



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Ingegneria Industriale Dipartimento di Tecnica e Gestione dei
Sistemi Industriali Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica**

Tesi di Laurea Magistrale

*Modelli di approvvigionamento nella produzione di macchine
utensili in contesto di ATO*

Relatore

Ch. mo Prof. Maurizio Faccio

Laureando

Christian Filippini

Anno Accademico 2018/2019

SOMMARIO

La tesi di laurea di seguito descritta, redatta durante lo stage in Donatoni Macchine S.r.l., azienda leader nella produzione di macchine utensili per la lavorazione della pietra, consiste in un progetto di miglioramento e ridefinizione della gestione degli approvvigionamenti volto all'individuazione delle criticità presenti nel flusso produttivo, con l'obiettivo di valutare la miglior tecnica di approvvigionamento per i codici critici e di implementare un sistema kanban di produzione da parte del fornitore, laddove ce ne fosse la possibilità, con lo scopo di snellire il flusso produttivo ed incrementare l'affidabilità delle previsioni di consegna della merce da parte del fornitore.

Nel capitolo 1 verranno introdotte le principali metodologie che sono presenti oggi in letteratura per snellire il flusso di materiali in entrata e di conseguenza, un abbassamento sensibile delle giacenze medie a magazzino.

Nel capitolo 2 verrà introdotta la lean manufacturing e le tecniche di gestione sviluppatesi da questa nuova tipologia di strutturazione delle aziende manifatturiere.

Nel capitolo 3 verrà introdotto il kanban con tutte le sue diverse tipologie di impiego e presentate le sue criticità.

Nel capitolo 4 verrà introdotta l'azienda e cosa produce, in che ambito lavora

Nel capitolo 5 verranno mostrati le applicazioni dei suddetti metodi per i singoli articoli presente in azienda tenendo conto sia dell'esigenze di quest'ultima che delle esigenze del fornitore.

Nel capitolo 6 verranno trattate le conclusioni a cui si è arrivati durante il periodo di studio.

INDICE

Introduzione.....	1
-------------------	---

Capitolo 1.....	2
-----------------	---

Le Scorte di Magazzino: definizione, costi, tecniche gestionali, indicatori di performances

- 1.1 Definizione e classificazione
 - 1.1.1 Classificazione per tipologia
 - 1.1.2 Classificazione per funzione
- 1.2 I costi delle scorte
- 1.3 Tecniche gestionali
 - 1.3.1 Premessa: la struttura aziendale in relazione alle tecniche gestionali
 - 1.3.2 Metodologie gestionali
 - 1.3.3 Gestione a ricostruzione della scorta
 - 1.3.3.1 Metodo a quantità fissa
 - 1.3.3.2 Metodo a tempo fisso
 - 1.3.4 Gestione a fabbisogno: MRP (Material Requirement Planning)
- 1.4 La matrice ABC incrociata
- 1.5 La matrice ABC/XYZ
- 1.6 Indicatori delle performances

CAPITOLO 2 LEAN MANUFACTURING: la storia, i principi, le tecniche

- 2.1 Le origini della lean manufacturing: TOYOTA PRODUCTION SYSTEM
- 2.2 I principi del Lean Thinking
- 2.3 Differenza tra ottica push e pull
- 2.4 Obiettivi della lean manufacturing
 - 2.4.1 Riduzione degli sprechi
 - 2.4.2 Standardizzazione
 - 2.4.3 Kaizen
- 2.5 Tecniche di gestione nate e sviluppate dal TPS
 - 2.5.1 JUST IN TIME
 - 2.5.2 JUST IN SEQUENCE
 - 2.5.3 MILK RUN
 - 2.5.4 EFFICIENT REPLENISHMENT: CONTINUOUS REPLENISHMENT

CAPITOLO 3 KANBAN: definizione, descrizione, progettazione, critiche

- 3.1 Cos'è il kanban
- 3.2 Tipologie di cartellini
- 3.3 Tipologie di sistemi kanban

- 3.4 Kanban elettronico
- 3.5 Kanban di produzione
- 3.6 Aspetti negativi

CAPITOLO 4

DONATONI MACCHINE srl: storia, prodotti, reparti, flusso dei materiali

- 4.1 Storia
- 4.2 Prodotti
- 4.3 Reparti
- 4.4 Flusso dei materiali
- 4.5 Gestione dei materiali.....

CAPITOLO 5.....

Analisi ABC/XYZ sui materiali e tipologie di approvvigionamento adottate.....

- 5.1 Premesse.....
- 5.2 Azioni preliminari.....
- 5.3 Reperimento dei dati.....
- 5.4 Matrice ABC/XYZ.....
- 5.5 Azioni di miglioramento adottate.....
 - 5.5.1 Fornitore carpenterie principali ECHO.....
 - 5.5.2 Fornitore carpenterie principali SX.....
 - 5.5.3 Fornitore carpenterie principali DV.....
 - 5.5.4 Fornitore cavi.....
 - 5.5.5 Fornitore piegati.....
- 5.7 Futuri miglioramenti.....

CAPITOLO 6.....

Conclusioni.....

Bibliografia.....

Sitografia.....

INTRODUZIONE

La necessità di rispondere al mercato con maggior flessibilità e in tempi sempre minori, garantendo comunque molteplici personalizzazioni dei prodotti, ha spinto le aziende ad implementare sistemi gestionali sempre più affinati che rappresentano un punto strategico per essere competitivi nel mercato. Negli ultimi anni il mercato globale è cambiato, portando molte aziende a ripensare ai propri prodotti, sia dal punto di vista dell'innovazione che dello sviluppo di nuovi prodotti. Questa situazione ha portato a una concorrenza sempre più serrata a livello mondiale e in un contesto industriale sempre più competitivo in cui la riduzione dei tempi di consegna, dei costi produttivi e dei costi globali rappresenta un fattore critico di successo, occorre ripensare il flusso produttivo in quanto le tecniche e gli approcci tradizionali di miglioramento dell'efficienza non sono più sufficienti per garantire il successo, dato che buona parte degli sprechi e dei costi si annida fuori del ciclo che genera valore. Occorre quindi un nuovo approccio per analizzare il flusso del valore, individuando ed eliminando gli sprechi produttivi. Le aziende italiane hanno risentito notevolmente di questo aspetto. A questo fatto si aggiunge il periodo di trend negativo dal punto di vista economico che ha fatto sì che molte aziende abbiano adottato una filosofia di contenimento dei costi e degli sprechi. A tal proposito un modello nato intorno agli anni '80 è la Lean Manufacturing, una tecnica che consente alle aziende di raggiungere una notevole riduzione degli sprechi, favorendo il rapporto con il cliente e aumentando la sua soddisfazione, soprattutto dal punto di vista qualitativo più che quantitativo. In contrapposizione al modello fordista della "produzione di massa" nasce quindi questo nuovo modello, anch'esso originario del settore automobilistico e che negli ultimi anni, grazie ai risultati raggiunti, si sta sviluppando ampiamente negli USA e recentemente in Europa

CAPITOLO 1

Le Scorte di Magazzino: definizione, costi, tecniche gestionali, indicatori di performance

In questo primo capitolo si vuole focalizzare l'attenzione su cosa siano le scorte e cosa rappresentino per l'azienda in termini di costi. Verranno brevemente introdotti i sistemi produttivi. In seguito, verranno presentate le due principali tipologie di gestione: Look Back e Look Ahead esponendo le caratteristiche ed evidenziando le differenze. Successivamente sarà mostrata la Cross Analysis una tecnica semplice ma molto utile per aziende che hanno molti codici a magazzino. In seguito verrà presentata un'altra matrice complementare alla precedente, la Matrice ABC/XYZ. Infine verranno esposti gli indicatori di performance più rilevanti.

1.1 Definizione e Classificazione

Le scorte rappresentano un quantitativo di materiale di diversa natura accumulato a magazzino e in attesa di essere utilizzato all'interno del sistema produttivo, non appena si verifichi un bisogno.

Questa presenza in più di materiale è dovuta alla necessità di rispondere in maniera più o meno adeguata alla variabilità che si può presentare nell'attività aziendale:

- **Variabilità della domanda:** l'azienda opera in un sistema in cui le condizioni di produzione sono in continua variazione e per sopperire a queste fluttuazioni, essa si deve adeguare in modo rapido. Le aziende decidono di tenere a scorta materiali per limitare il rischio di stock out e per rispondere ad aumenti della domanda nel breve periodo.
- **Stagionalità:** l'azienda ha una capacità produttiva pressoché costante durante tutto l'anno. Se in determinati periodi si ha un deciso aumento della domanda dovuta alla stagionalità del prodotto, l'azienda decide di anticipare la produzione per soddisfare le richieste del mercato.
- **Lead time di fornitura:** in questo aspetto della fornitura del materiale è intrinsecamente presente una scorta, poiché il pezzo ordinato avrà un determinato periodo per essere prodotto dal fornitore. In questo periodo, l'azienda deve avere delle scorte che comprano almeno la produzione in questo intervallo di tempo, altrimenti si rischia lo stock-out del materiale in questione.
- **Ritardi di consegna:** questo aspetto rappresenta una delle principali criticità per quanto riguarda la fornitura. Critico perché non è un aspetto misurabile poiché subentrano innumerevoli variabili non prevedibili. L'azienda, grazie all'esperienza maturata e alla

collaborazione stretta con il fornitore, deve approntare le scorte tenendo conto di questo aspetto per soddisfare le richieste del cliente.

- **Disaccoppiamento delle fasi:** i materiali vengono prodotti dai fornitori con diverse tempistiche e con diversi lotti. Valutando questi aspetti, bisogna tenere dei buffer per quanto riguarda i materiali più critici (lead time di consegna lunghi, possibilità di ritardi di consegna, ecc.) per continuare la produzione evitando stock-out

- **Problemi tecnici, rotture, malfunzionamenti dei macchinari:** l'azienda deve tener conto anche di questi aspetti che si possono verificare quotidianamente in maniera non prevedibile.

L'azienda dunque deve dimostrarsi flessibile per superare queste variabilità che possono essere sia di natura endogena come i colli di bottiglia, guasti dei macchinari, logistica inefficiente, ecc. sia di natura esogena come l'imprevedibilità della domanda e l'affidabilità del fornitore.

Agli aspetti descritti sin qui di natura pressoché strutturale/gestionale dell'azienda, si aggiungono anche motivazioni prettamente economiche:

- Presenza di sconti legati alla quantità di prodotti acquistati si predilige la realizzazione di economie di scala d'acquisto

- Presenza di macchinari con alti costi di attrezzaggio si richiedono economie di scala di produzione

- Presenza di costi fissi di trasporto, si cerca di realizzare economie di scala di trasporto

- Presenza di condizioni economiche vantaggiose come cambi favorevoli o abbassamento dei costi delle materie prime, l'azienda valuta l'acquisto di più materiale anche se non richiesto nell'immediato dalla produzione.

1.1.1 Classificazione per Tipologia

- **Prodotti Finiti**, scorte di materiali ottenuti come risultato del processo produttivo, pronti alla vendita.

- **Materiali d'acquisto**, elementi che vengono ordinati ai fornitori e che si suddividono a loro volta in due categorie, materie prime che vengono sottoposte almeno ad una lavorazione interna e componenti già pronti per l'assemblaggio ad ottenere un prodotto finito.

- **Componenti** realizzati internamente o sotto-assemblati, frutto di qualsiasi tipo di processo interno aziendale, accumulati per essere trasformati in prodotti finiti atti alla vendita.

- **Materiali in fase di lavorazione**, anche detti Work in Progress (WIP), comprendenti anche i materiali di proprietà dell'azienda inviati per lavorazioni esterne ai fornitori.

- **Ricambi**, pezzi nuovi pronti per essere utilizzati nel caso in cui un pezzo o una parte del prodotto venduto si guasti o si danneggi, viene ricambiato con questi pezzi.

1.1.2 Classificazione per Funzione

Tale classificazione è strettamente legata alle fonti di variabilità descritte nel paragrafo precedente:

- **Scorte di sicurezza (SS)**, rifornimento di riserva che va a ridurre il rischio di stock-out in caso di variabilità della domanda/offerta del prodotto finito. Il loro quantitativo è il risultato della seguente formula:

$$SS = z * \sigma * \sqrt{LT}$$

Dove:

- σ è la deviazione standard della domanda dell'articolo considerato durante il Lead Time.
- LT è il Lead Time ossia il tempo necessario affinché le scorte vengano ripristinate.
- LS è il livello di servizio che rappresenta la capacità di un'azienda di evadere un ordine nei tempi concordati col cliente.
- z è un numero ricavato statisticamente attraverso una distribuzione normale al variare del livello di servizio che l'azienda si propone di dare al cliente, cioè la probabilità di riuscire a soddisfare un suo ordine (tabella 1.1)

z	LS
0,842	0,8
1,036	0,85
1,282	0,9
1,645	0,95
1,881	0,97
2,054	0,98
2,326	0,99

Tabella 1.1: i principali valori di z al variare di LS

- **Scorte stagionali**, vengono prodotte uniformemente durante l'anno in periodi di bassa stagionalità ma sopperiscono alla domanda strettamente legata all'alta stagionalità.

- **Scorte di transito**, prodotti in movimento tra le varie fasi di lavorazione, generalmente legate alla distanza tra esse. Legate a motivazioni economiche in quanto, se suddiviso su più pezzi, il costo del trasporto unitario viene a pesare in maniera minore.

- **Scorte di disaccoppiamento**, vengono utilizzate tra due fasi caratterizzate da lead time molto differenti. Utili per sopperire alla variabilità a fronte di processi con tempistiche differenti, in modo da garantire il livello del servizio richiesto.

- **Scorte legate a lotti di riordino**. A causa della convenienza economica riguardo i costi delle scorte, molto spesso il numero di pezzi che vengono acquistati o prodotti è molto diverso da quello che effettivamente sarebbe necessario.

- **Scorte speculative**. Accumuli di materiali legati a condizioni economiche favorevoli in un determinato periodo, che portano quindi l'azienda ad acquistare maggiori quantità materie prime non deperibili per minimizzare i costi d'acquisto.

1.2 I costi delle Scorte

I costi legati alle scorte vengono spesso sottostimati nonostante invece abbiano un peso importante. Le prime osservazioni da fare sono riguardanti il fatto che le scorte sono un impiego di capitale fermo che non frutta nulla all'azienda anzi, che richiede l'investimento di risorse economiche e fisiche per stoccaggio e mantenimento.

I costi legati alle scorte sono di tre tipi:

1) **Costo di mantenimento**, riguarda la conservazione della merce a magazzino ed è formato da diverse voci di costo:

- Interesse sul capitale immobilizzato. Nel momento nel quale si impiegano risorse finanziarie si deve anche considerare l'eventuale guadagno che esse frutterebbero in caso di investimento alternativo.

- Costi legati al magazzino e alle attrezzature. Ammortamento delle attrezzature, affitto o ammortamento del magazzino, l'energia elettrica, e le spese assicurative.

- Costo del personale.

- Costi fiscali. La variazione delle scorte di magazzino ha un impatto anche sul conto economico influenzando sul risultato delle imposte.

- Costo di obsolescenza. Il valore economico degli articoli a magazzino può subire variazioni a causa del deterioramento fisico o dell'obsolescenza tecnologica.

- Costo di deprezzamento delle materie prime. Si ha quanto il prezzo delle materie prime è inferiore rispetto al prezzo di acquisto delle stesse da parte dell'azienda in un altro dato momento.

2) **Costo di Emissione dell'ordine.** Comprende tutte le spese che l'azienda sosterrà per ripristinare le scorte. Il ripristino può avvenire in due modi:

- Ordine d'acquisto cioè demandare al fornitore l'ordine del materiale da reperire.

In questo caso i costi d'ordinazione saranno composti da quelli amministrativi legati all'emissione dello stesso ordine ossia: costo del personale che preparerà materialmente l'ordine, costo della documentazione, costo per reperimento dati del magazzino, costo di ricerca del fornitore e valutazione del fornitore.

Questi costi rappresentano la parte fissa del costo di emissione dell'ordine d'acquisto; la parte variabile invece è data dai costi di trasporto che variano in funzione del volume e della distanza.

Costo ordine d'acquisto = costo amministrativo + costo trasporto

- Ordine di produzione si riferisce alla fase produttiva interna all'azienda.

In questo caso il costo di emissione dell'ordine è legato alle fasi di verifica della capacità produttiva e alla preparazione della documentazione relativa alla produzione. Il costo più rilevante è però rappresentato dal fermo impianto dovuto all'attrezzaggio dei macchinari.

Costo ordine di produzione = costo preparazione + costo set-up

3) **Costi di stock-out.** Quando l'azienda non riesce a provvedere ad una richiesta di prodotti da parte del cliente esterno a causa di mancanze a magazzino del materiale per produrre tale ordine, essa deve sostenere dei costi di penali dovute ai ritardi o alla perdita stessa della commissione dell'ordine, perdita d'immagine, sovrapprezzo per emissione di ordini di fornitura urgenti.

Se invece fosse un cliente interno a richiedere dei prodotti, come una fase successiva del ciclo produttivo, avremmo dei costi legati al blocco di quella fase.

Lead time, variabilità e consumi sono fondamentali nelle tecniche di gestione delle scorte che si svilupperanno nei prossimi paragrafi, pertanto è essenziale che l'azienda conosca tutti i costi sopraelencati.

1.3 Tecniche gestionali

Prima di introdurre le varie tipologie di tecniche gestionali, bisogna fare una premessa su come è classificata l'azienda a livello di sistema produttivo, per capire meglio di quali tecniche di approvvigionamento un'azienda necessita.

1.3.1 Premessa: Classificazione dei sistemi produttivi

Le attività di pianificazione assumono delle precise caratteristiche a seconda della tipologia di azienda e delle diverse modalità di risposta al mercato che la contraddistingue. È possibile indicare, in base al tempo di risposta che richiede il mercato e il lead time di produzione interna, sei tipologie di aziende rappresentate nella Figura 1.1 di seguito riportata.

