

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali  
(DTG)

Corso di Laurea Magistrale in  
Ingegneria Gestionale

Elaborato finale

Ottimizzazione del Processo Produttivo:  
Implementazione di un Nuovo Layout per la  
Prelavorazione in Selle Royal Group

Relatore:  
Professoressa Laura Macchion

Candidato:

Correlatore:  
Ing. Davide Pigato

Enrico Contin  
Matricola 2004145



# Indice

<i>Abstract</i> .....	7
<b>1. L'azienda: Selle Royal Group S.p.A.</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Il processo</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Teoria e tecniche utilizzate</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Tecniche di Progettazione di un Impianto Industriale e ciclo PDCA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2 Product Family Analysis</b> .....	<b>19</b>
2.2.1 Matrice Prodotto-Processo.....	21
<b>2.3 Assembly Cycle Definition e Assembly Time Definition</b> .....	<b>21</b>
<b>2.4 Production Flow Strategy Selection</b> .....	<b>22</b>
2.4.1 La manovra .....	23
2.4.2 Ottimizzazione del Layout.....	26
<b>2.5 Considerazioni sulle Variabili Tecnologiche e Ambientali del Processo</b> .....	<b>26</b>
2.5.1 Variabili Tecnologiche .....	27
2.5.2 Variabili tecnologiche nel processo di finitura in Selle Royal .....	28
2.5.3 Variabili Ambientali.....	29
2.5.4 Variabili ambientali nel processo di finitura in Selle Royal .....	30
<b>2.6 Progettazione di dettaglio</b> .....	<b>32</b>
<b>2.7 Monitoraggio del sistema e miglioramento continuo</b> .....	<b>35</b>
<b>3. Selle Royal Group: lo stato attuale</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1 L'assemblaggio e il flusso dei materiali</b> .....	<b>38</b>
<b>3.2 Il flusso delle informazioni nel reparto di assemblaggio</b> .....	<b>44</b>
3.2.1 Enterprise Resource Planning (ERP).....	44
3.2.2 Warehouse Management System (WMS).....	46
3.2.3 Manufacturing Execution System (MES).....	46
<b>3.3 I problemi attuali, traino del progetto di tesi</b> .....	<b>49</b>
<b>4. Selle Royal Group: La soluzione proposta e implementata</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1 L'approccio</b> .....	<b>54</b>
<b>4.2 Plan – Acquisire ed elaborare le informazioni</b> .....	<b>54</b>
4.2.1 Operazioni di prelaborazione estetica.....	57
4.2.2 Operazioni di prelaborazione funzionale.....	60
4.2.3 Considerazioni sulle operazioni descritte .....	63
<b>4.3 Do – Proposta di un layout produttivo</b> .....	<b>65</b>
4.3.1 Algoritmo di King (Metodo ROC).....	65
4.3.2 Analisi delle famiglie di prodotti .....	70
4.3.3 Ipotesi di layout del reparto .....	74
4.3.4 Considerazioni su capacità e mix produttivo .....	84
4.3.5 Implementazione del sistema MES .....	84
4.3.6 Variabili ambientali.....	86
<b>4.4 Check – Implementazione del progetto</b> .....	<b>87</b>
<b>4.5 Act – Verifica dei risultati</b> .....	<b>88</b>
<b>4.6 Valutazione economica, dei tempi di implementazione e degli impatti organizzativi del progetto</b> .....	<b>90</b>
4.6.1 Valutazione economica .....	90
4.6.2 Valutazione dei tempi di implementazione.....	94

4.6.3 Valutazione degli impatti organizzativi.....	95
<b>4.7 Conclusione del caso studio .....</b>	<b>97</b>
<b>5. Conclusioni.....</b>	<b>99</b>
5.1 Sintesi del contesto e degli obiettivi dell'analisi .....	99
5.2 Limiti dell'analisi.....	100
5.3 Caso studio e letteratura.....	101
<i>Bibliografia e Sitografia.....</i>	<i>105</i>
<i>Indice delle figure e delle tabelle.....</i>	<i>109</i>





## **Abstract**

Il lavoro di tesi rappresenta un progetto di miglioramento interno all'azienda Selle Royal Group di Pozzoleone, dove svolgo la mia attività professionale. L'obiettivo principale del progetto è stato quello di progettare una nuova area di pre-lavorazione che si occupasse dell'efficiente gestione dei semilavorati intermedi tra il processo di schiumatura-rifilo e quello di assemblaggio finale delle selle.

L'analisi dettagliata delle operazioni e dei prodotti, unita alla necessità di ottimizzare l'utilizzo delle risorse e affrontare la complessità della realtà gestionale aziendale, ha alimentato la sfida verso la ricerca di nuove soluzioni. Affrontare questa sfida all'interno di una grande impresa come Selle Royal mi ha dato l'opportunità di applicare sul campo le conoscenze e le tecniche gestionali apprese durante il percorso di studi.

La progettazione della nuova area di pre-lavorazione ha richiesto un'analisi approfondita dei processi produttivi e una riflessione sui possibili punti di miglioramento. La necessità di riorganizzare il processo di pre-lavorazione dei semilavorati ha portato alla proposta di una soluzione organizzativa che avesse come obiettivo primario rendere il flusso il più snello possibile, ottimizzando le operazioni e riducendo i tempi morti.

Il lavoro di tesi è suddiviso in diverse sezioni. Inizialmente, viene fornita una panoramica sull'azienda Selle Royal Group e sui processi produttivi, per contestualizzare il progetto all'interno dell'organizzazione aziendale. Successivamente, vengono presentati e analizzati alcuni studi e ricerche presenti in letteratura riguardanti il miglioramento dei processi produttivi e le tecniche di progettazione industriale.

Nella parte centrale del lavoro, viene descritta l'implementazione delle tecniche di progettazione utilizzate per la creazione della nuova area dedicata alle operazioni di pre-lavorazione. Questo include la definizione degli obiettivi, l'analisi delle variabili tecniche e ambientali del processo e la scelta delle soluzioni più adatte per il miglioramento complessivo.

Vengono quindi esposti i risultati del caso studio in cui viene illustrata la nuova configurazione del reparto di pre-lavorazione. Vengono presentati grafici e immagini che mostrano la disposizione delle diverse stazioni di lavoro, le attrezzature utilizzate e il flusso

dei materiali lungo il processo. Inoltre, vengono forniti dati quantitativi riguardanti la riduzione dei tempi ciclo e l'efficienza complessiva del processo dopo l'implementazione della nuova linea.

Infine, il lavoro di tesi si conclude con una valutazione dei risultati ottenuti e una discussione critica sulle sfide affrontate e sulle possibili prospettive future di miglioramento. Si mette in evidenza l'importanza di un'approfondita analisi dei processi produttivi e della progettazione di soluzioni innovative per il raggiungimento degli obiettivi di efficienza e competitività aziendale.

## **1. L'azienda: Selle Royal Group S.p.A.**

Selle Royal è una storia di successo che ha radici nel 1965, quando il dottor Riccardo Bigolin ha avuto l'intuizione di aprire un piccolo laboratorio artigianale nella provincia di Vicenza, dedicato alla produzione di selle per biciclette. Sin dai primi anni, la qualità delle selle prodotte ha attirato l'attenzione anche al di fuori dei confini nazionali, tanto che già negli anni '60 l'intera produzione veniva esportata all'estero. Questo ha dimostrato fin da subito la proiezione internazionale dell'azienda, sottolineando la sua capacità di competere con successo sul mercato globale.

Negli anni successivi, Selle Royal ha continuato a crescere e innovare, ottenendo diversi brevetti per tecnologie produttive innovative e compiendo acquisizioni strategiche. Nel 1995, l'azienda ha acquisito un sito produttivo di selle e componenti per bicicletta in Brasile, ampliando ulteriormente la sua presenza nel mercato internazionale. Due anni dopo, nel 1997, è stato creato il marchio FIZIK, un brand destinato a entrare nel mondo delle competizioni su strada e ad affermarsi come punto di riferimento per ciclisti professionisti e appassionati di ciclismo.

Il 2002 è stato un anno cruciale per Selle Royal, poiché ha acquisito uno dei marchi più prestigiosi del settore delle selle per biciclette: BROOKS ENGLAND, famoso in tutto il mondo per le sue iconiche selle in cuoio, con un'heritage che risaliva addirittura al 1866. Questa acquisizione ha rafforzato ulteriormente la posizione di Selle Royal nel mercato globale, offrendo una vasta gamma di prodotti di alta qualità per soddisfare le diverse esigenze dei ciclisti.

Nel corso degli anni, Selle Royal ha continuato ad espandersi e diversificarsi. Nel 2008, ha acquisito Crankbrothers, un brand americano noto per i suoi pedali e componenti destinati al segmento della mountain bike. Questo ha permesso all'azienda di ampliare la sua offerta di prodotti e di entrare con successo in un nuovo segmento di mercato.

Nel 2010, Selle Royal ha acquisito la maggioranza di una delle più grandi aziende produttrici di selle in Cina, che in seguito è diventata Selle Royal China. Questa mossa strategica ha consentito all'azienda di consolidare la sua presenza sul mercato asiatico, che stava vivendo una crescita significativa nella domanda di biciclette e accessori correlati.

Negli anni successivi, Selle Royal ha continuato a espandersi attraverso ulteriori acquisizioni mirate. Nel 2011, è stata acquisita PEDALED, un brand giapponese specializzato nella produzione di abbigliamento per ciclisti urbani e sportivi, consentendo al gruppo di entrare nel settore dell'abbigliamento ciclistico.

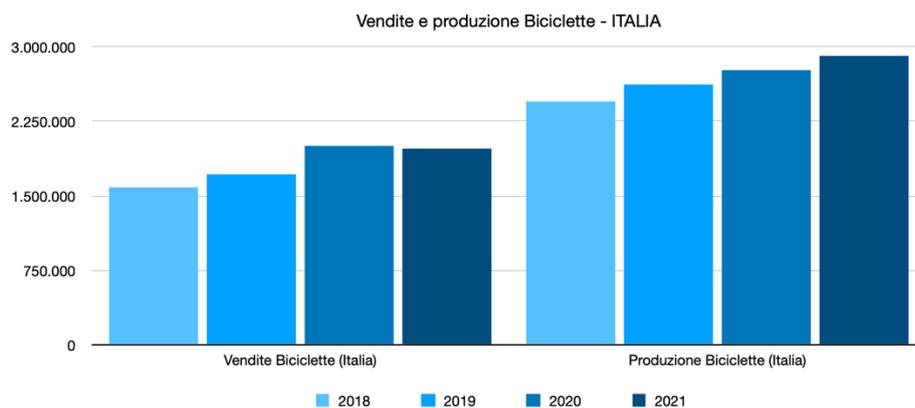
Nel 2012, è stata creata A4 Selection, un'unità dedicata alla distribuzione sul mercato europeo di brand di proprietà e di terze parti, consolidando ulteriormente la presenza di Selle Royal sul mercato internazionale.

L'evoluzione dell'azienda ha portato, infine, alla nascita del gruppo Selle Royal, che ha riunito tutti i diversi brand precedentemente gestiti come realtà distinte sotto un unico cappello. Questa ristrutturazione ha permesso di definire una strategia aziendale condivisa, allineata e declinata nei diversi brand, ottimizzando sinergie e opportunità di crescita.

Il 2021 è stato un anno significativo per Selle Royal, poiché l'azienda ha aperto il suo capitale a terzi, con l'inserimento del fondo Wisequity V, che ha acquisito il 33% della capogruppo. Questo passo ha consentito all'azienda di accedere a nuove risorse e competenze, aprendo ulteriori possibilità di sviluppo e crescita.

Oggi, Selle Royal Group è una realtà consolidata nel mondo della bicicletta, con una vasta gamma di prodotti e marchi che coprono diversi segmenti di mercato. La visione dell'azienda è incentrata sull'idea di promuovere un cambiamento positivo, mettendo in relazione gli esseri umani con il mondo esterno. La bicicletta rappresenta il mezzo per eccellenza per spostarsi in modo sostenibile e in sintonia con la natura, rispondendo alle crescenti esigenze di individui sempre più consapevoli e sensibili ai temi ambientali.

La crescente domanda di biciclette in Europa e nel mondo, riscontrata a partire dal 2019, conferma la validità della strategia aziendale di Selle Royal Group. La tendenza verso una maggiore attenzione all'ambiente, alla mobilità sostenibile e all'attività fisica ha contribuito a spingere il settore della bicicletta verso un notevole sviluppo. Questo è riscontrabile nei numeri illustrati di seguito (Figura 1.1), relativi alle vendite e alla produzione del mercato bici in Italia degli ultimi quattro anni (2018-2021).



	2018	2019	2020	2021
Vendite Biciclette (Italia)	1.595.000	1.713.000	2.010.000	1.975.000
Produzione Biciclette (Italia)	2.445.000	2.625.000	2.770.000	2.905.000

Figura 1.1 – Grafico Vendite e Produzione biciclette ITALIA, Fonte: ANCM (Associazione Nazionale Ciclo Motociclo Accessori)

Per quanto riguarda Selle Royal Group i numeri confermano il trend in crescita del settore. Il fatturato degli ultimi tre anni fiscali è indicativo della crescita dell'azienda: questo è passato infatti dai 60 milioni circa dell'anno 2020, ai 114 del 2021 fino ai 132 milioni di fatturato relativi all'anno fiscale 21-22<sup>1</sup> (la chiusura fiscale è fissata al 30/06).

Lo stabilimento produttivo di Pozzoleone, in provincia di Vicenza, rappresenta un polo importante per Selle Royal Group. Qui lavorano circa 300 operai, impegnati nella produzione delle selle per i vari brand del gruppo. Oltre a essere un centro produttivo, lo stabilimento ospita gran parte degli uffici aziendali, con circa 110 impiegati, contribuendo alla gestione e allo sviluppo dei diversi brand presenti nel portafoglio dell'azienda.

Con una solida storia alle spalle e una strategia aziendale chiara e orientata al futuro, Selle Royal Group continua a consolidarsi come un punto di riferimento nel settore della bicicletta, affrontando le sfide del mercato globale con determinazione e innovazione.

## 1.1 Il processo

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.selleroyalgroup.com/it/investors/>

Per entrare nello specifico del processo produttivo della sella mi sembra utile partire dal prodotto finito per poi suddividerla, con l'aiuto di qualche immagine, nei suoi diversi componenti e processi che concorrono a creare questi ultimi.



Figura 1.2 – Esempi di Prodotti del brand Selle Royal, Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

Una sella a marchio Selle Royal (Figura 1.2), che rappresenta la maggior produzione dello stabilimento in termini di numero di pezzi e di impiego di manodopera, è costituita principalmente da quattro parti: una copertina (parte superiore), la schiuma poliuretanic (all'interno), una base in plastica (feltro), che assieme alla copertina contiene la schiuma, e una forchetta metallica che funge da punto di aggancio al reggisella e di conseguenza alla bicicletta.



Figura 1.3 – Esplosione di una sella del brand Selle Royal, Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

La copertina è solitamente in PVC e viene ricavata a partire da lunghi rotoli di materiale tramite dei processi di taglio e saldatura. Il feltro viene invece prodotto esternamente tramite stampaggio ad iniezione su specifiche dell'azienda. Questi primi due componenti convergono nel processo chiave dell'azienda, la fase di schiumatura. In questo step, tramite

dei macchinari chiamati caroselli, copertina e feltro si uniscono grazie ad una colata in stampo di una miscela poliuretana. L'output della fase viene trasportato tramite dei sistemi rigidi aerei alle postazioni di rifilo in cui viene rimossa dal pezzo la copertina in eccesso (bava di PVC). Qui si ottiene il primo semilavorato concreto del processo: lo schiumato, composto da un feltro (base plastica) e una copertina (parte superiore) che racchiudono la schiuma.

Gli schiumati a questo punto entrano nel reparto di finitura in cui vengono lavorati per diventare prodotto finito. La finitura è sostanzialmente un insieme di operazioni di assemblaggio manuali con il fine di rendere funzionale la sella (installare la forchetta metallica) e aggiungere dei dettagli estetici.

A questo punto le selle imballate in finitura vengono portate in magazzino spedizioni per essere stoccate in attesa di essere spedite ai diversi clienti nel mondo.

Andando a riassumere il processo produttivo possiamo dire che si suddivide in quattro aree differenti, che definiscono anche i rispettivi reparti produttivi dell'azienda: taglio, schiumatura, rifilo e assemblaggio (finitura). I primi due reparti sono caratterizzati da un elevato utilizzo di macchinari e dunque si possono definire capital intensive, rifilo e assemblaggio sono invece labour intensive: qui è la manodopera che dà valore aggiunto al prodotto.



## 2. Teoria e tecniche utilizzate

Il capitolo parla della progettazione di un impianto industriale, sottolineando l'importanza dell'analisi e della pianificazione per garantire un'efficace produzione di beni o servizi. Vengono descritte varie fasi della procedura, tra cui l'analisi della famiglia di prodotti, la matrice prodotto-processo, l'analisi e bilanciamento dei tempi ciclo, la selezione della strategia di flusso produttivo e l'ottimizzazione del layout di produzione. Viene anche menzionato il ciclo PDCA come strumento di miglioramento continuo.

Nella prima fase, si esamina la Product Family Analysis, un'importante metodologia per analizzare le relazioni tra i prodotti all'interno di una famiglia di prodotti. Vengono descritti i passi coinvolti, inclusa l'identificazione della famiglia di prodotti, l'analisi delle caratteristiche comuni e delle differenze specifiche, la definizione dei criteri di classificazione e l'identificazione di opportunità di standardizzazione.

La matrice prodotto-processo è presentata come uno strumento per correlare i prodotti con i processi produttivi e ottimizzare l'allocazione delle risorse.

Successivamente, si parla dell'analisi dei tempi ciclo e del bilanciamento per garantire un flusso di produzione efficiente.

La fase di selezione della strategia di flusso produttivo è descritta come il cuore della progettazione dell'impianto industriale, con diversi tipi di layout produttivo presentati, inclusi layout a linea di montaggio, celle di lavoro, layout a U e altri. La manovia è introdotta come un tipo comune di layout di produzione.

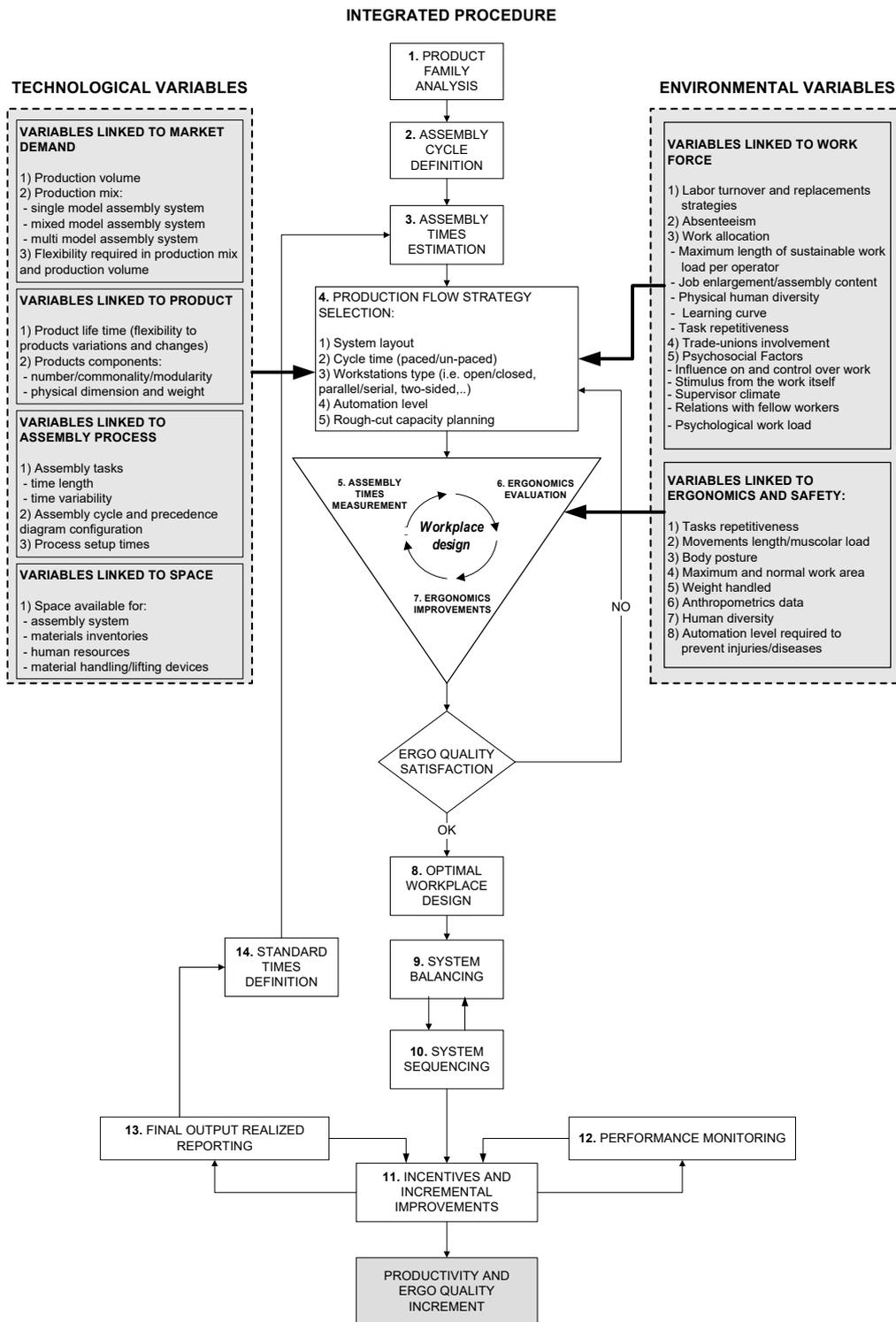
Viene enfatizzata l'importanza dell'ottimizzazione del layout, tenendo conto della minimizzazione degli spostamenti, dell'ottimizzazione del flusso di produzione, della sicurezza e dell'ergonomia, e della pianificazione per la crescita futura.

Infine, si menzionano le variabili tecnologiche e ambientali che devono essere considerate nella progettazione del processo produttivo per migliorare l'efficienza e la sostenibilità.

In generale, il testo fornisce una panoramica dettagliata delle diverse fasi coinvolte nella progettazione di un impianto industriale, concentrandosi su aspetti come la pianificazione, l'analisi dei prodotti, l'ottimizzazione del layout e il miglioramento continuo.

## ***2.1 Tecniche di Progettazione di un Impianto Industriale e ciclo PDCA***

La progettazione di un impianto industriale è un processo cruciale per garantire un'efficiente produzione di beni o servizi. La realizzazione di un'efficace manovra, ovvero una linea di produzione a cadenza imposta che permette di lavorare un determinato lotto su diverse postazioni con diversi operatori, richiede un'attenta analisi e pianificazione. Questo capitolo esplorerà alcune tecniche utilizzate nella progettazione dell'impianto industriale, compresa la matrice prodotto-processo e l'analisi e bilanciamento dei tempi ciclo, con l'ausilio di disegni esplicativi per una migliore comprensione.



Questo schema è relativo alla procedura integrata di progettazione di un impianto industriale e i vari aspetti da considerare, tra cui variabili ambientali e variabili tecnologiche.

<sup>2</sup> Battini D., Faccio M., Persona A., Sgarbossa F., *New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design*, *Int. Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 41, 2011, PP. 30-42

Le *variabili ambientali* si riferiscono all'ambiente di lavoro e includono fattori legati alla forza lavoro, all'ergonomia e alla sicurezza. In passato, queste variabili venivano considerate solo dopo che il processo produttivo era già attivo, ma oggi è essenziale tenerle in considerazione fin dalle fasi iniziali della progettazione. Ciò implica progettare i sistemi industriali tenendo conto della sicurezza sul lavoro, dell'ergonomia delle postazioni di lavoro e delle condizioni di lavoro degli operatori.

Le *variabili tecnologiche*, invece, sono invece quelle legate ai processi produttivi della sella e comprendono diversi aspetti che verranno approfonditi successivamente. Inoltre, si evidenzia l'importanza dell'automazione come strumento di miglioramento a supporto dell'ergonomia e della sicurezza oltre che della produttività.

La procedura integrata descritta nel testo comprende diverse fasi, come l'analisi della famiglia di prodotti, l'analisi dei vincoli tecnologici e ambientali, la definizione dei tempi standard di produzione e l'ottimizzazione del layout di produzione. Inoltre, si fa riferimento alla selezione della strategia di flusso produttivo, alla definizione dei tempi di assemblaggio e alla valutazione dell'ergonomia dei posti di lavoro.

Infine, la procedura include il monitoraggio delle prestazioni del sistema, il miglioramento continuo e la valutazione della soddisfazione degli operatori riguardo all'ergonomia e alla qualità del lavoro svolto. L'obiettivo è quello di aumentare la produttività e migliorare la qualità del lavoro degli operatori attraverso l'ottimizzazione dei processi produttivi e l'adozione di tecnologie avanzate e sicure.

Questo schema è la base di partenza del lavoro svolto presso lo stabilimento di Pozzoleone di Selle Royal. Nei prossimi paragrafi si esplicano le diverse fasi del processo e gli strumenti presenti in letteratura per svolgere i diversi passaggi.

A questa procedura si affianca la modalità di gestione del ciclo PDCA. Il ciclo PDCA, anche noto come ciclo di Deming o ciclo di miglioramento continuo, è un metodo di gestione che si basa su quattro fasi interconnesse: Plan (Pianificare), Do (Fare), Check (Controllare) e Act (Agire). Questo ciclo è utilizzato per promuovere il miglioramento continuo all'interno di un'organizzazione o di un processo, in modo da raggiungere risultati sempre più efficaci ed efficienti.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Deming, W. E. (2018). *Out of the Crisis, reissue*. MIT press.

Ecco una breve spiegazione di ciascuna fase del ciclo PDCA:

1. **Pianificare (Plan):** in questa fase iniziale, si identificano gli obiettivi da raggiungere e si pianificano le azioni e le strategie necessarie per raggiungerli. Questa pianificazione dovrebbe essere basata su dati e analisi approfondite, identificando i problemi da risolvere e gli obiettivi da perseguire.
2. **Fare (Do):** una volta pianificato il percorso, si passa all'attuazione delle azioni e delle strategie definite nella fase di pianificazione. In questa fase, vengono implementate le soluzioni e i miglioramenti identificati, testando le nuove procedure o metodi di lavoro.
3. **Controllare (Check):** dopo aver implementato le azioni, si valuta il loro impatto e si confrontano i risultati ottenuti con gli obiettivi pianificati. In questa fase, si raccoglie e si analizza una serie di dati e indicatori per valutare l'efficacia delle azioni messe in atto e per identificare eventuali scostamenti rispetto agli obiettivi prefissati.
4. **Agire (Act):** sulla base delle valutazioni e delle analisi effettuate nella fase di controllo, si prendono decisioni e si agisce per migliorare ulteriormente il processo o l'organizzazione. Questo può significare apportare ulteriori modifiche, raffinare le strategie o implementare nuove soluzioni per raggiungere gli obiettivi prefissati in modo più efficace e efficiente<sup>4</sup>.

