



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**

***Riduzione dello Stazionamento in Magazzino dei
Materiali necessari all'Assemblaggio di Macchine per
il Converting***

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Gino Dini

Dipartimento di ingegneria Civile e Industriale

Dott. Alessandro Nani

Responsabile di produzione M.T.C s.r.l.

IL CANDIDATO

Riccardo Simi
riccasimi@gmail.com

Sessione di Laurea del 02/10/2019

Anno Accademico 2018/2019

Consultazione NON consentita

Riduzione dello Stazionamento in Magazzino dei Materiali necessari all'Assemblaggio di Macchine per il Converting

Simi Riccardo

Sommario

Questo lavoro di tesi è il risultato dell'esperienza effettuata durante un periodo di 6 mesi presso l'azienda M.t.c Macchine trasformazione carta. L'azienda opera nel settore metalmeccanico ed in particolare si occupa dell'assemblaggio di macchine per la produzione di prodotti piegati per il settore del Tissue Converting. Durante lo stage è stato affrontato il problema dello stazionamento dei materiali in magazzino durante fasi improduttive. Partendo da un'analisi globale delle attività che possono incidere in maniera più o meno diretta sul problema, si è passati ad un'analisi di dettaglio dei dati. Ciò ha consentito di evidenziare e valutare le cause del problema oggetto di studio, portando ad una ridefinizione della metodologia di pianificazione dell'approvvigionamento. Questo primo passaggio rappresenta la base sulla quale costruire un nuovo modello di gestione dei materiali che miri allo stazionamento 0 in magazzino.

Abstract

This thesis work is the result of the experience performed during a period of 6 months at the company M.t.c Paper processing machines. The company operates in the metalworking sector and in particular deals with the assembly of machines for the production of folded products for the Tissue Converting industry. During the internship the problem of stationing materials in the warehouse during unproductive phases was addressed. Starting from a global analysis of the activities that can more or less directly affect the problem, it is a detailed analysis of the data. This has allowed to highlight and evaluate the cause of the problem under study, leading to a redefinition of the procurement planning methodology. This first step represents the base on which to construct a new model of material management that aims at the no stationing of materials in the warehouse.

1. Introduzione

1.1 L'azienda

L'azienda M.t.c fa parte della divisione Tissue del gruppo Körber insieme ad altre aziende operanti nel settore cartario quali: Fabio Perini, Engraving Solution e Sheer. L'azienda si trova a Porcari all'interno del distretto cartario. Nata nel 1995 ha avuto una rapida crescita che l'ha portata in pochi anni a diventare una delle maggiori aziende produttrici di Macchine per la realizzazione di prodotti piegati. Nel 2017 è stata acquisita dal gruppo Körber che ha ampliato notevolmente il volume produttivo aprendosi ai mercati internazionali.

1.2 Macchinari prodotti

L'azienda assembla diverse tipologie di macchine utilizzate nel settore del Converting per la realizzazione di prodotti piegati. Le linee prodotte possono essere suddivise in 2 categorie principali: quelle utilizzate per la realizzazione di prodotti interfogliati come fazzoletti, carta igienica a strappo e quelle per la realizzazione di tovaglioli. L'azienda commercializza tutti i moduli macchina (svolgitori, fasciatori, troncatori) necessari alla conversione della bobina di carta proveniente dalla cartiera in prodotto finale fasciato o meno. Il modulo più importante della linea è la testa della macchina, in questo modulo attraverso l'utilizzo di un sistema di rulli si ottiene il Log (pacchetto di prodotti finiti di lunghezza pari a quella della bobina) che successivamente viene lavorato per ottenere il prodotto finito. La scelta dei moduli varia di volta in volta in base alle esigenze del cliente. Le 4 principali Categorie di macchine prodotte sono: ITF Single Folder, Revo, ITF Vizion, Star.

1.3 Produzione su commessa

L'azienda utilizza una produzione su commessa con elevato grado di customizzazione da parte del cliente sia per quanto riguarda i moduli da inserire nella linea sia per quanto riguarda le caratteristiche tecniche dei moduli stessi. L'aumento del livello di personalizzazione consente un notevole aumento della soddisfazione del cliente ma si traduce nell'insorgere di criticità in molte aree aziendali, dalla progettazione alla gestione dei materiali.