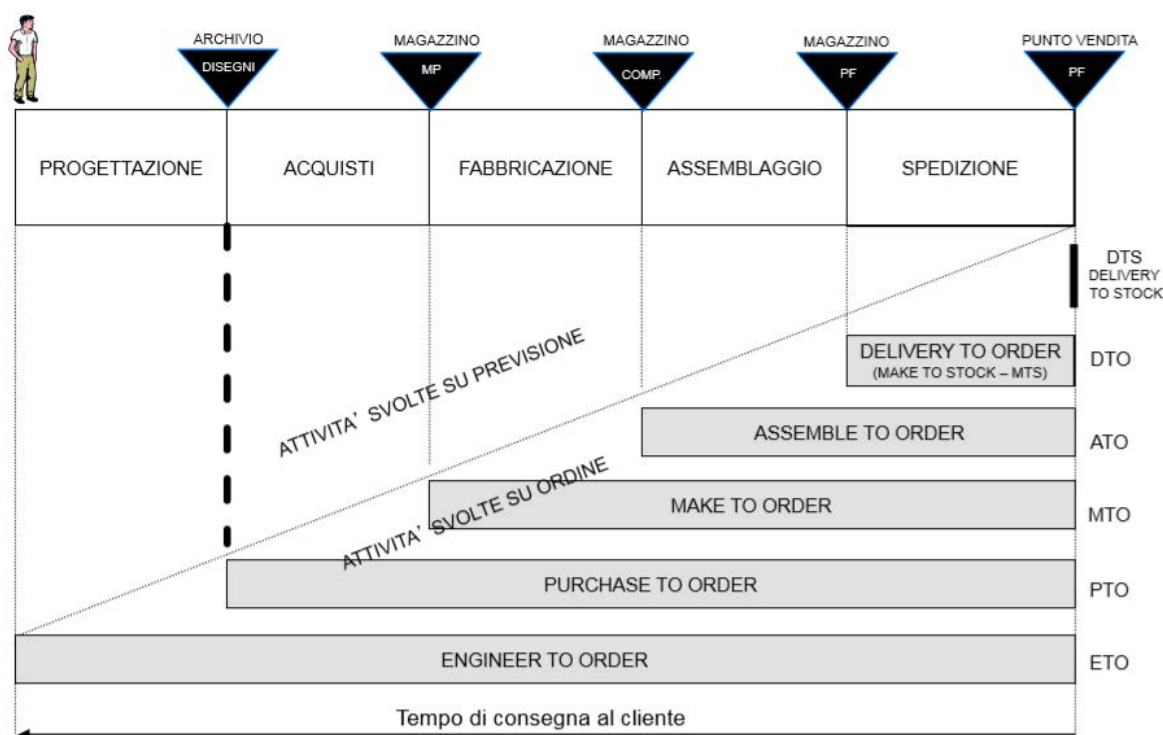


Figura 1.1: Classificazione delle aziende rispetto il modo di rispondere al mercato

Delivery to Stock (DTS): queste aziende consegna su previsione, in quanto i prodotti finiti vengono stoccati a magazzino su previsione della domanda e vengono spediti ad un magazzino distributivo o direttamente al punto vendita in anticipo rispetto alla vendita.

Delivery to Order (DTO): appartengono a questa categoria le aziende con prodotti a catalogo fatti su previsione. Tutte le attività operative sono realizzate in base a previsioni per garantire un tempo di fornitura al cliente pari a quello di spedizione, in quanto i prodotti finiti sono stati realizzati su previsione della domanda e versati nel magazzino in anticipo sull'ordine del cliente.

Assembly to Order (ATO): fanno parte di questa categoria aziende con prodotti a catalogo assemblati su ordine. Il lead time che si può garantire al cliente è pari alla somma tra il tempo di assemblaggio e il tempo di consegna. È possibile, in queste condizioni, produrre su previsione i sotto assiemi e i componenti standard, ma si attende l'arrivo della

commessa per avviare l'assemblaggio finale. Si fa uso di questo approccio tipicamente nei casi in cui il mercato richiede un'elevata varietà del prodotto, la cui combinazione viene esplicitata dal cliente al momento dell'ordine, quindi realizzata e consegnata.

Make to Order (MTO): Le aziende MTO sono caratterizzate da prodotti a catalogo realizzati su ordine. In questi casi il cliente è disposto ad accettare un tempo di evasione dell'ordine uguale o superiore alla somma del tempo di fabbricazione dei componenti, del tempo di assemblaggio del prodotto finito e del tempo di consegna. L'intero processo tecnologico è svolto in subordinazione all'arrivo della commessa, mentre l'acquisto dei materiali è fatto su previsione.

Purchase to Order (PTO): Sono aziende con prodotti a catalogo costruiti su ordine sulla base di materie prime acquistate su ordine. In questo caso, la commessa del cliente avvia il processo fin dalle fasi di acquisto delle materie prime. I campi di applicazione prevedono l'impiego di prodotti specializzati, customizzati e ad alto contenuto tecnologico, il cui acquisto è vincolato da un accordo con il cliente.

Engineer to Order (ETO): Appartengono a questa categoria aziende che lavorano su commessa in cui l'intero processo di progettazione ingegneristica, definizione dei cicli di lavoro, acquisizione delle materie prime, fabbricazione, assemblaggio e spedizione sono svolti su precisa indicazione del cliente. Su previsione il soggetto produttore deve solo sviluppare le competenze per essere in grado di progettare ed industrializzare i prodotti che verranno richiesti. Alla luce di quanto esposto si osserva che la diagonale tracciata in Figura 1.1 separa le attività realizzate a seguito di un ordine, sotto la diagonale, da quelle realizzate su previsione, sopra la diagonale.

1.3.2 Metodologie gestionali

Nella prima parte del capitolo si è sottolineato come le scorte siano un elemento necessario al funzionamento del processo produttivo ma costituiscano anche un impiego finanziario e costo da non sottovalutare. Per limitare questi costi bisogna gestirle rispondendo a due quesiti: quando e quanto ordinare.

Gli obiettivi sono essenzialmente tre interconnessi tra loro:

- **Efficacia Economica**, ridurre i costi legati alla gestione delle scorte.
- **Efficacia Finanziaria**, monitorare le scorte sufficienti solo per il ciclo di lavorazione ma non abbastanza elevato da costituire capitale immobilizzato che potrebbe essere impiegato in altri investimenti.
- **Efficacia Gestionale**, un'organizzazione che garantisca disponibilità di materiali nei giusti quantitativi, nell'adeguata varietà, nel rispetto delle tempistiche.

Le tecniche per l'organizzazione delle scorte possono essere classificate in due tipi rispetto all'asse temporale al quale si riferiscono e sono:

- **Gestione a ricostituzione della scorta** anche detta **Look Back**. È semplice da applicare considerato che l'unico parametro da tenere sotto controllo è la scorta a magazzino. Nel caso in cui essa scendesse sotto un determinato livello, verrebbe ripristinata fino ad arrivare alla giacenza d'origine, in modo da coprire il fabbisogno minimo di materiale. I parametri considerati sono i consumi ed i tempi di approvvigionamento trascorsi.

Questo metodo, pur essendo il più facile da gestire, prevede però un quantitativo di scorte piuttosto elevato. La gestione Look Back viene infatti utilizzata su prodotti a domanda indipendente come prodotti finiti o pezzi di ricambio.

- **Gestione a fabbisogno o Look Ahead**. Il parametro di organizzazione delle scorte è basato sul fabbisogno futuro programmato in base a quantità e tempistiche dati dai piani di produzione sulla base anche degli ordini dei clienti.

Quest'altro metodo, prevede un livello di scorta più basso ma una programmazione più organizzata. La gestione a Look Ahead viene utilizzata per prodotti a domanda dipendente ossia assieme, componenti e materie prime, poiché il loro fabbisogno è legato ai consumi del prodotto finito che andranno a formare e lo si può ricavare attraverso il Piano Principale di Produzione o Master Production Plan (MPS).

1.3.3 Gestione a Ricostituzione della Scorta

Fanno parte di questa tipologia di gestione le tecniche a quantità fissa e quelle a tempo fisso. Per le prime il riordino avviene per quantità fisse non appena il livello delle scorte scende al di sotto di una certa soglia. Per le seconde il riordino avviene invece a periodi prefissati. Per utilizzare queste due tecniche sono necessarie previsioni sull'andamento della domanda, queste sono ottenute a partire da dati storici ed è per questo che queste tecniche vengono chiamate Look Ahead.

1.3.3.1 Metodo a Quantità Fissa

Viene anche chiamato metodo a **Punto di Riordino (PR)** che è il principale parametro di funzionamento ed è definito come:

$$PR = C_m * LT + SS$$

Dove:

- C_m è il consumo medio nell'unità di tempo considerata
- LT è il lead time espresso nella stessa unità di misura temporale
- SS sono le scorte di sicurezza definite nel paragrafo 1.1.2

L'andamento delle scorte di magazzino nel tempo è rappresentato in figura 1.2.

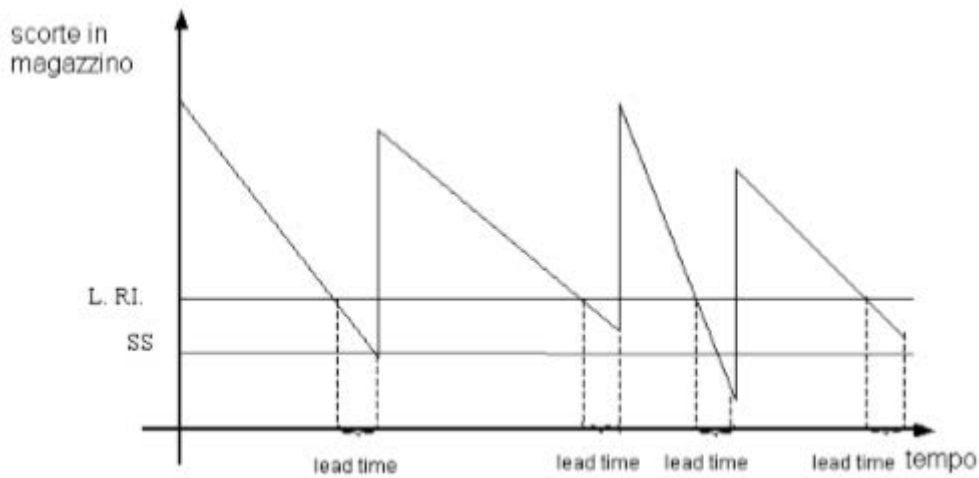


Figura 1.2: andamento delle scorte di magazzino gestite con punto di riordino

Quando viene raggiunto il livello di riordino indicato dalla linea L.R.I., viene lanciato un ordine di ripristino che non potrà essere soddisfatto immediatamente. La scorta di magazzino continuerà a scendere per tutto il lead time di fornitura fino all'istante della consegna in cui vi sarà il ripristino della quantità ordinata. La linea SS rappresenta le scorte di sicurezza. Queste vengono consumate nel caso il lead time sia superiore a quanto previsto. L'inclinazione delle curve indica il consumo [pz/gg], più sono inclinate maggiori sono i consumi. A questo punto bisogna domandarsi quanto materiale sarà ordinato.

Il Lotto Economico o Economic Order Quantity (EOQ) indica il quantitativo di merce che permette di minimizzare i costi totali trovando il giusto trade-off tra costi di ordinazione e costi di mantenimento: come è possibile osservare in figura 1.3 i costi di giacenza sono considerati proporzionali alla quantità ordinata e crescono con essa; quelli di ordinazione sono ritenuti fissi quindi all'aumentare delle quantità diminuiscono.

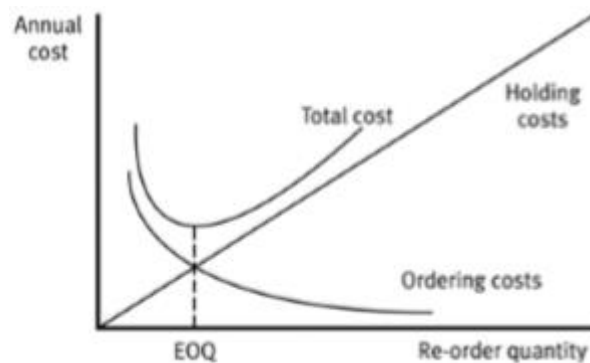


Figura 1.3: andamento dei costi delle scorte e calcolo dell'EOQ

Il costo totale è dato dalla formula

$$C_{\text{tot}} = D \cdot p + Q/2 \cdot p \cdot i + C_0 \cdot D/Q$$

Dove:

- D è la domanda di un determinato articolo [pz/anno]
- P è il prezzo [€/pz]
- Q è la quantità ordinata cioè la variabile cercata [pz]
- C₀ è il costo di emissione dell'ordine [€/ordine]
- Q/2 è la giacenza media annuale [pz]
- D/Q rappresenta il numero totale degli ordini

Derivando una volta otteniamo il lotto economico d'acquisto in formula che corrisponde alla quantità per cui le due curve di costo sono tangenti ed il costo totale è minimo.

$$EOQ = \sqrt{\{(2 \cdot D \cdot C_0) / (p \cdot i)\}}$$

Dove:

- D è la domanda annua di un certo articolo
- C₀ è il costo di emissione dell'ordine
- p è il prezzo dell'articolo
- i è la percentuale annua del costo di giacenza

Nel caso invece considerassimo un ordine di produzione, ci troveremmo concettualmente nella stessa situazione ma dovremmo considerare dei parametri diversi come il costo di setup. Utilizziamo perciò l'**Economic Production Quantity (EPQ)** definita dall'equazione:

$$EPQ = \sqrt{\{(2 \cdot D \cdot C_s) / [(v \cdot i) \cdot (1 - P/D)]\}}$$

Dove:

- C_s è il costo di setup [€/setup]
- P è il potenziale produttivo [pz/anno]
- v è il valore della produzione [€/pz]

1.3.3.2 Metodo a Tempo Fisso

In tutti quei casi in cui sia necessario ordinare a intervalli temporali ben definiti, saremmo costretti ad ordinare a ripristino: in questo caso non è più presente un lotto di riordino che

minimizza il costo dell'ordine e quello di mantenimento, ma un livello di reintegro a cui ritornare che deve coprire i bisogni futuri nell'intervallo di tempo tra un ordine e il successivo. L'andamento del magazzino è mostrato in figura 1.4.

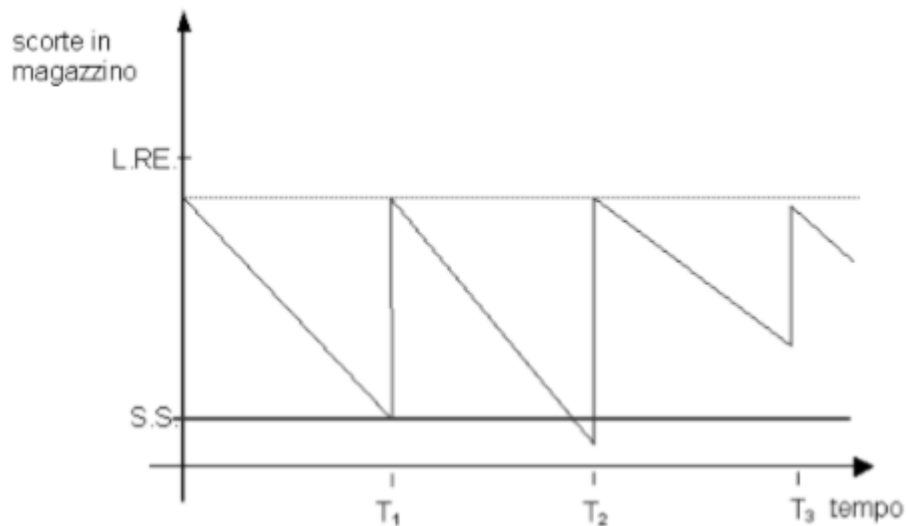


Figura 1.4: andamento delle scorte di magazzino in caso di riordino a cadenze fisse

Durante il periodo il materiale, viene consumato più o meno rapidamente. Qualora dovesse superare il consumo medio, è presente la scorta di sicurezza per proteggere l'azienda dal rischio di stock-out. Alla fine del periodo il materiale viene riordinato nella quantità utile a far ritornare le scorte al livello di reintegro. **Il livello di reintegro (LRE)** è espresso dalla formula seguente:

$$LRE = D_{mp} + SS$$

Dove:

- D_{mp} è la domanda media prevista nel periodo di tempo intercorrente tra due rifornimenti [Pz/periodo]

La quantità da ordinare (QO) nel periodo t invece è data da:

$$QO_t = LRE - S_t$$

Dove:

- S_t è il livello delle scorte presenti a magazzino nel periodo t

I costi totali delle scorte non vengono considerati dalla formula del livello di reintegro ma possono essere calcolati sommando il costo annuale di emissione e di mantenimento.

$$\text{Costo annuale delle scorte} = C_0 * 365 / T + p * i * (D_{mp} / 2 + SS)$$

Dove:

- $C_0 * 365 / T$ è il costo annuale di emissione [€ / anno]
- $365 / T$ è il numero di ordini emessi in un anno [ordini / anno]
- T rappresenta la durata di un periodo [giorni]
- $p * i * (D_{mp} / 2 + SS)$ è il costo annuale di mantenimento [€ / anno]

Questa metodologia è probabilmente la più semplice da applicare in quanto necessita di conoscere solo il livello attuale delle scorte, ma non presenta grossi vantaggi dal punto di vista economico poiché la quantità di materiale a scorta è superiore rispetto a tutti gli altri metodi descritti.

1.3.4 Gestione a Fabbisogno: Material Requirements Planning

La gestione delle scorte a fabbisogno è utilizzata per materiali dipendenti ed ha come input l'MPS. Essa può essere effettuata attraverso il Material Requirements Planning (MRP), tecnica di gestione dei materiali che venne presentata la prima volta nel 1970 alla tredicesima International APICS Conference da Joshep Orlicky. Questo momento rappresenta una svolta nell'ambito dell'operation management, in quanto per la prima volta si passò da una gestione “a scorta” ad una “a fabbisogno”.

Il sistema MRP ha logica Push ed è fondato sulle previsioni e sull'informatizzazione: si basa sui dati del MPS permette di ricavare dai fabbisogni dei prodotti finiti, quelli dei componenti e delle materie prime. Attraverso un esplosione della distinta base è possibile moltiplicare ogni componente per il suo coefficiente d'impiego e per il fabbisogno dei livelli superiori della distinta.

L'MRP utilizza delle tabelle molto simili a quelle seguenti (tabelle 1.2, 1.3, 1.4)

dove:

- ogni colonna rappresenta un periodo temporale
- $\text{fabbisogno netto (t)} = \text{fabbisogno lordo (t)} - \text{giacenza (t-1)} - \text{ordini aperti (t)}$
- $\text{giacenza (t)} = \text{giacenza (t-1)} + \text{ordini aperti (t)} - \text{fabbisogno lordo (t)}$

Nella figura 1.5 si riporta a titolo di esempio, una distinta base con un ipotetico prodotto finito PF formato da due componenti Comp 1 e Comp 2.

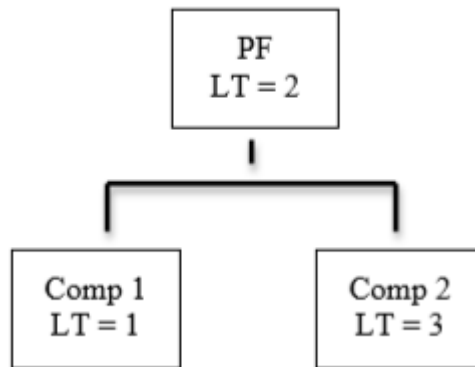


Figura 1.5: rappresentazione della distinta base di un PF

Si ipotizza che:

- il PF sia fatto in lotti di 30 Pz
- il Componente 1 venga ordinato in quantità per coprire due periodi, in multipli di 10 Pz, con scorta di sicurezza 5 Pz e scorta iniziale di 15 Pz.

