



UNIVERSITÀ DI PISA

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

RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

***Analisi e miglioramento di processi di pianificazione della
produzione e bilanciamento della manovia per la
produzione di calzature***

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Gionata Carmignani

*Dipartimento di ingegneria DELL'ENERGIA DEI SISTEMI
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI*

IL CANDIDATO

Michele Stragapede

m.stragapede@studenti.unipi.it

Sessione di Laurea Magistrale del 20/07/2022

Analisi e miglioramento di processi di pianificazione della produzione e bilanciamento della manovia per la produzione di calzature

Michele Stragapede

Sommario

Il lavoro di tesi è il risultato di un tirocinio semestrale svolto all'interno dell'ufficio *Shoe Production* presso Gucci. L'obiettivo è stato quello di analizzare i processi di pianificazione della produzione e di bilanciamento della linea di montaggio di uno specifico fornitore, il calzaturificio Quadrifoglio, al fine di migliorare i principali indici di performance. L'ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse e la complessità della realtà gestionale nei processi analizzati hanno alimentato la sfida verso la ricerca di nuove soluzioni. Vivere nel concreto un'azienda multinazionale ha permesso di utilizzare conoscenze e tecniche gestionali apprese durante gli studi. Nel dettaglio, con un'azione di monitoraggio sui principali KPI, sono state proposte soluzioni di diminuzione dei leadtime produttivi, abbassamento dei livelli di WIP del calzaturificio e di ottimizzazione del bilanciamento della manovia, proponendo dei processi strutturati per il miglioramento degli indicatori di performance. L'elaborato è costituito da una panoramica su azienda, processi produttivi e tecniche utilizzate per poi presentare l'implementazione dei nuovi processi proposti e concludere con un quadro sulle principali soluzioni trovate per il miglioramento continuo delle performance.

Abstract

The thesis work is the result of a six-month internship carried out in the Shoe Production department at Gucci. The goal was to analyze the production planning and balancing processes of the shoe assembly line in order to improve the performance indexes of a specific supplier, the Quadrifoglio shoe factory. The optimization of resources and the complexity about the analyzed processes have fueled the challenge towards the search for new solutions. Living a multinational company has made it possible to use knowledge and management techniques learned during studies. In detail, through a monitoring action on the main KPIs, solutions were proposed for decreasing production lead times, lowering the WIP's levels of the products in the shoe factory and optimizing the balancing of the conveyor thus proposing structured processes for the improvement of these indicators. The report consists of an overview about the company, the production process and the management techniques used to then present the implementation of the new processes proposed and conclude with a summary of the main proposals to improve performance.

1. Analisi processi di pianificazione della produzione

Il lavoro svolto parte dall'analisi dei processi di pianificazione delle commesse e di pianificazione della produzione della fase di montaggio del calzaturificio. Le due attività devono convergere verso un unico processo con l'obiettivo di rispettare le date di consegna pianificate.

1.1 Pianificazione commesse di produzione

All'interno del Team *Shoes Production Planning* il rilascio delle commesse di produzione rappresenta l'attività principale nel workflow settimanale. Viene eseguita ogni due settimane e prevede il lancio in produzione di articoli *NewNess* e *CarryOver* di complessità differente.

Il processo inizia con le attività di reperimento di informazioni relative alle richieste di mercato non ancora in produzione e ai materiali disponibili per la produzione, terminando con il rilascio delle commesse di produzione alle fabbriche (logica **MakeToOrder**). La verifica dello stato di disponibilità delle materie prime è un sottoprocesso molto importante, in quanto permette al calzaturificio di gestire il flusso produttivo in maniera tesa oppure no, alzando i livelli di semilavorato nella fabbrica. Anche il mix degli articoli da lanciare, basato su conoscenze delle manovie empiriche del planner, è un'attività complessa in quanto considerare le esigenze della fabbrica e le esigenze del mercato cercando di trovare un punto di ottimo senza creare né colli di bottiglia in fase produttiva né domanda non soddisfatta, genera un allungamento dei tempi di analisi con conseguente slittamento del lancio in produzione. A valle di ciò, in base alle commesse generate, vengono create le *liste di prelievo* dei materiali necessari che saranno consegnati al calzaturificio alla fine della settimana successiva al lancio. Il processo genera quindi del semilavorato che entrerà nel flusso produttivo della fabbrica. Gestire il WIP per evitare di sovraccaricare la produzione in determinati lassi temporali evitando di compromettere il rispetto della data di consegna pianificata, è un'altra importante variabile di cui tenere conto nel momento della pianificazione.