1.4 Il progetto di tesi

Questo lavoro di tesi si sviluppa all'interno dell'ufficio di pianificazione e controllo di produzione ed ha come obiettivo principale quello di analizzare e successivamente proporre soluzioni inerenti al problema della permanenza dei materiali all'interno del

magazzino aziendale durante fasi improduttive. Questo problema è rilevante in quanto, si ripercuote sulla gestione del magazzino come ad esempio su tutte le attività legate alle movimentazioni e al mantenimento della tracciabilità dei materiali ma in maniera indiretta, causa problemi anche alla produzione, al controllo qualità influenzando sull'intera gestione della commessa.

2. Contesto Interno

La prima fase del progetto è stata quella di analizzare i processi, le attività e le risorse aziendali utili per il progetto di tesi.

2.1 Il magazzino

Il reparto produttivo si estende all'interno dei due capannoni aziendali; una zona del primo capannone è adibita al controllo qualità e al magazzino e quest'ultimo è suddiviso in 5 aree principali:

- Area dei materiali gestiti a Kanban (minuteria, guarnizioni ecc)
- Area dedicata ai componenti elettrici/pneumatici commerciali
- Area dedicata ai componenti meccanici commerciali
- Area dedicata ai componenti meccanici a disegno
- Area dedicata alle cassette di montaggio

L'area di stoccaggio è molto limitata e per questo è fondamentale ridurre al minimo le movimentazioni e la permanenza dei materiali. In particolare, i componenti più critici sono quelli meccanici a disegno in quanto hanno il maggior ingombro e devono essere sottoposti a controllo qualità. Nel caso in cui il materiale controllato risulti conforme, esso deve essere stoccato nell'area dedicata alla commessa di appartenenza; ciò è causa di una serie di criticità di gestione delle aree, in particolare per quanto riguarda la separazione dei componenti appartenenti a diverse commesse. Analizzando i codici commerciali non si evidenziano particolari problematiche in quanto trattandosi di prodotti standard, la conformità è garantita dal fornitore e di conseguenza tutta la fase di movimentazione legata al controllo qualità non è necessaria. Inoltre trattandosi di componenti poco ingombranti e conservati nelle confezioni di arrivo, sono facilmente movimentabili.

2.2 Il sistema gestionale

L'azienda M.t.c utilizza come sistema gestionale Sap R3. Attraverso il gestionale aziendale vengono gestite tutte le attività relative alla commessa, dal rilascio delle distinte base delle macchine fino alla gestione dei materiali e all'assistenza post-vendita. Per reperire i dati utili a questo elaborato, sono state utilizzate alcune delle funzioni disponibili nel sistema, qui di seguito si riportano quelle più importanti.

- Cspb → Consente di visualizzare le BOM (Bill of Materials) delle linee appena queste vengono rilasciate dall'ufficio tecnico.
- Mb51 → Permette di visualizzare le movimentazioni e le date di ingresso dei materiali in magazzino.
- Md04 → Consente di visualizzare il fabbisogno per ogni commessa attraverso l'inserimento del codice materiale.
- Md4c → Consente di visualizzare la modalità di acquisto dal gruppo padre fino al singolo componente inserendo la commessa.

2.3 Gestione della commessa

Per analizzare il problema, è stato realizzato il diagramma di flusso relativo alla gestione di una commessa. Dopo aver realizzato il diagramma di flusso globale che va dall'ingresso dell'ordine di vendita ai servizi post-vendita, è stato definito il ring di azione dell'analisi. Si riporta in fig.1 il Diagramma di Flusso.