Periodo	0	1	2	3	4	5	6
Fabbisogno Lordo		5	10	15	25	30	35
Ordini aperti							
Giacenze (fine periodo)	50	45	35	20	25	25	20
Ordini MPS				30	30	30	

Tabella1.2: MPS Prodotto Finito

Gli ordini MPS sono gli ordini pianificati nella tabella MRP del Prodotto finito

periodo	0	1	2	3	4	5	6
Ordini pianificati				30	30	30	

Tabella 1.3: record MRP Prodotto Finito

Il componente 1 è un codice a domanda dipendente quindi si basa sugli ordini pianificati dell'articolo al piano superiore della distinta base, in questo caso il prodotto finito.

Periodo	0	1	2	3	4	5	6
Fabbisogni lordi				30	30	30	
Ordini aperti							
Giacenze	15	15	15	45	15	15	15
Ordini MPS		60			30		

Tabella 1.4: record MRP Componente 1

L' MRP viene usato per calcolare i bisogni degli articoli presenti in distinta base, basandosi sui fabbisogni netti, permette inoltre di programmare la produzione e l'ordine dei componenti necessari nelle scadenze corrette. Questi sistemi risultano piuttosto diffusi grazie alla loro flessibilità che permette di adattarsi facilmente a qualsiasi sistema produttivo. Inoltre consentono di gestire sia l'ambito produttivo che quello finanziario.

La gestione dell'incertezza può avvenire in due modi diversi:

- Lead time di sicurezza (LTS), utilizzato in tutti quei casi in cui esiste incertezza rispetto ai tempi sia per quanto riguarda la domanda di mercato, che per i tempi di fornitura.
- Scorta di sicurezza (SS), quando si ha incertezza rispetto alle quantità della domanda o della fornitura.

Solitamente l'incertezza dei tempi è più legata alla fornitura mentre quella sulle quantità è più legata alla domanda quindi in generale per contrastare l'incertezza a monte è utile un LTS per quella a valle si usano le SS. Il principale limite dei sistemi MRP è che considerano la capacità produttiva infinita e quindi c'è il rischio di caricare le macchine

con ordini che non verrebbero evasi. Il problema è stato risolto dai MRPII che funzionano a capacità finita.

Molti inoltre ritengono che l'MRP non sia in grado di ridurre effettivamente le scorte a causa di un lead time che non può essere calcolato con assoluta precisione: ai tempi necessari alla produzione vera e propria devono aggiungersi anche i tempi di attesa in coda dei materiali, i tempi di movimentazione, le rilavorazioni, i tempi di setup, ecc. Il lead time quindi è molto più alto di quello stimato facendo aumentare il Work in Progress (WIP). L'implementazione di un sistema MRPII richiede un cospicuo investimento iniziale per il sistema informativo e un impegno continuativo per l'aggiornamento dei dati.

1.4 La Matrice ABC Incrociata

La gestione delle scorte può essere più o meno complessa in base al numero di codici che si devono organizzare. Ognuna di esse richiede un adeguato trattamento in base alla loro importanza, dove le più significative richiedono un'organizzazione più complessa rispetto alle altre che esigono una gestione efficiente ma semplificata.

La Cross Analysis, o matrice ABC, identifica quale tipologia di gestione è la più idonea in base all'articolo. Può essere una matrice 3x3 dove nelle righe troviamo le classi di consumo e nelle colonne le classi di giacenza.

La legge di Pareto è la base sulla quale si fonda tale matrice, essa stabilisce che la maggioranza degli effetti dipendono da un numero limitato di cause. J. Juran ha riformulato questa idea nella legge empirica secondo la quale l'80% degli effetti dipendono dal 20% delle cause.

Si possono quindi suddividere i prodotti a magazzino in nove categorie appartenenti in contemporanea ad una delle tre classi di consumo e ad una delle tre di giacenza:

- **A.** prodotti che costituiscono l'80% dei consumi
- **B.** prodotti cui consumi vanno dall'81% al 95% del totale
- **C.** prodotti che vanno dal 96% al 100% dei consumi
- **a.** prodotti che costituiscono l'80% delle giacenze
- **b.** prodotti le cui giacenze vanno dall'81% al 95% del totale
- **c.** prodotti che vanno dal 96% al 100% delle giacenze.

I parametri di riferimento sono solitamente proporzionati al valore del prodotto. Il risultato è mostrato in tabella 1.5.

		Consumo		
		A (0% – 80%)	B (81% - 95%)	C (96% - 100%)
Giacenza	a (0% – 80%)	Gestione equilibrata	Sovra scorta	Sovra scorta
	b (81% - 95%)	Rischio rottura di stock	Gestione equilibrata	Sovra scorta
	c (96% - 100%)	Rischio rottura di stock	Rischio rottura di stock	Gestione equilibrata

Tabella 1.5: Matrice ABC Incrociata

Attraverso la tabella si possono individuare gli articoli che rappresentano il maggior costo e ricavo.

Le varie zone della tabella hanno differenti caratteristiche poiché prevedono metodi gestionali diversi:

- In verde, nella diagonale, troviamo gli articoli con una gestione adeguata;
- In viola, sotto alla diagonale, ci sono gli articoli a rischio di rottura di stock;
- In arancio, sopra alla diagonale, si vedono gli articoli a bassa rotazione.
- Nella zona Aa abbiamo gli elementi con consumi e giacenza elevati, articoli che si possono gestire con metodi più attenti come MRP o Just In Time (JIT), ciò è però da decidere tramite una seconda analisi fatta attraverso la matrice ABC/XYZ.
- Nella zona Cc vi sono i materiali a consumi e giacenze a bassa rilevanza, si possono gestire con metodi di riordino semplici come l'ordine periodico o il punto di riordino.
- Nelle zone Ab, Ac, Bc, troviamo i prodotti con consumi elevati ma con basse giacenze. Sembra questa l'area di maggior efficienza; si deve però verificare se si è necessario incrementare le giacenze per non incorrere nel rischio di ridurre il livello di servizio.
- Classi Ba, Ca, Cb, sono costituiti da quei prodotti che hanno lunga giacenza a magazzino senza essere consumati; bisogna quindi analizzare l'eventualità di ridurre il numero delle scorte, mettendo in discussione la grandezza dei lotti o il livello di servizio. Di norma tali articoli sono stati sostituiti da nuovi codici quindi l'unico modo per smaltirli è tramite delle promozioni.

1.5 Matrice ABC/XYZ

Nella tabella 1.6 viene mostrata la matrice ABC/XYZ che permette il completamento dell'analisi sui codici iniziata con la Cross Analysis e consente la valutazione del miglior metodo di approvvigionamento. Le colonne della matrice sono le stesse della Cross Analysis e nelle righe si possono distinguere tre nuove categorie di prodotti che si differenziano tra loro per tipo di consumo:

- **X:** articoli con consumi costanti
- **Y:** codici con consumi volatili
- **Z:** prodotti con consumi sporadici

		Consumo		
		A (0% – 80%)	B (81% - 95%)	C (96% - 100%)
Tipo di Consumo	X (consumi costanti)	Adatto per il JIT		Previsione sullo storico
	Y (consumi volatili)			
	Z (consumi sporadici)	Su fabbisogni reali		Eliminazione articoli

Tabella 1.6: Matrice ABC/XYZ

Attraverso il calcolo del coefficiente di variazione definito dalla formula qui sotto si ricava l'appartenenza di un codice articolo a una classe di consumo:

$$v_D = \sigma_D / D$$

Dove:

- σ_D è la deviazione standard definita come

$$\sigma_D = \sqrt{\{(D - D_1)^2 + (D - D_2)^2 + \dots + (D - D_n)^2\} / (n - 1)}$$

- D è la domanda media definita come

$$D = (D_1 + D_2 + \dots + D_n) / n$$

Per $v_D \leq 0,2$ inseriamo l'articolo nella classe X; con $0,2 < v_D \leq 0,6$ invece esso fa parte della tipologia Y; infine se $v_D > 0,6$ appartiene al tipo Z.

Esistono in letteratura altre possibili varianti:

- Secondo B. Scholz-Reiter, J. Heger, C. Meinecke³ un codice è di tipologia X per $v_D < 0,5$; Y per $0,5 \leq v_D \leq 1$; Z per $v_D > 1$

- Diversa l'opinione della Cattedra di Logistica del politecnico di Monaco⁴ secondo cui un articolo appartiene alla classe X se $v_D < 0,25$; alla tipologia Y se $0,25 \leq v_D < 0,5$; alla Z se $v_D \geq 0,5$

Dopo l'inserimento degli articoli nella matrice abbiamo 9 diverse tipologie di articoli possibili:

- **AX**: sono articoli adatti al JIT poiché sono caratterizzati da consumi costanti, di alto valore e affidabilmente prevedibili.
- **AY**: hanno consumi meno costanti, di valore elevato, con possibili errori di previsione dovuti ad una prevedibilità. È necessaria un'attenta valutazione sugli articoli più adatti al JIT mentre gli altri si baseranno sui fabbisogni reali.
- **AZ**: articoli con consumi di elevato valore, sporadici e imprevedibili; proprio quest'ultima caratteristica necessita di una logica basata sui fabbisogni reali.
- **BX**: articoli con modesti, ma costanti, perciò prevedibili, consumi; si deve quindi valutare se sia conveniente utilizzare il JIT o se il basso valore economico porti a preferire un metodo di rifornimento che si riferisca a previsioni su base di dati storici.
- **BY**: articoli con consumi modesti e sporadici, con bassa prevedibilità. Tale caratteristica impedisce una tecnica di gestione unica ma richiede una valutazione diversa per ogni caso.
- **BZ**: articoli consumi modesti di valore e sporadici quindi con bassa prevedibilità. Tali articoli necessitano di una valutazione in base alla loro importanza e, se possibile, si dovrebbe sostituirli; in caso contrario, si devono gestire in base ai fabbisogni reali.
- **CX**: articoli di basso valore con consumi costanti, facilmente prevedibili, da gestire in base alle previsioni derivanti da dati storici.
- **CY**: articoli di basso valore economico, consumi volatili, con previsioni meno affidabili che potrebbero portare a errori significativi. D'obbligo la valutazione di un'eventuale eliminazione o l'affidamento a previsioni basate su dati storici.

3 Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial Company, B. Scholz-Reiter, J. Heger, C. Meinecke, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 61 No. 4, 2012, pp. 445-451. 4 Lehrstuhl für Fordertechnik Materialfluss Logistik (fml), Technische Universität München: xyz- Analyse (http://www.fml.nw.tum.de/fml.php?Set_ID=320&letter=X) Abgerufen am 18. Juni 2010.

- **CZ:** articoli di basso valore, consumi sporadici, impossibili da prevedere. Si dovrebbe eliminarli.

1.6 Indicatori di Performance

I livelli di magazzino devono essere continuamente monitorati al fine di poter analizzare i dati che si ottengono tramite l'applicazione delle tecniche descritte in precedenza. Gli indicatori di performances si suddividono in indicatori di efficienza e di efficacia, due macro famiglie complementari tra loro.

1.6.1 Indicatori di Efficienza

L'Indice di Rotazione (IR) è l'indicatore principale di efficienza e può avere diverse varianti:

IR quantità = Q in uscita / Q scorta media

Dove:

- Q in uscita sono le uscite totali di materiale nel periodo di riferimento;
- Q scorta media è la giacenza media nel periodo di riferimento.

$$\text{IR valore} = (\sum_{i=1}^n \text{Q in uscita } i * \text{Val unitario } i) / \text{Val scorta media}$$

Dove:

- Val unitario i è il valore unitario dell'articolo i-esimo;
- Val scorta media è il valore medio della scorta nel periodo di riferimento.

$$\text{IR valore} = \text{Fatturato} / \text{Val scorta media}$$

Come risultato di questo indice è costituito dal numero delle volte in cui il capitale immobilizzato ruota, ovvero vi è una remunerazione e un reinvestimento in nuove scorte.

La crescita dell'indice può avvenire sia in caso di elevati consumi, che di scorte ridotte; inoltre, più questo indice risulta alto, più esso è idoneo. Se esso però è stabilmente troppo alto, si potrebbe nascondere un problema di rottura di stock.

Un'eccessiva rotazione delle scorte farebbe crescere proporzionalmente anche eventuali costi di ordinazione e movimentazione che vadano ad intaccare i benefici ottenuti dalla riduzione dei costi di mantenimento.

L'indice di rotazione permette un confronto nel tempo dell'efficienza del magazzino; purtroppo però potrebbe essere inutile in caso gli articoli a magazzino fossero molti. La matrice incrociata ABC sarebbe la più idonea in questo caso e la si potrebbe utilizzare anche come misurazione delle prestazioni, poiché permette un monitoraggio dei prodotti presenti nelle varie classi e i loro spostamenti positivi o negativi nelle zone della matrice.

1.6.2 Indicatori di Efficacia

Il livello di servizio (LS) è il principale indicatore di efficacia ed esprime in % quanto l'azienda sia in grado di rispettare gli accordi stabiliti con il cliente. Esso si esprime in base al parametro d'interesse:

$$LS \text{ quantità} = Q \text{ consegnate} / Q \text{ ordinate} \quad (\%)$$

Dove:

- Q consegnate è la quantità di merce che è stata effettivamente consegnata nel periodo considerato;
- Q ordinate è la quantità di merce che si sarebbe dovuto consegnare nel periodo di interesse.

$$LS \text{ ordini} = N \text{ ordini evasi} / N \text{ ordini ricevuti} \quad (\%) \text{ Dove:}$$

- N ordini evasi è il numero di ordini evasi nel periodo di tempo stabilito;
- N ordini ricevuti è il numero totali di ordini che sarebbero dovuti essere completati nel periodo di tempo stabilito.

$$LS \text{ puntualità} = t \text{ consegna effettivo} / t \text{ consegna promesso} \quad (\%)$$

Dove:

- t consegna effettivo è il tempo di consegna effettivamente impiegato dall'azienda.
- t consegna promesso è il tempo di consegna che era stato promesso al cliente in fase di contrattazione.

$$\text{LS rapidità} = t \text{ consegna} / t \text{ consegna miglior concorrente (\%)}$$

Dove:

- t consegna è il tempo di consegna impiegato dall'azienda;
- t consegna miglior concorrente è il tempo di consegna più rapido che un concorrente impiega per consegnare i propri prodotti.

CAPITOLO 2

Lean Manufacturing: storia, principi e tecniche di gestione

In questo capitolo viene descritto uno dei sistemi produttivi più efficaci ed utilizzati negli ultimi decenni, la Lean Manufacturing. Il capitolo inizia con un breve riassunto sulle origini della Produzione Snella con l'esperienza della Toyota Production System, metodologia sviluppata verso la fine degli anni quaranta del secolo scorso. Si prosegue spiegando i principi fondamentali del Lean Thinking cioè le idee a cui è necessario ispirarsi nella gestione aziendale. Successivamente si introdurranno le tecniche gestionali nate e sviluppate da questa filosofia di gestione dell'azienda. Infine si parlerà degli aspetti negativi/debolezze della Lean Manufacturing.

2.1 Le Origini della Lean Manufacturing

Il termine “Lean Manufacturing” si può tradurre letteralmente in italiano con “Produzione Snella”. Questo termine fu coniato da John Krafcik⁵ nel suo articolo del 1988 intitolato “Triumph of the Lean Production System”.

Il Toyota Production System (TPS), nome con cui viene chiamata la Lean Manufacturing dalla prima azienda che implementò tale tecnica di gestione, era nato nel periodo successivo alla fine della seconda guerra mondiale grazie al proprietario dell'azienda Eiji Toyoda ed al responsabile della produzione Taiichi Ohno. Come tutti i paesi appena usciti da un conflitto mondiale, anche il Giappone risentì di questa situazione difficile a tutti i livelli che caratterizzano la vita all'interno di uno Stato: problemi sociali, economici,...Questo ultimo aspetto era molto limitante per le aziende che cercarono di superare queste difficoltà perché non c'erano risorse da investire e la domanda interna era debole. A questi fattori prettamente interni, si aggiungevano anche fattori esterni allo Stato come le politiche di protezione applicate dagli stati occidentali (usciti vincitori dalla guerra) che bloccavano le esportazioni. Lo standard produttivo dei paesi occidentali era basato sul modello di produzione di massa, esposto a livello teorico da Frederick Taylor ed applicato nella pratica da Henry Ford. Questo modello era basato su un modello standard di auto con un'ottica push, ovvero una strategia aziendale pianificata dall'alto ed era basata su specifici obiettivi. Il modello fordista ben si adattava alle condizioni di produzione americana, dove i grandi spazi a disposizione, dove un gran numero di risorse disponibili sia economiche che a livello di materie prime, dove la domanda del mercato era molto forte e i costi fissi dei grandi impianti dovevano essere spalmati su un numero elevato di prodotti finiti. Toyoda e Ohno valutarono questo sistema e notarono che non sarebbe stato

⁵ Krafcik, J.F., 1988. *Triumph of the Lean Production System*. MIT Sloan Management Review, (30), pp.41-52.

possibile implementarlo in Giappone poiché si trovavano con caratteristiche diametralmente opposte: pochi spazi utilizzabili, poche risorse sia economiche che a livello di materie prime, quantità di modelli prodotti completamente differenti (la Toyota Motor Company aveva prodotto complessivamente nei trent'anni di vita, la metà delle auto che aveva realizzato lo stabilimento Ford di Rouge in un solo giorno⁶ (Ohno, 1978).)

Entrando nel merito della questione, iniziarono ad individuare gli enormi sprechi di tempo e quindi di valore di cui necessitavano i macchinari utilizzati dalle grandi aziende americane. Questi ultimi necessitavano di lunghi tempi di set up, costringendo l'azienda a produrre enormi lotti per poter ammortizzare i costi di fermo macchina. A questa tipologia di sprechi si sommarono i costi del capitale immobilizzato a magazzino: una volta prodotti questi semilavorati, restavano a magazzino per lungo tempo, rischiando di diventare obsoleti nel caso di un eventuale sviluppo del semilavorato. Le macchine avevano delle inefficienze intrinseche nelle specifiche lavorazioni. Quando queste ultime risultavano difettose, si produceva uno scarto, fonte quest'ultimi di ulteriori sprechi. Viste le risorse presenti, i giapponesi non si potevano permettere macchinari di quelle dimensioni ed optarono per macchinari più piccoli, dotati di sistemi di allarme che permettevano di bloccare in maniera istantanea la produzione qualora si verificassero difetti per ridurre i tempi di set up. Così facendo, un singolo operatore poteva seguire più macchine. Tutti questi accorgimenti permisero alla Toyota di aver minor capitale immobilizzato, minor costi di fermo macchina e la possibilità di utilizzare manodopera a basso livello di qualifica ma che risultasse allo stesso tempo flessibile, che potesse sostituire o aiutare un altro operatore. A quest'ultimi veniva data la responsabilità di bloccare la produzione nel caso in cui si fossero riscontrati problemi. Questo coinvolgeva tutto il personale per risolvere il problema riscontrato, influenzando in maniera sensibile sulle motivazioni degli operai. Questo ed altre azioni di miglioramento continuo, vennero chiamati KAIZEN che diventò uno dei capisaldi del Toyota Production System. Dopo più di 20 anni di studi, Ohno svilupperà un sistema di produzione alternativo alla produzione volto all'eliminazione totale degli sprechi cercando di garantire:

- un flusso continuo per ridurre attese e tempi di attraversamento
- una produzione pull per eliminare la sovrapproduzione
- miglioramento continuo a piccoli passi con il coinvolgimento di tutti

Non si produce più per realizzare scorte ma l'intero processo ha ora una modalità pull e la produzione nelle sue fasi è letteralmente tirata dalla domanda. Il TPS alla fine risultò vincente Toyota crebbe fino a diventare la prima casa automobilistica per numero di auto vendute.