1.2 Pianificazione montaggio in manovia

La seconda parte di analisi si è focalizzata sulla gestione delle commesse da parte del calzaturificio ed in particolare sulla pianificazione degli articoli sulla manovia *STROBEL* di Quadrifoglio (una macchina in linea che consente di semplificare le operazioni di montaggio e finissaggio della scarpa, costituita da carrelli che muovono i semilavorati a velocità costante). L'osservazione e l'analisi dei processi è stata portata avanti effettuando interviste agli operatori del calzaturificio ed in particolare al "capomanovia". L'inizio della produzione interna al calzaturificio, quindi del montaggio, parte nel

momento in cui le tomaie (parte superiore della scarpa) rientrano nel calzaturificio dopo la fase di giunteria eseguita esternamente. La commessa viene divisa in più workorder ai quali vengono associati tutti i componenti necessari al montaggio.

A questo punto la linea, la cui forma caratteristica ad "U" aiuta le operazioni di carico e scarico dei lavorati, viene alimentata mediante dei KIT. Il responsabile di produzione crea dei piani giornalieri sulla base di: semilavorati a disposizione, date di consegna pianificate e feedback sulle attività operative di montaggio ricevute dagli operai per saturare nel migliore dei modi ogni stazione (grazie a riscontri quotidiani sulla complessità degli articoli e al know-how sviluppato negli anni). Alla manovia è impostata una velocità che rimane costante per tutte le attività di montaggio giornaliera. Nel dettaglio, viene calcolato il rateo produttivo per ciascuna tipologia di calzatura, si calcola il tempo ciclo totale ed in base alla quantità di articoli compresi nei workorder (conoscendo la distanza tra i carrelli caricati) si risale alla velocità da impostare per rispettare la quantità indicata.

I punti critici riscontrabili nel processo sono il rallentamento di tutta la linea in caso di fermi macchina o generazione di colli di bottiglia, difficoltà di variazioni di layout in caso di cambi di mix produttivo ed il ritmo di produzione legato alle macchine ed alle lavorazioni più lente.

2. Analisi criticità

Durante l'analisi dei processi descritti sono stati riscontrati degli aspetti da poter migliorare. In particolare, i punti su cui proporre eventuali azioni di miglioramento sono risultati essere: abbassamento del LeadTime di produzione, miglioramento del tempo totale di risposta al cliente, migliore gestione del WIP sulla linea, migliore gestione del WIP del calzaturificio e miglioramento del processo di pianificazione sul calzaturificio.

2.1 Rilevazione processi critici

Si osserva infatti che diverse commesse di produzione rimangono aperte anche per alcuni mesi per diversi motivi generando così difficoltà di pianificazione della produzione da parte del planner (il quale non conoscendo la reale settimana di produzione delle commesse scadute, non può prevedere quanti articoli saranno montati nella settimana oggetto di pianificazione nel lancio) e di programmazione da parte del calzaturificio poiché la capacità reale non risulta veritiera a causa delle commesse ancora da produrre che non consentono una programmazione in linea con le date di consegna previste. Inoltre, il lancio in produzione bisettimanale genera i seguenti aspetti negativi: basso dettaglio sull'avanzamento dello stato di produzione, gestione delle criticità per articolo a

volumi medio-alti (quindi con impatti importanti) e WIP del calzaturificio meno controllato causando un naturale aumento del leadtime produttivo. Nel processo di pianificazione risulta inoltre importante notare come, saturando la linea in quantità, non si tiene conto della complessità dell'articolo generando dislivelli sulla capacità reale rispetto a quella pianificata. Un'altra criticità riscontrata è relativa ai lanci in produzione senza la piena disponibilità delle materie prime. Anche in questo caso si generano importanti aumenti di WIP e allungamenti dei LT produttivi incrementando inoltre le attività di controllo a non valore aggiunto che il calzaturificio deve fare prima di avviare la produzione.

