



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

---

**Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali**  
**Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale**

*Tesi di Laurea Magistrale*  
*Gestione delle scorte tramite sistema Kanban*  
*in Ritmo S.p.A.*

**Relatore**  
*Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo*

**Laureando**  
*Filippo Fior*

---

Anno Accademico 2015-2016





a lei.



# Sommario

Questa tesi di laurea è stata redatta durante lo stage in Ritmo S.p.A., azienda leader nella produzione di macchine per la saldatura di materiali plastici.

L'elaborato affronta il tema della gestione delle scorte in un'azienda metalmeccanica caratterizzata da bassi volumi ed alta varietà.

Lo scopo del progetto di stage è stato quello di proseguire l'implementazione del sistema Kanban per le macchine saldatrici "testa a testa" e dunque di valutare per tutti i codici presenti nella distinta base delle saldatrici Delta 500 e Delta 630, quale fosse il miglior metodo di approvvigionamento.

La prima parte dell'elaborato definisce il concetto di scorta di magazzino chiarendo il loro peso nel sistema logistico produttivo dal punto di vista economico. Vengono quindi mostrati i tradizionali metodi di gestione delle scorte, la Cross Matrix e la matrice ABC/XYZ.

Successivamente viene spiegata la filosofia della Lean Production, con i relativi principi e strumenti, e verrà evidenziato come questa si differenzi dalle tradizionali tecniche di gestione della produzione in quanto permette di avere un flusso tirato riducendo al minimo le scorte. Si concentrerà in particolare l'attenzione sul Kanban, descrivendone le tipologie ed il funzionamento.

Nell'ultima parte del lavoro di tesi si illustrano i risultati ottenuti dal punto di vista della riduzione delle scorte e della semplificazione dei processi di gestione ottenuti, riflettendo su quali siano le condizioni necessarie anche dal punto di vista mentale per la migliore applicazione della Lean Production in azienda.



# Indice

<b>Capitolo 1</b> .....	<b>3</b>
<b>Le Scorte di Magazzino: definizione, costi, metodologie gestionali, indicatori di performances</b> .....	<b>3</b>
1.1 Definizione e Classificazione .....	3
1.1.1 Classificazione per Tipologia .....	5
1.1.2 Classificazione per Funzione .....	5
1.2 I costi delle Scorte .....	7
1.3 Le Tecniche.....	9
1.3.1 Gestione a Ricostituzione della Scorta .....	10
1.3.1.1 Metodo a Quantità Fissa.....	11
1.3.1.2 Metodo a Tempo Fisso .....	14
1.3.2 Gestione a Fabbisogno: Material Requirements Planning.....	15
1.4 La Matrice ABC Incrociata .....	19
1.5 Matrice ABC/XYZ .....	21
1.6 Indicatori di Performance .....	23
1.6.1 Indicatori di Efficienza .....	24
1.6.2 Indicatori di Efficacia .....	25
<b>Capitolo 2</b> .....	<b>27</b>
<b>Lean Production: le origini, i principi, gli strumenti</b> .....	<b>27</b>
2.2 I principi del Lean Thinking .....	29
2.3 Il Toyota Production System .....	32
2.3.1 Riduzione degli Sprechi.....	33
2.3.2 Just in Time .....	34
2.3.3 Jidoka .....	35
2.3.4 Heijunka.....	36
2.3.5 Standardizzazione .....	37
2.3.6 Kaizen .....	37
2.4 Gli Strumenti del TPS .....	38
2.4.1 Le 5 S .....	38
2.4.2 Single Minute Exchange of Die.....	39
2.4.3 Total Productive Maintenance .....	40
2.4.4 Poka-Yoke .....	41
2.4.5 Supermarket.....	41
2.4.6 Kanban .....	42
2.5 Critiche al TPS .....	42
<b>Capitolo 3</b> .....	<b>45</b>
<b>Kanban: descrizione, definizione, progettazione, critiche</b> .....	<b>45</b>
3.1 Cos'è il Kanban .....	45
3.2 Tipologie di Cartellini Kanban.....	47
3.2.1 Classificazione per Compito .....	47
3.2.2 Classificazione per Modalità d'Impiego .....	48
3.3 Tipologie di Sistemi Kanban.....	50
3.4 Dimensionamento e Regole Applicative.....	54
3.5 Kanban Elettronico .....	55

