzo globale della materia prima al **94%** ed una ulteriore riduzione generale di impiego di colla per laminazione.

SMS Sofidel Manufacturing System		OPL (LEZIONE SU UN PUNTO)		SOFIDEL PROGRESS, CAREER, INNOVATIVE LIFE Sofidel CSV Via Lazzaretto	
ARGOMENTO: Riduzione del livello in vasca di miscela per laminazione disattivando l'automatismo del sistema di distribuzione colla					
RIBOBINATRICE - GRUPPO DI INCOLLAGGIO - CONVERTING 1			DATA: 04/05/2022	COMPILATO DA: T. Dell'Orto	
TIPOLOGIA → CONOSCENZA DI BASE		PROBLEMA		MIGLIORAMENTO	
INDICATORE → centimetri		Altezza del livello di miscela per laminazione presente in vasca di contenimento			
PERDITA ATTACATA →		TECNICA <input checked="" type="checkbox"/>		ORGANIZZATIVA <input type="checkbox"/> QUALITÀ <input type="checkbox"/>	
PERSONALE DA FORMARE:					
FORMATORE	PERSONE FORMATE	DATA FORMAZIONE			
1	Operatore 1				
2	Operatore 2				
3	Operatore 3				
4	Operatore 4				
5	Operatore 5				
6	Operatore 6				
7	Operatore 7				
8	Operatore 8				
9	Operatore 9				
10	Operatore 10				
<p>Per ridurre l'altezza del livello di miscela nella vasca di contenimento è necessario disattivare il sistema automatico di scarico della miscela dal serbatoio alla vasca.</p> <p>Tale operazione deve essere effettuata utilizzando l'interruttore posto in prossimità del sistema. Ruotare l'interruttore dalla posizione di "automatico" a quella di "manuale" un'ora prima del termine della produzione di codici incollati ( riquadro rosso in figura).</p> <p>L'ultimo codice incollato da realizzare è rintracciabile sul piano di produzione e il tempo di completamento della produzione è ricavabile dal pannello di controllo, dove sono segnalati la velocità di lavoro della linea, la produttività e il numero di colli rimanenti.</p> <p>Se servono più miscela oltre a quella presente in vasca per completare la produzione, tenere premuto il pulsante di svuotamento manuale per prelevare il collante dal serbatoio superiore ( riquadro blu in figura).</p> <p>Posizionare l'interruttore su "automatico" al termine delle attività di</p>					

Figura 7: One Point Lesson utilizzata per ridurre la perdita di colla per laminazione

## 7. Conclusioni

Il metodo di allocazione sviluppato si basa sull'utilizzo di coefficienti medi ( $\bar{K}_{\text{linea}}$ ) espressi in  $[\text{kg}/\text{m}^2]$ . Moltiplicando la superficie di ogni codice con il coefficiente della linea che lo produce, è possibile ricavare i valori relativi alla quantità di colla per laminazione da attribuire ai prodotti. Questa nuova metodologia ha contribuito ad incrementare l'affidabilità delle *BOM* e della pianificazione del fabbisogno della materia prima in esame. I coefficienti medi dipendono dai rapporti di diluizione ( $1/x_{\text{linea}}$ ). Qualora si apportino variazioni ai rapporti di diluizione delle linee, è necessario aggiornare i moltiplicatori e, conseguentemente, anche i valori presenti nelle distinte base. I  $\bar{K}_{\text{linea}}$  sono ottenuti dalla media aritmetica dei coefficienti settimanali della linee non identificati come outlier ( $K_{\#}^{\text{linea}}$ ), i quali derivano dal rapporto tra i chilogrammi di colla utilizzata per la produzione ( $C_{\text{Prod}\#}^{\text{linea}}$ ) e la superficie totale dei codici realizzati ( $S_{\text{Prod}\#}^{\text{linea}}$ ). La colla utilizzata per la produzione è ricavata sottraendo dalla colla totale chiamata dalla linee ( $C_{S\#}^{\text{linea}}$ ) le quantità perse per le attività di pulizia ( $C_{P\#}^{\text{linea}}$ ) e per il setting di regime, che corrisponde ad una chiamata colla ( $L_{\text{linea}}$ ). Dato che la colla totale è il prodotto tra le chiamate settimanali ( $\sum c_{\#}^{\text{linea}}$ ) e la quantità unitaria per chiamata, è possibile ottenere la dipendenza della colla per produzione, e quindi dei coefficienti, dai rapporti di diluizione, considerando che sia la quantità di colla unitaria sia quella persa per la pulizia sono funzione delle parti totali che compongono la miscela ( $1 + x_{\text{linea}}$ ).  $V_{\text{linea}}$  e  $P_{\#}^{\text{linea}}$  corrispondono al volume del serbatoio di miscelazione della linea e il volume di miscela contenuta nella vasca prima.