2.2 Definizione degli obiettivi

Analizzati i processi ed evidenziate le criticità sono stati definiti gli obiettivi da seguire per la soluzione delle problematiche riscontrate ed il miglioramento dei principali indicatori di performance presi come riferimento per le valutazioni: livello di WIP e leadtime produttivi.

Per la definizione degli obiettivi sono state utilizzate due tecniche: la valutazione delle esigenze delle parti interessate al fine di focalizzare l'attenzione sugli aspetti più importanti dei principali attori presenti nei processi, e l'analisi SWOT per dettagliare gli ambiti sui quali definire gli obiettivi.

2.2.1 ESIGENZE DELLE PARTI INTERESSATE

Sono state definite le parti interessate riferite alla produzione di calzature Gucci, dopodiché sono state collocate all'interno di una matrice di coinvolgimento con il fine di collocarle ad un certo livello di potere e di interesse. Di quelle categorizzate come rilevanti (Clienti Finali (CF), Azionisti (A), Dipendenti (Dip), Filiera Calzaturifici (FC), Distributori (Dis), Merch Gucci (MG), Ufficio Produzione Gucci (UPG), Competitors (C), Calzaturifici (CA), Planner (P)) sono state elencate e valutate le esigenze attraverso una matrice impatto-probabilità. È stato infatti attribuito ad ognuna di esse un rischio (R) dato dal prodotto della probabilità di non soddisfare l'esigenza moltiplicato per l'impatto che essa avrebbe nell'impedire il raggiungimento degli obiettivi. Le valutazioni sono state fatte sulla base delle seguenti scale:

Indice	IMPROBABILE	POCO PROB.	PROBABILE	MOLTO PROB.
PROBABILITA'	1	2	3	4
Indice	LIEVE	MODESTO	FORTE	MOLTO FORTE
IMPATTO	1	2	3	4

I risultati ottenuti sono stati collocati nella matrice in figura 1 per la valutazione delle esigenze sulle quali porre maggiore attenzione.

Parti Interesste	Esigenze	Esigenze	IMPATTO	PROBABILITA'	RISCHIO
Clienti Finali	Qualità del prodotto	CF1	4	1	4
	Disponibilità in negozio	CF2	4	3	12
	Stile innovativo	CF3	3	2	6
	Ciclo di vita lungo	CF4	2	2	4
	Rapidità di consegna	CF5	4	3	12
Azionisti	Redditività	A1	3	2	6
	Crescita	A2	2	2	4
	Innovazione	A3	3	2	6
Filiera Calzaturificio	Pagamenti regolari e puntuali	FC1	2	1	2
	Ordini regolari in volume e tempo	FC2	3	3	9
	Condivisione delle informazioni	FC3	2	3	6
Merch Gucci	Soddisfazione della domanda	FC4	4	3	12
	Evasione nei tempi stabiliti degli ordini	FC5	3	3	9
Ufficio Produzione Gucci	Rispetto date di consegna	UPG1	4	3	12
	Efficienza della filiera produttiva	UPG2	3	3	9
	Capacità di Soddisfazione della domanda	UPG3	4	3	12
Calzaturifici	Lancio di commesse regolari	C1	3	4	12
	Stabilità dei volumi	C2	3	3	9
	Condizioni produttive opportune	C3	3	4	12
	Condivisione delle informazioni	C4	3	2	6
Planner	Miglioramenti dei processi	P1	3	3	9
	Eliminazione attività a non valore aggiunto	P2	4	3	12

Figura 1

2.2.2 ANALISI SWOT

È stata quindi condotta l'analisi SWOT al fine di comprendere su quali aspetti del business collocare gli obiettivi e ridefinire i processi.

-PUNTI DI FORZA: elevato know-how, fornitori integrati, struttura consolidata.

-PUNTI DI DEBOLEZZA: processi non ottimizzati, disponibilità dei materiali, reattività al mercato.

-MINACCE: competitor in crescita, nicchia del settore luxury, andamento economico globale.

-OPPORTUNITÀ: nuove mode e stili di vita, tecnologie e materiali innovativi, mercato in crescita.

2.3 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI

Gli obiettivi sono stati definiti grazie alle analisi precedentemente svolte. Infatti, sono stati stabiliti al fine di garantire la consegna puntuale degli articoli richiesti per generare vantaggio competitivo e cercando di rendere allo stesso tempo il flusso produttivo del calzaturificio in linea alle logiche di ottimizzazione della produzione. Gli obiettivi prefissati sono dunque:

-**Abbassamento del LeadTime di produzione** andando ad agendo sul tempo di processazione dell'ordine e sul tempo effettivo di produzione.