3.6 Problematiche.....	56
<b>Capitolo 4 .....</b>	<b>59</b>
<b>L'azienda Ritmo S.p.A.: la storia, i prodotti, i reparti, il flusso dei materiali, l'approvvigionamento.....</b>	<b>59</b>
4.1 Storia dell'Azienda.....	59
4.2 I Prodotti.....	61
4.2.1 Saldatrici Testa a Testa (Delta) .....	61
4.2.2 Saldatrici per Elettrofusione (Elektra) .....	63
4.2.3 Saldatrici per Raccordi (Alfa).....	63
4.2.4 Estrusori (Stargun) .....	64
4.2.5 Salda Lastre .....	64
4.2.6 Polifusori.....	64
4.3 I Reparti Produttivi .....	65
4.4 Il Flusso dei Materiali .....	68
4.5 Approvvigionamento dei Materiali.....	72
4.5.1 Prodotti Non a Kanban .....	72
4.5.2 Prodotti a Kanban .....	72
4.6 Tipologie di Cartellini.....	74
4.6.1 Cartellino A.....	75
4.6.2 Cartellino PI.....	77
4.6.3 Cartellini PIE e PEI .....	78
4.6.4 Cartellini E .....	80
<b>Capitolo 5 .....</b>	<b>83</b>
<b>Kanban System per saldatrici Delta 500-600: azioni preliminari; scelta degli articoli, dimensionamento del sistema, azioni complementari.....</b>	<b>83</b>
5.1 Azioni Preliminari .....	83
5.2 Reperimento dei Dati.....	85
5.3 Cross Analysis.....	87
5.4 Matrice ABC/XYZ.....	88
5.5 Dimensionamento Kanban System .....	91
5.6 Azioni Complementari di Analisi e Miglioramento .....	104
<b>Capitolo 6 .....</b>	<b>111</b>
<b>Conclusioni .....</b>	<b>111</b>

# Introduzione

Il periodo economico di questi ultimi anni ha portato a una situazione di sfiducia diffusa, alla sospensione degli investimenti e alla chiusura di molte aziende con la conseguente perdita di posti di lavoro. Le imprese Italiane devono competere un contesto globale, con elevata concorrenza, in cui la domanda è sempre più incerta ed i gusti dei consumatori sono sempre più complessi.

La gestione delle scorte e la logistica hanno assunto un ruolo di primo piano in quanto permettono di migliorare notevolmente la gestione aziendale con investimenti relativamente bassi; gli sprechi non sono più accettati, per questo motivo molte aziende hanno deciso di adottare la filosofia della Lean Production che ha come suo obiettivo principale la loro eliminazione.

Tra gli strumenti di cui la produzione snella si serve vi è il Kanban: un cartellino di segnalazione che autorizza la produzione del processo a monte. Questo sistema di rifornimento risulta essere piuttosto economico e semplice da utilizzare; permette un flusso tirato dalla domanda effettiva consentendo di produrre solo ciò che effettivamente sarà richiesto dal mercato ed evitando sovrapproduzione che genera scorte e quindi capitale immobilizzato che invece potrebbe essere investito in innovazione. Vi sono però anche diverse problematiche alla sua applicazione: prima fra tutte la perdita degli stessi cartellini che potrebbe portare a trovarsi senza sufficiente materiale per approvvigionare i processi a valle; situazione che peraltro potrebbe verificarsi anche se vi fosse un elevato aumento della domanda.