⁶ Ohno, T., 1978, *Lo spirito Toyota: il modello giapponese della qualità totale. E il suo prezzo*, 1993 e 2004 Giulio Einaudi editore s.p.a., Torino.

2.2 I principi del Lean Thinking

Visto il successo dell'esperienza matura nel mondo dell'automotive giapponese, il concetto della Lean Manufacturing diventò una filosofia di pensiero col fine di ridurre gli sprechi e produrre solamente quello che richiede la domanda di mercato. Questa nuova filosofia di pensiero venne definita Lean Thinking e si estese oltre che la settore manifatturiero, in generale a tutte le forme di aziende esistenti, come uffici, ospedali, aeroporti...

I 5 principi cardine su cui si basa il Lean Thinking (è una logica circolare) sono: valore, flusso del valore, lasciar scorrere il flusso, implementare un sistema pull, ricercare la perfezione

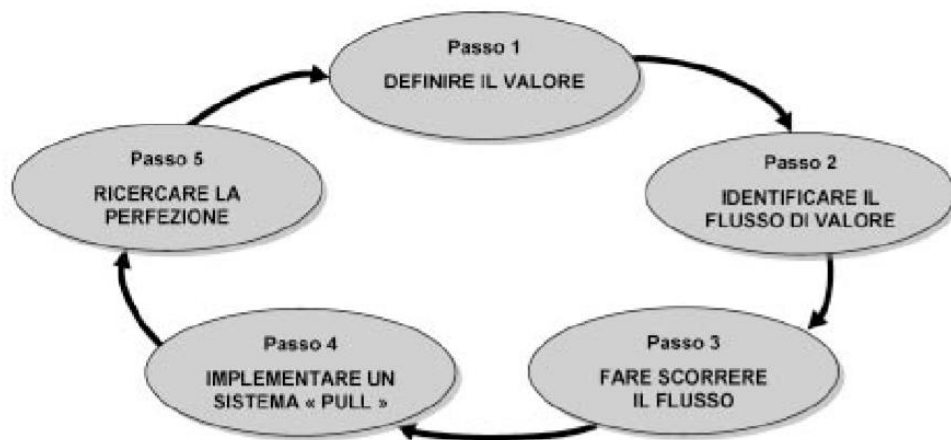


Figura 1.6: i cinque principi del Lean Thinking

1) Definire il valore: il valore rappresenta l'unica parte del prodotto che il cliente è disposto a pagare. La restante parte del prodotto identifica un muda (spreco) e deve essere eliminato o almeno ridotto il più possibile. Il valore viene identificato ponendosi nei panni del cliente chiedendosi quali siano le attività del processo produttivo per cui quest'ultimo paga. Oltre a questo aspetto generato dalla sola figura del cliente, bisogna identificare anche il target cost che viene calcolato analizzando quali costi sono causati da sprechi e quindi possono essere evitati o ridotti. Per raggiungere questo obiettivo c'è bisogno di un continuo miglioramento che permetta di eliminare anche sprechi che prima non venivano considerati tali.

2) Identificare il flusso di valore: il flusso di tutte quelle attività che creano valore e che permettono di realizzare il prodotto. L'analisi del flusso di valore è un'attività fondamentale perché permette di identificare le attività che generano valore e quelle che generano sprechi all'interno di un processo. Questa può essere fatta per tutti i processi sia interni che esterni. Va detto però che non è facile capire se un'attività che ha valore per l'impresa abbia valore anche per il cliente. Identificare il flusso di valore è uno strumento

efficace che permette di rappresentare il flusso attuale della produzione di un prodotto distinguendo tra 3 tipi di attività:

- Attività che creano valore.
- Attività che non creano valore necessarie: sono attività che non hanno valore per il cliente ma che non possono essere evitate. Sono dovute a limiti tecnologici e dette anche spreco di tipo 1. Possono essere eliminate solo con innovazioni radicali che derivino da piani di ricerca e sviluppo di lungo periodo.
- Attività che non creano valore: sono attività che non hanno valore né per il cliente, né per l'azienda. In questo caso vi è un cosiddetto spreco di tipo 2. Queste attività saranno eliminate attraverso un processo di miglioramento.

L'identificazione delle diverse attività ha degli indiscutibili vantaggi:

- È il punto di partenza per l'utilizzo delle altre tecniche Lean
- I processi non vengono più percepiti singolarmente e quindi si può avere una visione globale di dove avverrà il miglioramento
- Gli sprechi su cui intervenire possono essere ordinati facendo riferimento alle cause che li hanno generati
- Viene analizzato anche il flusso di informazioni

3) **Lasciar scorrere il flusso:** Un flusso non sincronizzato interrotto da uno o più buffer genera delle scorte. Queste permettono di continuare a produrre qualora vi fosse un problema nelle lavorazioni a monte. Questo potrebbe sembrare molto positivo ma di fatto impedisce di accorgersi del problema e d'implementare un serio processo di miglioramento della fase critica. Secondo la filosofia snella, il flusso tra le attività deve essere continuo e senza interruzioni eliminando le barriere organizzative che sono la causa principale dei ritardi. Per garantire ciò è necessario che vi sia una certa elasticità nelle mansioni degli operatori. Si passerà dunque a dei team di lavoro nei quali ognuno è in grado di aiutare e sostituire l'altro.

4) **Implementare un approccio pull:** l'approccio push che aveva contraddistinto le grandi aziende automobilistiche americane ha il vantaggio di avere del prodotto finito disponibile cosicché l'eventuale domanda può essere immediatamente soddisfatta. Questa modalità produttiva era sicuramente l'ideale nell'America della crescita economica dopo la seconda guerra mondiale in cui la domanda era in continuo aumento e non era particolarmente sofisticata. Col tempo però i mercati si saturarono e la domanda divenne sempre più selettiva. Vi è quindi il rischio di produrre prodotti che non saranno richiesti dal mercato. I Manager Toyota avevano capito già da molto tempo che bisognava produrre con un approccio esattamente opposto, chiamato pull. Questo significa che è il cliente a tirare letteralmente la produzione. Così facendo si produce solo quello che serve quando serve senza il bisogno di previsioni. Per fare questo si usa lo strumento piuttosto semplice, il cartellino Kanban.

5) **Ricerca la perfezione:** La perfezione è l'obiettivo a cui si vuole tendere attraverso l'applicazione dei principi precedenti. Perfezione intesa come eliminazione totale degli sprechi e sincronizzazione perfetta del flusso. Per farlo è necessario rimettere sempre in discussione il modus operandi per eliminare sempre maggiori sprechi. Questo può avvenire attraverso innovazioni radicali oppure attraverso un flusso continuo di innovazioni incrementali, questo principio è chiamato Kaizen.

2.3 Riduzione degli sprechi

Obiettivo cardine presente nel Lean Thinking è sicuramente la continua lotta allo spreco inteso come qualsiasi attività a non valore aggiunto. Nel suo libro, Taiichi Ohno elenca 7 tipologie di spreco che si riscontrano in un'azienda manifatturiera:

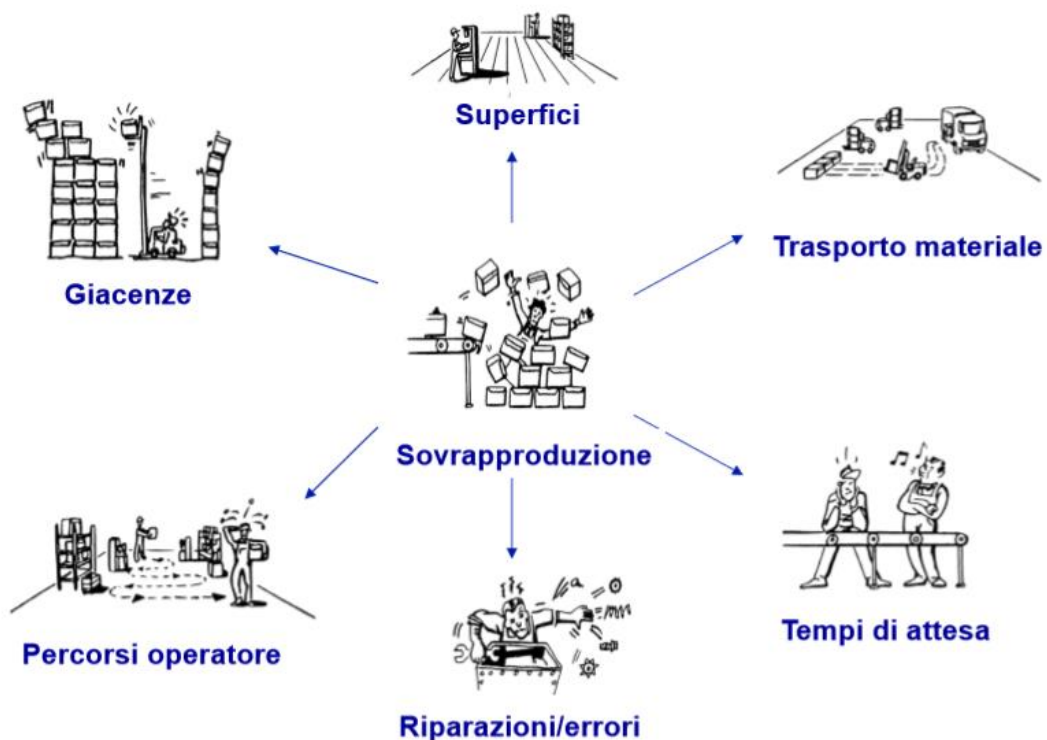


Figura 1.7: i sette sprechi secondo Taiichi Ohno

1. Sovraproduzione: è un fenomeno che avviene quando si produce senza che vi siano richieste del mercato, producendo su previsione. Il prodotto finito che non verrà venduto comporterà un aumento delle scorte a magazzino, ovvero un immobilizzo di capitale con un indice di rotazione difficilmente valutabile. In aggiunta bisogna considerare i costi

legati alla movimentazione del materiale (sia del personale che delle attrezzature), costi legati allo spazio utilizzato ed eventuali costi legati al degrado o alla obsolescenza del prodotto finito. Vi sono inoltre dei costi legati allo spazio occupato, al possibile degrado o alla possibile obsolescenza del prodotto finito. Viene considerato come “il male più grande” dei sette sprechi elencati.

2. **Giaccenze:** sono materiali in attesa di essere utilizzati, come ad esempio semilavorati in attesa di essere assemblati. Creano un disaccoppiamento tra le diverse fasi di lavorazione permettendo di mantenere una produzione limitata anche in caso di problemi nella fase a monte. Presentano lo svantaggio che non rendono evidenti malfunzionamenti e ulteriori sprechi. Essendo materiale acquistato e non utilizzato, si traduce in un costo per l'azienda.

3. **Superfici:** L'utilizzo di uno spazio troppo esteso per le reali necessità dell'azienda è considerato uno spreco in primis a livello di investimento iniziale (l'azienda è costretta ad un esborso economico per acquistare il capannone) oppure un costo mensile fisso se il capannone è in affitto. Si aggiungono anche che si ha il materiale distribuito e non si riesce ad avere una situazione definita del materiale presente, generando confusione con le conseguenti perdite di tempo in caso di problemi di giaccenze.

4. **Percorsi operatore:** sono gli spostamenti che gli operatori devono fare per ultimare le fasi di prelievo. Sono azioni che non aggiungono valore al prodotto e devono essere ridotti per cercare di ottenere un processo produttivo ideale. La loro causa è l'errata disposizione dei materiali a scaffale. Come conseguenze si avranno perdite di tempo e perdite di efficienza del sistema produttivo.

5. **Eccessiva movimentazione del materiale:** direttamente collegata con lo spreco precedente, è dovuta anch'essa ad un'errata disposizione del materiale. Oltre alle conseguenze sopra elencate, si aggiungono aspetti come la confusione e ritardi e si aumenta il rischio di possibili infortuni.

6. **Tempi di attesa:** si manifestano quando un operatore non sta svolgendo nessuna attività, in attesa di una qualsiasi forma di segnali che permetta di cominciare con una determinata attività. Si tratta di uno spreco poiché la risorsa avrebbe potuto utilizzare quell'intervallo di tempo in maniera produttiva creando valore aggiunto.

7. **Difetti/Riparazioni:** sono generati da attività che realizzano prodotti non conformi, questi dovranno essere rilavorati o scartati incrementando così i costi dell'azienda.

Tutti questi sprechi si traducono per l'azienda in investimenti superflui come ad esempio l'acquisto di un macchinario con capacità produttiva elevata che per ammortizzare il costo di fermo macchina dovuto a lunghi tempi di setup ed a personale specializzato spesso sottoutilizzato, mi costringa alla sovrapproduzione per mantenere alto l'indice d'impiego. Rischiano peraltro un aumento nei costi necessari al controllo della difettosità dei pezzi realizzati. Il capitale viene di fatto congelato dalle scorte e l'azienda non può beneficiare di un flusso continuo di capitale entrante.

2.4 Standardizzazione

Il modo di eseguire una mansione viene detto standardizzato quando è stato codificato e dovrà essere seguito da tutti gli operatori finché non ne sarà trovato uno di migliore. L'obiettivo è di eliminare la variabilità nello svolgimento di un'attività, considerata causa di difetti, permettendo a un qualsiasi operatore di compierla. Si potrebbe pensare che questo contrasti con il principio del miglioramento continuo ma non è così. È lo stesso Taiichi Ono a dire: "Uno standard che non è cambiato nell'ultimo mese è uno standard vecchio." Lo standard è un punto di partenza dal quale formularne uno nuovo; se dopo aver definito quello nuovo risulta dalla sua implementazione un miglioramento delle prestazioni, allora lo standard vecchio viene sostituito da quello nuovo; altrimenti si mantiene quello vecchio. Per standardizzazione si intende anche l'unificazione di componenti simili tra loro: questa semplificazione porta innumerevoli vantaggi quali ad esempio un numero inferiore di codici da gestire, movimentare, ordinare e tenere in considerazione nella produzione di un prodotto. Non sempre è possibile attuare un'unificazione di codici soprattutto in un ambito di prodotti caratterizzato da bassi volumi ed alta variabilità.

2.5 Kaizen

La parola Kaizen è l'unione di due parole giapponesi: kai che significa cambiamento e zen che significa migliore. In italiano si traduce con la locuzione "processo di miglioramento continuo". Secondo Toyota il miglioramento delle prestazioni si basa su una serie di piccoli passi costanti nel tempo che sommati assieme permettono di compiere un enorme progresso complessivo.

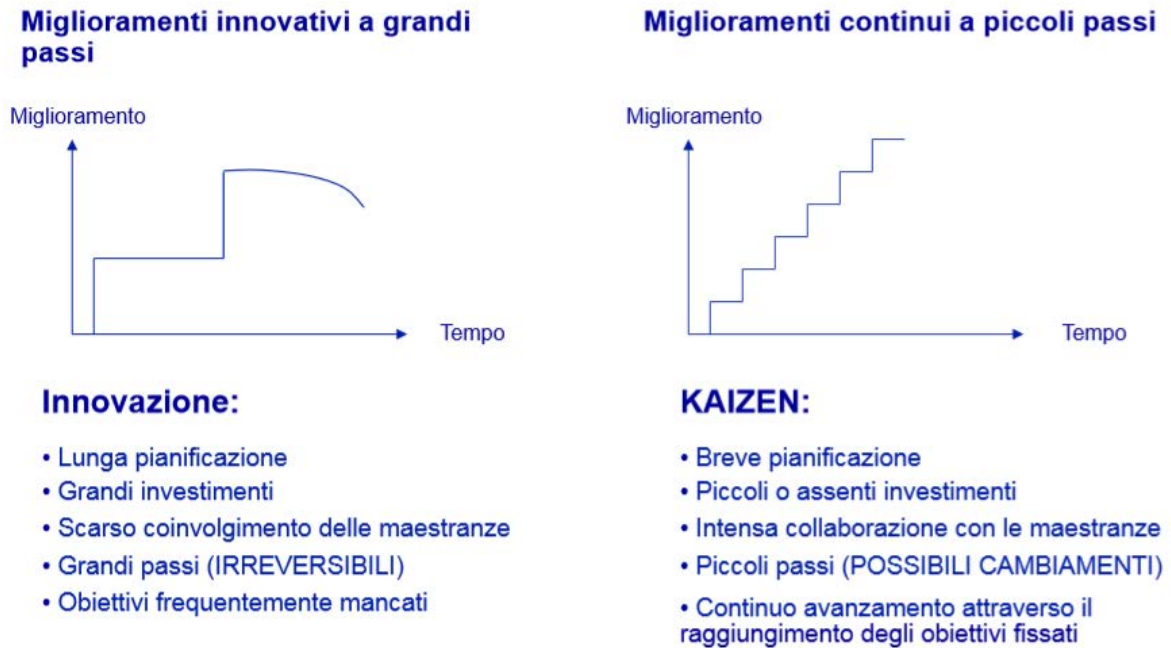


Figura 1.8: differenze tra le due tipologie di miglioramento

Questa filosofia di pensiero si oppone a quella dei miglioramenti innovativi a grandi passi. Il miglioramento dirompente poiché quest'ultimo si fonda su investimenti molto elevati e rischiosi, permette un grosso salto tecnologico ma non è facile da assorbire all'interno dell'azienda in quanto necessita modifiche a livello organizzativo. Vi è uno scarso coinvolgimento dei dipendenti e difficilmente si raggiungono gli obiettivi prefissati. Il Kaizen invece ha costi molto più bassi e minor effetto sull'organizzazione. Si cerca una grande collaborazione da parte delle maestranze e si può applicare sia sul lungo periodo (attuato dal management aziendale con scopi strategici) oppure si può utilizzare su periodi più brevi per combattere gli sprechi in produzione. Essendo costituito da piccoli passi in avanti (reversibili), può capitare che se non viene raggiunto l'obiettivo prefissato, si può ritornare con pochi svantaggi alla situazione precedente al Kaizen e cercare una nuova strada per raggiungere l'obiettivo.