$$\begin{aligned} C_{\text{Prod}\#}^{\text{linea}} &= C_{S\#}^{\text{linea}} - L_{\text{linea}} - C_{P\#}^{\text{linea}} = (\sum c_{\#}^{\text{linea}} * L_{\text{linea}}) - L_{\text{linea}} - C_{P\#}^{\text{linea}} \\ &= (\sum c_{\#}^{\text{linea}} - 1) * L_{\text{linea}} - C_{P\#}^{\text{linea}} = (\sum c_{\#}^{\text{linea}} - 1) * \frac{V_{\text{linea}}}{1 + x_{\text{linea}}} - \frac{P_{\#}^{\text{linea}}}{1 + x_{\text{linea}}} \\ &= \frac{(\sum c_{\#}^{\text{linea}} - 1) * V_{\text{linea}} - P_{\#}^{\text{linea}}}{1 + x_{\text{linea}}} \end{aligned}$$

Sulle linee di trasformazione, sono stati individuati i rapporti di diluizione in grado di garantire la corretta adesione dei veli di carta e il minor impiego di colla possibile, ottenendo una riduzione media annuale del **7%** della quantità di collante utilizzata. La principale fonte di perdita di colla per laminazione è stata individuata nelle attività di pulizia delle vasche di contenimento. Per ridurre la miscela presente in vasca, gli operatori sono stati formati ad interrompere l'automatismo del sistema di incollaggio prima del termine dell'attività di produzione, in modo da consumare il collante già presente. Le soluzioni adottate hanno congiuntamente permesso di ridurre la perdita di colla del **50%**, conducendo ad un saving medio annuale di **12'500 kg** di materia prima, che corrisponde ad un risparmio economico di circa **15'000 €**.

## 8. Risparmio di plastica estensibile di fasciatura

Uno degli obiettivi del Gruppo Sofidel è quello di ridurre del 50% l'incidenza della plastica nei suoi processi entro il 2030. La strategia intrapresa dall'azienda si traduce nel diminuire l'impiego di film plastici nelle operazioni di imballaggio. Durante l'esperienza in *Soffass CNV* di via *G. Lazzareschi*, è stato condotto uno studio volto a ridurre la quantità di film estensibile impiegata nelle operazioni di fasciatura dei pallet di spedizione, indagando la possibilità di incrementare il prestiro applicabile al materiale. Il prestiro è l'allungamento oltre il punto di snervamento del film, effettuata per evitare che il ritorno elastico dell'estensibile deformi il carico del pallet. Il prestiro viene conferito al materiale da una coppia di rulli presenti sull'unità di svolgimento del robot fasciatore che, collegati tra loro da un sistema di cinghia e pulegge, allunga il film per effetto della differenza di velocità e dell'attrito tra l'estensibile i rulli. Il prestiro percentuale è ottenibile rapportando il peso teorico del film utilizzabile per una fasciatura ( $P_t$ ) al peso dell'estensibile prestirato realmente impiegato nella fasciatura del pallet ( $P_p$ ), secondo la seguente relazione:  $\text{Prestiro}_{\%} = [(P_t - P_p) / P_p] * 100$ . Per determinare il peso reale dell'estensibile prestirato è necessario rimuovere dal pallet il film applicato dal robot e pesarlo su una bilancia. Il peso teorico di fasciatura corrisponde al peso che avrebbe un'intera fasciatura del pallet se questa avvenisse tramite l'applicazione del film non prestirato. Sul robot fasciatore è possibile modificare il grado di prestiro cambiando il sistema cinghia-pulegge. Per individuare il maggior prestiro in grado garantire un corretto avvolgimento del bancale, è stata condotta una serie di prove a prestiro incrementale, prendendo come oggetto dell'osservazione un programma di fasciatura costituito da diciannove giri di polietilene. Per ogni prova è stato calcolato il prestiro percentuale realmente conferito dal sistema, utilizzando come  $P_p$  il valore medio di tre pesature del film. I pallet fasciati con la configurazione in esame sono stati contrassegnati e posizionati in magazzino prodotto finito. Dopo 48 ore, questi venivano controllati visivamente, indagando sulla presenza di eventuali spaccature dell'estensibile che avrebbero potuto compromettere la stabilità del bancale. In caso di assenza di rotture del polietilene, si procedeva aumentando il grado di prestiro sul robot. Al contrario, il pallet compromesso veniva riportato sull'isola di fasciatura, solo dopo aver ripristinato la configurazione precedente di prestiro. Seguendo la logica descritta, è stato possibile aumentare il prestiro di fasciatura da un grado del **160%** ad uno del **200%**. Grazie alle modifiche apportate è stato ottenuto un miglioramento dell'efficienza di utilizzo della materia prima del **14%**: i giri di avvolgimento ottenibili dalla singola bobina sono incrementati di un valore medio pari a **173**, che corrispondono all'avvolgimento di **9** bancali in più rispetto alla situazione di partenza.