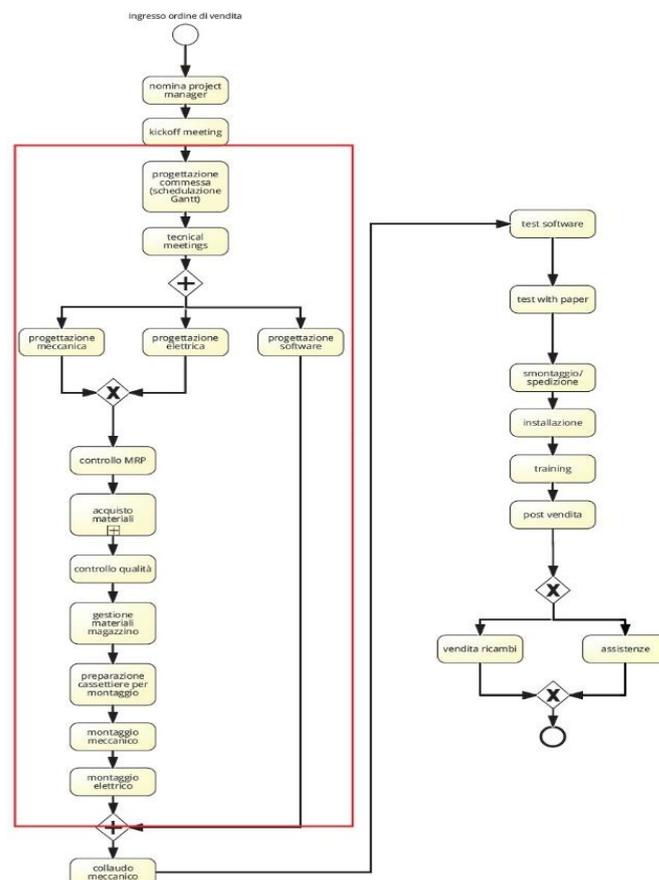


Figura 1 Diagramma di flusso relativo alla gestione di una commessa

3. Analisi del tempo di stazionamento dei componenti in magazzino

Dopo aver definito gli strumenti da utilizzare e il ring delle attività da analizzare, il lavoro si è spostato sull'analisi dettagliata di tutte le possibili cause del problema. Essendo la criticità legata alla gestione generale dei materiali e non relegata soltanto ad alcune tipologie di macchine, nel proseguimento dell'elaborato l'analisi utilizzerà i dati relativi ad una particolare commessa utilizzata come progetto guida. La linea scelta è quella che presenta il maggior numero di moduli macchina, il maggior numero di componenti: conseguentemente l'affidabilità dell'analisi sarà maggiore e le soluzioni trovate saranno facilmente trasferibili alle commesse con complessità inferiore. Come detto in precedenza, i materiali più critici da gestire e da movimentare sono quelli Meccanici a Disegno, pertanto sono stati analizzati nel dettaglio.

3.1 Diagramma causa effetto

Per esplorare le cause alla base del problema, è stato deciso di utilizzare come strumento di analisi il Diagramma di Ishikawa in una versione rielaborata ad-hoc sulle categorie assegnate alle cause. Lo strumento è riportato in fig.2 ed è possibile osservare che al posto delle 4m sono stati inseriti i 4 principali "responsabili" delle cause del problema oggetto di analisi. Attraverso l'attuazione di questa modifica la raccolta dei dati è stata molto agevolata perché ha permesso di individuare le diverse responsabilità facilitando il reperimento dei dati.