2.6 Just in Time

Il Just in Time rappresenta una tecnica che fa da fondamenta della Lean Manufacturing. La locuzione Just in Time sta a significare che il materiale venga consegnato nel momento giusto, nella quantità corretta e nella qualità richiesta. L'obiettivo principale del JIT è la riduzione del lead time lungo tutto il flusso di produzione e cercando di portare le scorte a zero o al minimo possibile. Tutto questo senza intaccare la qualità e il servizio fornito al cliente. È necessario attuare un investimento sia economico che di risorse per rendere continuativo il flusso. Il JIT è una modalità produttiva di tipo Pull, ovvero è la fase a valle che chiama l'azione e da un segnale alla fase a monte affinché produca quanto richiesto. La prima fase a valle di un'azienda è il cliente che richiede una domanda reale e non più basata su previsioni come invece accade nella modalità Push in cui grazie alle previsioni l'azienda spinge sul mercato prodotti che prevede saranno richiesti. Di conseguenza anche ritmo di produzione o Takt Time è imposto dal cliente e diventa il tempo a cui si devono riferire tutte le diverse fasi del processo. Le aziende che vogliano utilizzare il JIT dovrebbero fare attenzione al tipo di attività che svolgono in particolare queste dovrebbero essere prevalentemente di assemblaggio con una ridotta quantità di componenti che si traduce in una certa modularità dei prodotti finiti. Gli impianti devono essere flessibili e con tempi minimi di attrezzaggio, quello che si vorrebbe fare è giungere ad una produzione One-Piece-Flow ossia realizzare un componente finito di tipo sempre diverso in lotti da un solo pezzo con tempi di setup istantanei. La flessibilità della manodopera è una conditio sine qua non infatti in caso di ritardo gli operatori possono aiutarsi fra loro, o sostituirsi in caso di assenze. Anche i fornitori sono essenziali, deve esserci con essi un rapporto di partnership, ed un sistema informativo che permetta di condividere le informazioni in maniera possano essere sempre sincronizzati con le richieste dell'azienda.

2.7 Just in Sequence

Il Just in Sequence rappresenta un approccio complementare al Kanban fornitore, che raffina la tipologia di fornitura poiché annulla le poche scorte presente col sistema a kanban. È sempre un approccio di tipo pull che prevede che il fornitore consegna le quantità necessarie di un certo materiale, non sulla base di un cartellino ma a partire da un piano produzione (assemblaggio) del cliente rispettando esattamente la sequenza di mix di prodotto finito prevista. Questo tipo di programmazione permette di allineare il processo di produzione con quelli della fornitura attraverso particolari piattaforme software. Il fornitore consegna di volta in volta il materiale richiesto facendo praticamente coincidere la consegna del materiale con l'impegno dello stesso in produzione. Viene principalmente utilizzata nell'industria automobilistica, poiché nella fase finale di assemblaggio della macchina si concentrano una quantità molto elevata di semilavorati opzionali scelti dal cliente, e l'azienda ha bisogno di esattamente quel materiale in quel determinato momento.

È una tecnica di approntamento del materiale molto complessa perché deve essere presente una forte interazione tra cliente e fornitore. Quest'ultimo deve dimostrarsi molto collaborativo e dimostrarsi affidabile. Così facendo, le scorte a magazzino del cliente si azzerano e si ha una produzione senza il rischio di fenomeni di stock out.

2.8 Milk Run

Una tecnica di approvvigionamento dei materiali alternativa alle due appena descritte è il Milk Run. La filosofia di questa tecnica si basa sulla consegna del latte come avveniva una volta. Il lattaio alla mattina passava presso le case di tutti i clienti per ritirare le eventuali bottiglie vuote e le rimpiazzava con una bottiglia piena. Il numero delle bottiglie vuote poteva variare e con esse, variavano le bottiglie che il lattaio avrebbe lasciato piene. Se il cliente non consumava il latte, non lasciava fuori nessuna bottiglia vuota. Così facendo si soddisfavano i bisogni giornalieri del singolo cliente. La tecnica del Milk Run funziona con le stesse modalità ma a parti invertite: è il cliente che si muove presso la sede dei fornitori per prelevare le quantità di cui ha bisogno giornalmente. Le aziende lean inviano un proprio mezzo una volta al giorno presso i fornitori vicini con modalità di consegna e tempi stabiliti da accordi tra le due aziende. Seguendo il metodo tradizionale, il camion del singolo fornitore compie una traiettoria a raggiera mentre con il milk run si attua un percorso circolare dove un singolo camion, percorrendo meno strada e utilizzando meno mezzi, riducendo il traffico.

SISTEMA DI FORNITURA CLASSICO

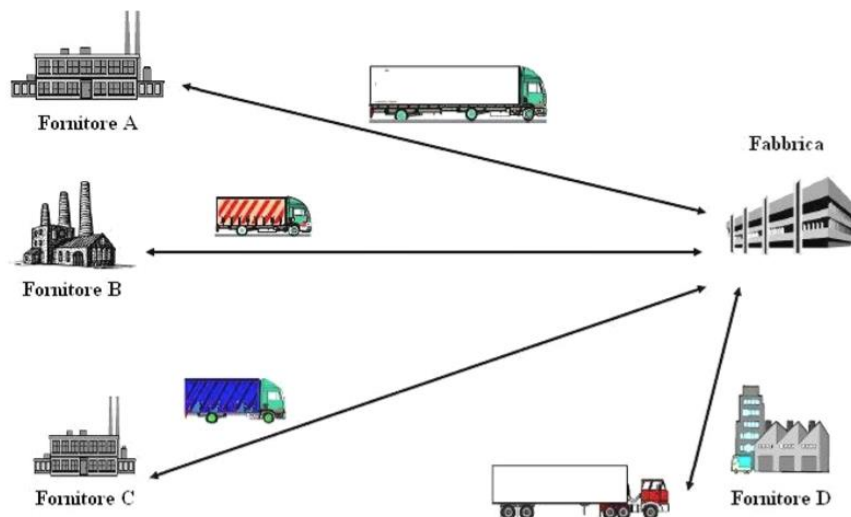


Figura 1.9: Sistema classico di fornitura

Posso presentarsi anche diverse sfumature di questa tecnica in base alle esigenze del fornitore e del cliente. Oltre a quelli già citati si hanno molti vantaggi utilizzando questa tecnica:

- diminuzione delle quantità di merci consegnate e quindi handling semplificato
- aumento della rotazione nel magazzino
- maggiore affidabilità dei fornitori nel rispettare le date di consegna
- ottimizzazione del trasporto sia come percentuale di saturazione del mezzo che come costo di trasporto
- trasparenza dei costi di trasporti
- Riduzione del lead time di fornitura
- sistema più flessibile
- minore congestionamento all'entrata delle merci

SISTEMA DI FORNITURA MILK-RUN

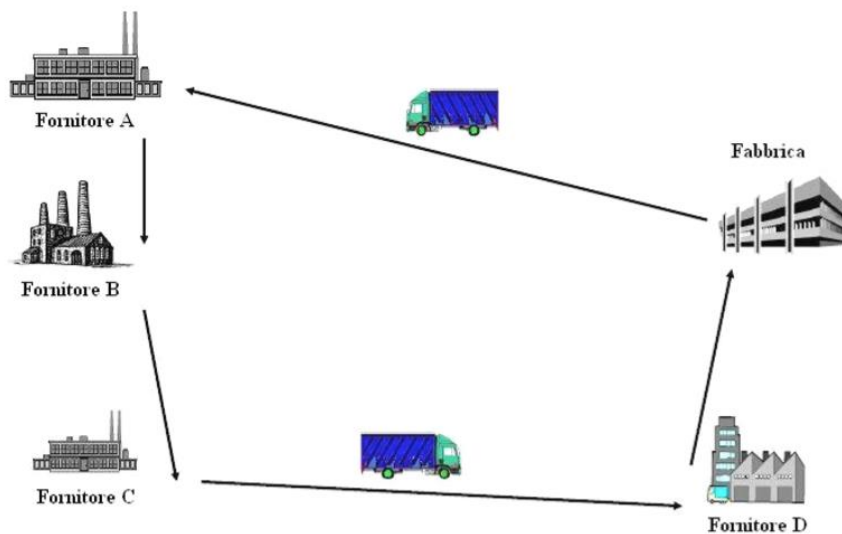


Figura 2.0: Sistema di fornitura Milk Run

Questo approccio logistico si adatta bene anche quando è presente una grande distanza tra fornitori e cliente e non è pratica una consegna frequente del materiale. Si possono introdurre giri di consegne ad anello nelle zone più vicine che raccolgono il materiale in un deposito separato e da qui partono le consegne verso la fabbrica. (Figura 2.1)

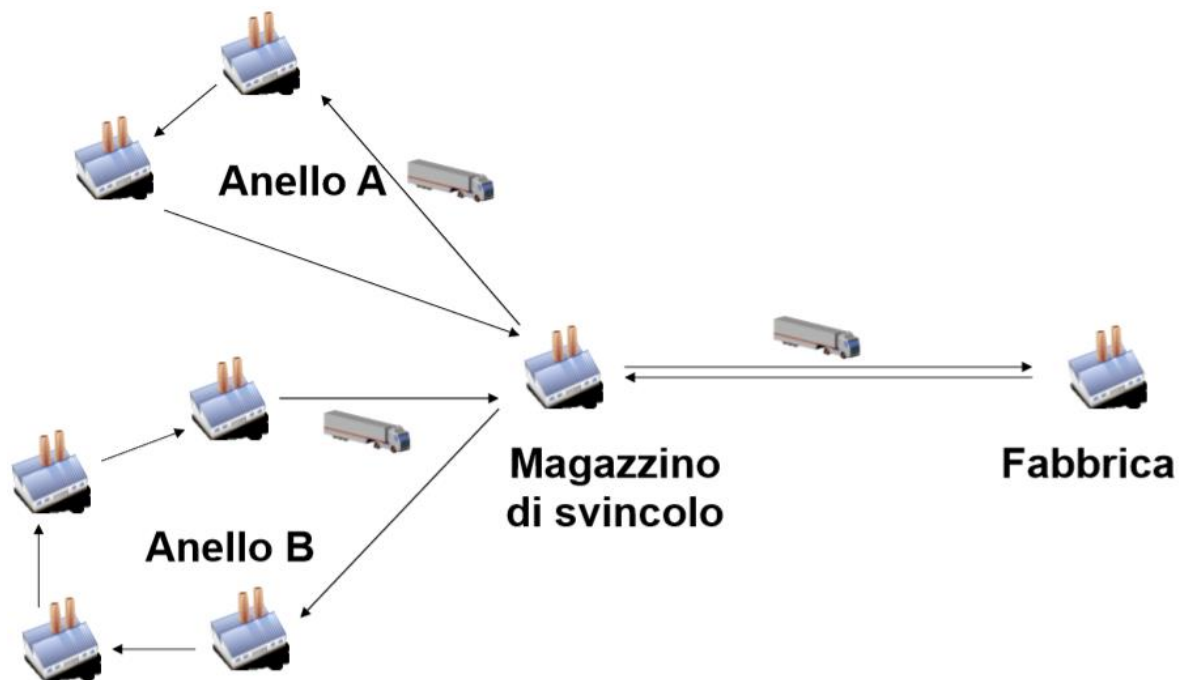


Figura 2.1: Milk Run con la presenza di un magazzino di svincolo

2.9 Continuous replenishment

Nel perseguimento di quest'ultima strategia, è stata sviluppata verso la fine degli anni 80' una tecnica di gestione delle scorte tra fornitore e cliente definita Continuous Replenishment. Il cliente mette a disposizione del fornitore i dati riguardanti le scorte a magazzino e le vendite effettuate. (Figura 2.2)

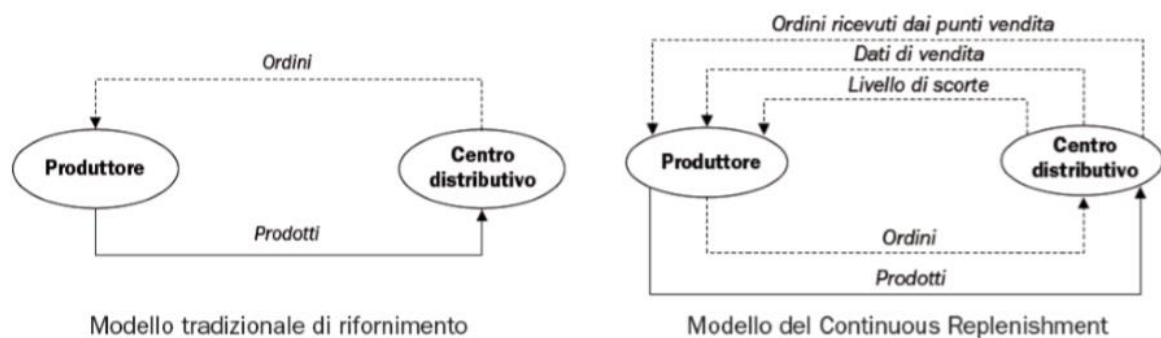


Figura 2.2: Differenze tra modelli rifornimento

Due varianti della tecnica Continuous Replenishment sono definite come conto deposito presso il cliente o Consignment Stock (CS) e conto deposito presso il fornitore o Reverse consignment Stock (RCS).

Il CS si differenzia dal CR in quanto il materiale ubicato presso il cliente è di proprietà del fornitore; per questo si parla di conto deposito presso il cliente. La fatturazione da parte del fornitore avviene dopo il prelievo effettivo del cliente. L'RCS si differenzia dal CR in quanto il materiale è ubicato presso il fornitore ma è di proprietà del cliente; per questo si parla di conto deposito presso fornitore. La fatturazione da parte del fornitore avviene all'impegno da parte del cliente del materiale presso fornitore.

Queste tre tecniche CR, CS, RCS sono note come tecniche Vendor Managed Inventory (VMI) perché la responsabilità della gestione della fornitura è in capo al fornitore in una relazione di natura collaborativa con scambio di dati e informazioni.

La seguente tabella 1.7 riassume le tecniche di approvvigionamento sin qui viste:

	Tecniche tradizionali		Tecniche JIT		Tecniche VMI (Vendor Managed Inventory)		
	ROP (guardare indietro)	MRP/DRP (guardare avanti)	Kanban	Just In Sequence (JIS)	Continuous Replenishment (CR)	Conto deposito presso il cliente o Consignment Stock (CS)	Conto deposito presso il fornitore o Reverse Consignment Stock (RCS)
Approccio	non collaborativo		collaborativo		collaborativo		
Responsabilità della gestione	cliente		cliente		fornitore		
Ubicazione del materiale	c/o cliente		c/o cliente		c/o cliente		c/o fornitore
Proprietà del materiale a magazzino	cliente		cliente		cliente	fornitore	cliente
Formulazione delle previsioni di vendita	cliente		cliente		cliente o cliente/fornitore (CPFR - Collaborative Planning, Forecasting & Replenishment)		
Dati condivisi	nessuno		MPS/FAS	FAS	dati consuntivi/previsioni di vendita e giacenze a magazzino del cliente		
Consegne	su ordine del cliente		su kanban del cliente	sincronizzate con FAS del cliente	su decisione del fornitore		su richiesta del cliente
Fatturazione	alla consegna		alla consegna		alla consegna	dopo il prelievo	all'impegno

Tabella 1.7: Riassunto delle tecniche di approvvigionamento

CAPITOLO 3

KANBAN: cos'è, tipologie, critiche

In questo capitolo viene presentato uno strumento introdotto dal TPS molto efficace ed apprezzato, il Kanban. Inizialmente si spiega in cosa consiste. Successivamente vengono presentate le diverse classificazioni. In seguito sono chiarite le possibili tipologie di sistemi Kanban. Infine vengono espone le formule per il dimensionamento e le regole di utilizzo.

3.1 Cos'è il Kanban

Il Kanban, parola giapponese che in italiano viene tradotto come cartellino, viene considerato come il principale organo di gestione della produzione utilizzato nel sistema TPS. Si tratta di un segnale visivo che riporta una grande quantità di informazioni utili agli operatori come il codice dell'articolo, la descrizione, il numero dei pezzi movimentati, lead time di produzione o di consegna e altre informazioni. Questo segnale serve per indicare che è necessario iniziare un'azione. (fig. 2.3).

Kanban I Production		Rolls-Royce												
Item Number:	Description:													
186A087-00	BED PLATE													
Kanban 1 This Kanban should be received on Production order	WM418512C													
Warehouse BROU01	Raw material : 950A215-20	Routing : OUBR1												
Quantity: 10	<table border="1"><thead><tr><th>Oper</th><th>Work Center</th><th>Machine</th></tr></thead><tbody><tr><td>10</td><td>BRWBR1</td><td>BR01 - Flame Cutting</td></tr><tr><td>20</td><td>BRWF16</td><td>F16 - Milling</td></tr><tr><td>30</td><td>BRWB25</td><td>B25 - Drilling</td></tr></tbody></table>		Oper	Work Center	Machine	10	BRWBR1	BR01 - Flame Cutting	20	BRWF16	F16 - Milling	30	BRWB25	B25 - Drilling
Oper	Work Center	Machine												
10	BRWBR1	BR01 - Flame Cutting												
20	BRWF16	F16 - Milling												
30	BRWB25	B25 - Drilling												

Figura 2.3: Esempio di un cartellino Kanban

La realizzazione di un sistema tirato dalla domanda presenta tre particolari necessità per essere attuato:

- Identificazione del flusso, che porta molto spesso a riprogettare il layout del reparto di assemblaggio passando alle celle o ai reparti ad U molto utilizzati in quanto nella curva gli operatori possono osservare il flusso ed aiutarsi l'uno con l'altro oppure l'operatore può svolgere la propria attività su stazioni diverse.

- Bilanciamento del flusso, è un obiettivo che ci si prepone di raggiungere. Nella realtà non risulta semplice equilibrare il carico di lavoro dei singoli operatori.
- Controllo del flusso: è il risultato che il sistema Kanban permette di ottenere, realizzare uno strumento che permetta la gestione del flusso. Quello che fa il Kanban per controllare il flusso è autorizzare l'avvio di una fase a monte che può essere la produzione di un componente, l'acquisto o il trasporto attraverso il cartellino. La fase antecedente riceve il Kanban e sa che può cominciare a svolgere l'attività che il cartellino richiede. Grazie a questo sistema non si controlla solo il flusso ma anche la quantità poiché vengono prodotte, acquistate o trasportate solo le unità indicate nel tesserino.

Il sistema Kanban ha avuto un grande successo grazie alla sua semplicità ed economicità. In certi casi permette una certa flessibilità in quanto l'operatore può decidere quale tra i cartellini presenti in bacheca processare per prima, in base alle esigenze di produzione o del fornitore coinvolto. Inoltre premette il controllo del work in progress del processo, che corrisponde ai cartellini presenti in bacheca, riducendolo al minimo. Un valore basso di WIP significa code per prelievo più corte e tempi ciclo brevi, diminuendo il lead time totale che il cliente deve pagare come valore non aggiunto del prodotto.