Una volta completato un ciclo PDCA, l'intero processo si ripete in modo continuo, dando vita a un approccio di miglioramento continuo. Questo ciclo iterativo permette di affrontare i problemi in modo strutturato, di apprendere dai successi e dagli errori e di apportare miglioramenti incrementali nel tempo.

La procedura di progettazione si inserisce tra le fasi Do, Check e Act, mentre la fase di Plan è a monte e verrà presa in esame direttamente nel caso studio.

## **2.2 Product Family Analysis**

Il primo passo della procedura è l'analisi della famiglia dei prodotti che l'impianto industriale dovrà produrre. La Product Family Analysis è un'importante metodologia

---

<sup>4</sup> N. Slack, A. Brandon-Jones, P. Danese, P. Romano, A. Vinelli, *Gestione delle operations e dei processi*, Pearson Italia S.p.A, 2019, p. 451

utilizzata nell'ambito dell'ingegneria e della gestione della produzione per analizzare e comprendere le relazioni tra i prodotti simili all'interno di una famiglia di prodotti.

In molte aziende, soprattutto in settori dove vengono prodotti diversi tipi di prodotti con caratteristiche e varianti simili, esiste il concetto di "famiglia di prodotti". Questa famiglia è composta da prodotti che condividono alcune caratteristiche fondamentali, come il design, le tecnologie utilizzate, i materiali impiegati o le funzionalità base. Tuttavia, all'interno di questa famiglia, possono esserci differenze specifiche tra i prodotti, come dimensioni, colori, accessori, o altre caratteristiche che li rendono unici.

La Product Family Analysis mira a individuare e definire queste somiglianze e differenze tra i prodotti all'interno della famiglia, al fine di sviluppare strategie e approcci più efficienti per la produzione, il design, la pianificazione e il marketing.

I passi principali coinvolti nella Product Family Analysis includono:

1. Identificazione della famiglia di prodotti: questa fase consiste nel definire e delimitare la famiglia di prodotti oggetto dell'analisi. Questa può essere costituita da un gruppo di prodotti correlati che possono essere raggruppati insieme sulla base delle loro caratteristiche comuni.
2. Analisi delle caratteristiche comuni: in questa fase, vengono identificate le caratteristiche e le specifiche condivise dai prodotti all'interno della famiglia. Queste caratteristiche possono essere tecnologiche, funzionali, estetiche o di altro tipo.
3. Analisi delle differenze specifiche: oltre alle caratteristiche comuni, si analizzano anche le differenze specifiche tra i prodotti all'interno della famiglia. Queste possono riguardare aspetti quali dimensioni, colori, accessori, o altre specifiche che li distinguono l'uno dall'altro.
4. Definizione dei criteri di classificazione: vengono definiti i criteri e le metriche per classificare i prodotti all'interno della famiglia in base alle loro somiglianze e differenze. Questi criteri possono essere utilizzati per creare sottogruppi di prodotti all'interno della famiglia.
5. Identificazione di opportunità di standardizzazione: l'analisi delle caratteristiche comuni permette di individuare opportunità di standardizzazione di componenti, processi o materiali tra i prodotti della famiglia. Questo può portare a ridurre i costi, migliorare l'efficienza produttiva e semplificare il processo di produzione.

6. Sviluppo di strategie di prodotto: basandosi sull'analisi delle caratteristiche comuni e delle differenze specifiche, vengono sviluppate strategie per il design, la produzione e il marketing dei prodotti all'interno della famiglia. Ciò può includere la creazione di piattaforme di prodotto comuni, l'adattamento delle linee di produzione e l'ottimizzazione delle attività di marketing.

In sintesi, la Product Family Analysis nel caso della progettazione di un impianto industriale è uno strumento potente che permette di comprendere meglio le relazioni tra i prodotti simili e di sviluppare strategie mirate per la gestione della produzione.

Uno dei principali strumenti per fare questa analisi è la matrice prodotto-processo.

### ***2.2.1 Matrice Prodotto-Processo***

La matrice prodotto-processo è uno strumento di analisi che consente di correlare i diversi prodotti con i processi produttivi necessari per realizzarli. Questa matrice aiuta a identificare i requisiti di produzione specifici per ciascun prodotto e a ottimizzare l'allocazione delle risorse, riducendo i tempi di ciclo e aumentando l'efficienza complessiva dell'impianto.

La matrice prodotto-processo è organizzata in modo da riportare i diversi prodotti lungo l'asse orizzontale e i vari processi produttivi lungo l'asse verticale. In ciascuna cella della matrice, verrà indicata la quantità di tempo necessaria per completare il processo produttivo di un determinato prodotto. Inoltre, possono essere aggiunti altri parametri, come i requisiti di manodopera, i materiali e le attrezzature necessarie per ciascun processo.

### ***2.3 Assembly Cycle Definition e Assembly Time Definition***

Il secondo e terzo step della procedura di progettazione consistono nell'analisi dei task che si devono svolgere durante l'assemblaggio e nella definizione dei tempi ciclo di tali task.

L'analisi e il bilanciamento dei tempi ciclo sono fondamentali per garantire che il flusso di produzione sia efficiente e che non vi siano ritardi o congestioni nel processo. Il tempo ciclo

rappresenta la durata media necessaria per completare una singola unità del prodotto, ed è calcolato tenendo conto di tutte le fasi e i tempi impiegati nei vari task.

Per effettuare l'analisi dei tempi ciclo, vengono raccolti dati e osservazioni sulle attività svolte dagli operatori durante la produzione. Questo include i tempi di setup delle macchine, i tempi di lavorazione, i tempi di movimentazione dei materiali, i tempi di controllo qualità e tutti gli altri elementi che contribuiscono alla produzione di un'unità del prodotto.

Nell'analisi del ciclo di produzione di un articolo bisogna tenere in considerazione i gradi di libertà dei task, la reversibilità di questi e gli eventuali vincoli di precedenza tecnologica.

Una volta raccolti i dati, viene effettuato il bilanciamento dei tempi ciclo, ovvero l'equilibrio tra le diverse attività al fine di minimizzare i tempi di inattività e massimizzare l'utilizzo delle risorse. Questo può comportare la redistribuzione delle operazioni o l'implementazione di nuove procedure per ottimizzare il flusso di produzione.

#### ***2.4 Production Flow Strategy Selection***

Questa fase è il cuore della progettazione dell'impianto industriale; vengono effettuate scelte fondamentali per la struttura e l'organizzazione del sistema produttivo, comprendenti il layout produttivo, la cadenza di produzione, la configurazione delle postazioni di lavoro e il livello di automazione da adottare.

La scelta del layout produttivo rappresenta uno degli elementi centrali di questa fase. Esistono diversi tipi di layout produttivo, ciascuno dei quali presenta vantaggi e caratteristiche specifiche, che rendono il sistema più adatto alle esigenze produttive e organizzative dell'azienda. Di seguito vengono presentati alcuni dei principali tipi di layout produttivo<sup>5</sup>. Successivamente verrà presentato il layout di assemblaggio della manovia, attualmente utilizzato nel reparto di finitura di Selle Royal nello stabilimento di Pozzoleone.

1. Layout a linea di montaggio: in questo tipo di layout, le postazioni di lavoro sono disposte linearmente in una sequenza logica, in modo che i prodotti si spostino da una stazione all'altra lungo una linea di produzione. Questo layout è ideale per la produzione di grandi quantità di prodotti standardizzati, poiché favorisce una

---

<sup>5</sup> N. Slack, A. Brandon-Jones, P. Danese, P. Romano, A. Vinelli, *Gestione delle operations e dei processi*, Pearson Italia S.p.A, 2019, p. 123-126

produzione continua e lineare, riducendo al minimo gli spostamenti e il tempo di trasferimento tra le stazioni.

2. Layout a cella di lavoro: le postazioni di lavoro sono raggruppate in celle o gruppi funzionali in base alle operazioni simili che devono essere svolte. Questo layout favorisce la collaborazione e la comunicazione tra gli operatori e può essere particolarmente utile per la produzione di prodotti personalizzati o complessi, in cui è necessaria una maggiore flessibilità.
3. Layout a U: le postazioni di lavoro sono organizzate a forma di U, consentendo agli operatori di muoversi agevolmente tra le diverse fasi dell'assemblaggio. Questo layout è utile quando ci sono molte operazioni sequenziali e il prodotto deve essere spostato più volte tra le stazioni.
4. Layout a processo batch: in questo layout, i prodotti vengono assemblati in gruppi o lotti, e le operazioni di assemblaggio vengono svolte in sequenza su ogni lotto. Questo tipo di layout è adatto per la produzione di lotti di prodotti simili e può consentire una maggiore flessibilità nella gestione della produzione.
5. Layout misto: questo tipo di layout combina diverse caratteristiche di altri layout, adattandosi alle esigenze specifiche dell'azienda. Ad esempio, può includere una combinazione di linee di montaggio e celle di lavoro, in modo da sfruttare i vantaggi di entrambi i layout.

#### ***2.4.1 La manovia***

La manovia è un tipo di layout di produzione molto comune in ambienti industriali, soprattutto nel settore manifatturiero. Si tratta di un sistema di trasporto che permette di lavorare un determinato lotto di prodotti su diverse postazioni con diversi operatori dislocati attorno alla manovia stessa. Questo tipo di layout è particolarmente adatto per la produzione di grandi quantità di prodotti standardizzati o simili, in cui è richiesta una produzione continua e lineare.

Il funzionamento della manovia prevede che i prodotti vengano trasportati su un nastro trasportatore o su un sistema di carrelli, spostandosi da una stazione all'altra lungo il percorso della manovia. Ogni stazione corrisponde a una specifica fase del processo di produzione, e gli operatori assegnati a ciascuna stazione si occupano di svolgere l'operazione specifica assegnata a quella fase.



*Figura 2.1 – Esempio di una manovia del reparto di finitura SR, Fonte interna aziendale*

Le principali caratteristiche della manovia come layout di produzione includono:

1. **Continuità del flusso di produzione:** la manovia favorisce un flusso continuo e lineare dei prodotti, riducendo al minimo gli spostamenti e il tempo di trasferimento tra le diverse stazioni. Ciò contribuisce a ridurre i tempi di produzione e a migliorare l'efficienza complessiva del processo.
2. **Specializzazione delle postazioni di lavoro:** ogni stazione della manovia è dedicata a una specifica operazione, consentendo agli operatori di specializzarsi e diventare esperti in quella particolare attività. Ciò può contribuire ad aumentare la produttività e la qualità delle operazioni svolte.
3. **Standardizzazione delle operazioni:** poiché la manovia è progettata per produrre prodotti standardizzati o simili, le operazioni svolte in ciascuna stazione sono spesso standardizzate per garantire coerenza e uniformità nel processo di produzione.
4. **Automazione:** in molte manovie, alcune operazioni possono essere automatizzate per migliorare l'efficienza e ridurre la dipendenza dalla forza lavoro umana. Ad esempio, possono essere utilizzati robot o macchine automatiche per eseguire alcune fasi dell'assemblaggio.
5. **Monitoraggio e controllo:** la manovia può essere dotata di sistemi di monitoraggio e controllo per rilevare eventuali problemi o anomalie nel processo di produzione e intervenire tempestivamente per risolverli.

6. Scalabilità: la manovia può essere facilmente adattata per gestire diverse quantità di produzione, consentendo una maggiore flessibilità in base alle esigenze dell'azienda.

In sintesi, la manovia come layout di produzione offre numerosi vantaggi, tra cui una maggiore efficienza, specializzazione delle operazioni e standardizzazione del processo. Tuttavia, è importante considerare attentamente le esigenze dell'azienda e il tipo di prodotti da realizzare per determinare se questo layout sia il più adatto per ottimizzare la produzione. La divisione del lavoro è un concetto fondamentale nell'organizzazione delle attività umane. Si tratta di suddividere un compito complesso in sotto-attività assegnate a individui o gruppi specifici. Questo approccio permette una maggiore efficienza e specializzazione nel completamento dei compiti, contribuendo così a migliorare la produttività complessiva. Tuttavia, in alcune situazioni, come nei processi ad alta varietà, la divisione del lavoro può risultare più complessa.

Nel contesto dei processi ad alta varietà, le mansioni possono essere difficili da definire in modo dettagliato e rigido. Questo perché le situazioni possono essere molto variabili e richiedere adattamenti continui. In queste circostanze, è comunque consigliabile avere almeno una minima definizione della mansione, ma è preferibile formulare questa definizione in termini di "risultato atteso" anziché elencare specifiche attività da svolgere. L'approccio basato sul "risultato atteso" fornisce una maggiore flessibilità agli individui incaricati di completare una determinata mansione. Invece di essere vincolati da una lista rigida di attività da svolgere, possono concentrarsi sul raggiungimento del risultato desiderato, adattando le loro azioni alle circostanze specifiche che si presentano. Questo approccio può essere particolarmente vantaggioso quando si tratta di affrontare situazioni complesse e mutevoli, consentendo una maggiore adattabilità e reattività nell'ambiente di lavoro<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> N. Slack, A. Brandon-Jones, P. Danese, P. Romano, A. Vinelli, *Gestione delle operation e dei processi*, Pearson Italia S.p.A, 2019, p. 131, 132

### ***2.4.2 Ottimizzazione del Layout***

Nella scelta e nell'ottimizzazione del layout di produzione, è importante valutare attentamente le diverse configurazioni e considerare gli aspetti specifici del processo produttivo. Alcuni aspetti chiave da considerare includono:

- Minimizzare gli spostamenti: ridurre al minimo la distanza e gli spostamenti degli operatori e dei materiali può migliorare l'efficienza complessiva del processo.
- Ottimizzare il flusso di produzione: organizzare le diverse fasi del processo in modo logico e coordinato può favorire un flusso di produzione continuo e senza intoppi.
- Considerare la sicurezza e l'ergonomia: assicurarsi che le attrezzature e le postazioni di lavoro siano disposte in modo da garantire la sicurezza degli operatori e migliorare l'ergonomia del processo.
- Pianificare per la crescita futura: prevedere la possibilità di espandere o modificare il layout in futuro può garantire la flessibilità e la capacità di adattarsi a cambiamenti nel processo produttivo.

In conclusione, la progettazione del layout di produzione di un impianto industriale è un'operazione complessa che richiede un'analisi dettagliata delle esigenze produttive e delle specifiche del processo. L'utilizzo di grafici e immagini può aiutare a illustrare diverse configurazioni possibili e fornire un'idea visiva delle soluzioni proposte. L'obiettivo principale è ottimizzare il flusso di produzione, migliorare l'efficienza e garantire un ambiente di lavoro sicuro e produttivo per gli operatori.

### ***2.5 Considerazioni sulle Variabili Tecnologiche e Ambientali del Processo***

La progettazione e l'ottimizzazione di un processo produttivo devono tenere conto di una serie di variabili tecnologiche e ambientali che possono influenzare l'efficienza e la sostenibilità dell'intero processo. Di seguito si andranno ad esplorare le principali variabili tecnologiche e ambientali. Successivamente andremo nel dettaglio di quelle presenti nel contesto della produzione di selle da bicicletta presso lo stabilimento di Pozzoleone di Selle Royal Group.

### ***2.5.1 Variabili Tecnologiche***

Le variabili tecnologiche rivestono un ruolo di rilievo nell'ambito dell'ingegneria industriale, determinando l'efficienza, la competitività e la capacità di adattamento delle aziende alle dinamiche di mercato e alle esigenze dei clienti. Queste variabili sono una combinazione di elementi interdipendenti legati a diversi aspetti dell'ambiente produttivo e includono le seguenti categorie principali:

1. **Processo:** la variabile tecnologica legata al processo di produzione coinvolge l'utilizzo di tecnologie avanzate di automazione, robotica e controllo numerico (CNC) per migliorare l'efficienza e la precisione delle operazioni. L'implementazione di sistemi di monitoraggio e di controllo avanzati, come il Manufacturing Execution System (MES) e l'Internet of Things (IoT), permette di ottimizzare la produzione in tempo reale, ridurre i tempi ciclo e prevenire potenziali guasti.
2. **Spazio:** nel contesto ingegneristico, l'ottimizzazione dello spazio produttivo si basa sull'utilizzo di software di simulazione e analisi del flusso di materiale e di personale, noti come simulation and modeling tools. Questi strumenti permettono di valutare diverse configurazioni di layout di produzione, minimizzando le distanze di spostamento e ottimizzando il flusso di lavoro. L'ottimizzazione dello spazio può portare a una maggiore efficienza produttiva, riducendo i costi operativi e aumentando la capacità produttiva.

L'adozione consapevole di queste variabili tecnologiche nell'ambito dell'ingegneria industriale rappresenta un elemento cruciale per il successo e la competitività delle aziende nel contesto globale. Le tecnologie avanzate consentono di ottenere un vantaggio competitivo attraverso l'innovazione, l'efficienza operativa e la soddisfazione del cliente. Tuttavia, è importante ricordare che l'introduzione di nuove tecnologie richiede una pianificazione strategica, una corretta valutazione dei costi e benefici e un adeguato supporto e formazione del personale coinvolto per garantire un'implementazione efficace e di successo.

### ***2.5.2 Variabili tecnologiche nel processo di finitura in Selle Royal***

Nei processi produttivi della sella, esistono numerosi vincoli tecnologici che devono essere attentamente considerati per garantire un'elevata qualità del prodotto finale e un'efficienza ottimale del processo. Alcuni esempi di vincoli tecnologici legati alle prelaborazioni della sella includono il lavaggio delle superfici per preparare l'incollaggio, i tempi di incollaggio e la temperatura durante le operazioni di pre-lavorazione.

1. **Lavaggio delle superfici:** Una fase critica nelle prelaborazioni della sella è il lavaggio delle superfici che devono essere incollate. La pulizia accurata delle superfici è essenziale per garantire un'adeguata adesione e resistenza del materiale incollato. Al lavaggio della superficie corrisponde un successivo tempo di asciugatura da tenere in considerazione durante la progettazione della linea.
2. **Tempi di incollaggio:** Durante le prelaborazioni, la fase di incollaggio richiede una gestione attenta dei tempi. Le caratteristiche del materiale adesivo, la temperatura ambiente e altri fattori possono influenzare il tempo necessario per ottenere una giusta adesione tra le superfici incollate. È essenziale monitorare e controllare accuratamente i tempi di incollaggio per garantire una saldatura efficace e duratura, evitando sia tempi di incollaggio insufficienti che eccessivi.
3. **Temperatura:** La temperatura ambientale e la temperatura di incollaggio sono fattori cruciali che influenzano la reattività e la performance dell'adesivo utilizzato durante le diverse prelaborazioni della sella. Essendo la temperatura ambientale una variabile non controllabile si deve prestare particolare attenzione ai collanti utilizzati e alla loro composizione chimica.
4. **Automazione della manovia:** Come accennato in precedenza, l'automazione della manovia è un vincolo tecnologico obbligato per garantire l'efficienza e l'ottimizzazione del flusso di alcune prelaborazioni della sella. L'automazione della manovia consente di ridurre gli errori umani nella gestione dei tempi, aumentare la produttività e garantire una produzione cadenzata e di alta qualità.

La gestione e il superamento dei vincoli tecnologici nei processi produttivi della sella richiedono un approccio multidisciplinare e un costante monitoraggio delle prestazioni e dell'efficacia delle soluzioni implementate. La combinazione di tecnologie avanzate, automazione, gestione accurata dei tempi e delle temperature, unita a una corretta

formazione e competenza del personale coinvolto, costituisce la chiave per ottenere una produzione efficiente e di qualità nelle fasi di prelaborazione e finitura delle selle.

### ***2.5.3 Variabili Ambientali***

Le variabili ambientali, in termini di ingegneria industriale, sono fondamentali per ottimizzare l'efficienza del processo produttivo e garantire un ambiente di lavoro sicuro ed ergonomico per gli operatori. L'approccio alla progettazione deve essere multidisciplinare, coinvolgendo diverse competenze, come l'ergonomia, la sicurezza sul lavoro e l'ingegneria industriale, per assicurare un'ottimale integrazione delle variabili ambientali nel sistema produttivo.

1. **Ergonomia e Layout di Produzione:** l'analisi ergonomica del layout di produzione è cruciale per progettare uno spazio di lavoro che sia ergonomico ed efficiente. Ciò comprende la disposizione ottimale delle postazioni di lavoro, l'altezza dei piani di lavoro, la scelta di attrezzature ergonomiche e la riduzione delle forze e dei movimenti ripetitivi che possono causare fatica e stress muscoloscheletrico. La progettazione ergonomica mira anche a ottimizzare i flussi di materiale e le distanze di spostamento per ridurre il carico fisico sugli operatori e migliorare la produttività complessiva.
2. **Sicurezza e Protezione:** la sicurezza sul lavoro è un fattore determinante nell'ambiente produttivo. La valutazione dei rischi e l'implementazione di misure preventive sono fondamentali per prevenire incidenti e infortuni. Ciò può includere l'utilizzo di barriere di sicurezza, dispositivi di protezione individuale (DPI), sistemi di allarme e segnalazioni visive per indicare le zone pericolose. L'ingegneria della sicurezza contribuisce a mitigare i rischi potenziali associati alle operazioni di prelaborazione, garantendo un ambiente di lavoro più sicuro e protetto per gli operatori.
3. **Tecnologie Avanzate e Automazione:** l'implementazione di tecnologie avanzate e sistemi di automazione è un altro aspetto chiave per affrontare le variabili ambientali nel processo produttivo. L'automazione delle operazioni può ridurre l'esposizione degli operatori a situazioni pericolose e migliorare l'efficienza complessiva del processo. L'utilizzo di robot industriali, dispositivi di manipolazione automatica e

sistemi di monitoraggio avanzati può contribuire a migliorare la precisione, ridurre gli errori umani e garantire un flusso di lavoro più fluido e sicuro.

4. **Formazione e Competenze:** un altro elemento cruciale per affrontare le variabili ambientali è la formazione e la competenza del personale. Gli operatori devono essere adeguatamente formati per comprendere e rispettare le procedure di sicurezza, utilizzare correttamente le attrezzature ergonomiche e adottare pratiche lavorative sicure ed efficienti. La formazione continua e la promozione di una cultura della sicurezza sono fondamentali per garantire che gli operatori operino in modo consapevole e responsabile nel contesto produttivo.

In sintesi, l'approccio alla progettazione di un impianto industriale deve integrare le variabili ambientali, quali ergonomia e sicurezza, attraverso l'utilizzo di tecnologie avanzate e sistemi di automazione, insieme a una formazione adeguata del personale. Questo approccio multidisciplinare garantisce una maggiore efficienza produttiva, un ambiente di lavoro più sicuro ed ergonomico e una migliore qualità complessiva del processo produttivo.

#### ***2.5.4 Variabili ambientali nel processo di finitura in Selle Royal***

Durante la fase di progettazione della linea di pre-lavorazione presso Selle Royal, sono necessarie particolari attenzioni per garantire un ambiente produttivo efficiente e sicuro. Al fine di ottimizzare le operazioni e migliorare l'ergonomia delle attività lavorative, alcune caratteristiche specifiche devono essere prese in considerazione:

1. **Sicurezza sul lavoro:** la sicurezza degli operatori è di primaria importanza in qualsiasi processo produttivo. La progettazione della linea dovrebbe prevedere l'implementazione di misure preventive, come dispositivi di protezione individuale (DPI), barriere di sicurezza, sistemi di allarme e segnalazioni visive per indicare le zone pericolose. La disposizione delle postazioni di lavoro dovrebbe essere studiata per ridurre il rischio di incidenti e infortuni e per consentire una rapida evacuazione in caso di emergenza.
2. **Ergonomia delle postazioni di lavoro:** le postazioni di lavoro devono essere progettate ergonomicamente, considerando l'altezza dei piani di lavoro, la posizione degli strumenti e degli attrezzi, nonché i movimenti ripetitivi degli operatori. L'ergonomia corretta riduce la fatica e il rischio di lesioni muscoloscheletriche,

umentando la produttività e il benessere degli operatori. È importante coinvolgere gli operatori nella progettazione delle postazioni di lavoro per garantire che siano adattate alle loro esigenze fisiche e cognitive.

3. Automazione e tecnologie avanzate: l'implementazione di sistemi di automazione e tecnologie avanzate può migliorare la sicurezza e l'efficienza delle operazioni. L'uso di robot industriali, dispositivi di manipolazione automatica e sistemi di monitoraggio avanzati può ridurre l'esposizione degli operatori a situazioni pericolose e aumentare la precisione delle attività. L'automazione può anche ridurre gli errori umani e migliorare la qualità dei prodotti finiti.
4. Flusso del materiale e riduzione degli sprechi: la progettazione della linea (manovia) dovrebbe prevedere un flusso efficiente del materiale tra le diverse postazioni di lavoro, riducendo il tempo di spostamento e i tempi morti. Inoltre, è fondamentale identificare e ridurre gli sprechi di materiale e risorse, ottimizzando l'utilizzo dei materiali e minimizzando i tempi di attesa.
5. Formazione e coinvolgimento del personale: la formazione del personale è essenziale per garantire una corretta gestione della linea e l'adozione delle migliori pratiche operative. Coinvolgere il personale fin dalle prime fasi di progettazione e fornire opportunità di formazione continua permette di ottenere un team di operatori competenti e motivati, con una maggiore consapevolezza riguardo alla sicurezza e all'efficienza delle operazioni.
6. Monitoraggio e miglioramento continuo: una volta che la linea di pre-lavorazione è operativa, è fondamentale monitorare costantemente le prestazioni e identificare eventuali aree di miglioramento. Il feedback degli operatori e il rilevamento dei dati produttivi possono fornire preziose informazioni per apportare modifiche e ottimizzazioni nel tempo.

In conclusione, la progettazione della linea di pre-lavorazione presso Selle Royal richiede una meticolosa attenzione alla sicurezza sul lavoro, all'ergonomia delle postazioni di lavoro e all'efficienza del flusso produttivo. L'implementazione di tecnologie avanzate e sistemi di automazione può contribuire a migliorare la produttività e la qualità dei prodotti finiti, mentre coinvolgere il personale fin dalle prime fasi di progettazione garantisce un ambiente di lavoro soddisfacente e sicuro per gli operatori. Il monitoraggio continuo e il miglioramento costante consentono di ottimizzare le operazioni nel tempo, mantenendo l'azienda all'avanguardia nel settore della produzione di selle da bicicletta. Quindi, le

considerazioni sulle variabili tecnologiche e ambientali del processo sono fondamentali per garantire un processo produttivo efficiente, sostenibile e rispettoso dell'ambiente. L'adozione delle tecnologie adeguate e l'implementazione di pratiche sostenibili possono contribuire notevolmente a migliorare la produttività e a ridurre l'impatto ambientale complessivo dello stabilimento di produzione.

## ***2.6 Progettazione di dettaglio***

Nello step della progettazione di dettaglio, vengono acquisiti i dati reali necessari per sviluppare il progetto. Questa fase comprende l'utilizzo di strumenti di rilevazione dei tempi e un'analisi approfondita dell'ergonomia delle postazioni di lavoro. Nel corso del lavoro svolto nei prossimi capitoli sono stati utilizzati i tempi standard dei cicli di assemblaggio dei prodotti. Inoltre, sono stati presi in considerazione i principi standard dell'ergonomia per valutare se le postazioni esistenti richiedano futuri miglioramenti in questo ambito.