-**Abbassamento del livello di WIP** presso il calzaturificio per rendere il flusso produttivo continuo, evitare disordine e cattive gestioni di materiali e semilavorati.

-Garantire al calzaturificio un **mix produttivo adatto** alle esigenze della filiera e alle linee di montaggio per saturare al meglio le capacità interne garantendo le date di consegna previste.

-Migliore definizione e **gestione delle risorse** da impiegare.

I KPI di riferimento per la valutazione del raggiungimento degli obiettivi e quindi di miglioramento delle performance sono:

-LT produttivo: dalla generazione della commessa produttiva alla consegna del prodotto finito.

-Livello del WIP nel flusso produttivo di Quadrifoglio.

3.Riprogettazione dei processi

Grazie al percorso precedentemente tracciato sono stati riprogettati i processi ritenuti più critici con il fine di migliorare le performance e raggiungere gli obiettivi.

3.1 Riprogettazione processo di lancio in produzione

Viene definito un nuovo flusso operativo che prevede la realizzazione di un nuovo RRP (Resource Capacity Planning) ad inizio stagione che permette di regolare la capacità produttiva delle linee del calzaturificio con orizzonte temporale pari alla futura stagione.

Inoltre, il rilascio delle commesse e quindi il lancio in produzione saranno previsti settimanalmente.

Questa revisione del workflow comporta importanti benefici diretti e indiretti:

-Riduzione del tempo di Preparazione Rilascio Settimanale con conseguente riduzione del LT di approvvigionamento, rendendo i processi più corti, più puntuali e a volumi più bassi.

-Riduzione della gestione complessiva Rilascio + Logistica.

-Stabilizzazione del processo con una visione più dettagliata della disponibilità dei materiali e del WIP nel flusso produttivo del calzaturificio grazie ad analisi ad intervalli temporali più brevi.

-Programmazione più attenta sulla data di consegna.

Questi miglioramenti sono stati raggiunti dopo un'analisi delle singole attività svolte nei due sottoprocessi puntando all'eliminazione delle operazioni a non valore aggiunto.

È stato quindi definito un workflow chiaro e puntuale con un'attenta revisione del processo di creazione delle liste di prelievo riducendo l'intervallo di tempo di una settimana tra un lancio ed il successivo. Per fare ciò sono state poste delle priorità tra le attività legate alla generazione ed evasione delle commesse e le operazioni di lavoro quotidiane riducendo i tempi delle attività oggetto di analisi. Sono state inoltre introdotte soluzioni di parallelizzazione delle attività attraverso file condivisi per la generazione di un piano di rilasci affidabile. Il miglioramento proposto per la criticità riscontrata sulla mancanza di materiali è quella del lancio in produzione dei soli articoli per i quali è prevista la giacenza dei materiali a magazzino o l'arrivo entro i tempi prestabiliti dalle fasi di lavorazione. Il lancio delle commesse di produzione avviene pertanto settimanalmente tenendo conto della capacità di calzoleria indicata dal calzaturificio sul periodo indicato per i soli articoli di cui è prevista una copertura di materiali. Le principali differenze rispetto al passato riguardano la ricezione del feedback dei materiali in tempistiche più stringenti e l'elaborazione di una proposta di

lancio messa a punto in tempi ridotti riuscendo a creare le commesse di produzione nella stessa giornata dell'analisi.

Per la valutazione dei risultati relativi invece al lancio a fattibilità è stato fatto un confronto tra i fogli di raccolta dati compilati durante la fase di analisi con i rispettivi fogli aggiornati con i dati relativi ai lanci effettuati secondo il nuovo processo. Naturalmente non tutto il livello del WIP dipenderà dalle mancanze ma sarà possibile valutare l'impatto di queste. A tal fine sono stati considerati i mancanti relativi alle settimane dopo il lancio (non considerando l'offset, ovvero l'intervallo di tempo dal lancio in cui il componente non è necessario alla produzione) solo per il componente con numerosità maggiore rispetto agli altri sullo stesso articolo (qualora ci fossero) sulla quantità lanciata in produzione, quindi più impattante sul rallentamento generale. La valutazione sull'impatto è stata eseguita nel seguente modo:

- Sono stati valutati i mancanti rispetto a dieci lanci effettuati attraverso il precedente processo.
- Degli stessi lanci è stato monitorato l'andamento del WIP al fine di valutare l'impatto dei mancanti sul livello totale di semilavorato.
- Sono stati valutati i mancanti rispetto a quattro lanci eseguiti *a fattibilità*.
- Dei lanci di cui sopra è stato monitorato l'andamento del WIP

Lanciando a fattibilità si riesce a:

- evitare fermi produttivi di articoli specifici causati dalla mancanza di materiale;
- garantire una gestione più attenta del WIP pianificando il montaggio con maggiore sicurezza;
- ridurre le attività a non valore aggiunto di reperimento e sollecito di consegne di materiali.

3.2 Pianificazione della produzione e bilanciamento della manovia

In questo paragrafo viene affrontata la costruzione del nuovo processo creato per bilanciare le linee produttive dei calzaturifici e per pianificare tenendo conto della capacità produttiva saturata a minuti piuttosto che a paia. È stato scelto di intraprendere tre strade:

- 1-Pianificazione del lancio tenendo conto della capacità produttiva espressa in minuti.
- 2-Bilanciamento della linea produttiva all'inizio di ogni stagione.
- 3-Bilanciamento della linea produttiva al lancio in produzione.

3.2.1 Pianificazione del lancio tenendo conto della capacità produttiva espressa in minuti

Il primo punto permetterà di evitare innalzamenti del livello del WIP dovuti a sovraccarichi della manovia a causa di tempi ciclo differenti tra gli articoli e una gestione del flusso in maniera sempre più tesa avendo più controllo delle paia in produzione grazie ad una pianificazione più precisa e

attenta al carico delle risorse di calzoleria. Per fare ciò bisogna tenere conto dei tempi ciclo dei singoli articoli andandoli a mixare con tutti i modelli proposti nello specifico lancio in produzione.

La pianificazione sarà relativa dunque alla capacità settimanale.

Insieme al calzaturificio è quindi importante definire: ore lavorative giornaliere nella settimana di riferimento, eventuali aumenti o riduzioni dei tempi ciclo teorici rispetto a quelli effettivi, eventuali possibilità di aumenti o riduzioni della capacità.

Il calcolo delle quantità da inserire nel lancio in base alla capacità di calzoleria espressa in minuti è stato definito in base alle seguenti considerazioni:

-Il personale è flessibile ma il numero totale di persone impiegate in azienda non può essere soggetto a variazioni repentine e settimanali a causa dei contratti di lavoro.

-La flessibilità del mix produttivo è una prerogativa fondamentale che non può venire meno puntando solamente all'ottimizzazione del bilanciamento della linea.

-Sarà sempre il planner a decidere il ventaglio di articoli da lanciare in produzione.

In base all'andamento generale ed ai vincoli di produttività interni del calzaturificio (layout della linea, difficoltà nel reperimento della manodopera, complessità gestionale troppo elevata) si potranno fare analisi circa l'incremento di: capacità target raggiungibile, stazioni impiegate, ore di lavoro giornaliere e giorni di lavoro settimanali.

In questo modo non viene calcolato il numero di stazioni, bensì si parte da esse giungendo al calcolo della quantità di prodotti producibili rispettando la capacità settimanale.

In base al nuovo algoritmo proposto si arriverà alla decisione delle paia da produrre per quel lancio rispettando la capacità del calzaturificio sulla settimana ma secondo il mix deciso dal planner.

Consideriamo un lancio di soli due articoli A e B.

Nota il valore di N , l'obiettivo sarà quello di calcolare D_a e D_b . Sapendo che:

$$N = \frac{CL}{TD} \quad \text{calcolo} \quad N = \frac{T_{pa} R_{pa} + T_{pb} R_{pb}}{60 \eta_l}$$

Inoltre, T_{pa} e T_{pb} sono noti, essendo i tempi ciclo totali, per cui si arriva alla sola risoluzione di

$$R_{pa} = \frac{D_a}{W_y + H_s + S_w} \quad \text{e} \quad R_{pb} = \frac{D_b}{W_y + H_s + S_w}$$

si sostituisce tutto nell'espressione precedente e si arriva alla seguente espressione:

$$T_{pA} D_A + T_{pB} D_B = W_y H_s S_w 60 \eta_l$$

L'unica considerazione empirica è stata quella della valutazione del coefficiente globale di efficienza.