3.2. Classificazione Kanban per Modalità d'Impiego

Potrebbe essere più utile classificare i cartellini da un punto di vista più pratico. Abbiamo quindi quattro ulteriori tipologie rispetto alle modalità di utilizzo:

1. **Kanban Tradizionale:** è la tipologia più utilizzata, ad ogni codice è associato un contenitore con una predefinita quantità di quell'articolo, ad ogni container è associato un cartellino. Il numero di recipienti è dunque uguale a quello dei cartellini e ognuno è identico all'altro. Quando uno viene svuotato si stacca il cartellino che vale come un ordine di ripristino.
2. **Double Bin:** detto anche Vuoto-Pieno è un sistema tanto semplice quanto efficace. In questo caso i contenitori sono sempre due come anche i cartellini. Quando uno viene esaurito si stacca il cartellino avviando un ordine di ripristino. Il lead time di ripristino viene coperto dal secondo recipiente.
3. **Signal Kanban:** viene utilizzato per applicare il punto di riordino. Ne esistono due tipi il Triangular Kanban in figura 2.4 utilizzato per gli ordini di produzione e il Material Requisition Kanban o Kanban per la richiesta del materiale utilizzato per il rifornimento dei componenti. Spesso vengono utilizzati assieme. Il cartellino viene attaccato solo sull'articolo che coincide col punto di riordino. I pezzi vengono impilati ad esempio uno sopra l'altro, e consumati in successione; quando l'operatore ritira il pezzo su cui è attaccato il cartellino lancia un ordine di ripristino. Il lead time di ripristino viene coperto dagli altri pezzi presenti nella pila.

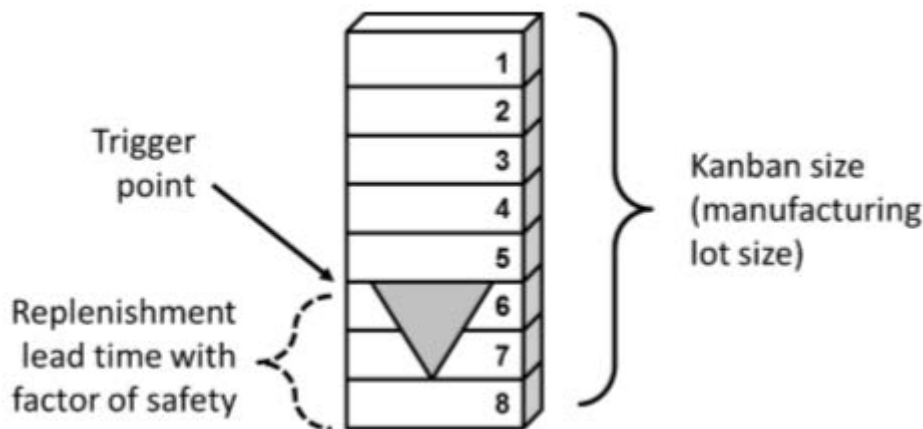


Figura 2.4: Funzionamento Signal Kanban

4. **Batch Kanban:** il funzionamento è lo stesso del Kanban Tradizionale con l'unica grande differenza che l'ordine di ripristino non parte automaticamente con un solo cartellino ma solo dopo che se ne sono accumulati un numero predefinito. Il motivo per cui viene accumulato un certo numero di cartellini è che il lotto di produzione della fase a monte è molto più grande di quello della fase a valle; così facendo le due fasi possono essere accoppiate mantenendo al minimo le scorte. Spesso nelle Heijunka board in cui questi cartellini vengono accumulati si creano tre zone che cambiano di colore all'aumentare del numero dei cartellini accumulati (fig. 2.5):

- Zona verde: zona iniziale in cui sono accumulati pochi cartellini; non sono richieste azioni.
- Zona gialla: all'aumentare dei cartellini accumulati si passa a questa zona in cui è possibile iniziare la produzione di quel codice.
- Zona rossa: appena un cartellino viene posizionato in questa zona deve essere immediatamente lanciato un ordine di ripristino di quel componente.

La bacheca è realizzata come una matrice le cui colonne sono le settimane e le cui righe si riferiscono ad uno specifico articolo. Tutto questo per distribuire uniformemente la produzione dei diversi articoli.



Figura 2.5: Kanban nelle Heijunka board

Definiamo il cartellino Kanban attivo una volta che esso viene staccato dal contenitore in quanto esso autorizza un'azione di produzione o di rifornimento. Quando invece si trova attaccato all'articolo e depositato nel magazzino lo definiamo inattivo.

3.3 Tipologie di Sistemi Kanban

I sistemi Kanban si dividono in due categorie: One Card e Two Card la differenza tra questi due sistemi è che i primi utilizzano un solo cartellino di produzione; mentre i secondi utilizzano due cartellini collegati, uno per la produzione l'altro per il prelievo di materiale riferiti però allo stesso articolo. Le due principali categorie di sistemi Kanban sono messe a confronto nella figura 2.6.

	SKS	DKS
Distance between two stages	Small	Moderate
WIP between two stages	Small	Small
Turnover of Kanbans	Fast	Fast
Turnover of WIP	Fast	Moderate
Synchronization of production and movement of WIP	Necessary	Not necessary
SKS: Single Kanban system.		
DKS: Dual Kanban system.		

Figura 2.6: Comparazione tra i due sistemi kanban

I sistemi One Card sono i più semplici e vengono usati solo per Kanban di produzione. Sono caratterizzati da una distanza tra i due processi talmente breve da permettere di condividere lo stesso buffer, basso work in progress, alto ricircolo dei cartellini e dei materiali. In questo, una volta prelevato un contenitore si stacca il cartellino che viene messo nella Heijunka della fase a monte. Esso attiva la produzione del componente segnalato nella quantità fissata. Quest'ultimo viene messo nell'apposito contenitore a cui viene riattaccato il cartellino di partenza come si può vedere in figura 2.7. Poiché il ciclo è chiuso la sincronizzazione tra la produzione e la movimentazione dei materiali è necessaria altrimenti si bloccherebbe il processo.

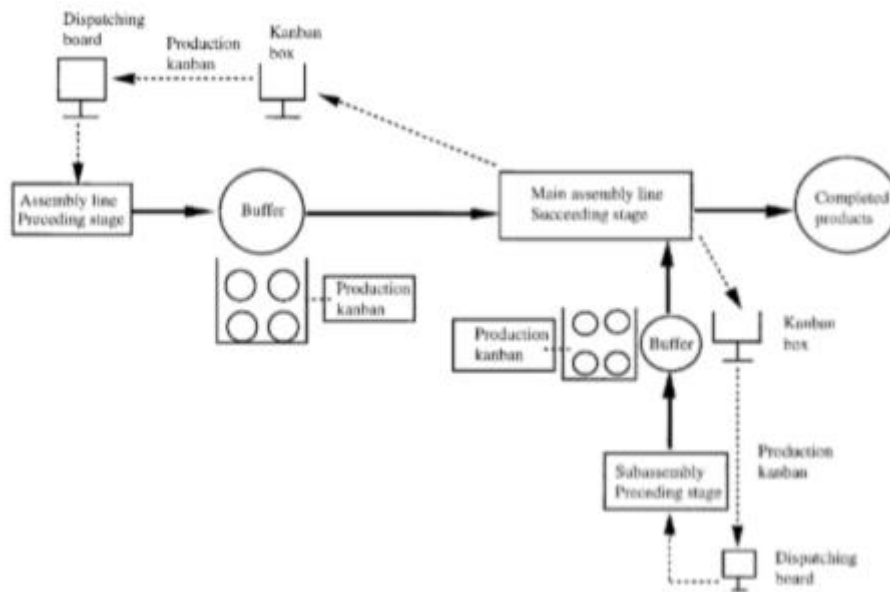


Figura 2.7: Schema di funzionamento di un sistema One Card

Il sistema Two Card risulta essere più complesso poiché utilizza per uno stesso codice due cartellini, quello di produzione e quello di prelievo con indicato lo stesso numero di pezzi. Questi cartellini vengono usate in situazioni opposte a quelli One Card, quindi quando abbiamo una distanza tra il processo a monte e quello a valle che non consente una gestione a vista dei materiali in corso di lavorazione, basso turnover dei Kanban e alto WIP. Il magazzino in cui vengono posizionati i prodotti finiti del processo a monte è dunque separato da quello in cui vengono accumulate le scorte necessarie ad alimentare il processo a valle. In figura 2.8 è mostrato lo schema di funzionamento dei cartellini Two Card: in questo caso quando la fase a valle preleva un componente pone il relativo cartellino in un contenitore dove vengono accumulati. Successivamente un operatore raccoglie le card e procede all'approvvigionamento dei codici richiesti prendendoli dal magazzino della fase precedente. Ad ogni articolo di questo magazzino è già attaccato un cartellino di produzione o rifornimento, questo viene staccato e messo nella Heijunka della fase a monte e al suo posto viene messo il cartellino di prelievo che l'operatore aveva con sé (della fase a valle). Infine l'articolo viene inviato al magazzino che alimenta la fase a valle. Abbiamo dunque due cicli Kanban in sequenza.

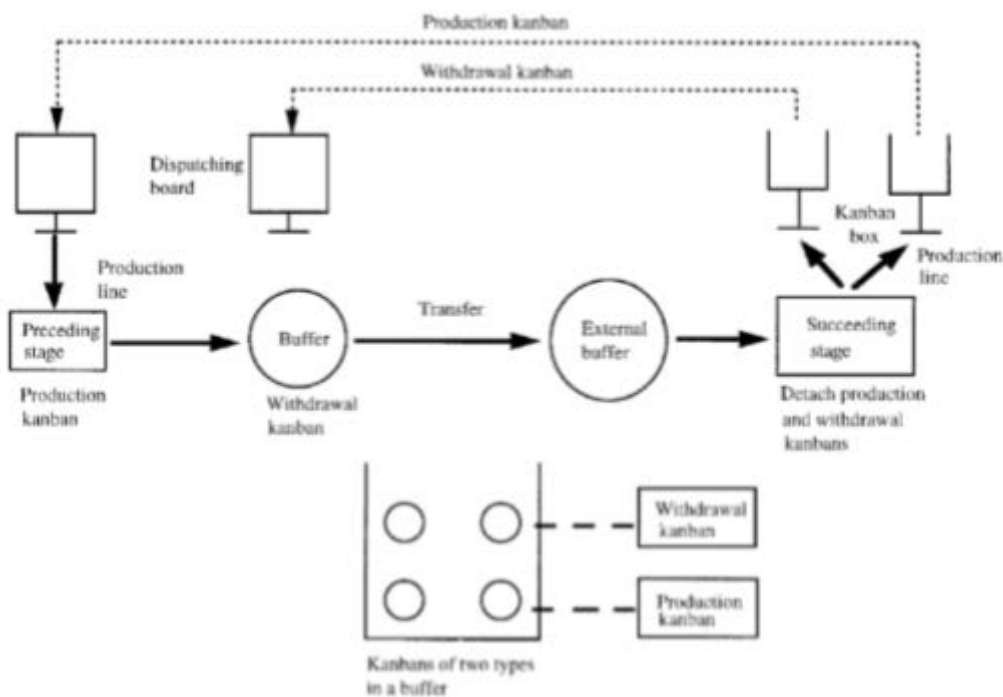


Figura 2.8: Schema di funzionamento di un sistema Two Card

Le due tipologie presentate si dividono a loro volta in quattro sottocategorie come mostrato in figura 2.9: I sistemi One Card si dividono in Tipo 1 e Tipo 2 mentre quelli Two Card in Tipo 3 e Tipo 4.

Output Store Stage m = Input Store Stage $m + 1$	Output Store Stage m $\neq$ Input Store Stage $m + 1$		
Type 1 Withdrawal immediately before start of production	Type 2 Withdrawal immediately after activation of kanban	Type 3 Fixed quantity, variable withdrawal cycle	Type 4 Fixed withdrawal cycle, variable quantity
One-Card System		Two-Card System	

Figura 2.9: Tipologie di sistemi kanban

Un sistema Kanban One Card è di Tipo 1 quando tra due processi vi è un solo buffer: nella fase a valle, quando vi è la necessità, si preleva un contenitore dal buffer, si stacca il cartellino da esso e lo si posiziona in un' apposita bacheca chiamata Heijunka board a cui si riferisce il processo a monte. Non appena il cartellino viene messo in bacheca il processo a monte potrà iniziare la produzione dell'item indicato nel cartellino. Finita la produzione il cartellino viene attaccato all'articolo corrispondente che viene posto nel buffer ed il ciclo ricomincia. Invece un sistema One Card di Tipo 2 se tra la fase antecedente e quella a

successiva sono presenti due buffer distinti: uno alla fine del processo a monte, l'altro all'inizio di quello a valle. Quando si preleva un item dal buffer a valle, si stacca il cartellino e lo si mette nella bacheca del processo a monte proprio come nel Tipo 1. Se il codice è presente nel magazzino del processo a monte questo viene subito inviato a valle altrimenti è autorizzato a iniziare la produzione dell'articolo presente a cartellino nella quantità richiesta. Come i sistemi di Tipo 2, anche i Tipo 3 e i Tipo 4 hanno il magazzino in cui vengono posizionati i prodotti finiti del processo a monte separato da quello in cui vengono accumulate le scorte necessarie ad alimentare il processo a valle. Il Kanban loop del Tipo 3 e del tipo 4 è quello spiegato in precedenza per i Two Card: quando la fase a valle preleva un componente pone il relativo cartellino in un contenitore dove vengono accumulati. La differenza tra le due tipologie è che nel tipo 3 i Kanban si accumulano e vengono raccolti e portati alle fasi a monte solo quando raggiungono una certa quantità. Nel tipo 4 invece l'addetto controlla il raccogliatore Kanban a intervalli temporali prefissati, come ad esempio ogni ora, procedendo con l'operazione di raccolta indipendentemente dalla quantità di cartellini accumulati.

3.4 Kanban Elettronico

L'Electronic Kanban System anche detto e-Kanban fu introdotto da Toyota per contrastare i punti deboli del Kanban System nelle lunghe distanze. Accadeva regolarmente che i cartellini dovessero viaggiare negli stabilimenti dei fornitori venendo perduti o attaccati erroneamente. Per risolvere questi problemi decisero di sostituire il cartellino fisico con un sistema informatizzato contenente tutte le informazioni relative all'articolo. Era sufficiente che l'operatore scannerizzasse il codice a barre dell'articolo prelevato per lanciare una richiesta di fornitura. Era poi il fornitore stesso che si occupava di stampare i cartellini e consegnarli insieme alla merce. Ovviamente per poter implementare un tale sistema occorre una forte collaborazione tra azienda e fornitore. In seguito l'e-Kanban è stato sviluppato per l'applicazione nella produzione e nel prelievo dei materiali dal magazzino. I vantaggi di questo sistema rispetto a quello tradizionale sono:

- Eliminazione del rischio di smarrire i cartellini.
- Aumento della velocità nella trasmissione dei dati.
- Eliminazione operazioni svolte dall'operatore che possono portare errori.
- Il numero di cartelli può variare automaticamente in base al piano di produzione.
- Monitoraggio continuo dell'avanzamento della produzione e segnalazione attraverso semafori della necessità di produrre un determinato prodotto o semilavorato.
- Registrazione di ogni transazione nel sistema informativo aziendale ottenendo dati effettivi su consumi, efficienza, lead time, ecc. adatti per poter capire gli andamenti aziendali e valutare la possibilità di attuare importanti scelte strategiche a livello di gestione della produzione.

3.5 Aspetti negativi

L'uso del sistema Kanban presenta anche alcuni aspetti che si possono dimostrare critici se non valutati nella maniera corretta:

- Trattandosi di un sistema manuale è soggetto all'errore umano; il più ricorrente è sicuramente la perdita dei cartellini stessi. Quando ciò avviene, si rischia di non avere sufficienti materiali per poter rifornire le stazioni a valle causando una riduzione del livello di servizio.
- È vulnerabile alle variazioni della domanda, dovrebbe essere quindi utilizzato per prodotti con domanda piuttosto costante nel tempo.
- È necessaria dedicare un certo numero di operatori al rifornimento ed al trasporto dei pezzi considerando i costi aggiuntivi derivanti da queste azioni.
- All'aumentare della distanza tra un processo e l'altro si perde visibilità sul processo ed efficienza.
- Al prolungarsi dei tempi di set-up cresce la grandezza dei lotti e la quantità di scorte che è necessario tenere a giacenza. Inoltre il flusso non è continuo e rischia di bloccarsi più facilmente in attesa delle lavorazioni a monte che difficilmente avranno lead time uguali.
- È necessaria manodopera flessibile che deve saper eseguire tutte le mansioni all'interno della linea cosicché in caso di ritardi sia possibile recuperare il tempo perduto aumentando momentaneamente il numero di lavoratori nel collo di bottiglia. In caso di assenza di un operatore il suo posto viene occupato da un altro. Se questo non avviene vi è il rischio che il flusso si interrompa.

CAPITOLO 4

DONATONI MACCHINE Srl: la storia, i prodotti, i reparti

4.1 Storia dell'azienda



Figura 3.0: Ingresso Donatoni Macchine

La Donatoni Macchine S.r.l è ubicata nell'area industriale di Domegliara, frazione di Sant'Ambrogio di Valpolicella (VR) e conta un numero di 73 dipendenti che possono salire attraverso l'utilizzo di esterni. L'azienda è stata fondata dal titolare Giorgio Donatoni nel 2008, ma può vantare una storia di 60 anni in quanto il padre del titolare fondò un'officina meccanica nel 1959 nel cuore di Sant'Ambrogio di Valpolicella. Quest' area dal secondo dopo guerra, è diventata una rinomata zona per la lavorazione della pietra ed è in questo ambiente che si è sviluppata l'azienda. L'attività produttiva riguarda la progettazione e fabbricazione di macchine utensili per la lavorazione della pietra, in particolare nella produzione di frese. Nel 2018 l'azienda ha raggiunto un fatturato sopra i 29 milioni di euro (+53% sul fatturato 2017) e produce circa 300 macchine all'anno. La strategia societaria punta in particolare su due fattori principalmente: innovazione del prodotto con un elevato rapporto qualità/prezzo ed un'assistenza sempre presente per il cliente. Negli ultimi anni con una concorrenza sempre più agguerrita, l'azienda è passata da produrre secondo la logica purchase to order ad un modello organizzativo di tipo

assembly to order per dare la possibilità al cliente di ottenere la macchina con tempi di consegna minori, mantenendo inalterate le ampie possibilità di personalizzazioni da parte del cliente. L'azienda risponde alla richiesta di mercato con un modello organizzativo assembly to order, permettendo al cliente ampie personalizzazioni. Le vendite avvengono sia direttamente in contatti diretto con il cliente finale sia attraverso distributori in tutto il mondo. Il mercato dell'azienda si basa principalmente sulle esportazioni poiché l'azienda fattura circa il 90% delle macchine all'estero. Il 75% delle esportazioni avvengono in Europa in particolare in ordine di importanza: Germania, Romania, Portogallo, Gran Bretagna, Spagna, Svezia, Polonia, Belgio, Svizzera, Francia e Grecia. Per quanto riguarda il fatturato extra-UE il numero dei paesi è molto elevato e sempre in ordine di importanza per ordine di importanza: U.S.A., Canada, Russia, Australia, Turchia, Iran, Kazakistan, Egitto, Arabia Saudita, Israele, Angola.