I principi considerati includono i seguenti aspetti:

1. Considerazione delle stature e sulle altezze dei banchi di lavoro: le postazioni di lavoro dovrebbero adattarsi alle diverse dimensioni corporee degli individui, al fine di ridurre l'affaticamento e il rischio di lesioni muscoloscheletriche. Questo aspetto è particolarmente importante in ambienti di lavoro in cui i lavoratori svolgono attività ripetitive o prolungate, come nel caso del reparto di finitura dello stabilimento di Pozzoleone di Selle Royal.

Una postazione di lavoro ergonomica dovrebbe consentire agli operatori di mantenere una posizione naturale e confortevole mentre svolgono le loro attività. Ciò significa che l'altezza del banco di lavoro, l'altezza della sedia e la posizione degli strumenti e delle attrezzature dovrebbero essere regolabili per adattarsi alle diverse stature e altezze dei lavoratori.

Le persone hanno diverse altezze, lunghezze delle braccia e delle gambe e altre caratteristiche fisiche che influenzano la loro postura mentre lavorano. Un banco di lavoro troppo alto o troppo basso può causare sforzo e tensione muscolare, mentre una sedia mal regolata può portare a problemi alla schiena e alla postura.

Per esempio, un lavoratore più alto potrebbe richiedere un banco di lavoro più alto per evitare di dover piegarsi eccessivamente durante il lavoro, mentre un lavoratore

più basso potrebbe necessitare di un banco più basso per mantenere una posizione confortevole e senza sforzo. Inoltre, un lavoratore potrebbe preferire una posizione seduta o in piedi a seconda delle sue preferenze e delle attività da svolgere.

La regolabilità delle postazioni di lavoro è essenziale per garantire che ogni lavoratore possa adattare la postura in base alle sue esigenze fisiche e lavorative. La progettazione di postazioni di lavoro ergonomiche contribuisce a ridurre lo stress fisico, migliorare il comfort e la produttività dei lavoratori e ridurre il rischio di infortuni e malattie legate al lavoro.

2. Controllo delle grandezze del campo di presa: il controllo delle grandezze del campo di presa è un concetto importante in ergonomia che si riferisce alla progettazione di attrezzature, strumenti e interfacce utente in modo che siano accessibili e facili da utilizzare per gli operatori. Il campo di presa si riferisce allo spazio in cui un lavoratore può raggiungere e manipolare oggetti, attrezzature o strumenti durante l'esecuzione di un'attività lavorativa.

In ergonomia, il controllo delle grandezze del campo di presa è cruciale per garantire che le attrezzature e gli strumenti siano posizionati in modo ottimale rispetto alle capacità fisiche dei lavoratori. Ciò include la considerazione delle dimensioni delle mani, la forza dei muscoli delle braccia e delle mani, nonché il movimento delle articolazioni.

3. Ottimizzazione della disposizione dei contenitori e degli attrezzi sui banchi di lavoro: è un altro aspetto fondamentale della progettazione ergonomica degli spazi di lavoro. Questa pratica mira a migliorare l'efficienza, la produttività e la sicurezza del personale, consentendo loro di accedere facilmente agli strumenti e ai materiali necessari durante l'esecuzione delle attività lavorative. Una progettazione ben studiata può ridurre il tempo perso nella ricerca degli strumenti, ridurre l'affaticamento degli operatori e creare un ambiente di lavoro più sicuro ed efficiente.
4. Altezza di lavoro delle braccia al di sopra del cuore: è un importante concetto ergonomico che riguarda la posizione del corpo durante le attività lavorative. Quando le braccia sono sollevate al di sopra del cuore, il cuore deve lavorare più duramente per pompare il sangue contro la forza di gravità, aumentando lo sforzo cardiaco. Questo può causare una serie di problemi di salute e di benessere per i lavoratori, specialmente se questa posizione è mantenuta per lunghi periodi di tempo o se è necessario eseguire movimenti ripetitivi con le braccia sollevate.

5. Controllo del campo visivo dell'operatore: si riferisce alla capacità di un lavoratore di vedere e monitorare correttamente l'ambiente circostante durante l'esecuzione delle attività lavorative. Un campo visivo ben controllato è essenziale per garantire la sicurezza, prevenire infortuni e migliorare l'efficienza delle operazioni.  
Il campo visivo dell'operatore include tutto ciò che può essere visto senza dover cambiare la posizione della testa o del corpo. Un controllo adeguato del campo visivo è particolarmente importante in ambienti di lavoro che comportano movimenti, manovre di attrezzature o operazioni con materiali ingombranti. Ad esempio, in un'area di produzione, un operatore deve essere in grado di vedere chiaramente le attrezzature in movimento, gli altri lavoratori, gli strumenti e le macchine circostanti per evitare collisioni o incidenti.
6. Illuminazione delle postazioni di lavoro: una buona illuminazione è essenziale per garantire un ambiente di lavoro sicuro ed efficiente, in quanto influisce sulla visibilità, sulla produttività e sulla salute dei lavoratori.
7. Regolazioni corrette dei mezzi di lavoro: si fa riferimento alla corretta regolazione e impostazione degli strumenti, delle macchine e delle attrezzature utilizzate dai lavoratori durante l'esecuzione delle attività lavorative. Una corretta regolazione dei mezzi di lavoro è fondamentale per prevenire infortuni e incidenti, migliorare l'ergonomia delle postazioni di lavoro e aumentare la produttività.

In questa fase cruciale della progettazione di un impianto industriale, dopo aver misurato i tempi di assemblaggio e preso in considerazione gli aspetti ergonomici, ci si concentra sull'importante processo di bilanciamento dei tempi. Questa fase mira a assegnare i diversi task alle postazioni di lavoro in modo da ottimizzare l'efficienza complessiva del sistema produttivo.

Nella letteratura tecnica, esistono due approcci principali per risolvere i problemi di bilanciamento di una linea di assemblaggio: i metodi euristici e gli algoritmi di ottimizzazione. Nel caso specifico di questo studio, i vari task da assegnare alla linea di assemblaggio sono stati distribuiti prendendo in considerazione i vincoli di precedenza tecnologica e tenendo conto dei preziosi consigli forniti dagli operatori più esperti e dai capi-reparto.

La scelta di seguire il metodo di bilanciamento basato su considerazioni tecniche e suggerimenti di esperti è fondamentale per assicurarsi che le assegnazioni dei task siano realistiche e pratiche, considerando le specifiche esigenze dell'impianto industriale di Selle

Royal Group. Questo approccio mira a massimizzare l'utilizzo delle risorse umane, delle competenze e delle capacità operative disponibili, al fine di ottenere un flusso di produzione fluido e senza intoppi.

L'esperienza e il know-how degli operatori più esperti rappresentano un vantaggio significativo in questa fase, poiché possono fornire preziose informazioni sulle operazioni più complesse e suggerire l'assegnazione ottimale dei task alle postazioni di lavoro. Questo coinvolgimento attivo degli operatori e dei capi-reparto nell'ottimizzazione dei tempi di assemblaggio contribuisce a garantire una maggiore adesione alle pratiche di lavoro esistenti e una migliore accettazione delle nuove soluzioni implementate.

Il bilanciamento dei tempi di assemblaggio è un processo dinamico, che richiede un costante monitoraggio e aggiustamenti in base all'andamento della produzione e alle eventuali nuove esigenze del mercato. La flessibilità e la capacità di adattamento dell'impianto industriale di Selle Royal Group sono fondamentali per affrontare con successo le sfide del mercato in continua evoluzione.

In conclusione, il bilanciamento dei tempi di assemblaggio rappresenta un passo essenziale nella progettazione dell'impianto industriale, poiché permette di ottimizzare l'efficienza complessiva del sistema produttivo. Il coinvolgimento degli operatori esperti e dei capi-reparto, unito all'utilizzo di metodi euristici e alla considerazione dei vincoli tecnologici, contribuisce a garantire una corretta assegnazione dei task alle postazioni di lavoro e a favorire una produzione più efficiente, sicura ed ergonomica.

## ***2.7 Monitoraggio del sistema e miglioramento continuo***

Una volta completata la progettazione dell'impianto industriale, è fondamentale avviare le fasi di monitoraggio delle performance e di miglioramento continuo. Questi step rappresentano la fase di "Check" e "Act" del ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act).

Durante questa fase, vengono definiti e implementati i Key Performance Indicators (KPI) per il monitoraggio delle performance produttive dell'impianto industriale. I KPI sono metriche e indicatori chiave che consentono di valutare in modo oggettivo il rendimento del sistema produttivo. Essi possono includere parametri come la produttività, l'efficienza, la qualità del prodotto, la riduzione degli scarti, il rispetto delle tempistiche di produzione e altri aspetti critici per il successo dell'azienda.

La raccolta di feedback sul campo rappresenta un altro aspetto fondamentale del monitoraggio delle performance. Gli operatori, i supervisori e gli altri membri del team coinvolto nell'impianto industriale giocano un ruolo chiave nel fornire informazioni dirette sulle prestazioni dell'impianto e sulla qualità del lavoro svolto. Questi feedback possono rivelarsi preziosi per individuare eventuali punti critici o inefficienze nel processo produttivo e per identificare possibili aree di miglioramento.

Il monitoraggio delle performance e la raccolta di feedback non devono essere considerati come un evento singolo, ma come un processo continuo nel quale i dati vengono costantemente raccolti, analizzati e utilizzati per prendere decisioni informate e apportare modifiche quando necessario. Questo approccio di miglioramento continuo è essenziale per mantenere l'impianto industriale all'avanguardia e per adattarsi alle mutevoli esigenze del mercato e dell'organizzazione stessa.

Inoltre, è importante coinvolgere il personale di tutti i livelli nel processo di miglioramento continuo. Ciò crea un ambiente di lavoro collaborativo e stimolante, in cui ogni membro del team può contribuire con le proprie idee e conoscenze per individuare soluzioni innovative e ottimizzare i processi produttivi. Questo coinvolgimento attivo del personale aumenta anche il senso di appartenenza e di responsabilità, contribuendo a creare una cultura aziendale incentrata sulla crescita e sul raggiungimento degli obiettivi comuni.

In sintesi, il monitoraggio delle performance e il miglioramento continuo rappresentano fasi critiche per il successo e la competitività dell'impianto industriale di Selle Royal Group. Attraverso l'uso di KPI e la raccolta di feedback sul campo, l'azienda può valutare in modo obiettivo le prestazioni dell'impianto, individuare opportunità di ottimizzazione e mantenere un vantaggio competitivo nel mercato. Il coinvolgimento attivo di tutto il personale nella ricerca di soluzioni migliorative è la chiave per una crescita sostenibile e una gestione efficiente del processo produttivo.

### **3. Selle Royal Group: lo stato attuale**

Il lavoro di tesi si colloca nell'ambito delle operations, focalizzandosi specificamente sul processo di finitura o assemblaggio delle selle presso lo stabilimento di Pozzoleone.

L'obiettivo principale è proporre miglioramenti e ottimizzazioni per il reparto di finitura e prelaborazione, un'iniziativa che è stata discussa e sviluppata in collaborazione con varie funzioni di produzione all'interno dell'azienda.

Il team di produzione, di cui faccio parte, gioca un ruolo centrale nell'attuazione di questi cambiamenti proposti. I passi delineati nei successivi due capitoli derivano da un lavoro di analisi e progettazione condotto personalmente, con il supporto e la supervisione del mio tutor aziendale. Per quanto riguarda le attività di implementazione del sistema MES (Manufacturing Execution System) e del nuovo sistema gestionale, che vengono menzionate lungo l'intera trattazione poiché sono parte integrante del cambiamento in corso, l'azienda si affida a consulenti esterni specializzati per garantire una transizione efficace e senza intoppi.

Prima di presentare l'approccio di progettazione adottato, è essenziale comprendere il funzionamento dello stato attuale del reparto di finitura e i problemi che hanno portato all'identificazione della necessità di implementare un nuovo reparto di "pre-lavorazione".

Attualmente, il reparto di finitura rappresenta una tappa cruciale nel processo produttivo delle selle. Qui, le diverse parti e componenti della sella vengono assemblate insieme per creare il prodotto finito. Tuttavia, è emerso che il processo di finitura ha incontrato alcune problematiche che hanno influenzato negativamente l'efficienza e la qualità del prodotto finale.

Uno dei problemi principali risiede nella complessità delle operazioni di assemblaggio. Le selle sono costituite da diverse parti e materiali, ciascuno con specifiche esigenze di montaggio e assemblaggio. Questa complessità ha portato a una maggiore possibilità di errori durante il processo di finitura, aumentando il rischio di difetti e ritardi nella produzione.

Inoltre, l'attuale configurazione del reparto di finitura potrebbe non essere ottimale per gestire i volumi di produzione attuali o futuri. Con l'aumento della domanda di selle e l'espansione del mercato, potrebbe essere necessario affrontare una maggiore quantità di lavoro, il che potrebbe mettere a dura prova le risorse e i tempi di produzione.

Altro punto critico riguarda la gestione delle scorte e dei tempi di attesa. Un processo di finitura inefficace potrebbe causare accumulo di scorte o tempi di attesa prolungati, comportando costi aggiuntivi e possibili insoddisfazioni da parte dei clienti.

A causa di questi problemi, si è resa necessaria l'identificazione di una soluzione che consenta di ottimizzare il processo di finitura delle selle. Ecco perché è stata proposta l'implementazione di un nuovo reparto di "pre-lavorazione".

Il nuovo reparto di pre-lavorazione si collocherebbe tra le fasi di produzione precedenti all'assemblaggio finale delle selle. Qui, le diverse parti della sella verrebbero sottoposte a controlli qualitativi e lavorazioni preliminari per prepararle all'assemblaggio vero e proprio. In questo modo, si ridurrebbe il rischio di errori e difetti durante la fase di finitura, migliorando la qualità del prodotto finale.

In aggiunta, il nuovo reparto di pre-lavorazione consentirebbe una migliore pianificazione e gestione delle risorse. Le operazioni preliminari di lavorazione permetterebbero di suddividere il carico di lavoro in modo più equilibrato e di anticipare eventuali problemi che potrebbero verificarsi durante l'assemblaggio finale.

Un'attenzione particolare sarebbe posta anche alla gestione delle scorte e dei tempi di attesa. Con il reparto di pre-lavorazione, si potrebbe ottimizzare la gestione delle scorte, producendo quanto serve effettivamente per il mercato senza sprechi o errori sulle quantità richieste. Inoltre, i tempi di attesa verrebbero ridotti, consentendo di rispondere più rapidamente alle richieste del mercato.

L'implementazione del nuovo reparto di pre-lavorazione richiede un'analisi approfondita dei processi esistenti e la definizione di procedure e criteri di controllo qualitativo. È fondamentale in questo senso coinvolgere il personale chiave e fornire formazione adeguata a garantire una transizione fluida e una corretta attuazione del nuovo approccio.

In conclusione, il lavoro di tesi mira a progettare e proporre un nuovo reparto di pre-lavorazione per ottimizzare il processo di finitura delle selle presso lo stabilimento di Pozzoleone. Questa soluzione si prefigge di affrontare le problematiche esistenti e di garantire una produzione più efficiente, riducendo al minimo i difetti, ottimizzando le risorse e soddisfacendo le esigenze del mercato in modo tempestivo.

### ***3.1 L'assemblaggio e il flusso dei materiali***

L'assemblaggio, o fase di finitura, rappresenta il momento cruciale del processo produttivo delle selle, in cui tutti i componenti che costituiscono il prodotto finale

convergono. L'input principale di questa fase è lo schiumato, il materiale proveniente dalla fase di rifilatura precedente, che funge da base per la creazione della sella. Nel processo di finitura, lo schiumato viene completato con diversi componenti, sia a scopo funzionale che estetico, al fine di rendere il prodotto utilizzabile e presentabile sotto il profilo estetico.

Per quanto riguarda la parte funzionale, ogni sella ha bisogno di una forchetta, un semilavorato in metallo, che ha lo scopo di collegare la sella stessa al reggisella. Questa operazione è essenziale per garantire la stabilità e il corretto funzionamento della sella sul telaio della bicicletta. Oltre all'inserimento della forchetta, vengono eseguite altre operazioni con finalità estetiche, come serigrafie, tampografie e transfer, che permettono di aggiungere grafiche, loghi e scritte sulla copertina della sella. Questi dettagli estetici contribuiscono a dare un tocco di personalizzazione e di branding al prodotto.

Inoltre, durante la fase di finitura, vengono inseriti tappi e spoiler in plastica, che aggiungono valore al prodotto. Questi elementi, oltre a svolgere una funzione decorativa, possono contribuire a migliorare il comfort e l'ergonomia della sella.

Tutte queste operazioni di assemblaggio e finitura vengono svolte attraverso l'utilizzo di manovie. Una manovia è un sistema di trasporto che consente di lavorare su un determinato lotto di selle su diverse postazioni, con diversi operatori dislocati attorno alla manovia stessa. Questo sistema di lavorazione sequenziale permette di ottimizzare il flusso di lavoro, riducendo i tempi di produzione e aumentando l'efficienza complessiva del processo. In sostanza, il processo di assemblaggio delle selle è un'operazione articolata che combina sia elementi funzionali che estetici. La cura dei dettagli e la precisione nelle operazioni sono fondamentali per ottenere un prodotto finale di alta qualità, che soddisfi sia le esigenze funzionali dei ciclisti che le aspettative estetiche dei consumatori.

Di seguito, si riporta uno schema del processo di assemblaggio, che illustra le principali fasi e operazioni coinvolte nel completamento delle selle. La manovia svolge un ruolo chiave nell'organizzazione del lavoro, consentendo una gestione efficiente e ottimizzata delle diverse attività coinvolte nel processo di finitura.

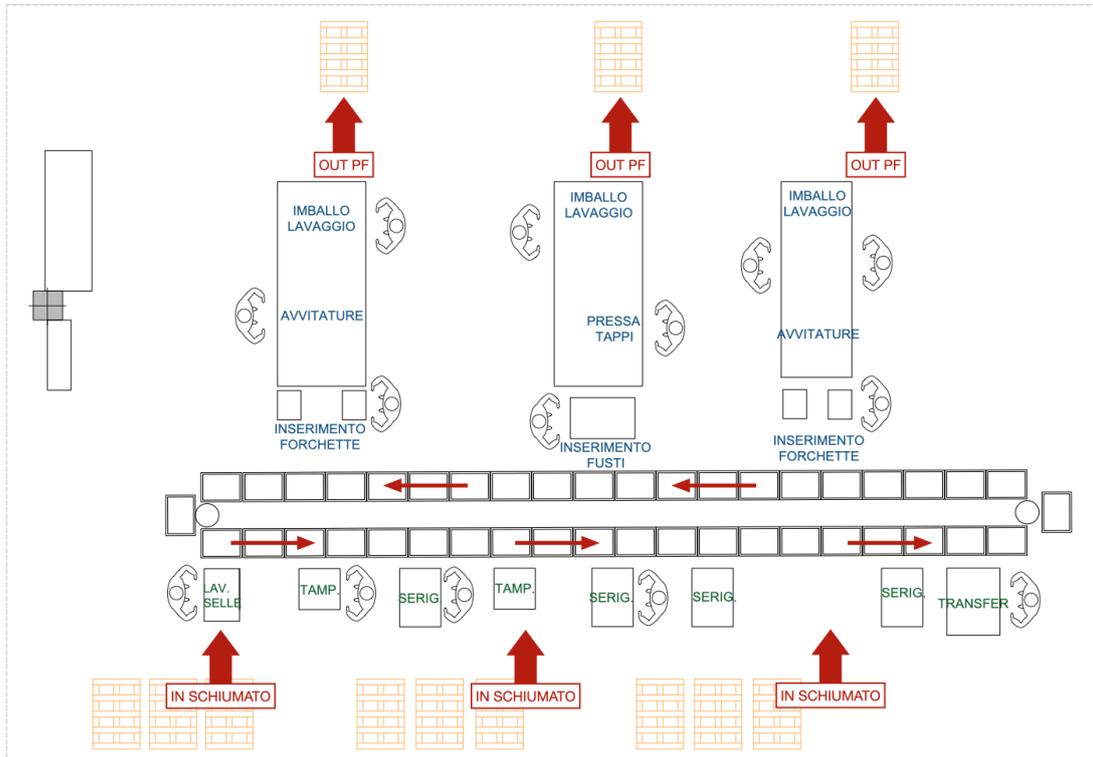


Figura 3.1 – Esempio di layout di una linea di assemblaggio Selle Royal, Fonte interna aziendale + elaborazione propria

La linea illustrata in Figura 3.1 è la schematizzazione di una tipica manovia di assemblaggio del reparto di finitura di Selle Royal. Al centro è rappresentata la manovia vera e propria costituita da delle bilancelle che girano trainate da un sistema di motori ad una velocità costante. Sul lato inferiore ci sono tutte le postazioni dedicate alla parte estetica della sella, quindi lavaggio, serigrafia, tampografia e transfer (in verde). Queste costituiscono l'ingresso dello schiumato in linea: la prima operazione del ciclo di ogni articolo è incaricata dell'estrazione dello schiumato dallo scatolone e del caricamento dello stesso sulla bilancella dopo essere stato lavorato. Successivamente seguono le altre operazioni estetiche che il codice può avere. Ad esempio, per un determinato prodotto possiamo avere una serigrafia posteriore e due tampografie (una superiore e una in punta). In questo caso con la prima operazione di serigrafia lo schiumato viene prelevato dall'imballo, viene serigrafato e viene posizionato sulla manovia (così uno dopo l'altro). La bilancella nel frattempo si riempie, avanza e arriva alla portata della stazione di tampografia in cui l'operatore preleva lo schiumato lo tampografa e lo ri-sistema sul vassoio perché possa essere preso e tampografato dall'operatore sulla stazione successiva. Gli schiumati a questo punto arrivano sull'altro lato della manovia in cui ci sono dei banchi di assemblaggio dove gli operatori li prelevano per

inserire la forchetta ed effettuare altre operazioni di montaggio. Per ogni banco di lavoro generalmente vi sono tre operai che si alternano nei vari task da effettuare in modo tale da saturare gli eventuali tempi morti dovuti alle possibili differenze nei tempi ciclo delle operazioni. L'ultima operazione effettuata nel banco è sempre l'imballo e il posizionamento dello scatolone sul pallet predisposto per essere trasferito a magazzino prodotto finito.

Questo è il flusso alla base della manovia; riassumendo da un lato della manovia sono sistemate le attrezzature dedicate a serigrafia, tampografia e transfer (operazioni estetiche) e dall'altro si trovano i banchi di assemblaggio vero e proprio. Sui banchi vengono effettuate quelle che vengono successivamente denominate "operazioni di assemblaggio". L'input è, a meno di selle particolarmente semplici, dal lato delle "operazioni estetiche"; l'output è su ogni banco di assemblaggio posizionato sul lato della linea. Le operazioni di assemblaggio effettuate possono essere svariate: dall'inserimento della forchetta con delle apposite macchinette, alle avvitature, all'inserimento manuale di tappi fino alla pulizia e all'imballo. All'interno dello stabilimento di Pozzoleone sono presenti 6 manovie dedicate all'assemblaggio delle selle e configurate sulla falsariga di quella illustrata pocanzi.

La manovia si configura quindi come un sistema di assemblaggio sincrono: le bilancelle, contenenti gli schiumati, girano lungo la catenaria ad una velocità costante. Risulta di conseguenza fondamentale che le operazioni effettuate attorno ad essa siano il più possibile bilanciate se si vuole che la manovia tiri la produzione e non faccia semplicemente da buffer interoperazionale.

Allo stato attuale del progetto non tutte le operazioni svolte in reparto possono essere inserite in manovia. Questo è dovuto principalmente al fatto che alcune operazioni hanno dei tempi ciclo molto superiori al resto delle operazioni che si devono effettuare sull'articolo oppure per il fatto che alcune di esse richiedono dei particolari tempi di attesa. Oggi, quindi, non tutte le operazioni vengono svolte in manovia. Per la loro attuale natura possono essere definite come "operazioni fuori linea". Rientrano tra queste, come detto, le particolari operazioni che richiedono tempi diversi o hanno determinati vincoli tecnologici per i quali non è possibile metterle "in tiro". Le principali sono le operazioni di incollaggio delle protezioni e l'incollaggio dei cristalli e delle microiniezioni. Le protezioni sono degli inserti laterali che vengono incollati sui due lati posteriori della sella per fungere da protezione quando la sella fa da punto di appoggio della bicicletta. In figura 6 un esempio:



Figura 3.2 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio protezione), Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

La particolarità delle protezioni è che richiedono dei tempi specifici di attesa tra l'applicazione della colla sulla copertina e l'applicazione della protezione stessa. Per questo motivo questa operazione viene effettuata su una parte di manovia dedicata in cui i macchinari e i banchi di incollaggio sono disposti ad una specifica distanza calcolata in base al tempo che una bilancella impiega per muoversi dall'incollaggio all'applicazione. Una volta effettuata l'operazione di incollaggio della protezione le selle vengono re-imballate su scatoloni e ubicate in attesa di essere finite con l'assemblaggio vero e proprio.

Nel processo di produzione delle selle, un'altra possibilità di incollaggio è l'utilizzo dei cristal e delle microiniezioni, che sono inserimenti di materiale plastico incollati su zone specifiche dello schiumato per migliorare l'aspetto e il valore estetico della sella.

Il processo di incollaggio per i cristal e le microiniezioni è simile, poiché entrambi prevedono l'applicazione di inserti di materiale plastico sullo schiumato. La principale differenza tra i due sta nel tipo di materiale utilizzato per gli inserti. Nonostante questa differenza, entrambe le operazioni sono svolte al di fuori della manovia a causa del loro tempo ciclo prolungato rispetto alle altre operazioni di assemblaggio.

La decisione di eseguire queste operazioni fuori manovia è dettata dal fatto che richiedono più tempo per essere completate rispetto alle altre operazioni svolte in linea. Di conseguenza, assegnare queste attività alla manovia potrebbe rallentare il flusso di produzione e ridurre l'efficienza complessiva del processo.

Optando per l'approccio fuori manovia, si permette alle operazioni di incollaggio di cristal e microiniezioni di essere eseguite con la giusta attenzione ai tempi richiesti per ottenere risultati di alta qualità. Gli operatori incaricati di queste operazioni possono dedicarsi completamente al processo di incollaggio senza essere vincolati dai tempi più rapidi delle altre operazioni svolte in manovia.

Inoltre, considerando che le operazioni di incollaggio per cristal e microiniezioni sono spesso eseguite con cura artigianale, è fondamentale garantire un ambiente di lavoro adatto e una migliore ergonomia per gli operatori. Questo approccio fuori manovia permette di fornire le condizioni ideali per svolgere queste operazioni con precisione e attenzione ai dettagli.



Figura 3.3 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio microiniezione), Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

In questa situazione sono presenti alcune macchinette (piccole presse) all'interno del reparto in cui gli operatori lavorano gli schiumati e li re-imballano subito dopo. Ci sono poi altre operazioni che richiedono questo passaggio intermedio prima che lo schiumato possa entrare in linea (manovia) per essere finito. Il risultato è che se un prodotto ha diverse operazioni di questo tipo oggi richiede un elevato numero di movimentazioni, ossia di estrazione dall'imballo e re-immissione nello stesso, prima di poter essere imballato definitivamente come prodotto finito. Questo accade in particolare per tutti quelli articoli che ad esempio hanno sia delle protezioni laterale che delle microiniezioni.