Obiettivo di questo progetto di tesi è quello di valutare la migliore tecnica di approvvigionamento per i vari codici che compongono le saldatrici Delta 500 e Delta 630 e dunque dimensionare un sistema Kanban per quelli che sono ritenuti adatti a questa tecnica di gestione dei fabbisogni. Per realizzare il progetto si è dovuto comprendere le caratteristiche dei singoli articoli per quanto riguarda i costi i consumi e lo spazio occupato; in molti casi ci si è dovuto considerare dei vincoli relativi ad alcune lavorazioni come ad esempio

il taglio laser, in cui si vuole ridurre al minimo lo spreco di lamiera, e che quindi hanno una certa rigidità nella la grandezza dei lotti.

Questo elaborato si articola in sei capitoli:

Nel primo capitolo vengono presentate le principali tecniche di gestione delle scorte, il peso economico che queste ultime hanno nel sistema logistico e produttivo e le matrici ABC e ABC/XYZ incrociate che saranno utilizzate per valutare il giusto metodo di gestione degli articoli.

Nel secondo capitolo sono spiegati i principi della Lean Production e gli strumenti di cui si avvale.

Nel terzo capitolo ci si focalizza su uno di questi: il Kanban chiarendone il funzionamento, le tipologie, i pregi e i difetti.

Nel quarto capitolo è raccontata la storia dell'azienda Ritmo S.p.A. sono descritte le famiglie dei prodotti e i mercati in cui l'azienda opera. Viene descritta la situazione attuale per quanto concerne la modalità di gestione degli ordini, il funzionamento del sistema Kanban in azienda e il flusso dei materiali.

Nel quinto capitolo si spiega come è stato valutato il metodo migliore per la gestione dei materiali dei modelli di saldatrice Delta 500 e Delta 630 e per i codici adatti come è stato dimensionato il sistema Kanban. Questo è avvenuto studiando prima di tutto i consumi ed i lead time, poi capendo quali fossero i vincoli produttivi e di acquisto. Per farlo ci si è serviti di un foglio elettronico Excel contenente tutti questi dati, standard e disponibile in azienda cosicché se vi sarà la volontà di produrre a Kanban altre famiglie di prodotti si potrà utilizzare questa stessa metodologia.

Infine nel sesto ed ultimo capitolo saranno esposte le conclusioni del progetto con i risultati ottenuti dall'azienda e alcune riflessioni riguardo l'applicazione della Lean Production in azienda.



# Capitolo 1

## **Le Scorte di Magazzino: definizione, costi, metodologie gestionali, indicatori di performances.**

In questo primo capitolo si vuole concentrare l'attenzione su cosa siano le scorte e cosa rappresentino per l'azienda in termini di costi. Saranno presentate le due principali tipologie di gestione: Look Back e Look Ahead esponendo le tecniche e chiarendo 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

Per scorte si intende un quantitativo di materiale facente parte del processo produttivo, accumulato e pronto per essere utilizzato non appena ve ne sia il bisogno.

Questo surplus di merci è motivato dalla necessità di contrastare la variabilità che può esserci nelle attività dell'azienda:

- **Variabilità della domanda:** l'azienda ha a che fare con condizioni sempre mutevoli a cui si deve adeguare rapidamente. Per limitare il rischio di stock-out le aziende mantengono delle scorte che permettono di far fronte ad aumenti della domanda nel breve periodo senza modificare la capacità produttiva.
- **Stagionalità:** l'azienda non potendo soddisfare la domanda tutta in una volta è costretta ad iniziare la produzione molto prima di quanto avrebbe potuto se la capacità produttiva fosse uguale o maggiore alla domanda.
- Il **lead time di fornitura** è intrinsecamente portatore di scorta in quanto l'azienda che esaurisce un componente dovrà aspettare il tempo necessario al fornitore per realizzarlo. Questo non è accettabile e quindi si ricorre alle scorte per continuare a produrre.
- Sempre legati alla fornitura sono i **ritardi** nelle consegne rispetto a quanto concordato. L'azienda per non rischiare di non poter soddisfare le richieste del cliente preferisce mantenere in scorta una parte di componenti per poter coprire la domanda anche nel periodo non previsto. Questo viene fatto con la scorta di sicurezza.
- Molto spesso tra due fasi diverse del ciclo produttivo vi sono **processi con tempistiche molto differenti**: si pensi ad un taglio laser che taglia 20 telai di un prodotto che invece viene assemblato a lotti di 5. In questo caso per disaccoppiare le due fasi si forma un buffer intermedio che ha anche lo scopo, qualora vi fosse un problema nella fase a monte, di permettere alla fase a valle di continuare senza accorgersene.
- **Problemi tecnici, rotture e malfunzionamenti** dei macchinari sono avvenimenti reali che l'azienda deve cercare di superare indenne.