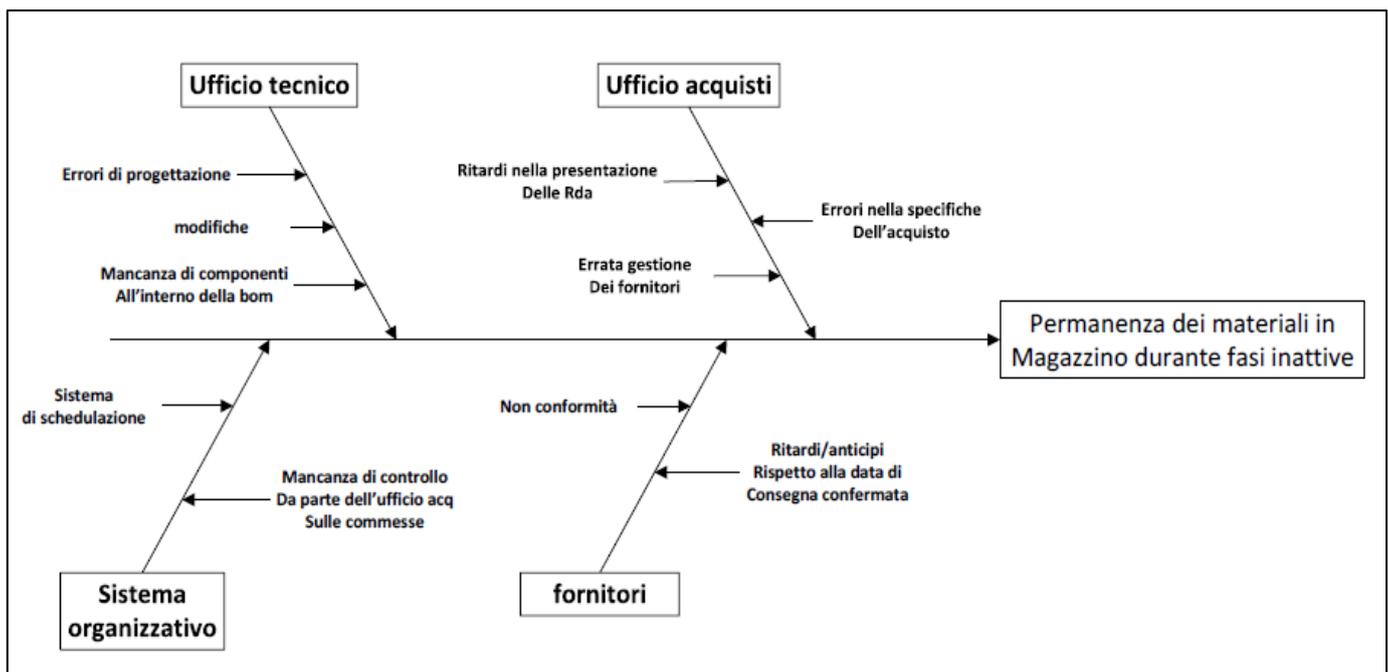


Figura 2 Diagramma causa effetto

3.2 Il processo di approvvigionamento

L'azienda produce su commessa, utilizzando un sistema di produzione Make to order mentre per alcuni moduli specifici il sistema produttivo utilizzato è Engineer To Order. L'approvvigionamento dei componenti meccanici a disegno inizia soltanto quando vengono rilasciati da parte dell'ufficio tecnico in Sap tutti i componenti appartenenti ad un determinato modulo macchina. Ogni modulo possiede una data indicativa di nascita del fabbisogno in produzione; di conseguenza l'ufficio acquisti cerca di rispettare tale data inoltrando le richieste di acquisto ai vari fornitori.

3.3 Distribuzione delle date effettive di ingresso merce

I dati relativi alle date di ingresso dei materiali appartenenti alla commessa oggetto di studio sono stati elaborati suddividendoli per modulo di appartenenza. Successivamente è stato creato un grafico nel quale ogni modulo macchina è rappresentato da una spezzata costruita come cumulata dell'ingresso dei componenti in magazzino in funzione del tempo.