Allo stato dell'arte si possono quindi dividere le operazioni in due categorie principali: le operazioni di assemblaggio vere e proprie (operazioni in linea o manovia) e le operazioni fuori linea, che richiedono generalmente un elevato numero di movimentazioni.

In conclusione, il processo di finitura delle selle rappresenta una fase cruciale nella produzione dello stabilimento di Selle Royal Group. La distribuzione delle operazioni e degli articoli sulle linee e l'organizzazione del reparto sono di fondamentale importanza al fine di massimizzare l'efficienza e garantire i tempi di consegna richiesti dal mercato. Come evidenziato dallo stato attuale sono presenti alcune situazioni sfavorevoli al raggiungimento di questi obiettivi. Nel capitolo 4 si prenderanno in esame le operazioni "fuori linea" con l'obiettivo di ridurre la variabilità e ottimizzarne il processo.

### ***3.2 Il flusso delle informazioni nel reparto di assemblaggio***

Nel processo di assemblaggio delle selle, oltre al flusso dei materiali e componenti, è di fondamentale importanza considerare anche il flusso delle informazioni che accompagnano questi materiali. Attualmente, l'azienda sta attraversando un significativo cambiamento nel settore gestionale, con il passaggio dallo storico sistema gestionale, AS400, al nuovo sistema SAP. Questo cambiamento è stato avviato nel corso del 2022 con numerosi task finalizzati alla migrazione di tutti i dati sul nuovo ERP aziendale.

Per comprendere al meglio lo stato attuale della gestione delle informazioni per la produzione dello stabilimento di Pozzoleone occorre entrare nel dettaglio di tre strumenti informatici: ERP, WMS e MES.

#### ***3.2.1 Enterprise Resource Planning (ERP)***

Un ERP (Enterprise Resource Planning) è un sistema software integrato e complesso utilizzato per gestire tutte le attività aziendali. L'obiettivo principale di un ERP è fornire una piattaforma centralizzata per la raccolta, l'archiviazione e l'elaborazione di dati provenienti da diverse funzioni aziendali, consentendo una gestione efficace delle risorse e dei processi aziendali. L'ERP è *“una soluzione di business completa per tutta l'azienda. Il sistema ERP è composto di moduli software come: marketing e vendite, assistenza sul campo, progettazione e sviluppo prodotti, controllo della produzione e delle scorte, acquisti, distribuzione, gestione degli impianti industriali, progettazione e sviluppo dei processi, produzione, qualità, risorse, finanza e contabilità e servizi informativi. L'integrazione tra i moduli è possibile senza la duplicazione delle informazioni”*<sup>7</sup>.

Un ERP integra diverse funzionalità e moduli, come la gestione delle risorse umane, la contabilità e finanza, la gestione degli acquisti, la gestione delle vendite e del magazzino, la pianificazione della produzione, il controllo di qualità e altro ancora. Ogni modulo gestisce un aspetto specifico dell'attività aziendale e le informazioni vengono condivise tra i vari moduli in tempo reale.

---

<sup>7</sup> N. Slack, A. Brandon-Jones, P. Danese, P. Romano, A. Vinelli, *Gestione delle operations e dei processi*, Pearson Italia S.p.A, 2019, p. 328

Lo storico sistema gestionale dell'azienda è AS400 e, per la parte di produzione in reparto di finitura, consentiva una gestione molto flessibile. In particolare, la pianificazione, a partire dagli ordini cliente, elaborava dei riepiloghi di produzione. Questi riepiloghi indicano la produzione richiesta dal reparto di finitura con una visibilità mensile. I riepiloghi erano messi a disposizione delle capolinea che, sulla base di questi e considerando la disponibilità dei materiali e le quantità da produrre, decidevano quali codici lavorare per primi, cercando di rispettare il criterio temporale.

Questa modalità di gestione da un lato permetteva di massimizzare l'efficienza raggruppando diversi ordini cliente dello stesso articolo, dall'altro costringeva le capolinea ad un oneroso lavoro di schedulazione della produzione.

Come anticipato, l'azienda ha deciso di intraprendere un cammino che la porterà ad installare un nuovo ERP aziendale. La migrazione al sistema SAP rappresenta il più importante cambiamento infrastrutturale per Selle Royal Group presso lo stabilimento di Pozzoleone.

SAP è una soluzione integrata che copre diverse aree aziendali, tra cui contabilità, gestione delle risorse umane, logistica e produzione.

Il passaggio al nuovo sistema gestionale consentirà di integrare tutte le fasi e le informazioni di produzione in un unico sistema, migliorando l'efficienza, la trasparenza e l'agilità operativa. Questo nuovo sistema permetterà un flusso più efficiente delle informazioni e una migliore gestione dei materiali e dei processi aziendali.

Con l'implementazione completa del WMS tramite SAP, sarà possibile estendere la gestione dei materiali a tutte le fasi del processo produttivo, compresa la parte relativa alle materie prime. Questo porterà a una migliore tracciabilità dei materiali e degli ordini, consentendo una pianificazione più precisa e ottimizzata delle risorse. Le liste di prelievo saranno digitali e, di conseguenza, più puntuali e corrette rispetto a quelle cartacee utilizzate nel passato.

Inoltre, l'integrazione dei sistemi tramite SAP fornirà una visione globale dell'azienda, consentendo una migliore coordinazione tra i diversi stabilimenti del gruppo (Cina e Brasile). Ciò faciliterà la collaborazione tra i vari dipartimenti e migliorerà la comunicazione e la condivisione di informazioni cruciali per l'efficienza complessiva dell'azienda.

In conclusione, il passaggio dal sistema gestionale AS400 al sistema SAP rappresenta un importante passo avanti per la capogruppo e contribuirà a ottimizzare il processo di assemblaggio delle selle, garantendo una gestione più accurata dei materiali e delle informazioni, migliorando la produttività e la soddisfazione del cliente.

### ***3.2.2 Warehouse Management System (WMS)***

Un WMS (Warehouse Management System) è un sistema informatico utilizzato per gestire e ottimizzare le attività di magazzino all'interno di un'azienda. Questo sistema è progettato per fornire una gestione efficiente e accurata delle operazioni legate alla movimentazione, stoccaggio e distribuzione delle merci all'interno del magazzino e dello stabilimento in generale.

Intellimag è il WMS installato presso la sede di Pozzoleone. In passato, questo sistema WMS era implementato solo per il prodotto finito e per gli schiumati all'interno dello stabilimento. Tuttavia, con l'attuale transizione a SAP, l'intero stabilimento sarà coperto dal modulo SAP WM, che amplia l'applicazione del WMS a tutti i materiali presenti nello stabilimento.

Prima dell'introduzione completa del sistema WMS, la gestione delle materie prime e dei semilavorati diversi dagli schiumati avveniva attraverso un approccio meno automatizzato. Infatti, il sistema Intellimag non teneva traccia fisica (ubicazioni) di tali materiali, il che comportava alcune difficoltà operative. I responsabili di produzione erano costretti a interagire con il magazzino contabile di AS400 e l'asservimento dei materiali ai diversi reparti veniva gestito tramite liste di prelievo cartacee.

Questo sistema manuale richiedeva che gli asservitori avessero una conoscenza precisa della posizione esatta dei materiali all'interno del magazzino materie prime e semilavorati. Tale compito si rivelava impegnativo e comportava notevoli difficoltà in termini di tempi e gestione del materiale. Inoltre, l'utilizzo di liste cartacee aumentava il rischio di errori umani, con possibili conseguenze negative sulla produttività e l'efficienza del processo.

Con l'implementazione del WMS all'interno del nuovo sistema SAP, la gestione dei materiali diventerà più efficiente e accurata. Il sistema WMS fornirà una visione dettagliata e in tempo reale delle giacenze e delle ubicazioni dei materiali nel magazzino. Questo renderà più agevole e veloce l'asservimento dei materiali ai diversi reparti di produzione, riducendo al minimo il rischio di errori e ritardi nella fornitura dei materiali.

### ***3.2.3 Manufacturing Execution System (MES)***

Il MES (Manufacturing Execution System) è un sistema informatico utilizzato nelle operazioni di produzione per monitorare, gestire e controllare in tempo reale i processi di fabbricazione all'interno di un'azienda manifatturiera. Questo sistema si colloca tra il livello

aziendale (Enterprise Resource Planning – ERP) e il livello di controllo delle macchine e degli impianti (sistema di automazione) nell'ambito della piramide gerarchica del controllo di produzione.

Il MES svolge un ruolo chiave nel coordinare le attività di produzione, fornendo una panoramica dettagliata e in tempo reale delle operazioni in corso e facilitando la presa di decisioni operative.

Le principali funzioni di un MES includono:

1. Raccolta dati: il MES raccoglie dati dai sistemi di controllo delle macchine, dai terminali degli operatori e da altri dispositivi di monitoraggio per monitorare l'avanzamento dei processi produttivi.
2. Monitoraggio della produzione: il sistema visualizza le informazioni sui tempi di ciclo, le quantità prodotte, le prestazioni degli impianti e le metriche di produzione in modo da poter monitorare e valutare le prestazioni globali.
3. Controllo della qualità: il MES supporta la gestione del controllo della qualità fornendo strumenti per il campionamento, il monitoraggio delle non conformità e l'analisi delle tendenze per migliorare la qualità del prodotto.
4. Pianificazione e schedulazione: il sistema aiuta nella pianificazione e programmazione della produzione, assicurando che le risorse siano utilizzate in modo ottimale e che gli ordini siano eseguiti in tempo.
5. Tracciabilità: il MES registra tutte le attività e gli eventi critici durante il processo di produzione, consentendo una tracciabilità completa dei prodotti, dei materiali e dei componenti utilizzati.
6. Gestione dell'inventario: il sistema tiene traccia dell'inventario delle materie prime e dei prodotti finiti, consentendo un controllo accurato delle scorte e una gestione efficiente dell'approvvigionamento.
7. Gestione della manodopera: il MES assegna compiti specifici agli operatori, registra il tempo di lavoro e fornisce istruzioni e informazioni per svolgere i compiti in modo corretto.
8. Reportistica e analisi: il sistema genera report e analisi dettagliate sulle prestazioni di produzione, fornendo informazioni utili per prendere decisioni strategiche e migliorare l'efficienza del processo produttivo.

L'utilizzo di un MES offre numerosi vantaggi alle aziende manifatturiere, tra cui:

- Miglioramento dell'efficienza e della produttività delle operazioni di produzione.
- Riduzione dei tempi di fermo macchina e degli scarti di produzione.
- Aumento della qualità del prodotto e dell'adeguatezza del controllo qualità.
- Maggiore flessibilità nella gestione dei processi produttivi.
- Maggiori informazioni e trasparenza sui processi produttivi per prendere decisioni informate.

Il passaggio al nuovo sistema gestionale è stato un passo significativo per Selle Royal, che ha reso necessaria anche l'introduzione di un sistema MES per gestire efficacemente gli avanzamenti di produzione e integrarli con l'ERP aziendale. Questo sistema MES riveste un ruolo fondamentale nel progetto di tesi, poiché, come già evidenziato, offre preziosi strumenti di supporto alla produzione, tra cui la raccolta dei dati, la gestione della manodopera e la schedulazione. Nel capitolo successivo, approfondiremo come questo sistema sarà implementato nel reparto di finitura, grazie alla messa in opera del reparto di prelaborazioni, per ottimizzare ulteriormente il flusso produttivo. L'integrazione del sistema MES in queste fasi cruciali del processo produttivo permetterà di ottenere una maggiore efficienza, una migliore pianificazione delle attività e una tracciabilità accurata dei progressi, contribuendo in modo significativo al raggiungimento degli obiettivi di miglioramento e ottimizzazione dell'impianto industriale.

In conclusione, il collegamento tra i tre sistemi sopra citati è fondamentale per garantire la corrispondenza tra le movimentazioni e le giacenze e i versamenti di produzione. Questo assicura che le informazioni relative alle operazioni di produzione, agli ordini dei clienti e agli inventari siano sempre allineate e aggiornate in tempo reale. La sincronizzazione dei dati tra i diversi sistemi consente di avere una visione completa e affidabile del flusso di materiali e di garantire un livello ottimale di efficienza operativa. L'infrastruttura IT di Selle Royal è costantemente monitorata e aggiornata per adattarsi alle esigenze in continua evoluzione dell'azienda. La migrazione al sistema SAP rappresenta una pietra miliare in questo processo di ottimizzazione, con l'obiettivo di rendere più agili e reattive le operazioni aziendali, fornendo una migliore esperienza ai clienti e sostenendo la crescita dell'azienda sul mercato globale della bicicletta.

### ***3.3 I problemi attuali, traino del progetto di tesi***

Nel corso di questo capitolo, abbiamo esaminato attentamente il funzionamento attuale del processo di assemblaggio (reparto di finitura) presso lo stabilimento di Pozzoleone. Durante questa analisi, sono emerse alcune criticità che costituiscono il focus principale del lavoro di tesi e che si intende migliorare.

Innanzitutto, è importante sottolineare che, nonostante il processo attuale sia funzionante e abbia garantito risultati soddisfacenti nel corso degli anni, a partire dal 2020 si è verificato un notevole incremento della produttività, il quale ha portato ad una maggiore complessità dei problemi da affrontare e ha reso difficile la loro gestione con le tradizionali capacità degli addetti all'organizzazione della produzione.

Una delle criticità più rilevanti del sistema attuale di gestione riguarda l'ufficio pianificazione che, purtroppo, riscontra difficoltà nel programmare con precisione la produzione delle diverse linee di finitura. Questo problema deriva dal fatto che tutte le operazioni "fuori linea", ovvero quelle attività che per loro natura non possono essere svolte in sequenza con le altre in manovia, non generano un nuovo codice tracciabile nei sistemi gestionali aziendali. Di conseguenza, quando consideriamo, ad esempio, una sella con lavorazioni estetiche come protezioni e/o cristal, non vi è traccia, all'interno del flusso delle informazioni, dell'avvenuta o meno esecuzione delle operazioni fuori linea.

Questa situazione comporta numerose difficoltà nella gestione di tutti quei codici che coinvolgono tali operazioni. Solo pochi individui all'interno del reparto sono in grado di monitorare attentamente le tempistiche di lavorazione e le richieste di produzione per questi semilavorati, al fine di garantire un adeguato asservimento alle manovre di assemblaggio. Nel caso in cui, per qualche motivo, venisse dimenticato di avviare il processo di incollaggio delle protezioni su uno schiumato, questo non potrebbe essere preso in carico per la fase di finitura in manovia, generando notevoli difficoltà nella programmazione della produzione, o, nel peggiore dei casi, causando ritardi nella consegna del prodotto finito.

Un'altra criticità legata a questa modalità operativa riguarda l'elevato numero di pick and place necessari nelle operazioni fuori linea. Questo è dovuto al fatto che un codice che richiede più di un task fuori linea viene prelevato per la lavorazione e successivamente imballato tante volte quante sono le operazioni fuori linea coinvolte. Questo processo

comporta non solo sprechi di tempo, ma può anche avere implicazioni critiche dal punto di vista dell'ergonomia e della movimentazione dei carichi da parte degli operatori.

Inoltre, questa modalità operativa richiede un notevole spazio a terra per i codici che vengono lavorati e re-imballati, rappresentando un ulteriore spreco di spazio all'interno del reparto di finitura. Questo aspetto ha un impatto negativo sulla logistica interna e sulla disposizione generale del reparto, rendendo necessaria una gestione più efficiente dello spazio disponibile.

Queste criticità sottolineano la necessità di un approccio più razionale e organizzato nella gestione delle operazioni fuori linea e nella disposizione dei materiali e degli strumenti di lavoro. Un adeguato bilanciamento delle attività e un'ottimizzazione degli spazi possono contribuire a migliorare l'efficienza complessiva del processo produttivo e a ridurre gli sprechi di tempo e risorse.

Oltre alle criticità operative precedentemente descritte, è importante focalizzarsi su un altro aspetto di natura organizzativa che merita attenzione: la possibilità di un rallentamento o di un fermo produttivo dovuto alla mancanza di personale competente nella gestione delle pratiche odierne relative a questi prodotti. Se, improvvisamente, venissero a mancare le figure chiave con il know-how necessario per programmare i task fuori linea, ciò comporterebbe un immediato arresto o un notevole rallentamento delle attività fino a quando non vengano ripristinate le condizioni di lavoro ottimali. È evidente che una grande azienda come Selle Royal Group non può permettersi di trovarsi in una situazione del genere e, a tale scopo, è fondamentale disporre di più di una risorsa con competenze adeguate a garantire una continuità produttiva.

Tuttavia, va sottolineato che la formazione di nuove risorse per queste attività sta diventando sempre più complessa per vari motivi. Uno dei principali è il tempo e l'esperienza necessari per formare nuovi operatori in questo settore. Gli ultimi anni sono stati caratterizzati da una frenetica attività di vendite nel mercato delle biciclette e, di conseguenza, le risorse umane dell'azienda sono state concentrate sul soddisfacimento della crescente domanda di prodotti. Questa situazione ha comportato un limitato tempo a disposizione degli operatori esperti per istruire nuove risorse. Inoltre, la frequente rotazione della manodopera, spesso legata all'utilizzo di contratti a tempo determinato per far fronte ai picchi di domanda, ha impedito un adeguato incremento dell'esperienza dei lavoratori.

A fronte di queste considerazioni organizzative, diventa evidente che, nell'era dell'Industry 4.0, proseguire su un modello di gestione "a vista" e mnemonica non sarebbe coerente e vantaggioso. Al contrario, è necessario investire nella implementazione di nuovi sistemi di gestione che supportino le attività manuali di pianificazione, migliorando l'efficienza, la precisione e garantendo la continuità produttiva anche in presenza di turnover o cambiamenti organizzativi. L'adozione di soluzioni innovative e tecnologie avanzate può contribuire a ottimizzare il processo produttivo e a garantire una maggiore stabilità e competitività aziendale nel panorama industriale moderno.

Considerando lo stato attuale del sistema produttivo nel reparto di finitura e le criticità evidenziate dalle modalità di gestione attuali, il passaggio al nuovo sistema gestionale SAP è un altro elemento trainante per il cambiamento in atto. Come già descritto nella sezione sull'infrastruttura tecnologica e sul flusso delle informazioni, attualmente è complesso ottenere dati di movimentazione dei magazzini in tempo reale. La discrepanza tra i movimenti registrati sul WMS e sul gestionale AS400, unita alla presenza di errori umani, può portare a giacenze non coerenti di componenti o articoli. Questo problema viene spesso risolto basandosi su riepiloghi di produzione mensili, ma con SAP tale approccio non sarà più possibile.

Con il passaggio a SAP, il modo di lavorare si baserà su OdP (ordini di produzione) che potranno essere completati solo se i fabbisogni nel sistema sono coerenti con quelli fisici, ovvero se il prodotto risulta effettivamente in giacenza. In quest'ottica, il progetto di progettazione della linea di pre-lavorazione assume un ruolo di progetto pilota per l'implementazione di un sistema MES (Manufacturing Execution System), che fungerà da interfaccia di produzione per i futuri ordini di produzione di SAP.

Il tema del progetto di tesi è quindi nato dalla necessità di affrontare le problematiche riguardanti la gestione dei codici con operazioni fuori linea e, al contempo, di testare su una linea pilota il sistema informatico MES che verrà successivamente implementato su tutte le manovie delle finiture, in concomitanza con l'arrivo del nuovo gestionale aziendale.

Nel capitolo successivo, approfondiremo il caso aziendale, descrivendo i diversi passaggi effettuati per la progettazione del reparto dedicato alle operazioni di pre-lavorazione, così denominate perché precedono le vere e proprie operazioni di assemblaggio svolte in manovia. L'obiettivo del progetto è ottimizzare le operazioni fuori linea, trattandole come pre-lavorazioni di assemblaggio. Questo consentirà di avere una tracciabilità più precisa dei semilavorati, agevolando una pianificazione più snella, riducendo gli sprechi di tempo legati

ai molteplici pick and place e riducendo anche l'occupazione di spazio dovuta alla proliferazione di semilavorati in specifici codici di magazzino (UDC).

## **4. Selle Royal Group: La soluzione proposta e implementata**

Nel contesto dell'azienda Selle Royal Group, è stato condotto uno studio approfondito per la progettazione di un nuovo reparto di prelavazione. Questo progetto è emerso come parte di uno sforzo più ampio per ottimizzare il flusso di produzione e migliorare l'efficienza complessiva delle operazioni.

La progettazione del layout ha coinvolto diverse fasi, a cominciare dalla suddivisione delle diverse famiglie di articoli che richiedono lavorazioni di prelavazione. Questo processo ha comportato una dettagliata analisi delle caratteristiche di ciascuna famiglia, compresi i tempi di lavorazione, le operazioni coinvolte e le possibili sinergie tra di esse. Le famiglie sono state suddivise in modo logico, tenendo conto delle similitudini nelle lavorazioni e nei requisiti tecnologici.

Una volta definita la suddivisione delle famiglie, è stato proposto un nuovo layout che mirava a ottimizzare il flusso di produzione. Questo layout prevede l'uso di una manovia per il trasporto dei materiali e l'implementazione di un sistema MES per la gestione dei codici prelavati. L'obiettivo principale è semplificare il processo di prelavazione, ridurre gli errori e aumentare l'efficienza complessiva.

In seguito alla presentazione del layout progettato, è stato discusso come implementare con successo il progetto, valutando la fattibilità delle modifiche proposte e stabilendo una fase di test sul campo prima della piena implementazione. Questo approccio graduale ha permesso di minimizzare i rischi e valutare i benefici del progetto in modo realistico.

Infine, sono stati identificati diversi indicatori di performance per monitorare i risultati del cambiamento, tra cui l'aumento della produttività, la riduzione dei tempi ciclo, e la diminuzione degli scarti dovuti alla movimentazione dei materiali. L'implementazione del sistema MES è stata vista come una parte chiave del progetto, progettata per semplificare ulteriormente il processo e migliorare la gestione delle informazioni di produzione.

In sintesi, il progetto di progettazione del layout nel reparto di prelavazione dell'azienda Selle Royal Group è stato concepito per migliorare l'efficienza e la gestione del processo

produttivo, con una particolare attenzione alla semplificazione, alla sicurezza e alla sostenibilità ambientale.

#### ***4.1 L'approccio***

Questo capitolo è improntato su un approccio fondamentale che ha guidato lo studio. L'opportunità di lavorare all'interno di un'azienda di dimensioni considerevoli come Selle Royal mi ha permesso di sperimentare le dinamiche e le interazioni tra diversi attori aziendali, nonché di apprendere gradualmente come muoversi in un contesto così complesso. È importante sottolineare che questo progetto non sarebbe stato possibile senza il contributo delle competenze e delle conoscenze delle diverse figure produttive coinvolte. In particolare, il ruolo chiave rivestito dai capi-reparto e dai capi-linea, unito alla preziosa memoria storica del processo produttivo posseduta dagli operai, è stato di fondamentale importanza per il successo dello studio. Queste persone sono state una delle principali fonti di dati necessari per condurre il lavoro di tesi. Le idee e le proposte presentate in seguito derivano da numerose sessioni di condivisione con queste figure operative e da un costante confronto con il personale impiegatizio e manageriale.

La prossima sezione illustrerà il lavoro svolto, suddiviso in fasi seguendo la metodologia PDCA (Plan, Do, Check, Act), la quale ha costituito il framework generale del progetto. Questo approccio ciclico ci ha permesso di pianificare e progettare il cambiamento, implementarlo, monitorarne l'efficacia e, ipotizzare futuri miglioramenti.

#### ***4.2 Plan – Acquisire ed elaborare le informazioni***

Prima di procedere con la progettazione del layout della manovia, è fondamentale ottenere una visione completa delle esigenze e delle capacità produttive dell'impianto. Questo implica comprendere i requisiti di produzione, le quantità previste di selle da bicicletta e le specifiche delle diverse varianti di prodotto. Inoltre, è essenziale considerare le dimensioni e la forma delle selle, le attrezzature e le macchine necessarie per le varie fasi di produzione, nonché le operazioni fuori linea che richiedono spazi specifici.

Il primo passo di questo studio mira a ottenere una conoscenza approfondita di tutte le operazioni coinvolte nel processo di assemblaggio della sella, al fine di identificare quelle che devono essere separate e eseguite nel nuovo reparto. Lo stabilimento produce circa 15.000 selle al giorno, con un elevato mix di modelli e versioni, contando circa 1200 varianti di prodotto a Pozzoleone. Per iniziare, abbiamo estratto dal sistema gestionale le distinte con i cicli di lavorazione di ogni articolo, al fine di rendere i dati necessari fruibili e facilmente gestibili per le fasi successive.