La variabilità è quindi legata a fattori interni all'azienda come logistica, colli di bottiglia, guasti ecc. e a fattori esterni come l'affidabilità dei fornitori e l'imprevedibilità dei mercati. Nel primo caso la variabilità è detta *endogena*, nel secondo è chiamata *esogena*.

Oltre a queste vi sono anche **motivazioni economiche**:

- In presenza di macchinari con alti costi di attrezzaggio si richiedono **economie di scala** di produzione.
- Nel caso in cui vi siano **sconti** legati alla **quantità** di prodotti acquistati si preferiscono realizzare economie di scala d'acquisto.
- Qualora vi fossero **costi fissi** di trasporto si vogliono realizzare economie di scala nel trasporto
- Infine quando vi sono condizioni economiche vantaggiose come **cambi** favorevoli o **abbassamento dei costi delle materie prime** l'azienda potrebbe approfittarne acquistandone ben più del necessario.

Dopo aver classificato i tipi di variabilità si possono classificare i tipi di scorte.

### 1.1.1 Classificazione per Tipologia

- **Prodotti Finiti** cioè scorte di materiali che hanno finito il loro ciclo di lavorazione e sono pronti per essere venduti o spediti.
- **Materiali d'acquisto**; si tratta di tutti quei componenti che l'impresa ordina da fornitori esterni e che andranno a formare un prodotto finito.
- **Componenti realizzati internamente o sotto-assemblati**; derivano da qualche tipo di processo interno all'azienda, vengono accumulati per essere poi trasformati in prodotti finiti.
- **Materiali in fase di lavorazione**, anche detti Work in Progress (WIP). Comprendono anche i materiali di proprietà dell'azienda che vengono mandati a fornitori esterni per delle lavorazioni.
- **Ricambi**.
- **Materiali di manutenzione**.

### 1.1.2 Classificazione per Funzione

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

- **Scorte di sicurezza (SS).** Il loro scopo è sopperire alla variabilità riducendo il rischio di stock-out. Sono definite dalla seguente formula:

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

Dove :

- $\sigma$  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 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)

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

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

- **Scorte stagionali**, contrastano la variabilità stagionale.
- **Scorte di transito**, sono legate alla distanza tra due fasi produttive e in genere aumentano con essa. Sono causate da motivazioni economiche in quanto i costi di trasporto unitari diminuiscono venendo divisi su più pezzi.

- **Scorte di disaccoppiamento**, vengono utilizzate tra due fasi caratterizzate da lead time molto differenti. Servono per contrastare la variabilità legata a due processi con tempistiche differenti.
- **Scorte legate a lotti di riordino**. Molto spesso in numero di pezzi che vengono acquistati o prodotti è molto diverso da quello che effettivamente sarebbe necessario questo è legato alla convenienza economica generata dalle economie di scala e dai costi delle scorte.
- **Scorte speculative**. Sono legate alle fluttuazioni dei tassi di cambio o del valore delle materie prime. L'azienda potrebbe acquistare in un periodo di prezzo favorevole ingenti quantità di materiali purché queste non siano deperibili.