Questo è stato valutato tenendo conto della produzione effettiva rispetto a quanto indicato dal calzaturificio ed è stato inserito quindi il η che dopo dieci prove empiriche, ha fatto avvicinare il

valore teorico di quantità previste nel lancio con quelle effettive riscontrate dal calzaturificio per rispettare la capacità reale, a pianificazione già avvenuta.

La risoluzione dell'equazione finale darà le quantità che il planner potrà mixare come meglio riterrà opportuno sulla base delle richieste di mercato rispettando però la capacità produttiva target calcolata in precedenza. A questo punto sarà possibile anche fornire direttamente al calzaturificio il tempo ciclo T_c per prodotto al quale dovrà essere condotta la produzione settimanale.

3.2.2 Bilanciamento della linea produttiva all'inizio di ogni stagione.

La seconda strada permetterà di suddividere più equamente il carico di lavoro tra le varie linee, facendo tendere tutte le stazioni allo stesso T_{s_i} , generando tempi di attesa sempre minori. Viene fatto con i dati relativi alla produzione previsionale per tutta la stagione.

È doveroso fare alcune considerazioni:

-Vista l'incertezza del mercato di riferimento le previsioni sono soggette a fluttuazioni per cui si tratta di una base su cui valutare la capacità totale.

-A causa di variabilità della domanda, fluttuazione della fattibilità e avviamento in produzione di nuovi articoli non ha senso bilanciare la linea assegnando le attività di tutti gli articoli previsti in produzione alle stazioni su un orizzonte temporale di lungo periodo.

L'obiettivo del primo bilanciamento stagionale è quello di definire sul lungo periodo le stazioni e quindi le risorse medie impiegate in ogni particolare manovia.

Vengono reperite informazioni relative a: ore lavorative, giorni lavorativi, settimane lavorative sulla stagione ed infine elenco e quantità degli articoli previsti in produzione per ogni manovia.

Dopodiché sono elaborati i fogli con i cicli di lavorazione per ogni articolo previsto. Questi fogli contengono le seguenti informazioni: Codice fase, Lavorazione, Descrizione lavorazione, Attività elementare, Tempo di attività. Con queste informazioni è possibile calcolare sull'orizzonte temporale pari a sei mesi il numero di stazioni previste per soddisfare la richiesta produttiva.

3.2.3 Bilanciamento della linea produttiva al lancio in produzione

Il terzo punto permetterà di bilanciare il carico della manovia con dettaglio settimanale così da: ridurre il numero di stazioni e quindi di operatori necessari alla produzione, ottimizzare le quantità sulla capacità della linea, aumentare o diminuire qualora richiesto la capacità totale.

Si è scelto di proseguire con il bilanciamento relativo al pianificato per mantenere l'ottica di miglioramento continuo prefissato nel metodo di approccio relativo a tutto il lavoro di tesi e quindi arrivare ad un montaggio in manovia secondo quanto pianificato quella settimana in fase di lancio

in produzione. Viene preso in esame il lancio dei prodotti A e B preso in considerazione nel calcolo delle quantità.

Sono quindi definite le precedenze delle attività per ogni articolo utilizzando i fogli di calcolo con i cicli di lavorazione inserendo una lettera (codice) per riconoscere la singola fase e l'attività precedente da svolgere necessariamente prima del passaggio alla successiva fase. Il processo di bilanciamento settimanale della manovia prevede quindi le seguenti attività:

- mappatura attraverso un grafo con le precedenze di tutte le fasi per ogni articolo oggetto di lancio.
- Presenza visione dei calcoli eseguiti per la pianificazione della produzione in minuti.
- Esecuzione degli algoritmi e valutazione dei risultati sulla base dei risultati raggiunti con gli algoritmi LCR, K&W e RPW.