Da una prima analisi sui dati estratti le operazioni allo stato attuale effettuate nel reparto di finitura sono le seguenti:

TIPO OPERAZIONE	COD. OP.	DESCRIZIONE OP.
Operazione di assemblaggio	I055	MONT.SELLA ELASTOMERO TREKKING
	I131	MONT. SELLE IN ELAS. CON COPP.
	I143	MONTARE P.BORS. SU FORCHETTA
	I167	APPLICARE INSERTI+MANIGLIA
	I188	MONTARE FORCHETTA FACILE
	I369	MONTARE TELAIO 8265+TAPPO
	I403	INSERIMENTO VITE SU INS.2001
	I417	MONTARE INSERTO A SCATTO
	I452	MONTARE GRUPPO BICONICHE+TAPPO
	I484	MONTAGGIO TELAIO 6010 SU SELLA
	I507	APPL. PUNTALE C/AVVIT. FACILE
	I509	AVVIT. 2 INS.+2 VITI FACILE
	I510	AVVITARE 2 INS.+4 VITI FACILE
	I514	APPL.2 INS.POST.C/MART.FACILE
	I516	APPL. PUNTALE C/MART.DIFFICILE
	I520	MONTARE FORCHETTA DIFFICILE
	I543	LAV.PER 1/2/3 SER.PU MANOVIE
	I546	MONT.MOLLE RICCIO+TAPPO DIFFIC
	I555	MONT.SELLE IN ELAST.9270
	I556	MONT.ELAST.C/FORCH.+INSERTI
	I558	AVVIT. 1 INS.+4 VITI DIFFICILE
	I559	APPL. PUNTALE C/MART.FACILE
	I645	MONTARE FORCHETTA 9130
	I647	MONTARE VENTURI RESPIRO
	I654	MONT.SE.ELAS.MOD. + COPP. 9131
	I655	MONT.SE.ELAS.MOD. + COPP. 9132
	I799	APPLICARE PUNTALE CON VITE
	I909	APPLICA PUNTALE A SCATTO
	I910	MONT.MO.+LON.+TRA.SU SCHI.8244
	I931	CONTR. QUALITA' DECATHLON OEM
	I982	MONTARE MANIGLIA SU 5192
	IA81	MONTARE FORCHETTA CON MOLLA
	IA82	MONTARE(FORCH.+MOLLA)SU FELTRO
	IA83	AVVITARE COPER.SCIENTIA 2 VITI
	IA86	APPLICARE PUNTALE+INSERTO ICS

	IB17	LAVARE CON ALCOOL X SERIGRAFIA
	IB66	PREP.MOLLE A TAZZA LOOKIN(N°6)
	IB67	MONT. SELLA CON MOLLE A TAZZA
	IB70	SCHIACCIARE FORCH.LOOKIN
	IC13	INSERIRE FORCH.E AVV.SU PROTEZ
	IC14	MONTARE FORC.SU FELTRO E AVVI.
	ID35	MONTARE N°2 ELAST.C/FORCHETTA
	IE13	INS+SCHIACCIAMENTO COPRIVITE
	IE14	MONTARE FORCHETTA EXPLORA
	IE15	MONTAGGIO FORCH+ELAS.EXPLORA
	IE25	AVVITATURA PUNTALE EXPLORA
	IE58	AVVIT. 1 INS.+1 VITE
Operazione di imballo	I190	APPLICARE APP. CON FASCETTA
	I202	IMBALLO SELLE LINEA POLIURETAN
	I268	APPLICARE ETICHETTA EAN13
	I287	LAVARE SELLA SR
	I439	APPLICARE APPEN.+INSER.+FASCE.
	I518	APPLIC.BOLLINO SU APPENDISELLA
	I519	APPLICARE 2 BOLLINI SU APPEND.
	IA22	APPLICARE ETICH.RFID+CONTROLLO
	IA49	ALLACCIARE BINDELLO FORCHETTE
	IA85	MONTARE APPENDISELLA 2 FASCET.
	IB52	PREP.CARTONE SPARE PARTS 2016
	IB53	IMBALLARE KIT SPARE PARTS 2016
	IC39	APPLICARE BINDELLO SR
	IC68	IMBALLARE SELLA SR IN SN
	ID72	IMBALLARE 2 SELLE+PE SU M.BOX
	ID77	APPLICARE LAW LABEL
	Operazione estetica	IE03
I878		APPLICARE TAMPOGRAFIA SU SELLA
IB84		ESEGUIRE TAMPOGRAFIA BICOLORE
IC47		APPLICARE SERIGRAFIA SR
IC49		APPLICARE 2 SERIGRAFIE SR
IC50		APPLICARE 3 SERIGRAFIE SR
IC54		APPLICARE 1 TRANSFER SR
IC55		APPLICARE 2 TRANSFER SR
ID41		APPLICARE N°2TAMPOGRAFIE SELLA
IE20		APPLICARE N°2TAMPOGRAFIE ORBIS
Prelavorazione estetica	I455	APPLICA N.5 RIVETTI + RODELLE
	I500	APP.CRISTAL P SU SELLA G
	I502	APP.CRISTAL PARTIC. SU SELLA M
	I503	APPL.MICROINIEZIONE+LAVAGGIO
	I820	APPLICARE CRISTAL COLLA BICOMP
	I882	APPLICA N.4 RIVETTI + RODELLE
	IB21	AP.3 TECNOFLEX(2 LAT+1 PUNTA)
	IC70	APPLICARE CRISTAL SU SELLA SR
	IE23	FORATURA FELTRO
	IE24	PREPARARE ETICHETTA EXPLORA
	IE12	APPLICARE ETICHETTA EXPLORA
Prelavorazione funzionale	I521	APPL.PROT.TECNOF.FORATE S/LAV.
	I550	AP.PROT.PICC.TECNF S/LAV.PROT.
	I646	MONTARE DIFFUSORE RESPIRO
	I798	MONT.ANELLO CON 6 VITI

	I940	APPLICA COLLA SU ANELLO RETE
	IA20	LAVARE E APPLICARE ETICHETTA
	IC96	APPL. COLLA MS SU ZONA CENTRALE
	IC97	TRANCIARE FORO CENTR. ELLIPSE
	ID17	APPLICARE PRIMER ZONA CENTRALE
	ID95	MONTARE COPRIRIFILO + 4 VITI
	IE86	MONTARE COPRIRIFILO + 3 VITI

Tabella 4.1 – Operazioni di assemblaggio effettuate in reparto, Fonte interna aziendale + elaborazione propria

Le principali operazioni di assemblaggio nel processo di produzione delle selle includono l’inserimento della forchetta e dei fusti (un particolare tipo di forchetta con molle incorporate), nonché l’avvitatura di diversi inserti e puntali. Nel corso delle operazioni in linea, vengono eseguite anche attività di estetica leggera, come la serigrafia, la tampografia e il transfer. Infine, vi sono le fasi di pulizia e imballo, che rientrano nella categoria delle operazioni di imballo.

Oltre a queste operazioni, sono presenti anche attività più critiche “fuori linea”, le cui problematiche sono state discusse nel capitolo precedente. Abbiamo diviso queste attività in operazioni di prelaborazione funzionale e prelaborazione estetica. Nel prossimo paragrafo, analizzeremo le attività evidenziate e sottolineeremo le loro caratteristiche e criticità.

Prima di esaminare nel dettaglio le diverse operazioni di prelaborazione, è importante precisare che non tutte sono state oggetto di analisi approfondita. Precedendo con cautela, l’azienda ha effettuato una valutazione preliminare delle attività, esaminando quelle potenzialmente superflue e verificando se apportassero un reale valore aggiunto. In collaborazione con la direzione aziendale, sono stati identificati gli articoli destinati a un calo di richiesta sul mercato e quelli prossimi al termine del ciclo di vita. Questa strategia ha consentito di concentrare l’attenzione e le risorse sulle prelaborazioni che effettivamente contribuiscono a valorizzare il prodotto finale.

#### ***4.2.1 Operazioni di prelaborazione estetica***

##### **Applicazione rivetti**

L’operazione di applicazione dei rivetti viene effettuata sulla parte posteriore della sella e ha lo scopo di dare un maggior valore estetico al prodotto.



Figura 4.1 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio rivetto), Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

Attualmente, l'attività di rivettatura viene svolta fisicamente nel reparto di rifilo dalle operatrici del reparto stesso. Una volta completato un pallet di scatoloni di schiumato, questo viene preso in carico per essere rivettato. L'operatore estrae le selle dalle scatole, applica i rivetti utilizzando un macchinario dedicato e poi reimpacca il componente sulla scatola.

Tuttavia, l'output di questo processo è un pallet di schiumati rivettati non identificato nel sistema di gestione del magazzino (WMS). Dal punto di vista della gestione delle giacenze, questo componente risulta ancora come uno schiumato standard e non vi è traccia dell'avvenuta rivettatura. Per aiutare a distinguere questo articolo dagli schiumati senza rivetti, gli operatori applicano un cartellino di colore giallo sul bancale, indicando “*codice schiumato + rivetti*” e la quantità totale dell'unità di movimentazione. Questo sistema di identificazione manuale aiuta a differenziare gli articoli ma comporta inevitabilmente dei rischi di errori e di mancanza di tracciabilità affidabile.

### **Applicazione Cristal e Microiniezioni**

L'attività di applicazione di cristal e microiniezioni rappresenta una delle operazioni di incollaggio degli inserti che viene eseguita fuori linea all'interno del reparto di finitura di Selle Royal. La differenza principale tra cristal e microiniezioni risiede nei materiali con cui sono composti gli inserti: i cristal sono realizzati con un materiale plastico più rigido e facilmente manipolabile, mentre le microiniezioni sono composte da un materiale più morbido e richiedono un'operazione preliminare di lavaggio prima dell'applicazione sulla sella. Questa differenza nella composizione dei materiali comporta tempi di applicazione maggiori per le microiniezioni rispetto ai cristal.

Inoltre, i cristal, grazie alla loro maggiore rigidità, sono più agevoli da posizionare con precisione sullo schiumato durante l'operazione di incollaggio. D'altro canto, le

microiniezioni, essendo più flessibili, possono richiedere una maggiore attenzione nel posizionamento accurato, specialmente per garantire un risultato estetico ottimale.

Anche in questo caso, l'operazione di incollaggio degli inserti è gestita tramite un sistema di cartellini gialli che indica il codice schiumato e la quantità di inserti applicati. Tuttavia, la gestione di questa operazione si complica ulteriormente a causa delle possibili varianti dei prodotti finiti. Infatti, un singolo semilavorato proveniente dal rifilo può essere utilizzato per diverse varianti di prodotto finito, a seconda dell'inserto che viene applicato. Alcuni clienti richiedono inserti personalizzati, il che rende ancora più sfidante l'aggregazione degli ordini per ottimizzare il processo di produzione.

Attualmente, la decisione su quale inserto applicare su un determinato schiumato è lasciata ai responsabili delle linee di produzione, che si occupano di schedare le operazioni tramite i riepiloghi di produzione. Questo può comportare una complessa pianificazione per raggruppare gli ordini che richiedono lo stesso schiumato o lo stesso tipo di inserto da incollare, al fine di aumentare l'efficienza del processo produttivo.

Per superare queste sfide e ottimizzare la gestione delle operazioni di incollaggio di cristal e microiniezioni, il caso studio vedrà anche l'implementazione di un sistema MES (Manufacturing Execution System) che consenta una pianificazione più intelligente e automatizzata delle attività di pre-lavorazione.

Per concludere le attività relative all'incollaggio di inserti estetici, è importante sottolineare l'operazione di applicazione dei cristal con colla bicomponente. Questa operazione si differenzia dalle altre per il fatto che i cristal utilizzati sono ancora diversi rispetto ai precedenti. Per garantire un'adesione ottimale, questi cristal devono essere incollati seguendo il processo delle protezioni, spiegato più in dettaglio nel successivo paragrafo relativo alle prelaborazioni funzionali.

### **Foratura feltro, preparazione e applicazione etichetta Explora**

Queste tre operazioni sono strettamente interconnesse e riguardano una particolare gamma di selle denominata Explora. Queste selle presentano un'etichetta arancione sulla superficie dello schiumato, il che contribuisce principalmente a fini estetici:



Figura 4.2 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio etichetta), Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

Per applicare con precisione questa etichetta, visibile nella Figura 8, è necessario eseguire un'operazione di foratura del feltro utilizzando un trapano a colonna. Successivamente, le etichette precedentemente preparate, insieme agli inserti da inserire nei fori creati, vengono applicate tramite un sistema di incastro.

Attualmente, dopo l'operazione di foratura, gli schiumati vengono nuovamente imballati e, successivamente, sottoposti all'inserimento dell'etichetta. Questo approccio è principalmente dettato dalla limitazione dello spazio disponibile. Attualmente, non è praticabile effettuare la foratura seguita immediatamente dall'applicazione dell'etichetta prima di imballare l'articolo. Considerando i notevoli volumi coinvolti e l'organizzazione attuale del banco in cui queste operazioni sono eseguite, non è possibile effettuarle in modo continuativo.

#### ***4.2.2 Operazioni di prelaborazione funzionale***

##### **Applicazione di protezioni**

L'applicazione delle protezioni rappresenta una delle attività più delicate all'interno del reparto di finitura. Le protezioni sono inserti plastici posizionati sulla zona laterale posteriore della sella, sia sul lato destro che sinistro. La loro fondamentale funzione è quella di proteggere la sella quando viene a contatto con la superficie su cui la bicicletta viene appoggiata.



Figura 4.3 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio protezione), Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

L'incollaggio delle protezioni richiede una serie di fasi ben definite nel processo produttivo. Per gestire efficacemente questi diversi passaggi e ottimizzare i tempi di incollaggio, viene utilizzata una manovia appositamente configurata. Inizialmente, lo schiumato deve essere attentamente pulito nella zona interessata dalla lavorazione prima di essere caricato sulle bilancelle della manovia.

Successivamente, il semilavorato avanza verso i banchi di incollaggio, dove viene applicato uno strato di colla bicomponente a pennello. Successivamente, lo schiumato viene posto nuovamente nella manovia per avanzare verso la postazione di applicazione delle protezioni. In questa fase, un fornello prepara gli inserti plastici in modo che siano pronti per essere incollati, mentre una piccola pressa con un tampone morbido viene utilizzata per l'applicazione vera e propria delle protezioni sulla sella.

Al termine dell'incollaggio delle protezioni, lo schiumato viene trattato allo stesso modo di cui sopra: una volta completata l'operazione, lo schiumato viene reimballato e gestito con dei cartellini segnaletici senza effettiva traccia sul sistema WMS.

Anche in questo caso lo stesso schiumato può avere diverse protezioni andando a definire diverse varianti di prodotto finito con le stesse problematiche di gestione spiegate nel paragrafo precedente.

### **Operazioni di tranciatura foro centrale**

Le operazioni di tranciatura vengono effettuate sugli schiumati che andranno a formare delle selle con foro centrale.



Figura 4.4 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio foro centrale), Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

Una volta completata la fase di rifilo, il semilavorato richiede che la copertina venga tranciata per aprire il foro precedentemente predisposto durante la fase di schiumatura. Per eseguire la tranciatura, viene utilizzata un'apposita trancia con fustelle progettate specificamente in base all'articolo da lavorare. Tuttavia, alcuni semilavorati richiedono alcune operazioni preparatorie prima della tranciatura. Queste operazioni includono l'applicazione di primer e colla sulla zona centrale dello schiumato per garantirne l'impermeabilità anche dopo la tranciatura. Tra la fase di applicazione del primer e quella di applicazione della colla è necessario un tempo di asciugatura pari a 24 ore.

A livello operativo, le operazioni di primer, colla e tranciatura vengono generalmente svolte in serie, fuori dalla manovia, su aree appositamente dedicate all'interno del reparto di finitura. Spesso, a causa delle quantità da lavorare, è necessario imballare gli schiumati ad ogni passaggio per ottimizzare gli spazi di lavoro, il che comporta notevoli sprechi di tempo. Questa gestione delle operazioni fuori linea rappresenta una delle criticità identificate nel processo produttivo e sarà oggetto di miglioramento nell'ambito del progetto di progettazione e ottimizzazione della linea di pre-lavorazione.

### **Montaggio diffusore/anello/copririfilo**

Le operazioni di montaggio del diffusore, dell'anello e del copririfilo rappresentano attività di avvitatura di un inserto plastico all'interno del foro dello schiumato. È la fase successiva a quella di tranciatura del foro centrale. La differenza tra diffusore, anello o copririfilo è determinata dalla forma e dalla struttura specifica dell'inserto; tuttavia, a livello di processo, si tratta sempre di operazioni di avvitatura. Queste attività sono eseguite per garantire una corretta e sicura adesione degli inserti allo schiumato, contribuendo così alla qualità e funzionalità del prodotto finito.



Figura 4.5 – Selle del brand Selle Royal (dettaglio diffusore/copririfilo), Fonte: [www.selleroyal.com](http://www.selleroyal.com)

L'attività viene effettuata fuori linea perché ha dei tempi ciclo molto più alti rispetto alle altre operazioni di assemblaggio. L'avvitatura di diffusori, anelli e copririfilo viene svolta su appositi banchi dotati di trapani elettrici e singolarizzatori per le viti. Anche al termine di questa attività lo schiumato viene reimballato in attesa di essere trasferito nelle manovre di assemblaggio.

#### 4.2.3 Considerazioni sulle operazioni descritte

Le operazioni di prelaborazione precedentemente delineate sono attualmente eseguite in modalità fuori linea, cioè separate dalle altre attività svolte in manovia. All'interno dei problemi precedentemente identificati, andiamo ora ad esaminare in dettaglio quelli che costituiscono il focus del progetto di tesi, mirando a risolverli:

- **Tracciabilità delle operazioni di prelaborazione:** Questa è una sfida condivisa da tutte le operazioni considerate. Attualmente, la distinzione tra uno schiumato normale e uno che ha subito una o più lavorazioni preliminari si basa unicamente su un cartellino identificativo. Questo cartellino riporta il codice dello schiumato e l'operazione eseguita, ma manca un codice identificativo specifico per l'articolo sottoposto a prelaborazione. Questa lacuna rende complessa la gestione del magazzino e la pianificazione delle macchine di schiumatura (caroselli), poiché non è possibile conoscere con precisione le quantità effettivamente lavorate rispetto a quelle ancora in fase di schiumatura. Per affrontare questo problema,

l'azienda ha deciso di introdurre un nuovo codice per segnalare l'avvenuta prelaborazione e di gestire questa fase attraverso il sistema MES. Ciò comporterà la creazione di nuovi articoli semilavorati, posizionati tra lo schiumato e il prodotto finito. Questi articoli includeranno nella distinta base i componenti necessari per le prelaborazioni e il loro ciclo di produzione incorporerà le operazioni di prelaborazione precedentemente delineate.

- **Efficienza limitata delle operazioni fuori linea:** Come evidenziato per diverse operazioni di prelaborazione, spesso gli schiumati vengono estratti dalla scatola e successivamente reimballati più volte, soprattutto quando sono coinvolte molteplici operazioni di prelaborazione per lo stesso articolo. Questo comporta un notevole incremento nel numero di operazioni di sollevamento e posizionamento (pick and place), che potrebbe essere notevolmente ridotto attraverso l'implementazione di una manovia dedicata per l'esecuzione delle diverse fasi di prelaborazione.
- **Dislocazione fisica delle operazioni:** Le varie operazioni sono attualmente distribuite in zone separate e distanti all'interno dello stabilimento produttivo. Ad esempio, l'applicazione dei rivetti avviene nel reparto di schiumatura-rifilo, le protezioni vengono lavorate in una specifica manovia, mentre cristal e microiniezioni sono eseguiti nel reparto di finitura accanto alle manovie. Questo scenario comporta frequenti spostamenti di materiale, i quali potrebbero essere notevolmente ottimizzati attraverso l'istituzione di un centro di lavorazione dedicato alle prelaborazioni. Tale iniziativa non solo agevolerebbe le attività operative, ma contribuirebbe anche a migliorare la gestione complessiva della produzione, offrendo una maggiore visibilità sul flusso del valore alle figure responsabili.

Tutte le operazioni sopra descritte e le criticità che ne derivano saranno l'oggetto della successiva fase di progettazione dell'area di prelaborazione.

### ***4.3 Do – Proposta di un layout produttivo***

Dinanzi alle problematiche identificate, l'azienda ha optato per una soluzione che comporta la separazione delle operazioni critiche dal reparto di finitura. In questa nuova configurazione, il reparto di finitura sarà dedicato esclusivamente all'assemblaggio finale delle selle, focalizzandosi su operazioni altamente standardizzate, quali serigrafia, tampografia, applicazione di transfer, avvitatura, inserimento delle forchette e operazioni di imballo. tutte le altre operazioni, che precedentemente venivano svolte fuori linea a causa della loro complessità gestionale, saranno riorganizzate all'interno di un apposito reparto. Quest'ultimo sarà costituito da una manovia e da una serie di banchi dedicati, mirati a gestire efficacemente le diverse prelaborazioni precedentemente descritte.

La prima fase pratica dello studio consiste nell'analisi della famiglia dei prodotti considerati. In questa fase dello studio si utilizzano delle matrici di incidenza per andare ad individuare le famiglie di prodotti simili. Le basi dati per le matrici che verranno spiegate successivamente sono l'anagrafica dei prodotti finiti assemblati in reparto di finitura Selle Royal, le distinte ciclo associate ai prodotti finiti e il budget vendite in termini di numero di pezzi per l'anno 22-23. Di seguito verrà illustrato il procedimento utilizzato per giungere alla suddivisione dei vari prodotti in base al tipo di lavorazione che richiedono.

#### ***4.3.1 Algoritmo di King (Metodo ROC)***

In questa fase di analisi delle famiglie di prodotti, abbiamo adottato l'algoritmo di King o metodo ROC (Rank Order Clustering). Fondamentalmente, questo metodo implica la creazione di una matrice prodotto-processo, nella quale vengono assegnati dei pesi al fine di classificare i prodotti in base alle affinità di processo.<sup>8</sup> La procedura prevede l'organizzazione delle attività di assemblaggio (nella nostra situazione, le prelaborazioni) lungo le righe, mentre lungo le colonne vengono elencati i prodotti da analizzare.

---

<sup>8</sup> King, J. R. (1980). Machine-component grouping in production flow analysis: an approach using a rank order clustering algorithm. *International journal of production research*, 18(2), 213-232.

DESCRIZIONE OP.	COD. OP.	PRODOTTO										
		5007DRC00	5007DRC04	5007DRC05	5007DRC05	5007HRC00	5007HRC04	5007HRC05	5007HRC05	5007HRC05	5007HRC07	5011UDT0
AP.PROT.PICC.TECNF S/LAV.PROT.	I550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APPL.MICROINIEZIONE+LAVAGGIO	I503	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
APPLICARE CRISTAL SU SELLA SR	IC70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
APPLICA N.5 RIVETTI + RODELLE	I455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
APPLICA N.4 RIVETTI + RODELLE	I882	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APPLICARE ETICHETTA EXPLORA	IE12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FORATURA FELTRO	IE23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PREPARARE ETICHETTA EXPLORA	IE24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANCIARE FORO CENTR.ELLIPSE	IC97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APPLICA COLLA SU ANELLO RETE	I940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MONTARE DIFFUSORE RESPIRO	I646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MONTARE COPRIFILO + 4 VITI	ID95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LAVARE E APPLICARE ETICHETTA	IA20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MONT.ANELLO CON 6 VITI	I798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APPL.COLLA MS SU ZONA CENTRALE	IC96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APPLICARE PRIMER ZONA CENTRALE	ID17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APP.CRISTAL P SU SELLA G	I500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APPL.PROT.TECNOF.FORATE S/LAV.	I521	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APPLICARE CRISTAL COLLA BICOMP	I820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MONTARE COPRIFILO + 3 VITI	IE86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APP.CRISTAL PARTIC. SU SELLA M	I502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP.3 TECNOFLEX(2 LAT+1 PUNTA)	I821	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 4.2 – Matrice Prodotto-Processo, Fonte: elaborazione personale

Nelle celle di questa matrice, viene inserito il valore 1 se il prodotto elencato nella colonna richiede l'attività specificata nella riga, altrimenti si inserisce 0. Per esempio, nella Tabella 4.2, il prodotto 5007DRC00 richiede solo l'attività di applicazione delle microiniezioni, mentre l'articolo 5007HRC07 richiede l'applicazione dei cristal.

Questo rappresenta la prima fase cruciale dell'analisi delle famiglie di prodotti.

Nel contesto del mio progetto di tesi, questa matrice, che è parzialmente illustrata in Tabella 4.2, comprende 22 operazioni di prelaborazione (ovvero le attuali operazioni fuori linea) e 276 varianti di prodotti finiti (escludendo le variazioni di copertina per ciascun articolo). Ogni operazione è identificata da una descrizione e un codice, come visto nel paragrafo 4.2. Per quanto riguarda gli articoli, sono identificati da un codice a 13 cifre, con le ultime 4 cifre che indicano la copertina della sella. Tuttavia, per quanto riguarda le prelaborazioni, non vi sono differenze basate sulla copertina; quindi, sono state considerate solo le prime 9 cifre del codice, che sono sufficienti per identificare la versione della sella.

Dopo aver compilato la matrice, l'algoritmo di King calcola un punteggio  $W$  per ciascuna riga, il che ci consente di riorganizzare la matrice in cluster. Questa riorganizzazione ci aiuterà successivamente a identificare le famiglie di prodotti simili. Il calcolo del punteggio per ogni riga è stato effettuato utilizzando la seguente formula:

$$W_i = \sum_{j=1}^{276} a_{ij} \cdot 2^{n-j}$$

Dove  $a_{ij}$  ( $i$  righe,  $n$  colonne) sono gli 0-1 nelle celle e  $n$  è il numero di prodotti considerati. Una volta calcolati i  $W_i$  (punteggi delle righe) il metodo prevede di ordinare le righe in base al punteggio decrescente. Successivamente si calcola  $W_j$  punteggio delle colonne alla stessa maniera di come fatto per le righe. La formula utilizzata è la seguente:

$$W_j = \sum_{i=1}^{22} a_{ij} \cdot 2^{n-i}$$

Ora possiamo ordinare le colonne in ordine decrescente in base al punteggio ottenuto. Il risultato è una matrice clusterizzata che ci consente di identificare eventuali famiglie di articoli che richiedono le stesse prelaborazioni.

Di seguito, in Tabella 4.3 e 4.4, si mostrano le prime e le ultime porzioni della matrice, evidenziando in verde i cluster formati dall' algoritmo utilizzato. L'ultima riga della matrice rappresenta i punteggi  $W_j$ , mentre l'ultima colonna rappresenta i punteggi  $W_i$ . I punteggi sono stati calcolati utilizzando il foglio di calcolo in cui è stata costruita la matrice.

DESCRIZIONE OP.	COD. OP.	PRODOTTO													
		5013DEC028	5013DEC1	5013HEC0	5013HEC0	5015DEC2	5015DEC2	5015DEC2	5015DEC2	5015HEC2	5015HEC2	5015HEC2	5019DEC1	5019DEC1	5058DRCO
2 AP.PROT.PICC.TECNF S/LAV.PROT.	I550	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6 APPL.MICROINIEZIONE+LAVAGGIO	I503	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12 APPLICARE CRISTAL SU SELLA SR	IC70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 APPLICA N.5 RIVETTI + RODELLE	I455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 APPLICA N.4 RIVETTI + RODELLE	I882	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 APPLICARE ETICHETTA EXPLORA	IE12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 FORATURA FELTRO	IE23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 PREPARARE ETICHETTA EXPLORA	IE24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 TRANCiare FORO CENTR. ELLIPSE	IC97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 APPLICA COLLA SU ANELLO RETE	I940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 MONTARE DIFFUSORE RESPIRO	I646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 MONTARE COPRIRIFILO + 4 VITI	ID95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 LAVARE E APPLICARE ETICHETTA	IA20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 MONT.ANELLO CON 6 VITI	I798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 APPL. COLLA MS SU ZONA CENTRALE	IC96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 APPLICARE PRIMER ZONA CENTRALE	ID17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 APP. CRISTAL P SU SELLA G	I500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 APPL.PROT.TECNOF.FORATE S/LAV.	I521	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 APPLICARE CRISTAL COLLA BICOMP	I820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 MONTARE COPRIRIFILO + 3 VITI	I886	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 APP. CRISTAL PARTIC. SU SELLA M	I502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 AP.3 TECNOFLEX(2 LAT+1 PUNTA)	I821	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wj		3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728	3145728

Tabella 4.3 – Matrice Prodotto-Processo con Algoritmo di King (sezione iniziale), Fonte: elaborazione personale

DESCRIZIONE OP.	COD. OP.	PRODOTTO											Wj		
		8103UECA	8103UECA	F808DGC1	F808DGC1	F808HGCA	5234HR3A	5235DE3A	5235HE3A	5236DE3A	5199UECO	5199UECA		5481HE30	
2 AP.PROT.PICC.TECNF S/LAV.PROT.	I550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,4793E+102
6 APPL.MICROINIEZIONE+LAVAGGIO	I503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2001E+111
12 APPLICARE CRISTAL SU SELLA SR	IC70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1743E+108
10 APPLICA N.5 RIVETTI + RODELLE	I455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1743E+108
9 APPLICA N.4 RIVETTI + RODELLE	I882	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,79589E+52
13 APPLICARE ETICHETTA EXPLORA	IE12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27908E+71
15 FORATURA FELTRO	IE23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27908E+71
21 PREPARARE ETICHETTA EXPLORA	IE24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27908E+71
22 TRANCiare FORO CENTR. ELLIPSE	IC97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,19333E+47
8 APPLICA COLLA SU ANELLO RETE	I940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,29021E+63
20 MONTARE DIFFUSORE RESPIRO	I646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,29021E+63
19 MONTARE COPRIRIFILO + 4 VITI	ID95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,19333E+47
16 LAVARE E APPLICARE ETICHETTA	IA20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,23076E+34
17 MONT.ANELLO CON 6 VITI	I798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,25419E+58
5 APPL. COLLA MS SU ZONA CENTRALE	IC96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,19333E+47
14 APPLICARE PRIMER ZONA CENTRALE	ID17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,19333E+47
3 APP. CRISTAL P SU SELLA G	I500	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6,64614E+35
7 APPL.PROT.TECNOF.FORATE S/LAV.	I521	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	9,45552E+45
11 APPLICARE CRISTAL COLLA BICOMP	I820	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	9,45552E+45
18 MONTARE COPRIRIFILO + 3 VITI	I886	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,44368E+37
4 APP. CRISTAL PARTIC. SU SELLA M	I502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2,19225E+48
1 AP.3 TECNOFLEX(2 LAT+1 PUNTA)	I821	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1,74225E+41
Wj		32	32	32	32	32	24	24	24	24	2	2	1		

Tabella 4.4 – Matrice Prodotto-Processo con Algoritmo di King (sezione finale), Fonte: elaborazione personale

A questo punto del progetto, abbiamo identificato le famiglie di articoli che condividono gli stessi processi di prelaborazione. Tuttavia, per una visione più chiara e utilizzabile di queste famiglie di prodotti, è necessario considerare anche le eventuali dipendenze tecnologiche tra le attività di prelaborazione. Il passo successivo che intendiamo intraprendere è quello di ottenere una rappresentazione più intuitiva delle famiglie di prodotti identificate utilizzando il metodo ROC. Questo ci consentirà di formulare ipotesi sulla disposizione delle attività lungo la manovia e sul layout complessivo del reparto.