## 1.2 I costi delle Scorte

Spesso accade che non ci si renda conto di quali siano i costi legati alle scorte tendendo a sottostimarli. Uno dei problemi principali legati alle scorte e che queste sono un impiego di capitale che non sta fruttando nulla all'azienda, che anzi sta spendendo risorse economiche e fisiche per il suo mantenimento. I costi legati alle scorte sono di tre tipi:

- 1) **Costo di mantenimento**. È legato alla conservazione della merce a magazzino ed è formato da diverse voci di costo:
  - **Interesse sul capitale immobilizzato**. Quando decido di impiegare risorse finanziarie devo sempre considerare il guadagno che potrei ottenere da un investimento alternativo ritenuto certo come ad esempio l'acquisto di titoli di stato.
  - **Costi legati al magazzino e alle attrezzature**. Sono l'affitto o ammortamento del magazzino, l'energia elettrica, l'ammortamento delle attrezzature e le spese assicurative.
  - **Costo del personale**.
  - **Costi fiscali**, infatti la variazione delle scorte entra a saldo nel conto economico influenzando sul risultato ante imposte.

- **Costo di obsolescenza.** Gli articoli conservati a magazzino possono andare incontro ad obsolescenza tecnologica o deterioramento fisico che ne fanno decrescere il valore economico nel tempo.
  - **Costo di deprezzamento delle materie prime.** Se il prezzo di mercato delle merci è diminuito da quando sono state acquistate l'azienda si trova ad avere un costo di questo tipo.
- 2) **Costo di Emissione dell'ordine.** Comprende tutte quelle spese che l'azienda dovrà affrontare per effettuare il ripristino delle scorte. Il ripristino può avvenire in due modi:
- **ordine d'acquisto** cioè quando si ordina ad un fornitore un componente. In questo caso i costi d'ordinazione dovranno comprendere tutti i costi amministrativi legati alla sua emissione di cui fanno parte: costo del personale che prepara l'ordine, costo documentazione, costo per il reperimento dei 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** è invece rivolto ai reparti produttivi interni 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 setup

- 3) **Costi di stock-out.** Nel caso in cui l'azienda ricevesse una richiesta di prodotti da parte del cliente esterno, e non avesse a magazzino il

quantitativo di materiale utile per provvedere alla loro realizzazione, dovrebbe sostenere dei costi legati alle penali dovute ai ritardi o alla perdita della stessa commissione, alla perdita d'immagine, al sovrapprezzo legato all'emissione di ordini di fornitura urgenti. Se invece fosse un cliente interno, a richiedere dei prodotti, come una fase successiva del ciclo produttivo, abbiamo dei costi legati al blocco di quella fase.

È importante che l'azienda conosca questi costi poiché è su questi e su altri parametri come lead time, variabilità e consumi che si fondano le tecniche di gestione delle scorte che si vedranno nei prossimi paragrafi.

### 1.3 Le Tecniche

Si è capito come le scorte siano necessarie al funzionamento dell'azienda ma allo stesso tempo rappresentino degli impieghi finanziari ingenti e dei costi collegati che non possano essere sottovalutati.

La gestione delle scorte vuole rispondere essenzialmente a due domande: **quando** e **quanto** ordinare. Ovviamente per rispondere alla domanda bisogna fare i conti con parametri che spingono in direzioni diverse e di cui si vuole fare un trade-off, in generale avremo dei parametri fissi che il cui peso diminuisce con il crescere delle quantità ordinate e degli altri variabili il cui peso aumenta proporzionalmente con la quantità da ordinare.

Gli obiettivi sono essenzialmente tre interconnessi tra loro:

- **Efficacia Economica** e quindi ridurre i costi legati alla gestione delle scorte.
- **Efficacia Finanziaria** cioè avere un numero di scorte che sia sufficiente per il ciclo di lavorazione ma che non sia esageratamente elevato da rappresentare un immobilizzo finanziario che invece potrebbe essere destinato ad altri investimenti.
- **Efficacia Gestionale**, garantendo la disponibilità del materiale utili per eseguire i processi aziendali nella giusta quantità, nell'adeguata varietà, rispettando le tempistiche richieste.