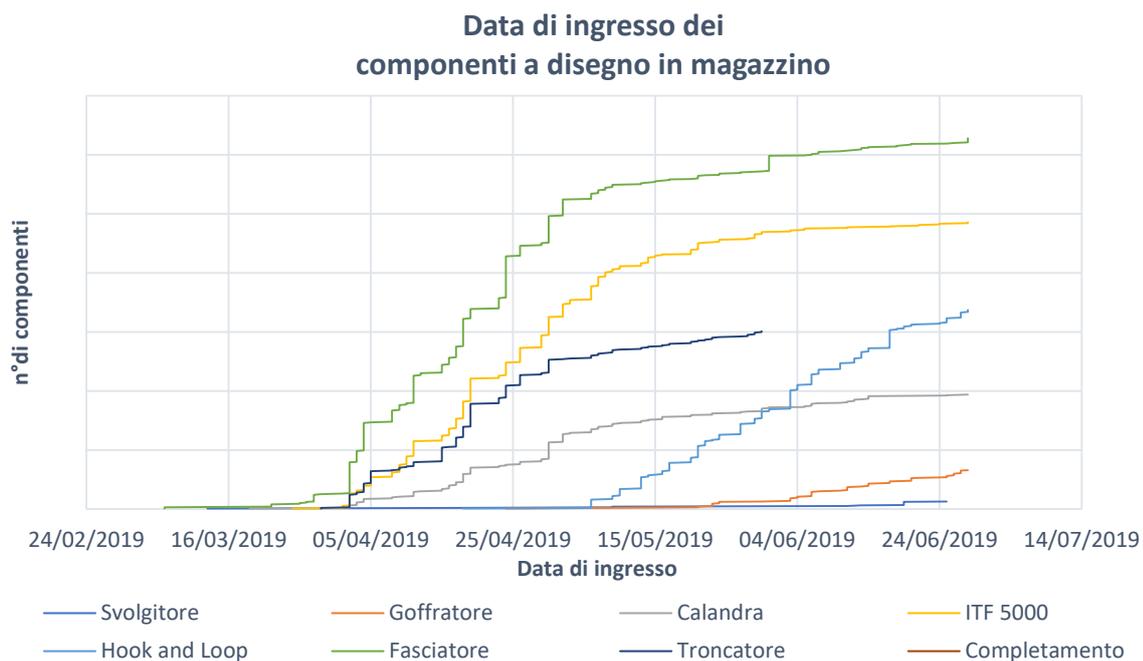


Figura 3 Distribuzione della cumulata di componenti meccanici a disegno in ingresso in magazzino suddivisi per modulo macchina in funzione del tempo

Come è possibile osservare dal grafico l'ingresso dei materiali appartenenti ai diversi moduli è sovrapposto, inoltre il tempo richiesto per ricevere tutti i componenti appartenenti ad uno stesso modulo rientra in un range temporale molto ampio. La sovrapposizione dell'ingresso dei componenti causa lo stazionamento in magazzino fino al momento dell'avvio del montaggio del modulo di appartenenza. Questo crea

problemi nella gestione dei materiali in particolare per quanto riguarda il mantenimento della tracciabilità.

3.4 Il tempo di stazionamento dei componenti

Per le considerazioni fatte è possibile suddividere il tempo di stazionamento in 2 fasi principali rappresentate nel grafico di fig.4.

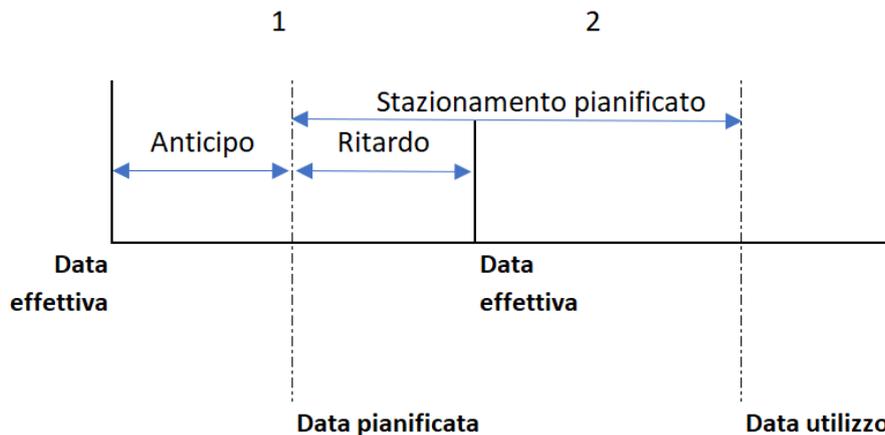


Figura 4 Rappresentazione di dettaglio delle 2 fasi di stazionamento in magazzino dei componenti

La fase 1 è legata alle variazioni che subiscono le date di arrivo effettive dei componenti mentre la fase 2 sta nell'intervallo di tempo che intercorre tra la data pianificata e la data di utilizzo. Quest'ultima fase è causata dalla pianificazione dell'approvvigionamento. Come si può osservare, una parte del tempo di stazionamento è legata: a ritardi/anticipi dei fornitori, non conformità dei prodotti approvvigionati, modifiche fatte dall'ufficio tecnico o errori di ordine da parte dell'ufficio acquisti, mentre, il restante tempo di stazionamento è causato dall'errata pianificazione dell'approvvigionamento dei componenti.

4. Analisi di dettaglio delle cause

Le cause rilevate precedentemente sono state successivamente analizzate singolarmente per verificarne l'entità. Le prime tre cause prese in esame influiscono sulla fase 1 del tempo di stazionamento mentre la modalità di pianificazione dell'approvvigionamento influisce sulla fase 2.

4.1 Variazioni sulla data di consegna

L'effetto derivante dall'ingresso dilazionato dei componenti rispetto alla data di consegna pianificata è lo slittamento della data di inizio montaggio del gruppo. Ciò causa il permanere in magazzino dei componenti fino alla data di arrivo dell'ultimo,

necessario per assemblare il gruppo. Per verificare l'entità dei ritardi e degli anticipi dell'arrivo dei materiali, sono stati utilizzati i dati ottenuti tramite le funzioni Mb51 e Zoda (vedasi paragrafo 2.2). I dati ottenuti sono stati elaborati per ottenere la variazione della data di consegna rispetto a quella pianificata. In fig.5 si può osservare come gli scostamenti siano molto grandi e le code molto allungate. La deviazione standard è pari a 8,8 giorni. Questo valore si discosta molto da quello stabilito dal management pari a 3 giorni.