4.2Prodotti

La società produce più di 10 tipologie di macchine diverse che si differenziano tra frese a ponte, macchine a taglio con struttura a ponte e robot. Di seguito verranno suddivise le macchine in due macro famiglie: le frese monoblocco e le restanti macchine prodotte. Hanno peso rispettivamente sul fatturato del 45% e del 55%.

4.2.1JET

La tipologia di macchina con cui l'azienda fa più fatturato è la JET, una fresa a ponte monoblocco, una fresa compatta e versatile. Ne vengono prodotte 5 a settimana e hanno il lead time più breve: 4 giorni lavorativi di assemblaggio. Esistono molte tipologie di personalizzazioni che possono essere comunicati anche pochi giorni prima dell'inizio del montaggio



Figura 3.1: Donatoni JET

4.2.2Le altre macchine



Figura 3.2: Donatoni ECHO



Figura 3.3 Donatoni DV



Figura 3.4: Donatoni SX

Le altre macchine si differenziano per la dimensioni della fresa che via via aumentano: ECHO, SPRINTER, KRONOS (ECHO o SPRINTER con possibilità di avere un magazzino utensili automatico) DV e DG. In più sono presenti a listino la SX macchina a taglio con 3 o 5 mandrini che possono tagliare in contemporanea. Negli ultimi anni è stato sviluppato anche un robot che può fungere sia da fresa che movimentazione pallet in uscita o in entrata dalla macchina. L'assemblaggio è suddiviso in tre step principali: l'insieme dei vari slp singoli, l'assemblaggio di tutti gli slp insieme e il montaggio finale della macchina. Tenendo conto dei lead time di produzione della macchina (circa due settimane per ogni fase di montaggio) i pezzi da far pervenire più critici sono quelli della prima fase poiché sono fase successive e non possono viaggiare in parallelo. Per sopperire a queste mancanze, viene programmata la produzione in avanti di 3 mesi per fornire un lead time di consegna necessario ai fornitori per consegnare il materiale in tempo per le relative fasi di produzione.

4.3 Reparti:

L'azienda si suddivide principalmente in 5 aree distinte:

- Produzione JET: qui vengono assemblate le frese monoblocco partendo dall'SLP ponte che arriva completo di tutti gli SLP. Avviene il passaggio cavi e poi viene montato sul monoblocco. In seguito, viene collaudato e preparato per la spedizione in container. Questa macchina è stata progettata per essere il più compatta possibile e risulta combaciante con l'interno di un container da 20 piedi.



Figura 3.5: Produzione JET

-Produzione altre macchine: in questo reparto vengono assemblate le macchine più grandi e con più variabili di personalizzazione rispetto alle JET. Viene preso l'SLP ponte su cui sono stati montati i restanti SLP e viene montato tutto sui muri, ultimando la macchina e collaudandola. Una volta collaudata, la macchina verrà smontata e preparata per la spedizione. Per alcuni componenti critici nelle dimensioni, esistono casi in cui oltre al classico bilico, vengono utilizzati i trasporti speciali.



Figura 3.6: Produzione altre macchine

-Produzione SLP ponte altre macchine: in questa baia, vengono montati gli SLP ponte su cui verranno montati tutti gli altri SLP provenienti dal seminterrato

-Produzione SLP seminterrato: in questo reparto vengono prodotti la maggior parte degli slp di tutte le macchine, vengono prodotti nella settimana prima del montaggio effettivo della macchina e una volta ultimati e collaudati, vengono consegnati alle rispettive aree di produzione. Questo capannone seminterrato si trova a circa 70 metri dal capannone principale. Qui è presente un magazzino distaccato rispetto alla restante produzione dove i materiali vengono consegnati senza passare dal capannone principale.

-Area accettazione materiale: in questo reparto viene controllato e accettato il materiale in ingresso e in base alla sua destinazione, viene smistato dagli operatori nel rispettivo posto

-Deposito materia prime e prodotto finito: a circa un 1 km di distanza dal capannone principale, si trova un capannone dove vengono stoccati materiali troppo ingombranti o in numero eccessivo per tenerli a magazzino nel capannone principale. In questo luogo vengono stoccate anche le macchine finite che per svariati motivi il cliente non ritira. Per evitare dannosi fermi produzione dovuti alla presenza nel reparto di produzione delle macchine finite, vengono stoccate in questo capannone fino al ritiro del cliente

-Magazzino presso il capannone principale: qui vengono stoccate tutte le merci che soddisfano i fabbisogni della produzione ad esclusione di magazzini posti a bordo macchine per facilitare le fasi di prelievo.



Figura 3.7: Magazzino del capannone principale

4.4Flusso dei materiali

Il flusso in entrata dell'azienda si divide principalmente in 3 diramazioni:

Il 55% del materiale viene consegnato presso il magazzino principale dove viene controllato come quantità e qualità e viene consegnato alle rispettive aree di competenza: viene consegnato direttamente in baia se il materiale viene richiesto dalla produzione, altrimenti viene stoccato a magazzino in attesa di essere prelevato.

Il 40% viene consegnato direttamente nel magazzino del seminterrato, senza passare dall'area di accettazione ma comunque venendo controllato sul posto per verificare la congruenza della quantità e della qualità. Anche in questo caso, il materiale finisce direttamente in baia produzione se richiesto, altrimenti viene stoccato a magazzino del seminterrato.

Il restante 5% viene consegnato direttamente nel magazzino di deposito. Sono pochi codici ingombranti, avendo già accordi col fornitore per la consegna diretta del materiale. Una volta controllato, viene ubicato a magazzino.

4.5 Gestione dei materiali

Da aprile 2018, è stato introdotto un gestionale all'interno dell'azienda. Prima si utilizzava un programma più semplice sprovvisto di MRP che teneva traccia dei diversi movimenti dei materiali sia in entrata che all'interno dell'azienda, ma non proponeva degli ordini di acquisto e di produzione. Da quando è stato introdotto il gestionale, si è deciso di elaborare l'MRP a mezzanotte di tutti i giorni, così da avere nuovi ordini suggeriti tutti i giorni. La politica iniziale dell'azienda è stata quella di ordinare tutti i materiali attraverso l'MRP, ad esclusione di viterie, anelli seeger, spine, ecc, che vengono acquistate da un vicino ferramenta ogni qual volta finiscono con lead time di fornitura praticamente nullo. Però l'utilizzo dell'MRP non si adatta bene a tutti le tipologie di materiali poiché il mercato ha richiesto via via sempre più flessibilità ed alcuni fornitori, avendo lead time di consegna anche di 60 giorni lavorativi, hanno costretto l'azienda a valutare altre tipologie di approvvigionamento. Queste tipologie verranno descritte nel prossimo capitolo.

CAPITOLO 5

ANALISI ABC/XYZ sui materiali e tipologie di approvvigionamento adottate su ECHO, DV e SX

Il capitolo inizia col descrivere le conoscenze che è necessario avere riguardo ai prodotti che dei quali si intende migliorare il flusso dei materiali. Successivamente viene descritto come sono state realizzate le matrici ABC e ABC/XYZ ed il dimensionamento del sistema. Infine vengono descritte le azioni di analisi e miglioramento svolte durante l'elaborazione dei dati.

5.1PREMESSE

La produzione si divide sostanzialmente in due famiglie di macchine: frese monoblocco e frese e macchine a taglio sui muri. La sostanziale differenza a livello di gestione dei materiali consiste nel fatto che le frese monoblocco vengono prodotte con una frequenza di 5 macchine a settimana. La domanda del mercato è relativamente costante per questa tipologia di macchina e quindi il flusso di materiali è pressoché costante. In riunione di produzione, si è deciso di costituire un magazzino di 2 settimane per quanto riguarda i materiali delle singole macchine e di gestire il materiale in entrata con frequenza settimanale in base alle nostre esigenze e dello specifico fornitore (possono incidere su questo aspetto lotti minimi per avere il materiale con quel prezzo, problemi di ingombri dei pezzi,...). Il caso di studio di questa tesi si concentra sulla seconda tipologia di famiglia, frese e macchine a taglio a ponte su muri. Queste macchine hanno un andamento di mercato molto altalenante e quindi risulta un problema complesso gestire il flusso dei materiali in entrata. A livello di fatturato, coprono il 55% del totale annuale. Ogni macchina è composta da un numero di componenti che può variare tra i 600/700 per le macchine più piccole (ECHO e SPRINTER) e superare i 1000 pezzi per le macchine più grandi (SX). Si sono prese in considerazione solo le macchine che creano più fatturato, ovvero l'80% del totale delle macchine sui muri.(tabella 1.9)

Macchine	Consumo annuale	% Cons. annuale	Costo unitario (K€)	Val. fatturato(M€)
ECHO	39	41	105	4.4
SPRINTER	11	12	120	1.4
DV	16	17	140	4
DG	7	8	170	1.3
SX	10	12	450	4.8
ZENIT	9	10	60	0.6

Tabella 1.9: Tabella con i consumi delle macchine

Come si evince dalla tabella, le macchine indicate in azzurro sono la ECHO, la DV e la SX. Generalmente, per ridurre i tempi di consegna, si programma la produzione di successivi 3 mesi in modo da dare tempo ai fornitori di produrre e consegnare il materiale che hanno un maggiore lead time. I fornitori più critici per quanto riguarda la consegna dei materiali sono quelli delle carpenterie principali, dell'elettromandrino, dei riduttori di precisione. Per critico si intende principalmente il lead time di consegna molto lungo (anche 60 giorni lavorativi di consegna), problemi legati al costo dei materiali molto elevati e anche alla logistica legata alle carpenterie principali poiché si tratta di pezzi che possono arrivare anche a 2 tonnellate di peso. Per la prima categoria di pezzi, instaurando un rapporto di forte collaborazione col fornitore si sono raggiunti risultati interessanti. Per elettromandrino e riduttori di precisione si hanno bisogno di lead time molto lunghi (anche 70 giorni lavorativi) e purtroppo l'unico sistema utilizzato è quello di una previsione a sei mesi per poter ottenere i pezzi che servono in produzione. Per evitare fenomeni molto pericolosi di stock-out, le previsioni sono state maggiorate rispetto all'effettiva previsione dei consumi passati. Questo può causare scorte di pezzi a magazzino non indifferenti.

Oltre ai pezzi più costosi, si è riusciti ad ottenere un'ottimizzazione del flusso anche per quanto riguarda i cavi di cui ha bisogno la macchina per connettere tutti gli organi di movimento. I cavi rappresentano dei componenti con valore medio all'interno della distinta base, ma si è riusciti ad ottimizzare il flusso e il modo con il quale vengono consegnati. Notevoli risultati sono stati ottenuti con i materiali che hanno un valore basso come piegati di acciaio, dove è presente un alto indice di rotazione. Si è effettuata un'analisi dei primi 50 codici più costosi di queste tre macchine per capire quale possa essere la migliore tecnica di approvvigionamento. La scelta di questi codici è dovuta al fatto dell'elevato numero di componenti che compongono le tre macchine in questione.

Come filosofia aziendale, si è partiti dal concetto che, in seguito all'introduzione del gestionale, tutti i materiali fossero ordinati tramite l'MRP che ogni giorno suggerisce cosa acquistare e quali ordini di produzione eseguire. Da qui, si è cercato di capire come migliorare il flusso dei materiali e soprattutto le tempistiche di consegna dei materiali.

5.2 Azioni Preliminari

Tutte le macchine che vengono prodotte in azienda sono costituite da elementi identici dal punto di vista funzionale ma con dimensioni differenti. La buona riuscita del progetto necessita una comprensione adeguata di quali siano i componenti che costituiscono la macchina: una macchina che essa sia una fresa o una macchina a taglio è composta principalmente da 8 semilavorati di produzione, definiti come SLP che sono mostrati in



- SLP ponte: è il semilavorato principale su cui andranno montanti tutti gli altri slp già prodotti e si otterrà la vera e propria macchina.



Figura

- SLP forcella: è la parte che sostiene l'elettromandrino e lo fa muovere con le rotazione lungo l'asse A e lungo l'asse C.



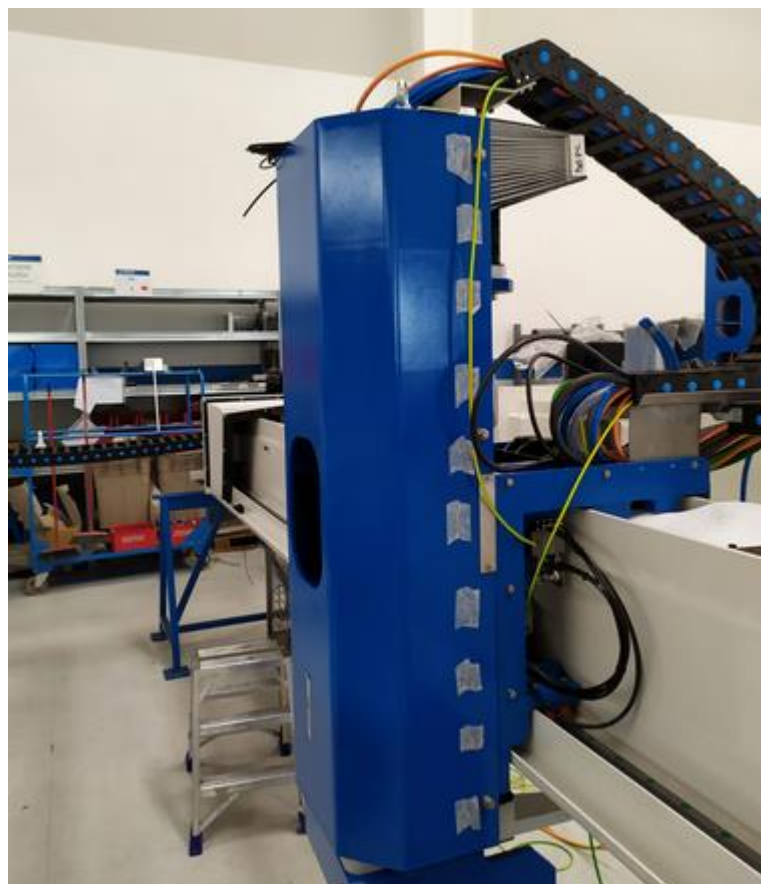
Figura

- SLP carro: è il sottoassieme che scorre lungo il ponte fornendo movimento alla macchina lungo l'asse X.



figura

- SLP canotto: è il semilavorato che garantisce alla macchine il movimento lungo l'asse Z, va montato sul carro e su di esso va montato l'slp forcella.



figura

- SLP travi: una volta montato l'SLP ponte, quest'ultimo va montato sulle travi che garantiscono alla macchine il movimento lungo l'asse Y.



figura

- SLP muri: è un semilavorato deciso in fase di layout da parte del cliente, sul quale andranno montate l'SLP travi. Se il cliente opta per i muri in acciaio, si andrà a montare un

SLP muri, altrimenti il cliente si costruisce una struttura in muratura sulla quale andranno



montate le travi.

figura

- SLP banco: è l'ultimo semilavorato che viene montato ed è su questo che verranno appoggiati i pezzi di pietra che dovranno essere lavorati. Può essere ribaltabile, fisso o con due banchi basculanti traslanti uno sopra l'altro.



figura

Quadro elettrico: è un semilavorato che viene prodotto esternamente all'azienda e serve come quadro generale che regola tutti i movimenti della macchina.



figura

5.3 Reperimento dei Dati

Questa fase è fondamentale poiché tutto il lavoro di questa tesi si basa sulla qualità dei dati che si sono riusciti ad ottenere. Per una migliore comprensione, i dati che sono interessanti da sapere sono i seguenti:

- **Codice:** è il dato primario, diverso per ogni articolo in magazzino. Si suddividono in due grandi famiglie: codici a disegno e codici commerciali. I primi, sono formati da un numero di nove cifre. Il codice non presenta lettere al suo interno (tranne le lettere come suffisso che stanno ad indicare la revisione del pezzo). Il codice non è parlante ma le cifre evidenziate corrispondono alla tipologia di macchina.
- **Descrizione:** strettamente collegata al codice, è utile per comprendere di che pezzo si tratta, per capire se si tratta di un pezzo di primaria importanza. Nei codici commerciali, spesso in descrizione è presente il codice del fornitore per far capire a quest' ultimo di che pezzo si ha bisogno.
- **Livello nella distinta base:** le distinte base sono principalmente suddivise in due livelli: semilavorati di produzione e componenti a se stanti. Questi ultimi pezzi possono trovarsi sia sullo stesso livello dei semilavorati che al di sotto dei semilavorati. Così facendo, quel

codice sarà utilizzato come la somma dei pezzi presenti sui diversi livelli. Qualora venisse considerata una quantità minore, l'approvvigionamento di uno dei componenti non è garantito.

- **Costo:** è il primo dei dati che determinano la modalità di gestione di un articolo. Per i componenti d'acquisto si è utilizzato il costo ultimo di acquisto, notando come alcuni prodotti negli anni siano aumentati di prezzo mentre altri invece siano diminuiti.

- **Consumo previsionale:** questo è il secondo dato determinante ma non è semplice da stabilire. Si è deciso di basarsi su dati storici, cercando di spostarsi a ritroso nel passato. Purtroppo col passaggio al gestionale, non tutta la storia degli articoli è stata trascritta e quindi si sono presi in considerazione solo gli ultimi due anni. Oltre ai dati storici, si è deciso di confrontarsi con l'ufficio commerciale per capire in che direzione si muoverà il mercato futuro.

- **Lead time di produzione e di fornitura:** è un altro dato essenziale, per definirlo bisogna innanzitutto comprendere di che tipo di articolo si tratta, se venga prodotto come SLP interno o acquistato presso un fornitore. Questa distinzione necessita di una certa conoscenza dei codici dell'azienda .

L'elaborazione di questi dati ha richiesto varie giornate di lavoro perché i vari elementi erano reperibili solo separatamente, in quanto ubicati in compartimenti diversi del gestionale. È stato necessario aggregarli in un foglio elettronico Excel che ha rappresentato la base da cui iniziare le successive analisi.

5.4 Matrice ABC/XYZ

Il caso dello studio inizia con una valutazione dei codici presenti: si suddivide in pezzi ECHO, SX E DV che hanno l'andamento come in tabella 2.0

		consumi			
	N° Articoli	A=80%	B=15%	C=5%	Σ
tipo di cor	X ($v < 0,5$)	13	8	87	108
	Y ($0,5 \leq v < 1$)	18	34	89	141
	Z ($v \geq 1$)	5	8	12	25
	Σ	36	50	188	274
		consumi			
	%	A=80%	B=15%	C=5%	Σ
tipo di cor	X ($v < 0,5$)	4,7%	2,9%	31,8%	39,4%
	Y ($0,5 \leq v < 1$)	6,6%	12,4%	32,5%	51,5%
	Z ($v \geq 1$)	1,8%	2,9%	4,4%	9,1%
	Σ	13,1%	18,2%	68,6%	100,0%

Tabella 2.0: Consumi e tipo di consumi

I consumi dei pezzi ECHO possono essere ben rappresentati dalla casella verde, quelli dalla casella bianca e quelli DV da quella azzurra

5.5 Azioni di miglioramento adottate

Carpenterie principali: questi pezzi oltre ad un aspetto economico risultano critici anche per quanto riguarda lo stoccaggio poiché sono caratterizzati da dimensioni importanti correlate da pesi notevoli. Quindi risulta molto importante avere in casa solo il materiale che serve per la produzione, cercando di non stoccare niente a magazzino. Oltre ad un pianificazione delle macchine su previsione che guarda in avanti di 3 mesi, si è deciso di attuare un kanban di produzione presso i rispettivi fornitori. Le tre macchine presentano tre fornitori diversi ed abbiamo stipulato degli accordi con ognuno di loro. Sono tre accordi differenti poiché ogni fornitore ha le proprie esigenze e anche per l'azienda ci sono esigenze diverse per quanto riguarda questi componenti.