Le tecniche di gestione delle scorte si dividono essenzialmente in due tipi di logica gestionale che si differenziano per l'orizzonte temporale a cui si riferiscono:

- **Gestione a ricostituzione della scorta** anche detta **Look Back**. È la tipologia più semplice da utilizzare in quanto l'unico parametro da tenere sotto controllo è la quantità presente in magazzino. Qualora questa dovesse scendere sotto un determinato livello essa viene riordinata andando per ripristinare la giacenza originaria, coprendo il bisogno di materiale. I parametri considerati sono i consumi ed i tempi di approvvigionamento passati. L'utilizzo di questa logica di gestione comporta una quantità di scorte piuttosto elevata rispetto a quella ottenibile mediante la gestione a fabbisogno. La logica Look Back viene utilizzato su prodotti a domanda indipendente come prodotti finiti o pezzi di ricambio.
- **Gestione a fabbisogno** o **Look Ahead**, in questo caso il materiale viene ordinato in base al fabbisogno futuro basandosi sulle quantità e le tempistiche presenti nei piani di produzione. In questo secondo caso il livello delle scorte è più basso ma la programmazione è molto più complessa. I prodotti gestiti così sono solitamente quelli a domanda dipendente ossia assieme, componenti e materie prime. 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)**.

### 1.3.1 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.



### 1.3.1.1 Metodo a Quantità Fissa

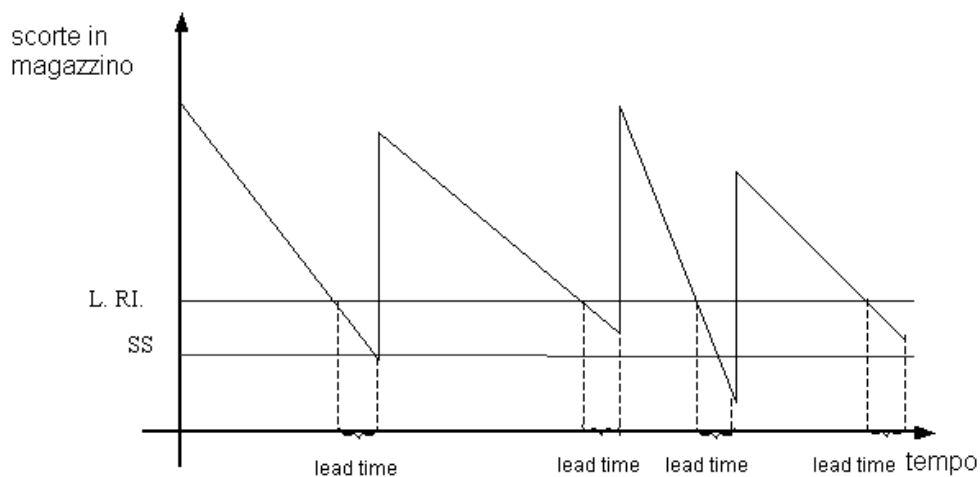
Viene anche chiamato metodo a **Punto di Riordino (PR)** che è il principale parametro di funzionamento ed è definito come:

$$PR = C_m * LT + SS$$

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 1.1

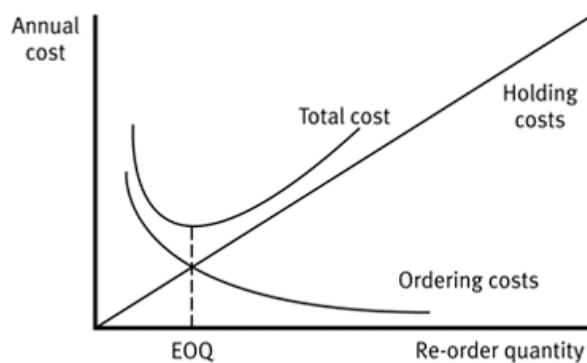


**Figura 1.1: andamento delle scorte di magazzino gestite con punto di riordino**

Quando viene raggiunto il livello di riordino indicato dalla linea blu, viene lanciato un ordine di ripristino che ovviamente 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 rossa 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.

Ora però dovremmo chiederci quanto materiale dobbiamo ordinare. Il **Lotto Economico** o **Economic Order Quantity (EOQ)** indica il quantitativo di

merce che mi 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 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 1.2).