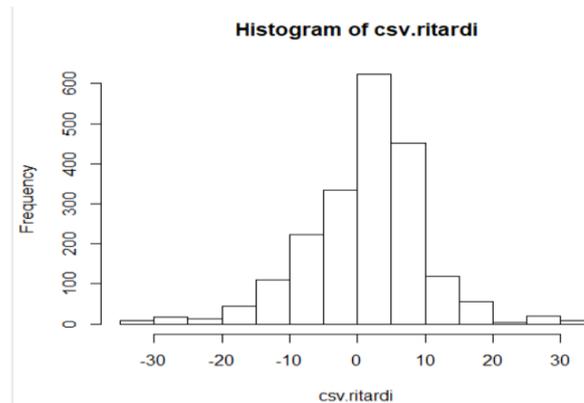


Figura 5 Distribuzione della variazione tra data di ingresso effettiva e pianificata dei componenti meccanici a disegno per la commessa analizzata

4.2 Non conformità

Quando il controllo qualità riscontra una non conformità su un componente, si avvia una procedura standard per la risoluzione. Il processo necessario alla risoluzione della non conformità riportato in fig.6 richiede in media 2 settimane. Questo ritardo causa lo stesso effetto descritto per le variazioni sulla data di consegna.

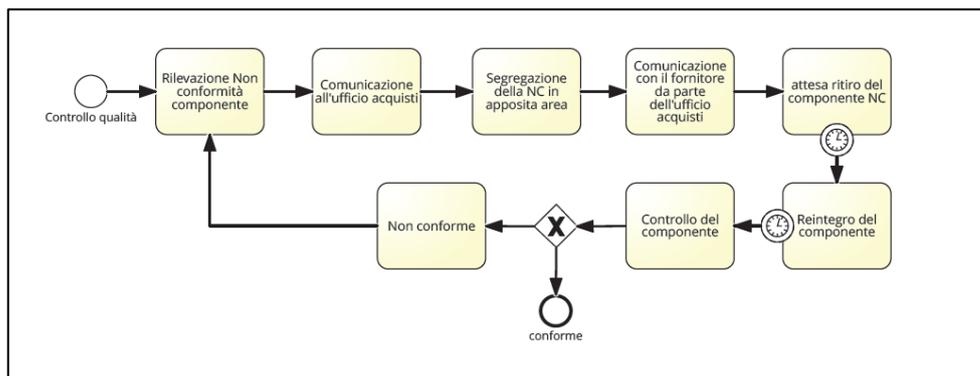


Figura 6 Processo relativo alla gestione di una non conformità

4.3 Modifiche progettuali

Le modifiche sui componenti effettuate dall'ufficio tecnico a seguito di errori nella progettazione avviano una procedura simile a quella di risoluzione di una non

conformità ma con la differenza che in questo caso, è necessario anche riprogettare il componente e di conseguenza il tempo necessario per reintegrare il materiale è in media di 3 settimane.

4.4 Pianificazione dell'approvvigionamento

Una volta che inizia il rilascio in Sap dei componenti da acquistare, l'ufficio acquisti invia le richieste di acquisto ai diversi fornitori. La data di ricevimento della merce viene decisa sommariamente all'apertura della commessa ma solitamente segue il rilascio in Sap dei codici. La gestione sommaria delle date di ingresso dei componenti causa il mancato allineamento tra la produzione e l'approvvigionamento con conseguente inutilizzo dei componenti per lunghi periodi di tempo.

5. Implementazione di un nuovo modello di programmazione degli approvvigionamenti

Avendo riscontrato molteplici criticità vi è l'impossibilità di fronteggiarle contemporaneamente tutte. Il primo passo necessario per attuare una nuova gestione dei componenti sta nella creazione di un metodo di approvvigionamento che sia allineato all'attività di produzione. Ciò garantirà la riduzione del tempo di improduttività e costituirà una solida base sulla quale costruire una nuova gestione dei fornitori.