5.5.1 Fornitore ECHO

Questa è stata la prima azione di miglioramento attuata poiché si dimostrava essere uno tra i fornitori più problematici per la Donatoni Macchine. Si è riusciti a conciliare un aspetto del Just in Time con la logica del Just in Sequence. Basandosi sulle previsioni dell'anno precedente, si è deciso di costituire presso il fornitore una scorta di 10 pezzi finiti e lavorati ma non verniciati di tutte le carpenterie principali: ponte, carro, canotto, forcella, travi. Una volta che il lotto da 10 pezzi sia arrivato al 50% di consumi, quello è il segnale per lanciare in produzione un altro lotto da 10 pezzi. Si è costituito una sorta di kanban di produzione che si gestisce direttamente il fornitore senza bisogno di interventi da parte dell'azienda. Se l'azienda ha bisogno di questi componenti, il lotto viene ripristinato, altrimenti il fornitore sa che non c'è più bisogno di produrre quei pezzi poiché non vengono richiesti. Il fornitore anche se ha più oneri a livello di stoccaggio del materiale, ha una situazione più sotto controllo e ha la possibilità di gestire in modo più efficiente la produzione. Oltre a questo aspetto, viene anche attuato un piano di richiesta del materiale Just in Sequence. Con una frequenza di una volta a settimana, viene stilato un piano di consegne dei pezzi che richiede la produzione. Attraverso un semplice foglio Excel, viene compilata una tabella con codici, quantità e date di consegna. Così facendo, si annullano le scorte a magazzino dell'azienda poiché il fornitore consegna solo quello che serve per la produzione. Con questi due approcci combinati, si sono raggiunti risultati molto interessanti poiché si sono ridotti sensibilmente i lead time di consegna: si è passato da un LT di 50 giorni lavorativi a 4 giorni lavorativi (tempo nel quale il pezzo viene verniciato) con una riduzione del 92% del lead time di consegna. Oltre a questa riduzione, si aggiunge il fatto che si riduce sensibilmente anche la scorta a magazzino del singolo componente. Una volta consegnato il pezzo, finisce direttamente in produzione senza essere stoccato a magazzino. Si risparmiano tempo, movimenti inutili, utilizzo degli operatori. Un altro aspetto positivo è che il fornitore fattura le carpenterie all'azienda solo quando sono consegnate e non quando le produce. Dal punto di vista del fornitore, c'è una grande semplificazione dal punto di vista della gestione delle commesse che è disposto ad una fatturazione posticipata.

Le carpenterie principali dello ECHO sono standard per tutte le macchine tranne le travi che sono un optional che sceglie il cliente in base alle esigenze di spazio di cui ha bisogno. Esistono quattro tipologie di travi:

- travi Y=2950 sono le travi standard e hanno un consumo che ricopre l'80% delle Echo.
- travi Y=4000: sono le travi più lunghe e hanno un consumo medio leggermente più basso del 10%.
- travi Y=3450 e Y=2450: travi consumate entrambe con una percentuale del 5% circa

Escludendo le travi Y=2950 che utilizzano un modello di approvvigionamento come quello descritto sopra per tutte le altre carpenterie, per le altre travi è stato deciso di utilizzare una scorta di sicurezza di un pezzo per ognuna di queste travi. Questo valore è stato deciso poiché ne vengono utilizzate al massimo 8 all'anno per modello e poiché le travi hanno un lead time più breve delle altre carpenterie (20/30 giorni lavorativi). Grazie a questa scorta, si minimizzano le scorte a magazzino (al massimo un pezzo) e si risponde in maniera più rapida ad una richiesta del mercato. Un altro fattore che ha portato alla scelta di un solo pezzo a scorta, è che le travi vengono montate dopo la meta del lead time di produzione di

una macchina. Ci fossero anche due macchine ravvicinate con le stesse travi, si da comunque tempo al fornitore di produrre le travi richieste.

5.5.2Fornitore SX

Analizzando la macchina che produce più fatturato dopo la JET, si può notare come la macchina SX ha un andamento più discontinuo rispetto alle ECHO e quindi una previsione più difficile da interpretare. Anche in questo caso si cerca di utilizzare una situazione ibrida tra una logica Just in Time e una logica Just in Sequence. Visto il consumo annuale di circa 10/12 macchine, si è deciso di proporre un lotto di produzione di 2 pezzi al fornitore. Una volta consumato il 50% del lotto, quello rappresenta il segnale per la produzione di un nuovo lotto da 2 pezzi. Anche in questo caso, si è deciso di utilizzare un kanban di produzione, anche se valutando la matrice ABC/XYZ, il materiale delle SX si trova in una situazione intermedia tra la gestione a kanban e la gestione tramite fabbisogno. In questo caso, ci sono delle varianti dovute alla disponibilità e alle esigenze del fornitore: il ciclo di produzione del kanban non è completo in quanto il fornitore produce un lotto di due pezzi a livello di grezzi: il materiale dovrà poi essere lavorato e verniciato. Per ottenere un grezzo si necessita di un tempo pari a circa l'80% del totale lead time di fornitura. Il lead time di fornitura totale è di circa 50/60 giorni lavorativi mentre la lavorazione e la verniciatura occupano un intervallo di tempo che varia tra i 10 e i 15 giorni lavorativi. Così facendo, ogni qualvolta venga richiesto un pezzo, entro 3 settimane si riesce ad avere il pezzo pronto per la consegna. In questo caso, il fornitore ha chiesto la possibilità di fatturare i grezzi ogni volta che essi siano pronti. I pezzi sono di notevoli dimensioni e per il fornitore è troppo gravoso anticipare i pagamenti su quel materiale. Due lotti di grezzi completi delle SX si aggira su un valore di 50000 € circa. L'azienda ha accettato la proposta poiché anticipando una parte del pagamento (alla consegna dei pezzi verrà pagata la parte lavorata e verniciata), si ottiene una gestione dell'approvvigionamento dei materiali molto più fluida, risolvendo le criticità dei ritardi di consegna che si erano manifestati nel passato. La logica Just in Sequence viene attuata tramite un foglio Excel che viene aggiornato una volta a settimana con informazioni riguardo le macchine da assemblare, cosicché il fornitore consegna solo il materiale di cui ha bisogno la produzione, evitando di mettere a magazzino pezzi difficili da stoccare e da movimentare.

A differenza delle ECHO, i pezzi sono tutti standard sulle SX quindi non c'è stato bisogno di porre scorte di sicurezza su determinati pezzi che vengono utilizzati in maniera saltuaria.

5.5.3Fornitore DV

La terza macchina non monoblocco che ha un peso maggiore a livello di fatturato è la DV. Le carpenterie principali non sono semplici da prevedere poiché, delle tre macchine analizzate, risulta essere quella con consumi più discontinui. Nonostante una produzione di

circa 15/16 macchine all'anno, la richiesta del mercato è molto discontinua come si evince dalla TABELLA seguente:

La macchina ha un lead time di produzione interno tra le 4 e le 5 settimane in base agli optional che richiede il cliente. In tabelle si può notare come in alcuni mesi non vi sia nessuna macchina DV da produrre mentre in altri si possono produrre 2 macchine nello stesso intervallo di tempo. Per questa tipologia di macchina utilizziamo un terzo fornitore applicando lo stesso logica combinata tra Just in Time e Just in Sequence. Si è deciso di far lavorare il fornitore con un sistema kanban di produzione, producendo un lotto di 4 pezzi per volta. Una volta consumati due pezzi, quello rappresenta il segnale per l'inizio della produzione di un nuovo lotto da 4 pezzi. In questo caso, per lotto di produzione si intende di pezzi grezzi lavorati ma non verniciati. Questa soluzione permette di recuperare circa il 90% del lead time di fornitura poiché il tempo per produrre i grezzi lavorati è di circa 45 giorni lavorativi mentre per la verniciatura servono 5 giorni lavorativi. I pezzi vengono richiesti tramite un piano di produzione dell'azienda che viene condiviso con il fornitore e aggiornato con una frequenza di una volta a settimana. Così facendo, si eliminano le scorte a magazzino poiché viene richiesto solo il materiale per la produzione. Gli unici componenti critici a livello di previsione di consumo sono le travi poiché solo il 50% dei clienti sceglie le travi Y=3200 che sono presenti a listino. L'altra metà dei consumi è costituita da travi che ogni cliente decide di montare in base alle proprie esigenze di lavoro e di spazio. Le travi in questione possono variare da Y=2700 a Y=10000. In questo caso, si utilizzano di approvvigionamenti diversi:

- per le travi più corte (fino a Y=4700) si è deciso di porre una scorta di un pezzo poiché esse ricoprono il 35% dei fabbisogni totali.

- per le travi più lunghe da Y=5500 in poi, vengono ordinate al momento dell'entrata ufficiale dell'ordine cliente. Le travi sono dei componenti che vengono montati verso la fine dell'assemblaggio della macchina e avendo tempi di lead time fornitura di circa 25/30 giorni lavorativi, si fornisce al cliente delle date di consegna leggermente più lunghe per poter aver i pezzi in tempo per la produzione

5.5.4 Azioni adottate sui cavi

I cavi rappresentano dei componenti fondamentali per l'assemblaggio della macchina. Sono loro che trasmettono le informazioni dal quadro elettrico a tutti i motori che regolano i 5 assi interpolanti delle macchine. Il lead time di consegna di 3 settimane non viene considerata una criticità, anche se i cavi verranno ordinati solo all'effettiva conferma del layout da parte del cliente e quindi non risulterebbe vantaggioso l'ordine di questi componenti con un ordine previsionale. L'aspetto su cui si è cercato di migliorare è l'ottimizzazione della fornitura, sia dal punto di vista dei trasporti, sia dal punto di vista di come sono consegnati i cavi. Il fornitore è di Torino e rappresenta uno dei fornitori situato ad una distanza maggiore dall'azienda. Il fornitore e i relativi competitors si sono sviluppati tutti nella zona del torinese poiché negli anni del boom economico, ci fu una grande espansione dell'industria torinese (trainata dal settore automotive) e le maggiori

realità industriali italiane produttrici di cavi per l'azionamento dei motori di macchine a controllo numerico, si sono sviluppate in questa zona. Con questa azienda, si è riuscito ad instaurare una struttura di fornitura secondo la modalità derivata dal Milk Run. Il fornitore carica un bilico con i cavi di cui necessita l'azienda e i cavi di altre aziende del nord est che producono macchinari a controllo numerico. In questo modo, si sono ottenuti i seguenti vantaggi tipici della Milk Run:

- ottimizzazione dei costi di trasporto
- miglior saturazione del mezzo sia come peso del materiale che come volume occupato sul mezzo
- riduzione del numero di mezzi presenti su strada, quindi meno traffico
- riduzione del numero di viaggi del mezzo e quindi riduzione del tempo dedicato ai viaggi

Oltre a questi vantaggi, è aumentata la frequenza di consegna dei materiali che prima avveniva con una frequenza di circa una volta ogni tre settimane mentre adesso è presente una consegna settimanale, abbattendo le giacenze medie del magazzino cavi di circa il 20%. Generalmente, ogni macchina richiede un kit cavi formato da undici cavi: due cavi che controllano la potenza e l'encoder dell'asse rispettivo ($2\text{cavi} \times 5\text{assi} = 10$) e il cavo che controlla l'elettromandrino. Prima che questo problema fosse analizzato, i cavi venivano spediti sfusi, insieme ad altri cavi di altre macchine, e in fase di prelievo, l'operatore doveva comporre il kit prelevando i cavi uno ad uno per portarli in baia per l'assemblaggio. Oltre ad un aspetto che influenza in maniera negativa il benessere dell'operatore poiché andrà a comporre il singolo kit (un singolo cavo ha un peso che varia con la lunghezza dai 3 Kg fino a 15 Kg), è presente una notevole perdita di tempo dovuto alla composizione del kit. In accordo col fornitore e senza maggiorazione sulla fatturazione dei componenti, si è riusciti far produrre direttamente al fornitore il kit cavi cosicché una volta consegnati, verranno stoccati a magazzino e in fase di prelievo, l'operatore andrà a prendere la scatola col kit cavi che richiede la distinta base e lo porterà in baia per l'assemblaggio. In quest'ultimo caso, si è passati da un prelievo che poteva oscillare tra 10 e i 15 minuti (senza tener conto di eventuali problemi come giacenze errate a gestionale o ubicazione non corretta del singolo cavo) ad una fase di prelievo di 2 minuti con una riduzione dell'80% del tempo in fase di prelievo. Oltre alla riduzione del tempo, i kit cavi sono contenuti all'interno di scatole relativamente piccole rispetto a quelle di prima dove i cavi sfusi occupavano lo spazio non in maniera definita. Grazie a questa nuova tipologia di stoccaggio, si è riusciti a recuperare circa il 30% di spazio a scaffale che è tornato utile per lo stoccaggio di altro materiale.

5.5.5 Azioni adottate sui piegati

Il fornitore con cui si è riusciti ad applicare una tecnica di approvvigionamento che segua i principi della Lean Manufacturing è il fornitore dei piegati. Con quest'ultimo è stato deciso di utilizzare un sistema kanban di produzione. Come indicato nella tabella ABC/XYZ, i

pezzi indicati ad una gestione a kanban sono quelli con consumo più costante come i pezzi delle ECHO. Aumentando la quantità di pezzi contenuti per scatola, si è esteso questa gestione anche alle DV, SX e le altre macchine. La tecnica utilizzata è la seguente: ogni pezzo viene prodotto con un lotto deciso in base alla previsione dei consumi e in base ai tempi di lead time di fornitura. Una volta indicato questo lotto, se ne producono due e si pongono questi lotti in due scatole, una davanti all'altra. Una volta che verrà consumata la prima scatola, quello è il segnale per iniziare a produrre un nuovo lotto per riempire la scatola vuota. La seconda scatola avrà pezzi sufficienti da soddisfare la produzione dell'azienda durante il lead time di produzione del nuovo lotto. Il lead time è relativamente breve e può variare tra le 2 e le 4 settimane di produzione. Ogni pezzo è stato dimensionato aumentando del 20% il proprio lead time di fornitura, per evitare dannosi fenomeni di stock out. Recandosi presso il fornitore, è stato possibile fare uno studio dello spazio che quest'ultimo avrebbe messo a disposizione per adottare un sistema a kanban di questo tipo. Si è deciso di mettere a kanban tutti i pezzi di dimensioni contenute, che stessero in scatole che variano da 1 dm³ a 10 dm³. Ogni macchina ha in distinta base un numero di piegati variabile tra i 100 e i 200 pezzi. Di questi componenti, circa il 40% ha le dimensioni adatte per realizzare un tipo di kanban come questo.

Un altro aspetto che rende questa relazione tra cliente e fornitore più vicina alla Lean Manufacturing è la distanza tra i due individui. Il fornitore si trova a 6 Km dall'azienda e di è riusciti ad instaurare una consegna giornaliera dei componenti. La situazione precedente a questi cambiamenti era governata dalla confusione: il fornitore consegnava senza un giorno fisso ed ad orari sempre diversi. Anche le quantità potevano variare molto: dai pochi pezzi consegnati, a giorni in cui i pezzi consegnati superava anche le 80 unità diverse. Nel secondo caso, un operatore doveva dedicare diverse ore per controllare tutti i pezzi presente nella consegna. Ora si è adottata una consegna quotidiana per le 16:00. L'orario è stato scelto perché generalmente alla mattina consegnano i fornitori delle carpenterie principali. Anche le quantità sono state regolamentate e possono variare dai pochi pezzi ad un massimo di 30 pezzi. Applicando sia la consegna giornaliera che il sistema a kanban di produzione si sono ottenuti molti vantaggi:

- costi di gestione dell'azienda e del fornitore
- azzeramento dei ritardi nelle consegne
- scorte a magazzino dell'azienda azzerate per quello che riguarda i pezzi a kanban
- benessere sia dei dipendenti del cliente che del fornitore poiché non si ha più bisogno di componenti urgenti ordinati in ritardo o fornitore con consegna in ritardo

L'unico aspetto negativo riguarda le revisioni dei codici: con una frequenza di un paio di volte all'anno, il disegno di un codice può essere revisionato. Questa modifica non altera di molto la struttura del pezzo e generalmente si può modificare il pezzo anche una volta ultimato. Nella remota ipotesi in cui la modifica non fosse possibile sul pezzo finito, il fornitore dovrà scartare il pezzo che verrà fatturato al cliente. Essendo piccoli piegati d'acciaio, il prezzo di qualche componente che risulterà come scarto non va minimamente ad intaccare tutti i costi che si risparmiano adottando questa tecnica di approntamento del materiale.

5.6 Futuri miglioramenti

L'azienda si sta espandendo ed per settembre 2019 avrà la possibilità di utilizzare un nuovo capannone per incrementare la produzione. Le tecniche implementate possono essere sempre migliorate tramite il Kaizen, grazie anche ai consigli delle persone presenti in produzione.

CAPITOLO 6

Conclusioni

In questo periodo di grande incertezza economica la prudenza è la strada seguita dalla maggior parte delle imprese. Il miglioramento dell'efficienza attraverso il sistema Kanban permette di ottenere importanti risultati con un investimento economico piuttosto ridotto. È quindi una strada percorribile e consigliata, per tutte quelle imprese la cui l'attività di assemblaggio ricopra una certa importanza ed abbiano consumi piuttosto regolari. Oltre al Kanban, anche i sistemi di gestione Just in Time hanno portato risultati notevoli dal punto di vista della gestione e quindi anche dal punto di vista economico.

Il mercato è sempre più serrato e bisogna ridurre gli sprechi al minimo e risparmiare sul singolo componente per poter competere a livello globale

Questi risultati non devono essere considerati un punto d'arrivo ma un punto di partenza, infatti è facile migliorare molto all'inizio quando si correggono tutte le consuetudini sbagliate basandosi sulle best practice, molto più difficile è farlo quando si deve creare innovazione autonomamente e l'unico modo per farlo è attraverso il miglioramento continuo e gli investimenti. Per realizzare il Kaizen occorre comunicazione e motivazione, bisogna che tutti remino nella stessa direzione e che non ci si accontenti di ciò che si è ottenuto.