Si riporta alla pagina successiva il risultato di questa analisi.

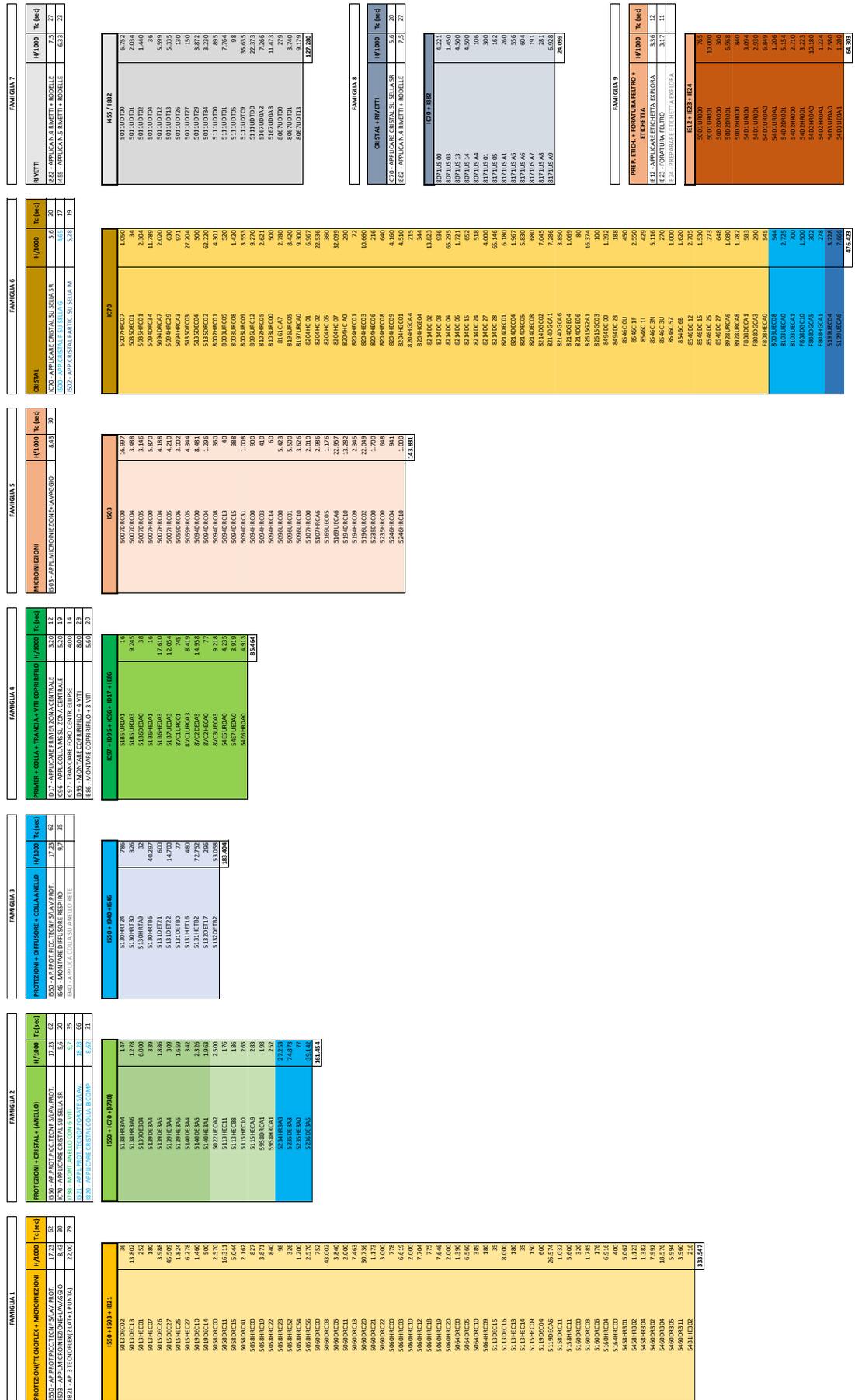


Figura 4.6 – Rappresentazione grafica delle famiglie di articoli con prelaborazione, Fonte: elaborazione personale

Evidenziati nella pagina precedente (Figura 4.6) sono riportati i prodotti con prelaborazione aggregati in base alle operazioni simili. Gli articoli sono stati suddivisi per colore, e sopra ciascuna tabella è fornita una descrizione delle operazioni di prelaborazione relative a ciascuna famiglia, insieme ai tempi ciclo espressi sia in H/1000 che in secondi. Sulla tabella, a fianco agli articoli è indicata una quantità di pezzi sulla base del budget vendite dell'azienda per l'anno fiscale. Questo può essere d'aiuto per quanto riguarda future ipotesi di organizzazione della capacità produttiva del reparto.

#### ***4.3.2 Analisi delle famiglie di prodotti***

Per organizzare il layout del nuovo reparto di prelaborazione, procederemo ora all'analisi delle diverse famiglie di prodotti ottenute tramite il metodo ROC. Questo ci consentirà di stabilire se una determinata operazione di prelaborazione è adatta per l'integrazione nella manovia. La manovia, infatti, è particolarmente adatta per articoli con diverse fasi di assemblaggio che richiedono tempi simili. In alternativa, se un'operazione di prelaborazione non si adatta alla manovia, la sua gestione verrà pianificata al di fuori di essa, mantenendo comunque le sue caratteristiche come operazione di prelaborazione e implementando il salto di codice necessario e ottimizzando gli spazi nella nuova area dedicata.

##### ***Famiglia 1 – Protezioni + Microiniezioni***

La prima famiglia di prodotti, denominata Famiglia 1 nella pagina precedente, comprende articoli che richiedono l'applicazione di due protezioni laterali e una microiniezione sulla punta. Per questo gruppo di articoli, l'utilizzo della manovia è essenziale poiché, come precedentemente spiegato, l'applicazione delle protezioni laterali deve avvenire entro vincoli temporali specifici che già vengono regolati dall'avanzamento dei carrelli nella manovia.

La sfida in questo caso consiste nell'organizzare il processo in modo che l'applicazione delle protezioni venga seguita immediatamente dall'applicazione della microiniezione, evitando un passaggio intermedio di imballaggio tra le due operazioni. Si ritiene che ciò possa essere realizzato efficacemente tramite l'utilizzo della manovia: una volta completata l'applicazione delle protezioni, lo schiumato verrà nuovamente posizionato su un carrello, consentendo il

suo trasferimento diretto alla fase di applicazione della microiniezione per poi essere imballato con il nuovo codice di articolo prelaborato.

#### Famiglia 2 – Protezioni + cristal

Questa seconda famiglia di articoli è essenzialmente simile alla prima (Famiglia 1), con la differenza principale nella tipologia di inserto plastico richiesto sulla punta (cristal invece di microiniezione). Di conseguenza, si applicherà lo stesso principio discusso in precedenza per includere questi articoli nella manovia, garantendo un flusso di lavoro efficiente e senza interruzioni tra l'applicazione delle protezioni laterali e quella dei cristal sulla punta.

#### Famiglia 3 – Protezioni + diffusore

Questa terza famiglia di articoli è costituita da prodotti con un foro centrale. Attualmente, questi articoli subiscono un processo in due fasi: prima vengono forati nel reparto di schiumatura subito dopo il rifilo, poi passano al reparto di finitura, dove viene avvitato il diffusore (un anello plastico con una rete che chiude il foro centrale). Successivamente, gli articoli vengono inviati alla manovia, dove vengono applicate le protezioni laterali.

In questo caso, l'obiettivo è ancora una volta semplificare il processo eliminando il passaggio intermedio di imballaggio e gestendo gli articoli nella manovia fin dall'arrivo nel reparto.

#### Famiglia 4 – Primer + colla + trancio + copririfilo

La Famiglia 4 è composta da schiumati con foro centrale, ma questi richiedono una preparazione specifica prima della fase di tranciatura per mantenere l'impermeabilità. In questo caso, ci sono vincoli tecnologici significativi poiché l'applicazione del primer e della colla deve avvenire con un intervallo di 24 ore prima che lo schiumato possa essere tranciato. Gestire questi articoli nella manovia potrebbe essere complicato poiché occuperebbero spazio per un lungo periodo senza essere lavorati. Nel corso della trattazione, esamineremo come gestire al meglio questi prodotti al fine di ottimizzare il flusso di lavoro.

#### Famiglia 5 – Microiniezioni

La Famiglia 5 è composta da articoli che richiedono esclusivamente l'applicazione di microiniezioni. In questo caso, non è necessaria l'uso della manovia; l'articolo può essere lavorato e imballato con un nuovo codice prelaborato.

### Famiglia 6 – Cristal

Anche questa famiglia è composta da articoli che richiedono una singola fase di prelaborazione. Pertanto, si ritiene che possano essere gestiti al di fuori della manovia, con un cambio di codice una volta completata la lavorazione.

### Famiglia 7 – Rivetti

La famiglia 7 è costituita da articoli che richiedono un'unica fase di prelaborazione, ossia l'applicazione dei rivetti. Anche in questo caso, l'utilizzo della manovia non è necessario.

### Famiglia 8 – Rivetti + Cristal

La famiglia 8 è composta da un numero limitato di articoli, ma richiede due fasi di prelaborazione: l'applicazione dei rivetti e l'applicazione di un cristal. In questo caso, l'uso della manovia potrebbe essere vantaggioso per eliminare un passaggio intermedio di imballaggio. Tuttavia, una sfida potrebbe essere la posizione attuale delle rivettatrici, che si trovano nel reparto di schiumatura-rifilo. Questo perché gli schiumati vengono rivettati dalle operatrici del rifilo per ottimizzare il loro tempo lavorativo. Durante la progettazione del layout, sarà necessario valutare se spostare e unificare l'operazione di rivettatura nel reparto delle prelaborazioni è una soluzione praticabile.

### Famiglia 9 – Foratura feltro + etichetta

Questa è l'ultima famiglia da considerare, composta da articoli che richiedono l'applicazione di un'etichetta in tessuto sul retro della sella. Per applicare l'etichetta, è necessario forare prima il feltro. Le fasi di lavoro sono già ottimizzate, in quanto è presente una postazione in cui un operatore può effettuare entrambe le operazioni in serie e successivamente imballare lo schiumato con il nuovo codice.

Data la natura delle diverse famiglie di articoli, di seguito (Figura 4.7) si presenta nuovamente lo schema precedentemente illustrato, con una suddivisione più chiara tra gli articoli destinati alla manovia e quelli destinati al reparto delle prelaborazioni.



### ***4.3.3 Ipotesi di layout del reparto***

Sulla base dell'analisi delle famiglie di articoli eseguita in precedenza, presentiamo ora una proposta di layout per il nuovo reparto di prelaborazione. Questo layout si articola principalmente attorno alla manovia, ma include anche altre postazioni per la gestione degli articoli per i quali la manovia non è necessaria.

La manovia costituirà il cuore del reparto di prelaborazione. Sarà progettata per consentire il passaggio fluido degli articoli attraverso le diverse fasi di prelaborazione, ottimizzando al massimo i tempi di lavorazione. Gli articoli che richiedono prelaborazioni simili saranno assemblati insieme nella manovia per sfruttare al meglio l'efficienza della produzione.

Per gli articoli che richiedono tempi di prelaborazione significativamente più lunghi o vincoli tecnologici particolari, verrà mantenuta la pratica corrente di gestirli al di fuori della manovia. Questi articoli saranno soggetti al salto di codice e saranno comunque gestiti nell'area dedicata alle prelaborazioni.

Con questo layout, miriamo a massimizzare l'efficienza e ridurre i passaggi intermedi di imballo, consentendo una gestione più snella delle diverse famiglie di prodotti. Inoltre, valuteremo attentamente la posizione delle varie attrezzature cercando di ottimizzare la loro collocazione per una produzione più efficiente.

Nella prossima pagina, condivideremo una rappresentazione visiva del layout proposto per il nuovo reparto di prelaborazione. La proposta è stata redatta utilizzando il software di disegno AutoCAD sotto la supervisione dal tutor aziendale.

Successivamente, forniremo una spiegazione dettagliata di come il flusso dei materiali e degli articoli sarà organizzato all'interno di questo layout. Ci concentreremo poi su come verranno gestiti gli articoli che non necessitano della manovia e come saranno coordinati con quelli destinati a questa invece alla manovia.



Nel layout proposto, abbiamo utilizzato numeri, frecce e colori come strumenti visivi per identificare i flussi delle diverse famiglie di prodotti. Questo approccio è stato adottato per presentare le nostre ipotesi di ottimizzazione a tutte le parti coinvolte nel progetto. In particolare, abbiamo analizzato la disposizione delle varie postazioni lungo la linea e la successione di alcune operazioni. Inoltre, abbiamo collaborato con il team di capo-linea del reparto di finitura SR, che ha sempre gestito le operazioni di prelaborazione coinvolte in questo progetto.

Dopo diversi confronti e discussioni, siamo giunti a questa proposta di layout, che sembra promettente sulla carta in termini di miglioramento. È importante sottolineare che, durante la progettazione di questa proposta, abbiamo tenuto conto delle variabili tecnologiche e ambientali specifiche del contesto, come ad esempio il vincolo di tempo associato all'applicazione delle protezioni.

Prima di esaminare in dettaglio il processo, è importante ricordare che nel contesto di questo progetto si è scelto di utilizzare una manovia già presente all'interno del reparto, ma di spostarla nell'area dedicata alle prelaborazioni. La manovia in questione è attualmente utilizzata per gestire l'applicazione delle microiniezioni, che ricordiamo essere tra le operazioni più critiche dal punto di vista dei vincoli tecnologici.

In accordo con il team, è stata presa la decisione di mantenere inalterata la struttura delle postazioni di incollaggio delle microiniezioni, posizionate sul lato destro della manovia, e di costruire i nuovi flussi di lavoro nella parte rimanente della manovia. La manovia stessa è composta da quattro ripiani e ha una lunghezza di circa 12 metri, corrispondenti a circa 30 vassoi per lato per ciascun piano della manovia. I ripiani vengono utilizzati per la suddivisione degli articoli in lavorazione e/o per la gestione dei vari task.

Partendo proprio dalla manovia vediamo i flussi delle diverse famiglie prese in considerazione.

### *Flusso Arancione-Rosso*

Il flusso colorato in arancione rappresenta le famiglie 1 e 2, le quali si distinguono unicamente per il tipo di inserto in punta utilizzato (microiniezione o cristal). Entrambe

queste famiglie condividono l'importante fase dell'applicazione delle protezioni, che è cruciale tra le operazioni preliminari e presenta diversi vincoli tecnologici significativi. A causa di questa complessità, la progettazione della manovia è stata concepita a partire da questo flusso specifico, coinvolgendo l'esperienza dei capo-linea responsabili delle operazioni.

Il primo passo nel processo è il lavaggio dello schiumato nelle aree in cui saranno applicate le protezioni. Per questa fase, è stato allestito un banco di lavaggio dotato di aspirazione, in grado di supportare fino a due operatori contemporaneamente. Dopo il lavaggio, lo schiumato viene posizionato sulle bilancelle della manovia, con la precauzione di disporre 4 pezzi per carrello. Questa disposizione consente di ottenere un perfetto bilanciamento tra la velocità di avanzamento delle bilancelle e le fasi successive del processo, che comprendono l'applicazione della colla sullo schiumato (step 2 – *Colla su PU*) e l'applicazione delle protezioni da parte degli operatori (step 3 – *Appl. Prot.+Schiacc.*).

È importante notare che la fase di lavaggio è molto rapida, e pertanto un solo banco di lavaggio è sufficiente a sfruttare appieno la capacità di tutte le postazioni per l'incollaggio delle protezioni. Benché i volumi previsti non richiedano l'utilizzo di tutte le postazioni per l'incollaggio, queste ultime fungono da backup in caso di guasti o necessità improvvise.

Dopo l'incollaggio delle protezioni, lo schiumato non viene immediatamente imballato come avviene nel processo attuale. Invece, viene riposizionato nella manovia per essere elaborato dagli operatori responsabili dell'applicazione di cristal o microiniezioni (step 4). Solo in questo momento l'articolo sarà imballato, con l'assegnazione di un nuovo codice per indicare il completamento delle operazioni di prelaborazione.

Questo ultimo passaggio rappresenta l'innovazione significativa nel processo, poiché elimina la necessità di un doppio passaggio per l'imballaggio e semplifica notevolmente il flusso di lavoro complessivo. Per affrontare questo cambiamento, abbiamo condotto un'analisi dei tempi necessari per l'applicazione di cristal e microiniezioni al fine di garantire la fattibilità del processo rispettando i ritmi imposti dalla manovia.

Le operazioni di applicazione di microiniezione e cristal (I503, IC70), come mostrato nelle tabelle delle famiglie, richiedono rispettivamente 8,43 e 5,6 ore per 1000 pezzi, che si traducono in circa 30 secondi per le microiniezioni e 20 secondi per i cristal. Tuttavia, un'analisi più approfondita del processo ha rivelato che il tempo di applicazione delle microiniezioni è solo leggermente superiore a quello richiesto per i cristal (circa 25 secondi). La differenza di tempo è dovuta al fatto che l'operazione I503 include anche il lavaggio degli

inserti plastici prima dell'incollaggio. Questa fase di lavaggio può essere nascosta nel processo, ad esempio durante i tempi di attesa durante i cambi di articolo nella manovia, riducendo così l'impatto sul tempo complessivo dell'operazione.

A questo punto, è importante bilanciare il tempo necessario per lo step 4 (applicazione di cristal o microiniezioni) con quelli degli step precedenti. Come anticipato, lo step 1 è significativamente più veloce rispetto agli altri, rappresentando solo circa il 10% del tempo totale dell'operazione I550 (applicazione delle protezioni). Il resto del tempo è diviso tra l'applicazione della colla sullo schiumato e l'applicazione delle protezioni, entrambi già bilanciati tra loro e con una capacità produttiva di 4 pezzi per bilancella.

Di seguito, viene presentata la "operator balance chart" relativa al flusso definito per le famiglie 1 e 2.

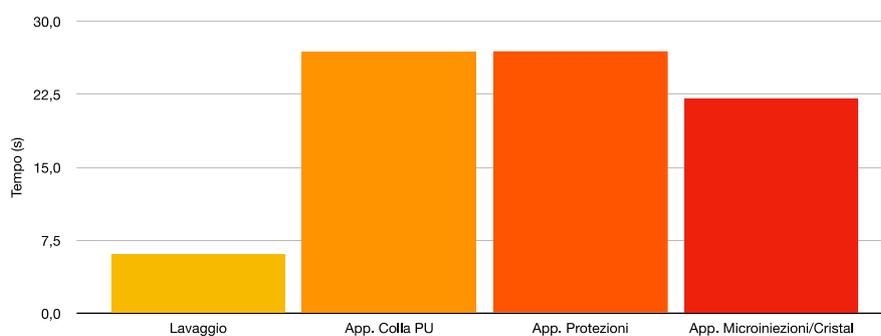


Figura 4.9 – Operator Balance Chart del Flusso Arancione-Rosso, Fonte: elaborazione personale

L'ipotesi a cui si è giunti è il risultato di un processo di condivisione con gli operatori più esperti, oltre a uno studio teorico dei tempi delle operazioni. Pertanto, si ritiene che la gestione dei codici delle famiglie 1 e 2, come descritta, sia fattibile e praticabile.

### Flusso Viola

Il flusso Viola riguarda la Famiglia 3, composta da articoli che richiedono le fasi di prelaborazione di tranciatura dello schiumato, avvitatura del diffusore (operazione I646) e applicazione delle protezioni (operazione I550). In precedenza, la fase di tranciatura dello schiumato veniva eseguita nel reparto di schiumatura-rifilo, ma con le attuali modifiche in corso, abbiamo considerato lo spostamento di questa operazione nella nuova area di prelaborazione.

Mantenendo il vincolo sui tempi ciclo per l'applicazione delle protezioni, la sfida in questo caso riguarda il bilanciamento delle operazioni di tranciatura e avvitatura con la successiva

applicazione delle protezioni. L'operazione di tranciatura richiede 8,5 ore per 1000 pezzi, corrispondenti a 30,6 secondi per pezzo, mentre l'operazione di avvitatura del diffusore (I646) ha un tempo ciclo di 9,7 ore per 1000 pezzi, ossia 35 secondi per pezzo. Di seguito, presentiamo il diagramma di bilanciamento:

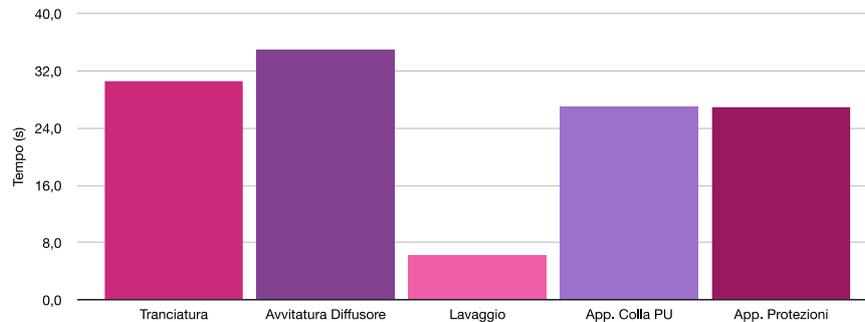


Figura 4.10 – Operator Balance Chart del Flusso Viola, Fonte: elaborazione personale

Considerando il vincolo sull'applicazione delle protezioni, che già è stata bilanciata in manovia con una capacità di 4 schiumati per carrello per postazione, potrebbero emergere sfide dovute ai tempi più lunghi delle fasi precedenti rispetto all'operazione di lavaggio. Nel caso precedente (Flusso Arancione-Rosso), la fase di lavaggio era la prima nell'ordine delle operazioni e non generava problemi di bilanciamento poiché viene eseguita per diverse postazioni di applicazione delle protezioni. In questa situazione attuale, il lavaggio non può essere la fase iniziale poiché deve essere seguito dall'applicazione della colla sullo schiumato e poi dall'applicazione delle protezioni.

Se posizionassimo le operazioni di tranciatura e avvitatura alla fine del processo, ci troveremmo di fronte al rischio di congestione della linea. Ciò avviene perché queste due operazioni sono più lente rispetto alle fasi precedenti e potrebbero lasciare alcuni schiumati non lavorati ad ogni ciclo della manovia. Nel corso del tempo, questi schiumati si accumulerebbero, occupando e rallentando eccessivamente lo svuotamento di un livello della manovia.

Se, d'altro canto, mettessimo le operazioni di tranciatura e, soprattutto, di avvitatura all'inizio del processo, potrebbero non essere in grado di seguire il ritmo imposto dalla manovia, che richiede di processare 4 schiumati per carrello. In questa situazione, ci sono due soluzioni possibili:

1. **Buffer interoperazionale:** Una soluzione potrebbe essere l'implementazione di un buffer interoperazionale tra l'operazione di avvitatura e quella di lavaggio dello schiumato. Questo buffer consentirebbe di ripristinare il flusso regolare di 4 schiumati per bilancella. In pratica, l'operatore nella postazione di lavaggio dovrebbe accumulare gli schiumati provenienti dallo step numero 2 e successivamente alimentare la manovia con gruppi di 4 pezzi per vassoio. Questa proposta è fattibile grazie al breve tempo di ciclo della fase di lavaggio, che è condiviso da tutti gli articoli che richiedono l'applicazione di protezioni. Inoltre, questa soluzione aiuterebbe a saturare il tempo di inattività dell'operatore dedicato al lavaggio.
2. **Studio per l'ottimizzazione della postazione di trancio e avvitatura:** In questa seconda opzione, si considera la possibilità di rivisitare il processo di tranciatura e avvitatura. Per quanto riguarda la tranciatura, si potrebbe valutare la sostituzione della pressa attuale con una macchina più efficiente. Al momento, l'operatore deve eseguire più pressioni su ciascun pezzo per forare centralmente la copertina, il che rallenta il processo. Per quanto riguarda l'avvitatura, sarebbe necessario condurre uno studio più dettagliato sulla modalità di fissaggio della sella durante l'avvitatura. Attualmente, l'operatore incontra difficoltà nell'inserimento delle viti a causa dell'ingombro di un pistone ad aria che blocca la sella dalla parte superiore durante il lavoro.

In fase di progettazione, abbiamo scelto di mantenere invariato lo stato attuale delle postazioni di lavoro e di considerare l'opzione di un buffer nella zona di lavaggio. L'opzione di ottimizzazione rimane un suggerimento per il miglioramento continuo del flusso evidenziato.

Una volta completata l'applicazione delle protezioni, anche la Famiglia 3 può essere imballata e identificata con il nuovo codice di prelavazione. In questa situazione, si potrebbe eliminare la necessità di due fasi di reimballaggio degli schiumati, una dopo la tranciatura e una dopo l'avvitatura del diffusore.

### Flusso Verde

Il Flusso Verde, rappresentato nella Figura 4.8, è associato alla Famiglia 4, precedentemente identificata tramite l'algoritmo di King. In questo caso, proponiamo l'utilizzo della manovia, anche se non è necessaria l'applicazione di protezioni, al fine di ottimizzare le operazioni e ridurre lo spreco di tempo dovuto alle ripetute attività di imballo. Le operazioni coinvolte

includono l'applicazione di primer e colla (ID17 e IC96), seguite dalla tranciatura (IC97), e successivamente l'avvitatura di un coprifiolo con 3 o 4 viti (IE86 o ID95).

Come anticipato, questa famiglia richiede l'applicazione di primer e colla sulla zona da tranciare per impermeabilizzare lo schiumato, e questo comporta dei tempi di attesa tra un'operazione e l'altra di circa 24 ore. Di conseguenza, le prime due attività del ciclo devono essere eseguite in due giorni distinti, con gli schiumati che vengono caricati su un livello della manovia che rimarrà impegnato per il tempo necessario alla prelaborazione. Al termine dell'applicazione della colla, il ripiano della manovia sarà pieno degli schiumati, che potranno quindi essere tranciati e successivamente passare alla postazione di avvitatura prima di essere imballati.