5.1 Programmazione dei moduli

Per evitare la sovrapposizione dell'ingresso dei materiali (vedasi paragrafo 3.3) è necessario che nella riunione iniziale del processo di gestione della commessa vengano stabilite, attraverso l'utilizzo del Gaant di produzione, le precedenze di progettazione e di approvvigionamento dei moduli. Utilizzando il Gaant di produzione è possibile ridurre il tempo di stazionamento che intercorre tra l'ingresso in magazzino e l'utilizzo. Impiegando la commessa oggetto di studio è stato realizzato il Gaant di montaggio riportato in fig.7 che ottimizza la produzione e limita le movimentazioni dei moduli durante il montaggio. Si può osservare come il tempo di permanenza dei componenti in magazzino è al massimo pari a 3 settimane contro un valore superiore ai 2 mesi con il sistema tradizionale. Questa pianificazione è realizzata utilizzando il vincolo presente ad oggi, ovvero quello di iniziare il montaggio solamente quando la fornitura del modulo sia completata.



Figura 7 Diagramma DI Gaant dell'intera linea

5.2 Programmazione per gruppo

Per ottimizzare ulteriormente la gestione dei componenti è necessario aumentare il livello di dettaglio. Per i moduli che richiedono diverse settimane per essere assemblati, è utile approvvigionare i materiali appartenenti ai gruppi di montaggio seguendo il grafo di montaggio così da evitare lo stazionamento di componenti non necessari alla fase di assemblaggio. A questo fine è stato analizzato lo schema di montaggio del modulo testa (ITF 5000). Utilizzando i codici dei gruppi è stato realizzato il grafo delle precedenze di montaggio riportato in fig.8.

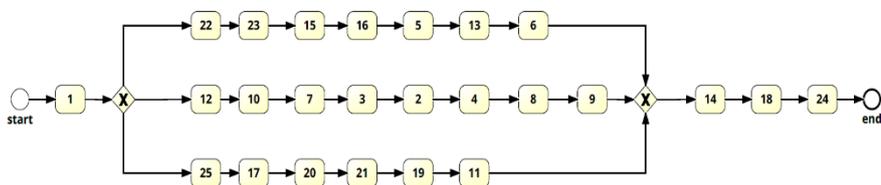


Figura 8 Grafo delle precedenze di montaggio relativo al modulo ITF 5000 della linea

Grazie a questo grafo e all'analisi diretta delle tempistiche di montaggio è stata realizzata una pianificazione di dettaglio tramite l'utilizzo di un Gaant che si riporta in fig.9.



Figura 9 Diagramma di Gaant relativo al modulo ITF 5000

Questa tipologia di programmazione di dettaglio porta ad un valore di due settimane il tempo di stazionamento in magazzino dei componenti appartenenti ad uno stesso gruppo di montaggio.

6. Conclusioni

Dal lavoro di tesi si evince che effettuando una pianificazione degli approvvigionamenti “tirata” dalla produzione si ha una riduzione sostanziale delle tempistiche di stazionamento dei componenti in magazzino. La tecnica illustrata deve essere utilizzata per effettuare uno studio dei moduli e dei gruppi di componenti ogni volta che viene avviato il processo di gestione di una nuova commessa. Dopo aver sanato le lacune inerenti alla gestione sarà necessario effettuare un’analisi approfondita dei fornitori per garantire il rispetto dei tempi di consegna.

6.1 Sviluppi futuri

Questa tesi ha rilevato alcuni spunti di miglioramento che non sono stati analizzati per ovvi problemi di tempo ma che possono essere di notevole interesse per gli sviluppi futuri di questo progetto.

- **Analisi del parco fornitori**

La condizione necessaria per attuare e mantenere una gestione ottimale dei componenti è quella di porre massima attenzione alla selezione del fornitore e del rapporto da intrattenere con esso. In particolare, dovranno essere analizzati e classificati i codici approvvigionati e successivamente i fornitori. Tutto questo consentirà di ottimizzare la gestione dei materiali portando benefici alla produzione.

- **Design for Assembling**

Trattandosi di un’azienda che lavora utilizzando moduli di assemblaggio, l’ottimizzazione di questi potrebbe portare notevoli miglioramenti alla gestione della produzione. In particolare, la creazione di pacchetti di montaggio standard realizzati con il fine di agevolare il montaggio apporterebbe una riduzione dei tempi di assemblaggio e semplificherebbe notevolmente l’approvvigionamento.