3.2.3.1 Lancio dei prodotti in manovia

La manovia funziona con cadenza costante, per cui si propone l'immissione dei componenti sulla linea attraverso la strategia di lancio a intervalli costanti. Vengono calcolati i parametri necessari per l'indicazione del mix produttivo. Essendo noti tutti i tempi delle attività elementari T_{enk} possono essere calcolati T_{p1} e T_{p2} grazie ai quali, essendo noto dai calcoli precedentemente effettuati N si ricava $R_p^* = \frac{N60\eta}{T_{pj}}$ e quindi $T_{lvj} = \frac{T_{pj}}{N\eta_r\eta_b}$ per i due rispettivi articoli pianificati in produzione.

noti valori di R_{p1} e R_{p2} risulta possibile ricavare T_{lc} , questo significa che indipendentemente dal prodotto lanciato dovrà passare il valore di T_{lc} , per il successivo lancio. Viene calcolata la differenza relativa al lancio sequenziale di m prodotti. Deve quindi essere determinata una precisa sequenza di lancio in modo da minimizzare il quadrato della precedente differenza, per cui vengono effettuati i calcoli in maniera iterativa:

$$D_m = (\sum T_{cjh} - m \times T_{lc})^2 \quad \text{con } h = 1, \dots, m$$

Ne consegue che, per il lancio oggetto di studio la sequenza necessaria a minimizzare i fenomeni di blocking e starving è quella derivante dall'iterazione dell'algoritmo. Questa comprende infatti il numero bilanciato di prodotti A e B da produrre giornalmente per soddisfare la pianificazione.

4. Risultati raggiunti

A valle del lavoro di tesi si può affermare che in base agli obiettivi definiti sono stati raggiunti i seguenti principali e tangibili risultati:

- Una diminuzione del timing di rilascio delle commesse pari al 72% e una riduzione del leadtime di trasporto materiali pari al 33% abbassando il leadtime produttivo totale di circa una settimana.

- Diminuzione dell'impatto dei mancanti sul WIP della fabbrica di circa il 16%.
- Diminuzione del WIP del calzaturificio, senza abbassamenti di capacità, pari a circa il 28%.
- Previsione di aumento delle stazioni sulla manovia pari al 12% per far fronte alla produzione richiesta.
- Livellamento della capacità produttiva reale calcolata in base al mix produttivo rispetto a quella teorica indicata.
- Efficienza ed ottimizzazione della manovia grazie al bilanciamento settimanale di questa.

Il presente lavoro ha permesso di raggiungere importanti risultati sia professionali che personali.

L'ambiente inoltre promuove una ricerca del miglioramento continuo che favorisce lo svilupparsi di importanti spunti di riflessione, riportati seguito.

4.1 Miglioramenti

Il lavoro portato avanti si è sviluppato su due livelli: il primo più alto puntando ad una pianificazione delle risorse attenta e dettagliata per la riduzione dei tempi totali di evasione degli ordini e riduzione dei leadtime; il secondo più basso puntando ad una produzione sempre più snella ed in linea con gli obiettivi di efficientamento della produzione. In base ai risultati ottenuti durante le analisi e le implementazioni dei processi è stato possibile riflettere su alcuni aspetti e spunti di miglioramento perseguibili. Per quanto riguarda il primo punto, il processo sarebbe migliorabile prendendo in considerazione anche la capacità dei subfornitori del calzaturificio che si occupano delle altre due macrofasi fondamentali del processo produttivo di una calzatura, ovvero taglio e giunteria così da avere una sicura pianificazione sulla calzoleria della fabbrica evitando disallineamenti tra la capacità del calzaturificio e quella della sua filiera. Inoltre, in un'ottica di diminuzione di fermilinea e per incrementare un ulteriore diminuzione del WIP sarebbe importante diminuire ancora i lanci in produzione con il materiale in consegna in settimane successive a quella del lancio.

Per quanto riguarda invece i miglioramenti riferiti all'efficientamento della produzione sulle manovie dei calzaturifici si può pensare a:

- Dettagliare in maniera più efficiente l'ordine del mix produttivo con cui caricare la linea.
- Implementare degli algoritmi a sistema che rendano il calcolo degli operatori, delle quantità da lanciare, delle operazioni da assegnare alle manovie e della sequenza ottima da mettere in produzione più veloce e meno dispendioso per il planner.

Una pianificazione attenta e mirata può aiutare al perseguimento degli obiettivi di miglioramento continuo.