La sfida nella gestione di questa famiglia di articoli sta nel bilanciare l'operazione di tranciatura del foro con quella di avvitatura, sia nel caso di avvitatura di 3 viti che di 4 viti. Ciò è dovuto al fatto che le operazioni precedenti di applicazione del primer e della colla sono più veloci e lavorano in anticipo rispetto alle operazioni successive. Come mostrato nella tabella della Famiglia 4, il tempo necessario per la tranciatura è di 4 ore per 1000 pezzi, mentre per le avviture è di 5,6 ore e 8 ore per mille pezzi rispettivamente per 3 o 4 viti. Di seguito sono presentati i diagrammi di bilanciamento con i tempi delle operazioni convertiti in secondi:

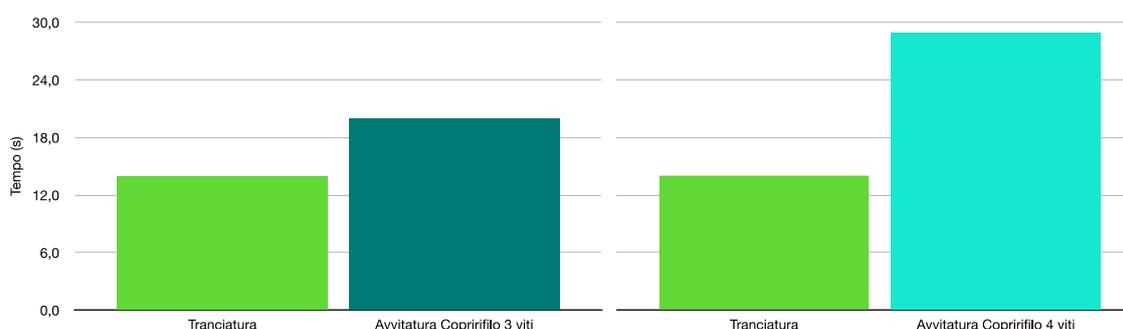


Figura 4.11 – Operator Balance Chart del Flusso Verde, Fonte: elaborazione personale

Questa situazione rappresenta la sfida più complessa dal punto di vista del bilanciamento, ma fortunatamente, stando ai dati di budget, è anche quella che si verificherà meno frequentemente. Per quanto riguarda il caso degli articoli con l'avvitatura di sole 3 viti, potremmo considerare di stabilire un numero adeguato di schiumati che la tranciatura posizionerà su ogni carrello in modo tale che il task di applicazione del coprifiolo riesca a

svuotare il vassoio. In questo modo, si genererebbe un periodo di inattività nella fase di tranciatura, ma ciò consentirebbe lo svuotamento completo della manovia con l'ultimo task del ciclo.

Per quanto riguarda invece l'avvitatura del copririfilo che richiede 4 viti, l'opzione più conveniente potrebbe essere quella di raddoppiare la forza lavoro sulla postazione di avvitatura. In questo modo, sarebbe possibile elaborare 2 pezzi ogni 29 secondi, cioè 1 pezzo ogni 14,5 secondi. La fase di tranciatura richiede 14 secondi, e quindi i due task sarebbero perfettamente bilanciati.

Anche in questo caso, come per gli altri flussi, il processo si conclude con la fase di imballo su cartone e la dichiarazione di avvenuta prelaborazione con il conseguente cambio di codice.

#### Flusso Giallo (fuori manovia)

Il flusso Giallo, situato nella parte superiore a destra del corridoio centrale come indicato nella Figura 4.8, rappresenta il processo progettato per gestire la Famiglia 8, composta da articoli che richiedono rivettatura e l'applicazione di un cristal. Di seguito, forniremo ulteriori dettagli sulla postazione specifica:

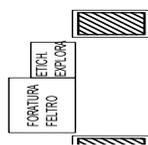


Figura 4.12 – Dettaglio del Flusso Giallo (Famiglia 8), Fonte: elaborazione personale - AutoCAD

Gli articoli appartenenti alla Famiglia 8 vengono prelevati dai cartoni dall'operatore, il quale procede con la rivettatura di una quantità sufficiente per riempire la tavola rotante, identificata nella Figura 4.12 come "Tavola Rotonda", la quale funge da buffer. Una volta che il buffer è stato completamente riempito, l'operatore si trasferisce alla postazione di

applicazione dei cristal per completare il processo di lavorazione dello schiumato e procedere all'imbballaggio con il nuovo codice prelaborato. In figura è anche indicato un banchetto dedicato alla postazione di dichiarazione dei pezzi tramite sistema MES.

Questa postazione sarà utilizzabile anche per i codici che richiedono solo l'applicazione di rivetti o cristal/microiniezioni. Inoltre, sono state aggiunte altre due postazioni: una per la rivettatura, che funge da backup e può supportare la capacità produttiva, e una per l'applicazione di cristal/microiniezioni per soddisfare le esigenze produttive delle Famiglie 5 e 6.

La principale sfida di questa stazione di lavoro per la Famiglia 8 riguarda il vincolo relativo agli operatori. L'addetto che lavora qui deve infatti avere la capacità di eseguire entrambi i tipi di attività in modo efficiente.

#### Altri articoli fuori manovia

Per completare la panoramica del layout progettato, è necessario esaminare gli articoli delle Famiglie 5, 6, 7 e 9.

Per quanto riguarda le Famiglie 5 e 6, sono state aggiunte due ulteriori postazioni dedicate all'applicazione di cristal o microiniezioni. L'evoluzione in questo caso riguarda principalmente la fase di dichiarazione attraverso il sistema MES e la transizione al nuovo codice prelaborato.

La Famiglia 7 comprende i codici che richiedono solo l'applicazione di rivetti e potranno essere lavorati nella postazione menzionata nel paragrafo precedente. Anche in questo caso, il ciclo di lavorazione si concluderà con la dichiarazione del nuovo codice articolo.

La Famiglia 9 è costituita da articoli che richiedono l'applicazione di un'etichetta sul feltro. In questo caso, il progetto prevede semplicemente lo spostamento della postazione già esistente nella nuova area di prelaborazione. Questa postazione è composta da un trapano per la foratura del feltro e una piccola pressa per l'inserimento dell'inserito con l'etichetta. Anche in questo caso, la dichiarazione del nuovo articolo prelaborato avverrà attraverso il sistema MES.

#### ***4.3.4 Considerazioni su capacità e mix produttivo***

L'obiettivo della progettazione del layout appena esaminato è quello di ottimizzare e semplificare la gestione degli articoli che al momento operano al di fuori del sistema informativo aziendale, il che li rende complessi da controllare. Con buona confidenza, possiamo supporre che la capacità produttiva del reparto sia più che sufficiente a soddisfare le richieste del budget, poiché non sono state rimosse attrezzature né apportate modifiche all'organico del personale. Anzi, è importante notare che potrebbe addirittura verificarsi un aumento della capacità produttiva a seguito della riduzione delle attività non a valore aggiunto, come l'imballaggio e l'estrazione degli schiumati dal cartone, che vengono attualmente praticate.

Tuttavia, prevedere con precisione il mix produttivo che la linea dovrà affrontare e che potrebbe generare sfide legate alla capacità della manovia (in termini di ripiani e quantità di vassoi) è più difficile. Con l'esperienza e la conoscenza approfondita del processo e dei prodotti da parte del capo-reparto e dei capi-linea, si è fiduciosi che la manovia sarà organizzata in modo coerente con la sua capacità produttiva per ciascuna famiglia di articoli.

#### ***4.3.5 Implementazione del sistema MES***

Come precedentemente anticipato nel caso studio, il progetto svolge anche un ruolo pilota nell'implementazione del sistema MES nei vari reparti produttivi, con un focus particolare sul reparto di assemblaggio finale delle selle (finitura SR e finitura Fizik). Di seguito, descriveremo il funzionamento previsto del sistema, che sarà inizialmente adottato nell'area di prelaborazione prima di essere esteso ad altri reparti.

In collaborazione con i consulenti dell'azienda fornitrice del sistema MES e il team di produzione, composto da una varietà di figure aziendali, tra cui capi-linea e capi-reparto, abbiamo stabilito le linee guida per il funzionamento generale del sistema di versamento dei prodotti lavorati. Le nostre richieste possono essere riassunte nei seguenti punti:

1. **Interfaccia utente intuitiva:** Il sistema MES deve offrire un'interfaccia utente intuitiva e semplice da utilizzare. Deve essere facilmente comprensibile e utilizzabile dagli operatori.
2. **Fornitura delle informazioni corrette:** Il sistema deve fornire informazioni accurate, come il numero d'ordine, il codice da produrre, la distinta base, la quantità di pezzi da produrre e la data richiesta. Deve minimizzare la possibilità di errori.
3. **Gestione dei multipli del cartone:** Poiché vengono versati articoli in multipli del cartone, il sistema dovrebbe includere l'informazione sulla quantità masterbox dell'articolo come dato anagrafico. Questa informazione può essere utilizzata come moltiplicatore per i versamenti.

L'obiettivo principale del sistema MES è indubbiamente semplificare e migliorare il processo di versamento dei prodotti lavorati, riducendo al minimo gli errori e facilitando la gestione delle informazioni relative alla produzione. Tuttavia, è importante considerare che l'implementazione e l'utilizzo efficace del sistema sono un processo dinamico.

Una volta avviato il sistema e iniziato il suo utilizzo sul campo, è probabile che emergano ulteriori aspetti e necessità specifiche. Durante questa fase, è fondamentale rimanere flessibili e pronti a fare adattamenti in base alle esigenze che si manifestano.

L'obiettivo principale dovrebbe rimanere quello di creare un sistema di supporto alla produzione che non aggiunga un eccessivo carico di lavoro o complessità all'operatore. Il sistema MES dovrebbe semplificare e automatizzare le attività, consentendo agli operatori di concentrarsi su compiti ad alto valore aggiunto e garantendo allo stesso tempo la precisione e l'efficienza.

Inoltre, l'azienda dovrebbe stabilire procedure per il monitoraggio e la valutazione continua delle prestazioni del sistema MES. Ciò includerebbe la raccolta e l'analisi dei dati sull'efficacia del sistema, nonché il coinvolgimento degli operatori per ricevere feedback sulla sua usabilità e suggerimenti per eventuali miglioramenti.

In sintesi, l'implementazione di un sistema MES è un processo in evoluzione che richiede una stretta collaborazione tra il team di produzione, gli operatori e i fornitori del sistema. L'obiettivo costante deve essere quello di ottimizzare l'efficienza, ridurre gli errori e garantire che il sistema sia un vero valore aggiunto per l'intero processo produttivo.

#### ***4.3.6 Variabili ambientali***

È importante sottolineare che all'interno del progetto di ottimizzazione del layout e del processo produttivo non solo sono stati presi in considerazione gli aspetti di efficienza e produttività, ma anche quelli di carattere ambientale, sicurezza ed ergonomia. L'azienda attribuisce grande importanza a questi aspetti e dispone di risorse dedicate all'assicurare un ambiente di lavoro sicuro e salubre.

In particolare, il dipartimento HSE-PRODUCTION (Health, Safety, and Environment - Production), di cui faccio parte, svolge un ruolo fondamentale nella promozione del miglioramento continuo in termini di sicurezza in tutti gli aspetti dell'ambiente di lavoro. La certificazione ISO 45001 rappresenta un impegno tangibile dell'azienda nell'adottare pratiche di gestione della sicurezza robuste e conformi agli standard internazionali.

Un elemento importante da menzionare è l'attività in corso, parallela a questo studio, di revisione delle macchine utilizzate per l'assemblaggio e le operazioni di prelaborazione. Questa revisione mira non solo a garantire la sicurezza delle attrezzature ma anche a migliorarne l'ergonomia. Questa doppia prospettiva è fondamentale per creare un ambiente di lavoro in cui gli operatori possano svolgere le loro mansioni in modo sicuro ed ergonomicamente corretto.

Le valutazioni ergonomiche e di sicurezza delle postazioni di lavoro sono state integrate quindi nella progettazione del layout. Ciò significa che le nuove posizioni delle postazioni sono state pianificate in modo da tener conto delle migliori pratiche ergonomiche e degli standard di sicurezza. Questo approccio garantisce che l'ottimizzazione del processo produttivo non avvenga a scapito del benessere e della salute degli operatori, contribuendo a creare un ambiente di lavoro più sicuro e confortevole.

In sintesi, l'azienda sta perseguendo una strategia completa che integra aspetti di efficienza produttiva, sicurezza, ergonomia e sostenibilità ambientale. Ciò riflette l'impegno costante per migliorare le condizioni di lavoro, ridurre i rischi per la salute e aumentare la sostenibilità ambientale, il che è un vantaggio sia per l'azienda che per i suoi dipendenti.

#### ***4.4 Check – Implementazione del progetto***

Nelle sezioni precedenti ho descritto il mio lavoro durante lo stage e la mia attuale esperienza lavorativa presso lo stabilimento di Pozzoleone di Selle Royal Group. Dopo aver presentato il layout del nuovo reparto di prelavorazione, il passo successivo prevede una valutazione approfondita della fattibilità dell'implementazione del progetto. Per effettuare questa valutazione, ho condotto discussioni dettagliate con il team di produzione e i capi-reparto del reparto di finitura/assemblaggio di Selle Royal.

Il progetto originale prevede lo spostamento dell'attuale manovia 50, che comprende anche l'applicazione delle protezioni, in una nuova area dedicata. Questo consentirebbe un flusso più lineare dei materiali. In particolare, gli schiumati in uscita dal reparto di schiumatura-rifilo giungerebbero all'area prelavorazioni solo se necessitano effettivamente di una lavorazione di questo tipo, per poi essere indirizzati al magazzino degli schiumati. In questo modo, non ci sarebbe transito di schiumato destinato semplicemente alla conservazione nell'area di finitura delle selle. Tuttavia, questo spostamento comporta una complessa operazione di rilocalizzazione di attrezzature, il cablaggio di linee elettriche e la predisposizione di sistemi di aspirazione.

Prima di impegnarci in queste fasi onerose, abbiamo deciso di testare il funzionamento del reparto, comprese tutte le modifiche proposte (come il salto di codice, l'uso della manovia e l'implementazione di un sistema MES), nella posizione attuale della manovia. Questo approccio ci consente di minimizzare i costi e di valutare immediatamente i benefici ottenuti o eventuali sfide incontrate durante il progetto.

L'implementazione del progetto coinvolgerà diversi attori all'interno dello stabilimento, e prevediamo un periodo di test sul funzionamento del sistema MES e del relativo versamento dei codici prelavorati. Questo permetterà di porre le basi per il funzionamento del sistema in tutto il reparto di prelavorazioni prima e di finitura poi, con l'avvento del nuovo ERP.

D'accordo con la direzione dello stabilimento, il progetto inizierà ad essere implementato gradualmente, seguendo il piano originale ma senza lo spostamento della manovia nell'area precedentemente prevista. Il periodo di test avrà una durata di circa 3 mesi e dovrà essere pienamente operativo in vista dell'introduzione del nuovo sistema gestionale aziendale.

#### **4.5 Act – Verifica dei risultati**

L'ultima fase cruciale del progetto riguarda il monitoraggio dei risultati derivanti dall'implementazione delle modifiche apportate. È essenziale valutare in modo accurato se il nuovo layout e l'intera area di prelaborazione apportano effettivamente miglioramenti rispetto allo stato attuale. Per fare ciò, è fondamentale definire e utilizzare degli indicatori di performance (KPI) che consentano di misurare in modo oggettivo l'efficacia delle modifiche apportate.

Gli indicatori di performance forniranno una panoramica chiara e misurabile dei risultati ottenuti dal progetto. Questi indicatori possono includere, ma non sono limitati a:

1. **Aumento della produttività:** misurare se il numero di unità prodotte è aumentato in modo significativo dopo l'implementazione del nuovo layout. Questo può includere la quantità di schiumati o selle prelaborate al giorno o alla settimana. È importante sottolineare che, attualmente, non sono disponibili dati storici relativi alla produttività dei task di prelaborazione a causa dell'assenza di un codice specifico per identificare i prodotti prelaborati. In linea di principio, un'efficace gestione di queste operazioni dovrebbe tradursi in un incremento della produttività nel reparto di assemblaggio finale.

Ciò significa che il successo del nuovo layout e delle modifiche apportate sarà dimostrato non solo dall'efficienza all'interno dell'area di prelaborazione ma anche dalla produzione complessiva del reparto di finitura, poiché entrambi gli aspetti sono strettamente collegati. Il monitoraggio attento e sistematico della produttività complessiva aiuterà a valutare se il progetto sta raggiungendo gli obiettivi desiderati e a identificare eventuali aree che richiedono ulteriori miglioramenti.

2. **Riduzione dei tempi di ciclo:** misurare se i tempi necessari per completare ciascuna fase del processo di prelaborazione si sono ridotti. Ciò può contribuire a un flusso di lavoro più efficiente e a una maggiore capacità produttiva. Se il progetto ha successo, dovremmo osservare una significativa riduzione dei tempi ciclo per la maggior parte dei task, specialmente quelli che inizialmente richiedevano molteplici attività di imballaggio ed estrazione degli schiumati dai cartoni.

3. **Miglioramento della qualità:** Valutare se il nuovo layout ha portato a una maggiore coerenza e uniformità nella qualità dei prodotti finiti. Questo può essere misurato attraverso il monitoraggio dei difetti riscontrati in reparto di finitura. L'eliminazione di numerosi passaggi all'interno dei cartoni dovrebbe anche tradursi in una riduzione degli scarti, noti come "scarti da movimentazione", cioè quegli scarti causati da strisciamenti o graffi sulla copertina della sella dovuti agli urti all'interno del cartone durante la movimentazione.
4. **Utilizzo delle risorse:** Calcolare l'efficienza nell'utilizzo delle risorse, come il tempo degli operatori o l'uso delle macchine. L'obiettivo è ottimizzare l'allocazione delle risorse disponibili e perseguire il miglioramento continuo.
5. **Riduzione dei costi:** Monitorare se l'implementazione del nuovo layout ha comportato una riduzione dei costi operativi complessivi, ad esempio attraverso una minore necessità di manodopera.
6. **Sicurezza e benessere degli operatori:** verificare se le modifiche apportate hanno migliorato la sicurezza sul luogo di lavoro e il benessere degli operatori. Questo può essere misurato attraverso il monitoraggio degli incidenti sul lavoro o dei feedback degli operatori.
7. **Adattabilità alle variazioni della domanda:** valutare se il nuovo layout consente una maggiore flessibilità nell'adattarsi alle variazioni della domanda di mercato. Questo può essere particolarmente importante in un'industria soggetta a fluttuazioni stagionali.

Il monitoraggio continuo di questi KPI consentirà di valutare l'efficacia del progetto nel tempo e apportare eventuali correzioni o miglioramenti. È importante coinvolgere regolarmente il team di produzione, i capi-reparto e altri stakeholder nel processo di monitoraggio per assicurarsi che le modifiche apportate stiano realmente contribuendo al successo dell'azienda.

#### ***4.6 Valutazione economica, dei tempi di implementazione e degli impatti organizzativi del progetto***

La valutazione economica, dei tempi di implementazione e degli impatti organizzativi rappresenta una fase cruciale nell'analisi di qualsiasi progetto di riorganizzazione e ottimizzazione aziendale. In questo contesto, essa assume un ruolo fondamentale nel determinare la fattibilità e la convenienza del progetto, nonché nell'anticipare gli effetti che avrà sull'intera struttura aziendale. Questo paragrafo si propone di esaminare in dettaglio i costi e i benefici associati all'implementazione del nuovo layout e delle nuove metodologie di lavoro, valutando anche il periodo necessario per completare l'intervento. Inoltre, verranno analizzati gli impatti organizzativi e le sfide che il cambiamento comporterà all'interno dell'azienda, con un focus particolare sull'adozione del sistema MES e sulla collaborazione tra le diverse figure coinvolte nel processo decisionale e nell'attuazione del progetto.

##### ***4.6.1 Valutazione economica***

Per condurre un'analisi economica approfondita del progetto, è fondamentale esaminare attentamente i costi e i benefici che comporterebbe la sua implementazione. Per questa valutazione, abbiamo considerato i volumi di produzione previsti nel budget per l'anno fiscale 2022-2023 e formulato alcune ipotesi sui costi dell'intervento.

È importante sottolineare che una valutazione economica completa deve prendere in considerazione diversi aspetti, tra cui:

1. **Costi diretti dell'intervento:** questi comprendono tutte le spese direttamente correlate alla progettazione e all'implementazione del nuovo layout, come la rilocalizzazione delle attrezzature, il cablaggio delle linee elettriche, l'acquisto di nuovi dispositivi o attrezzature, i costi di formazione del personale coinvolto e altre spese simili.
2. **Costi operativi:** questi includono i costi operativi previsti dopo l'implementazione del progetto, come i costi di manutenzione delle attrezzature, i costi energetici, i costi per il personale addizionale (se necessario) e altri costi di gestione del reparto di prelaborazione.

3. **Benefici attesi:** i benefici possono derivare da diverse fonti, come l'aumento della produttività, la riduzione degli scarti, la migliore gestione dei tempi di ciclo e la riduzione dei costi operativi. È importante quantificare questi benefici in modo accurato, basandosi su dati reali o stime realistiche.

Inoltre, è essenziale tenere conto delle fluttuazioni economiche e degli scenari possibili, come cambiamenti nei volumi di produzione o variazioni nei costi dei materiali e della manodopera.

Per quanto concerne i costi diretti relativi all'intervento, è importante notare che a seguito della decisione di mantenere la manovia nella sua posizione attuale, non sono previsti significativi costi diretti aggiuntivi. In particolare, per quanto riguarda gli spostamenti delle attrezzature necessarie e i relativi cablaggi, l'azienda si avvale delle risorse del proprio reparto di manutenzione interno. Di conseguenza, non si prevedono costi extra rispetto a quelli già sostenuti dall'azienda per la manutenzione ordinaria.

I costi operativi rimarranno invariati, poiché l'intervento si traduce in una riorganizzazione delle operazioni e dei macchinari esistenti. Di conseguenza, i costi relativi alla manutenzione preventiva e quelli legati all'energia resteranno invariati. In questa prima fase, non è prevista la necessità di fornire ulteriori sessioni di formazione al personale rispetto a quelle già effettuate per gli addetti alla finitura Selle Royal. Qualche ora di formazione andrà spesa inizialmente nei confronti delle capo-linea e dei capi-reperato per quanto riguarda l'implementazione del sistema MES.

Esaminando i benefici attesi derivanti dall'ottimizzazione e dalla riorganizzazione del processo, è possibile identificarne e quantificarne alcuni di significativi:

- **Risparmi dovuti alla riduzione degli sprechi di tempo:** Come evidenziato durante l'analisi, una delle principali fonti di spreco di tempo è rappresentata dall'attività di imballo dei prodotti con prelaborazioni parziali. La proposta di far scorrere i prodotti all'interno del reparto, come indicato nel progetto, consentirebbe di eliminare questa attività, generando notevoli risparmi di tempo. Per stimare il tempo risparmiato eliminando questa operazione, possiamo considerare un tempo ciclo standard di imballo di ogni pezzo su cartone pari a 2 ore per 1000 pezzi (che è il tempo a distinta per l'imballo

delle selle su cartone) e un tempo di circa 1 ora per 1000 pezzi per l'estrazione delle selle dal cartone. Tenendo conto del numero di attività di imballo rimosse per ciascuna famiglia considerata, è possibile stimare il tempo totale risparmiato. Per le Famiglie 1 e 2 è stata rimossa un'attività intermedia di imballo, mentre per le Famiglie 3 e 4 sono state eliminate 2 attività intermedie di imballo ed estrazione delle selle dal cartone. Infine, per la Famiglia 8, è stata rimossa un'attività intermedia tra la rivettatura e l'applicazione del cristal. Relazionando questi tempi al numero di pezzi previsti nel budget per le diverse famiglie, si ottengono i seguenti risultati:

Famiglia	Pezzi Budget	UM	N. imballi intermedi evitati	Tempo risparmiato [h]	UM
1	333.547	pz	1	1.001	h
2	161.454	pz	1	484	h
3	183.404	pz	2	1.100	h
4	85.464	pz	2	513	h
8	24.059	pz	1	72	h
				<b>3.170</b>	<b>h</b>

	Tempo ciclo [h per 1000pz]	UM
Imballo in cartone	2	ore per 1000pz
Estrazione da cartone	1	ore per 1000pz

Tabella 4.5 – Valutazione dei benefici (tempo risparmiato), Fonte: elaborazione personale

In Tabella 4.5 per ogni famiglia è indicata la quantità di pz a budget e il numero di imballi intermedi che si andrebbero ad evitare con la soluzione proposta. Considerando un risparmio di tempo pari a 3 ore per 1000 pezzi (2 ore per l'imballo e 1 ora per l'estrazione dal cartone) il tempo totale risparmiato è pari a circa 3.200 ore di manodopera all'anno. Questo rappresenta un significativo recupero di tempo che attualmente viene impiegato per svolgere operazioni che non apportano alcun valore aggiunto al processo produttivo.

- L'ottimizzazione del processo di prelaborazione, con lo spostamento delle relative attività dal reparto di finitura delle selle Selle Royal al nuovo reparto dedicato, dovrebbe comportare diversi vantaggi per l'efficienza delle linee di finitura SR:

- 1. Risparmio di spazio:** il trasferimento delle operazioni di prelaborazione libera spazio nelle manovre di assemblaggio, contribuendo a creare un ambiente più organizzato e funzionale. In particolare, dalla superficie dedicata alle linee di assemblaggio saranno spostate attrezzature che permetteranno di liberare circa 80 metri quadri di spazio su un totale di circa 1300mq.

**2. Gestione dei materiali migliorata:** grazie alla nuova codifica e al sistema MES, i materiali prelaborati saranno più facilmente identificabili e pronti in tempo per l'assemblaggio finale. Ciò dovrebbe ridurre i tempi morti e migliorare la gestione complessiva dei materiali. Questo notevole miglioramento è quantificabile tramite l'eliminazione completa degli errori di prelaborazione che si erano verificati in passato. Attualmente, con l'implementazione del sistema MES, l'azienda ha efficacemente gestito l'intera gamma di codici con prelaborazione.

Inoltre, sempre nella gestione dei materiali, grazie alla codifica dell'articolo processato si nota una diminuzione dei tempi di asservimento alle linee da parte dei carrellisti. Non è più necessario, infatti, andare in cerca dello schiumato prelaborato a vista (che precedentemente era segnalato dal cartoncino giallo). Tutti i prodotti prelaborati ora sono ubicati e gestiti attraverso il sistema WMS (Warehouse Management System) aziendale. Questo, nel concreto, ha permesso ad oggi di ridurre il personale necessario alla movimentazione interna. Una risorsa che prima dedicava mezza giornata a queste attività ora può essere utilizzata per delle mansioni più significative all'interno del reparto.

**3. Incremento dell'efficienza generale:** la combinazione di una migliore organizzazione dello spazio, la gestione più efficace dei materiali e una maggiore visibilità dei processi attraverso il sistema MES dovrebbe portare a un aumento complessivo dell'efficienza del reparto di finitura delle selle. Questo incremento di efficienza si sta in parte già verificando: per il reparto di finitura SR è infatti presente uno strumento che permette di calcolare l'efficienza giornaliera di ogni singola manovia. Da giugno 2023 si è verificata una diminuzione generale delle ore perse (inefficienza) dovuta in parte anche allo scorporo delle attività di prelaborazione dal reparto oltre alle numerose altre attività di miglioramento. Resta comunque difficile quantificare quanto di questo miglioramento sia dovuto al cambiamento proposto in questo studio in quanto le variabili che concorrono a determinare l'efficienza del reparto sono numerose e difficilmente valutabili singolarmente.

Questi benefici contribuiranno a ottimizzare le operazioni di finitura SR, rendendo il processo più efficiente e riducendo i potenziali sprechi di tempo e risorse.

Una valutazione economica dettagliata svolge un ruolo cruciale nell'aiutare a determinare se l'implementazione del progetto sia finanziariamente vantaggiosa nel lungo termine e se ne valga la pena dal punto di vista economico. Tuttavia, è importante sottolineare la complessità di questa valutazione, specialmente quando si considerano i benefici attesi. La stima fornita in precedenza è un punto di partenza che verrà ulteriormente valutato e affinato nei mesi successivi all'avvio del progetto.

I benefici e i risparmi potenziali derivanti dall'ottimizzazione del processo, come la riduzione dei tempi di lavoro, degli sprechi di tempo e dei costi di gestione, possono variare e richiedono una supervisione costante per essere quantificati con maggiore precisione.

#### ***4.6.2 Valutazione dei tempi di implementazione***

La pianificazione dei tempi di implementazione del progetto segue un approccio graduale e meticoloso per garantire una transizione senza intoppi verso il nuovo layout e il sistema MES. Inizierà con una fase di test su una selezione di articoli della Famiglia 7, caratterizzati da una sola prelavorazione. Durante questa fase, l'obiettivo primario sarà verificare l'efficacia del sistema MES e il corretto flusso delle informazioni. Dopo quattro settimane, si procederà a integrare la Famiglia di articoli relativi a cristal e microiniezioni, ancora in modalità mono-fase, al fine di introdurre gradualmente gli operatori alle nuove modalità operative.

Contestualmente a questa fase, si procederà con lo spostamento dei macchinari e la preparazione della linea, sfruttando le ore non produttive del reparto. È importante notare che le attività di finitura operano su un turno giornaliero, mentre il reparto di manutenzione copre due turni produttivi nello stabilimento. Questo approccio consentirà di predisporre il nuovo reparto e di inserire gradualmente le famiglie di articoli alla nuova modalità di gestione.

Circa un mese prima dell'introduzione del nuovo sistema ERP aziendale, prevista per luglio 2023, il reparto dovrà essere completamente funzionante. Questo periodo di transizione consentirà di valutare l'efficacia dell'intervento sul campo e di apportare eventuali ulteriori miglioramenti in base alle esigenze emerse durante le prime fasi di attuazione.

#### ***4.6.3 Valutazione degli impatti organizzativi***

L'implementazione di un progetto di questa portata comporta inevitabilmente impatti organizzativi significativi all'interno dell'azienda. Gli impatti organizzativi riguardano principalmente la riallocazione delle risorse umane, la riorganizzazione delle attività quotidiane e la gestione delle nuove dinamiche di lavoro.

- 1. Riallocazione delle risorse umane:** l'implementazione del nuovo reparto di prelaborazione comporta inevitabilmente una riallocazione delle risorse umane all'interno dell'azienda. In passato, le attività di prelaborazione venivano gestite dal personale addetto alla finitura SR. Con l'introduzione del nuovo reparto, sarà necessario assegnare risorse specifiche per gestire queste operazioni. Questo processo di riallocazione richiederà una pianificazione attenta per garantire che ogni addetto abbia le competenze necessarie per svolgere efficacemente le nuove mansioni assegnate. Inoltre, potrebbe essere necessario fornire formazione supplementare per garantire che il personale sia adeguatamente preparato a operare nel nuovo contesto lavorativo. Questa riallocazione delle risorse umane è una parte fondamentale dell'adeguamento organizzativo necessario per garantire il successo del progetto.
- 2. Riorganizzazione delle attività quotidiane:** le modalità operative saranno completamente nuove, con una gestione delle lavorazioni che saranno cadenzate dal movimento della manovia. Questo rappresenta un cambiamento significativo rispetto alle pratiche precedenti, in cui tale cadenza era applicata solo alle attività relative alle protezioni. Di conseguenza, sarà di fondamentale importanza fornire il supporto organizzativo necessario, specialmente durante le prime fasi di avvio del nuovo reparto. Questo potrebbe coinvolgere la definizione di nuovi protocolli operativi, l'addestramento del personale alle nuove procedure ed eventuali interventi di miglioramento.
- 3. Gestione delle nuove dinamiche di lavoro:** la gestione delle nuove dinamiche di lavoro rappresenta un aspetto cruciale di questa transizione. Il personale dovrà abituarsi a

seguire gli ordini di produzione visualizzati sul sistema MES e ad interagire con esso per il versamento dei prodotti prelaborati. Questa è una significativa modifica rispetto alle pratiche precedenti, in cui le prelaborazioni venivano pianificate senza ordini di produzione specifici, ma piuttosto basate sugli ordini di prodotti finiti. Questo cambio di prospettiva richiederà un adattamento da parte dei dipendenti, che dovranno acquisire nuove competenze nell'interpretare e seguire le istruzioni dettate dal MES, nonché nel coordinare le operazioni di prelaborazione in modo più flessibile rispetto alle procedure consolidate. La gestione delle nuove dinamiche di lavoro richiederà formazione e comunicazione efficace per garantire che il personale sia in grado di operare in modo efficiente e coerente con le nuove modalità operative.

L'aspetto umano e relazionale rappresenta un pilastro fondamentale di questo progetto. La collaborazione attiva di tutte le parti interessate, tra cui il team di produzione, i capi-reparto e gli operatori sul campo, è stata un elemento chiave nella progettazione del nuovo layout. Tuttavia, questa sinergia continua a essere essenziale per il successo complessivo del progetto.

Le dinamiche relazionali sono un altro aspetto da considerare tra gli impatti significativi del progetto. La partecipazione attiva di tutte le figure coinvolte ha consentito di sfruttare al meglio le conoscenze e le competenze specifiche di ciascun attore. Il contributo del team di produzione ha permesso di comprendere a fondo le dinamiche operative quotidiane e le esigenze sul campo, mentre i capi-reparto hanno fornito preziose informazioni sulle modalità di gestione delle risorse umane e sulla pianificazione delle attività. Gli operatori sul campo, in quanto attori chiave del processo produttivo, hanno condiviso le loro prospettive pratiche e le sfide che affrontano quotidianamente.

Questa collaborazione interfunzionale ha favorito il processo decisionale basato su dati concreti e l'implementazione di soluzioni mirate alle esigenze specifiche dell'azienda. Ha inoltre contribuito a creare un senso di coinvolgimento e di proprietà del progetto tra i dipendenti, aumentando la motivazione e il senso di appartenenza. Questo approccio collaborativo ha dimostrato chiaramente come il successo di un progetto di miglioramento aziendale non sia solo una questione di aspetti tecnici, ma richieda anche una gestione attenta degli aspetti umani e relazionali.

In definitiva, l'interazione sinergica tra le diverse figure coinvolte ha fornito una visione olistica e pragmatica del progetto, contribuendo a garantire che le modifiche apportate siano allineate agli obiettivi aziendali e siano supportate da tutte le parti interessate.

L'introduzione del sistema MES (Manufacturing Execution System) rappresenta un ulteriore aspetto significativo degli impatti organizzativi del progetto. Questo sistema rivoluziona il modo in cui vengono gestite e monitorate le operazioni di produzione all'interno dell'azienda. Gli operatori e i responsabili dei reparti devono acquisire familiarità con l'utilizzo del sistema MES, il che richiede formazione e adattamento ai nuovi processi e strumenti. L'adozione del MES comporta anche una maggiore trasparenza e tracciabilità delle operazioni di produzione, il che potrebbe richiedere un cambiamento culturale all'interno dell'organizzazione. Tuttavia, i benefici attesi dall'implementazione del sistema MES, come una maggiore efficienza operativa, una migliore pianificazione della produzione e una migliore gestione delle risorse, giustificano gli sforzi necessari per l'adattamento. Pertanto, la gestione degli impatti organizzativi comprende anche la pianificazione e l'implementazione di un adeguato programma di formazione per il personale e il coinvolgimento attivo dei dipendenti nel processo di transizione al sistema MES.

La gestione degli impatti organizzativi è un aspetto critico del progetto che richiede una costante attenzione e adattamento per garantire che il cambiamento sia gestito in modo efficace e soddisfacente per tutte le parti coinvolte.

#### ***4.7 Conclusione del caso studio***

In conclusione, il capitolo dedicato alla progettazione del reparto di prelaborazione rappresenta un importante passo avanti nella ricerca della massimizzazione dell'efficienza e dell'efficacia delle operazioni produttive presso l'azienda Selle Royal Group. Questo progetto ha richiesto un approccio olistico, coinvolgendo diverse fasi cruciali, dall'analisi delle famiglie di articoli alle considerazioni ergonomiche e di sicurezza.

La suddivisione delle famiglie di articoli in modo logico e coerente ha permesso di identificare sinergie e opportunità di ottimizzazione, aprendo la strada a un nuovo layout progettato per semplificare il flusso di produzione. L'uso di una manovia e

l'implementazione di un sistema MES sono elementi chiave del nuovo layout, progettati per migliorare l'efficienza, ridurre gli errori e aumentare la visibilità delle informazioni di produzione.

Inoltre, l'attenzione costante alla sicurezza e all'ergonomia delle postazioni di lavoro riflette l'impegno dell'azienda per il benessere dei dipendenti e per la sostenibilità ambientale. L'azienda, con le certificazioni ISO 45001, ISO 50001 e ISO 14001, dimostra chiaramente il suo impegno per la salute e la sicurezza dei lavoratori e per la gestione responsabile dell'ambiente e dell'energia.

Lo studio di progettazione del reparto di prelaborazione non è solo un esempio di miglioramento continuo nell'ambito della produzione, ma rappresenta anche un pilota per l'implementazione di un sistema MES in tutta l'azienda. Questo sistema, se implementato con successo, potrebbe aprire la strada a ulteriori miglioramenti e automazione in altri reparti produttivi.

In sintesi, questo capitolo di progettazione del reparto di prelaborazione è un esempio di come un'azienda possa cercare costantemente di innovare e migliorare le sue operazioni, mantenendo sempre al centro l'obiettivo di fornire prodotti di alta qualità in modo efficiente e sostenibile.

## 5. Conclusioni

### *5.1 Sintesi del contesto e degli obiettivi dell'analisi*

Nel contesto di analisi, abbiamo esaminato il reparto di prelaborazione presso l'azienda Selle Royal Group. Questo reparto è responsabile della preparazione degli articoli prima del processo di assemblaggio finale. Abbiamo affrontato una serie di sfide, comprese la gestione delle diverse famiglie di articoli, la semplificazione del flusso di produzione, l'implementazione di un sistema MES e la considerazione di questioni cruciali come la sicurezza e l'ergonomia delle postazioni di lavoro.

L'obiettivo principale è stato quello di ottimizzare il processo di prelaborazione per migliorare l'efficienza, ridurre gli errori e aumentare la visibilità delle informazioni di produzione. Inoltre, il progetto ha fornito l'opportunità di implementare un sistema MES nell'azienda, aprendo la strada a ulteriori innovazioni e miglioramenti nell'automazione dei processi.

Nel complesso, questo studio ha evidenziato l'importanza dell'analisi accurata del contesto produttivo, della comprensione delle esigenze specifiche e della considerazione di aspetti come la sicurezza e l'ergonomia per guidare il miglioramento continuo e sostenibile in un'azienda.

Nel corso di questo studio, abbiamo riconosciuto la rilevanza di seguire le linee guida e gli strumenti proposti dalla letteratura in ambito di progettazione dei processi. Tuttavia, è importante sottolineare che l'adattamento di questi standard a contesti specifici è inevitabile.

Nel perseguire l'obiettivo di migliorare il reparto di prelaborazione presso Selle Royal Group, abbiamo compreso che una progettazione di successo deve necessariamente tener conto delle caratteristiche uniche e delle esigenze specifiche dell'azienda stessa. Questo ha portato a personalizzazioni e adattamenti delle metodologie e degli strumenti proposti dalla letteratura per adattarli alla situazione particolare.

Inoltre, abbiamo adottato un approccio basato sul framework di progettazione integrata proposto da Battini et al., che consente di combinare diverse metodologie in modo flessibile e adattabile. Esso ci ha permesso di sfruttare al meglio le risorse disponibili e di affrontare le sfide specifiche del progetto.

Un elemento chiave della nostra metodologia è stato l'uso del ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) come strumento di gestione del processo di progettazione. Questo ciclo ci ha aiutato a pianificare, eseguire, verificare e agire di conseguenza in modo iterativo, consentendo un miglioramento continuo nel corso del progetto.

Con l'inizio del processo di cambiamento si sono potuti valutare già i primi benefici in termini di ottimizzazione ed efficientamento. Si riassumono di seguito i risultati ottenuti con l'implementazione del nuovo layout per l'area di prelaborazione.

- **Ottimizzazione degli spazi di lavoro:** grazie alla nuova area, è stato possibile passare da circa 15 postazioni di prelaborazione distribuite su tre reparti produttivi diversi a 10 postazioni all'interno di un'unica area dedicata (area prelaborazioni all'interno del reparto Finitura SR). Questo è stato reso possibile da due fattori: in primo luogo, la sistemazione delle attività in un'unica area ha permesso di eliminare le postazioni duplicate che erano precedentemente distribuite nello stabilimento, come ad esempio quelle per l'avvitatura e la tranciatura. In secondo luogo, l'efficientamento ottenuto dalla riduzione delle attività di imballo ed estrazione dal cartone ha contribuito all'ottimizzazione complessiva degli spazi di lavoro.
- **Riduzione della manodopera necessaria per le prelaborazioni:** come evidenziato durante l'analisi del caso studio, l'eliminazione delle attività intermedie di imballo ed estrazione dal cartone tra le diverse fasi di prelaborazione di un articolo consentirà all'azienda di risparmiare circa 3000 ore di manodopera nel corso dell'anno fiscale. Tale manodopera potrà essere impiegata per attività di maggiore valore aggiunto.
- **Riduzione del personale addetto alla movimentazione interna:** grazie alla codifica degli articoli con prelaborazione e alla loro posizione identificata tramite il sistema WMS, è stata ridotta la necessità di personale per la movimentazione interna, specialmente per l'alimentazione degli schiumati alle linee di finitura. Questo si traduce concretamente in un risparmio di 4 ore al giorno (circa 900 ore all'anno) che possono essere ora dedicate ad altre attività all'interno dello stabilimento.

## ***5.2 Limiti dell'analisi***

Uno dei limiti evidenziati dal caso studio riguarda la precisione nella determinazione dei tempi di assemblaggio necessari per la progettazione e il bilanciamento della linea. Si è

fatto ricorso alle informazioni preesistenti all'interno dell'azienda, cioè i tempi a distinta degli articoli oggetto dell'analisi. Tuttavia, è importante notare che questi tempi potrebbero beneficiare di una misurazione più accurata sul campo, utilizzando metodologie specifiche come il metodo Bedaux o il metodo MOST, ampiamente discusse in letteratura. Questo miglioramento nella precisione dei dati di tempi di assemblaggio potrebbe contribuire a una progettazione ancora più efficiente e precisa.

Inoltre, il bilanciamento delle operazioni in manovia è stato affrontato utilizzando come base l'esperienza e i dati esistenti relativi all'incollaggio delle protezioni. Tuttavia, per una gestione ottimale delle nuove operazioni di prelaborazione inserite in manovia, potrebbe essere utile considerare l'adozione di metodologie specifiche di bilanciamento delle linee di produzione. Questo permetterebbe di ottenere una distribuzione ottimale del lavoro tra le diverse stazioni di lavoro e di massimizzare l'efficienza complessiva del processo.

In sintesi, l'accuratezza dei tempi di assemblaggio e il bilanciamento delle operazioni in manovia rappresentano sfide importanti nel caso studio, e il ricorso a metodologie specifiche per la misurazione dei tempi e il bilanciamento delle linee potrebbe migliorare ulteriormente la qualità della progettazione e dell'ottimizzazione dei processi.

### ***5.3 Caso studio e letteratura***

Per quanto riguarda l'analisi presentata è chiaro come in letteratura siano presenti numerosi studi in merito alla progettazione industriale e all'ottimizzazione di processo. Molto di questa letteratura è parte proprio dei corsi accademici frequentati durante il mio percorso universitario. Tuttavia, è complesso trovare in letteratura dei veri e propri riscontri sul caso specifico, perché ogni azienda e ogni processo ha le sue peculiarità.

Va notato che, sebbene non sia sempre possibile trovare riscontri diretti in letteratura per casi di studio come il nostro, la base comune e gli strumenti utilizzati sono quelli proposti dalla letteratura, come la matrice prodotto-processo, l'analisi delle famiglie di prodotti, la Operator Balance chart, tra gli altri. Questi strumenti forniscono una solida base teorica su cui costruire e personalizzare soluzioni efficaci per le sfide specifiche dell'azienda.

Senza dubbio poi, la progettazione del reparto di prelaborazione è stata un'esperienza esemplare di come il coinvolgimento di diverse figure aziendali possa influenzare positivamente l'intero processo di miglioramento. Questo approccio basato sulla collaborazione è stato il filo conduttore dell'intero progetto, e ha permesso di affrontare le sfide in modo più efficace ed efficiente.

In particolare, il coinvolgimento attivo degli operatori, dei capi-linea e dei capi-reparto è stato cruciale. Queste figure hanno una conoscenza dettagliata delle dinamiche quotidiane del processo, delle sue sfide e delle opportunità di miglioramento. Attraverso sessioni di brainstorming, interviste e discussioni aperte, è stato possibile raccogliere una vasta gamma di informazioni e punti di vista.

Un aspetto notevole è stato il dialogo costante tra i membri del team di progetto e le figure coinvolte nell'implementazione quotidiana delle attività di prelaborazione. Questo approccio ha consentito di ottenere un feedback in tempo reale sulle soluzioni proposte e di apportare modifiche durante il processo di progettazione stesso. Inoltre, ha creato un senso di coinvolgimento e responsabilità da parte di tutti gli attori, aumentando la motivazione e l'adesione al cambiamento.

Il risultato di questa sinergia è stato un progetto che ha tenuto conto delle esigenze pratiche, delle capacità operative e delle prospettive di coloro che avrebbero effettivamente lavorato nella nuova configurazione. Questo ha reso lo studio non solo teoricamente solido, ma anche attuabile nella realtà aziendale.

L'approccio di progettazione collaborativa ha dimostrato che la creazione di un ambiente di lavoro aperto alla condivisione delle conoscenze e delle esperienze può portare a soluzioni più efficaci e pragmatiche. Questa è una testimonianza dell'importanza di abbracciare un approccio ibrido che combina competenze gestionali "top-down" con l'esperienza "bottom-up" delle figure operative sul campo.

In tale prospettiva, il presente caso studio si pone come un contributo rilevante alla letteratura aziendale, in quanto offre una preziosa guida per affrontare con successo sfide complesse all'interno delle organizzazioni e promuovere il concetto di miglioramento continuo, soprattutto in ambienti aziendali caratterizzati da un costante e dinamico processo di evoluzione. Le esperienze e le lezioni apprese da questo studio possono essere utilizzate come un quadro di riferimento pratico per altre aziende che si trovano ad affrontare situazioni simili.

Un aspetto fondamentale che emerge da questa indagine è l'importanza della collaborazione e della condivisione delle conoscenze all'interno dell'organizzazione. Questa dimensione della gestione aziendale può essere determinante per il successo di progetti di miglioramento e per la realizzazione di cambiamenti significativi. Inoltre, il caso studio sottolinea l'importanza di adattare e personalizzare le metodologie di miglioramento ai contesti specifici, riconoscendo che non esiste un approccio universale che sia sempre applicabile.



## **Bibliografia e Sitografia**

Abrell, T. et al., (2016). *The role of users and customers in digital innovation: Insights from B2B manufacturing firms. Information & Management, 53(3)*, pp.324–335.

Adamides, E. D., Karacapilidis, N., Pylarinou, H. and Koumanakos, D. (2008). *Supporting collaboration in the development and management of lean supply networks. Production Planning and Control, 19*, pp. 35-52.

Armin Scholl, *Balancing and sequencing of Assembly Lines*: Springer-Verlag Company.

Battini D., Faccio M., Persona A., Sgarbossa F., *New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design, Int. Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 41, 2011, PP. 30-42.*

Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A. and Kumar, V. (2014). *The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organizations. International Journal of Production Research, 52*, pp. 5346-5366.

Bortolotti, T. and Romano, P. (2012). *'Lean first, then automate': a framework for process improvement in pure service companies. A case study. Production Planning & Control, 23*, pp. 513- 522.

Cooper, R.G., (1994). *Third-Generation New Product Processes. Journal of Product Innovation Management, pp.3–14.*

Fearne, A. and Fowler, N. (2006). *Efficiency versus effectiveness in construction supply chains: The dangers of "lean" thinking in isolation. Supply Chain Management: An International Journal, 11*, pp. 283-287.

Furlan, A., Vinelli, A. and Dal Pont, G. (2011). *Complementarity and lean manufacturing bundles: An empirical analysis. International Journal of Operations & Production Management, 31*, pp. 835-850.

- Green, J. C., Lee, J. and Kozman, T. A. (2010). *Managing lean manufacturing in material handling operations. International Journal of Production Research*, 48, pp. 2975-2993.
- Hoppmann, J., Rebentisch, E., Dombrowski, U., and Zahn, T. (2011). *A framework for organizing lean product development. Engineering Management Journal*, 23, pp. 3-15.
- Ireland, P. (2004). *Managing appropriately in construction power regimes: understanding the impact of regularity in the project environment. Supply Chain Management: An International Journal*, 9, pp. 372-382.
- James P. Womack, Daniel T. Jones, *Lean thinking. New York: Simon and Schuster*, 1996.
- Jasti, N. V. K. and Kodali, R. (2015b). *Lean production: literature review and trends. International Journal of Production Research*, 53, pp. 867-885.
- J. R. King (1980). *Machine-component grouping in production flow analysis: an approach using a rank order clustering algorithm. International journal of Production Research*, 18(2).
- Legardeur, J., Merlo, C. & Fischer, X., (2006). *An integrated information system for product design assistance based on artificial intelligence and collaborative tools. International Journal of Product Lifecycle Management*, 1(3), pp.211–229.
- Marshall, A. et al., 2016. *How leading organizations use big data and analytics to innovate. Strategy & Leadership*.
- Marin-Garcia, J. A. and Bonavia, T. (2015). *Relationship between employee involvement and lean manufacturing and its effect on performance in a rigid continuous process industry. International Journal of Production Research*, 53, pp. 3260-3275.
- Milgrom, P. and Roberts, J. (1990), “*Complementarities and fit - Strategy, structure, and organizational change in manufacturing*”, *Journal of Accounting and Economics*, 19, pp. 179-208.

Netland, T. H., Schloetzer, J. D. and Ferdows, K. (2015). *Implementing corporate lean programs: The effect of management control practices. Journal of Operations Management*, 36, pp. 90-102.

N. Slack, A. Brandon-Jones, P. Danese, P. Romano, A. Vinelli, *Gestione delle Operations e dei Processi* (quinta edizione). Milan: Pearson Italia S.p.A, 2019.

Qi, Y., Boyer, K. K. and Zhao, X. (2009). *Supply Chain Strategy, product characteristics, and performance impact: Evidence from Chinese manufacturers. Decision Sciences*, 40, pp. 667-695.

Qi, Y., Zhao, X. and Sheu, C. (2011). *The Impact of Competitive Strategy and Supply Chain Strategy on Business Performance: The Role of Environmental Uncertainty. Decision Sciences*, 42, pp. 371- 389.

Radnor, Z., J. and O'Mahoney, J. (2013). *The role of management consultancy in implementing operations management in the public sector. International Journal of Operations & Production Management*, 33, pp. 1555-1578.

Staats, B. R., Brunner, D.J. and Upton, D. M. (2011). *Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. Journal of Operations Management*, 29, pp. 376-390.

W.E. Deming (2018). *Out of the Crisis, reissue*. MIT press.

<https://www.selleroyal.com>

<https://www.selleroyalgroup.com/it/>



## Indice delle figure e delle tabelle

Figura 1.1 – Grafico Vendite e Produzione biciclette ITALIA, Fonte: ANCMA (Associazione Nazionale Ciclo Motociclo Accessori).....	11
Figura 1.2 – Esempi di Prodotti del brand Selle Royal, Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> .....	12
Figura 1.3 – Esplosione di una sella del brand Selle Royal, Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> ...	12
Figura 2.1 – Esempio di una manovia del reparto di finitura SR, Fonte interna aziendale .	24
Figura 3.1 – Esempio di layout di una linea di assemblaggio Selle Royal, Fonte interna aziendale + elaborazione propria .....	40
Figura 3.2 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio protezione), Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> .....	42
Figura 3.3 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio microiniezione), Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> .....	43
Figura 4.1 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio rivetto), Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> ..	58
Figura 4.2 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio etichetta), Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> .....	60
Figura 4.3 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio protezione), Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> .....	61
Figura 4.4 – Sella del brand Selle Royal (dettaglio foro centrale), Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> .....	62
Figura 4.5 – Selle del brand Selle Royal (dettaglio diffusore/copririfilo), Fonte: <a href="http://www.selleroyal.com">www.selleroyal.com</a> .....	63
Figura 4.6 – Rappresentazione grafica delle famiglie di articoli con prelaborazione, Fonte: elaborazione personale .....	69
Figura 4.7 – Suddivisione delle famiglie all'interno del reparto di Prelavorazione, Fonte: elaborazione personale .....	73
Figura 4.8 – Layout del reparto di Prelavorazione, Fonte: elaborazione personale - AutoCAD .....	75

Figura 4.9 – Operator Balance Chart del Flusso Arancione-Rosso, Fonte: elaborazione personale.....	78
Figura 4.10 – Operator Balance Chart del Flusso Viola, Fonte: elaborazione personale ....	79
Figura 4.11 – Operator Balance Chart del Flusso Verde, Fonte: elaborazione personale ...	81
Figura 4.12 – Dettaglio del Flusso Giallo (Famiglia 8), Fonte: elaborazione personale - AutoCAD .....	82
Tabella 4.1 – Operazioni di assemblaggio effettuate in reparto, Fonte interna aziendale + elaborazione propria.....	57
Tabella 4.2 – Matrice Prodotto-Processo, Fonte: elaborazione personale .....	66
Tabella 4.3 – Matrice Prodotto-Processo con Algoritmo di King (sezione iniziale), Fonte: elaborazione personale .....	67
Tabella 4.4 – Matrice Prodotto-Processo con Algoritmo di King (sezione finale), Fonte: elaborazione personale .....	67
Tabella 4.5 – Valutazione dei benefici (tempo risparmiato), Fonte: elaborazione personale .....	92