**Figura 1.2: 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]
- C<sub>0</sub> 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 si toccano ed il costo totale è minimizzato

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

Dove:

- D è la domanda annua di un certo articolo
- C<sub>0</sub> 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:

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

Dove:

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

Esiste un'ultima possibilità chiamata **Lotto Economico Congiunto** o **Joint Economic Lot Size (JELS)**<sup>1</sup>. In questo caso si considerano sia i costi sostenuti dal produttore che quelli sostenuti dal cliente. Il risultato è molto simile ai casi precedenti ed è frutto di una semplificazione nelle condizioni iniziali: il costo percentuale delle scorte del produttore e del cliente sono considerati uguali<sup>2</sup>.

$$Q_{jels} = \sqrt{\{[2 * D * (C_s + C_0)] / [(p * i) + (v * i * P/D)]\}}$$

I modelli appena presentati si basano sulle seguenti ipotesi teoriche:

- Domanda prevedibile e costante
- Prezzo d'acquisto o costo di produzione noti, costanti e indipendenti dalle quantità
- Tempo di approvvigionamento o produzione noti e costanti

L'applicazione su casi reali deve tener conto di queste ipotesi per la comprensione dei risultati ottenuti.

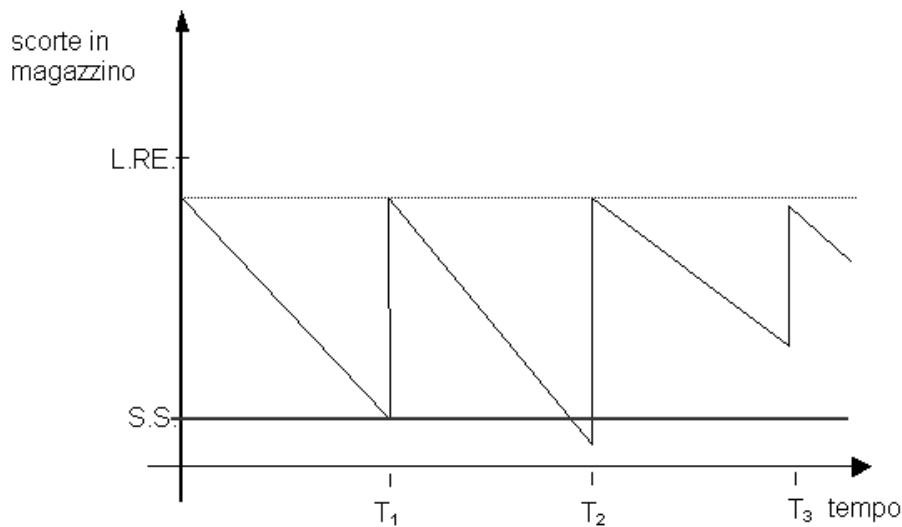
---

<sup>1</sup> Banerjee, A. (1986). A joint economic lot size model for purchaser and vendor. *Decision sciences*, 17(3), 292-311.

<sup>2</sup> Questa semplificazione è stata presentata a lezione durante il corso di impianti industriali.

### 1.3.1.2 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 1.3.



**Figura 1.3: andamento delle scorte di magazzino in caso di riordino a cadenze prestabilite**

Lungo 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:

$$QO_t = L.RE. - S_t$$

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.

### 1.3.2 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

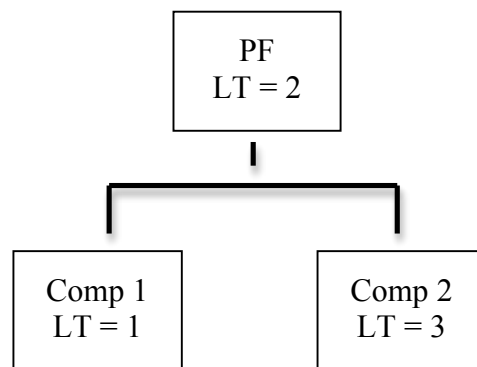
nell'ambito dell'operation management in quanto per la prima volta si passò da una gestione “a scorta” ad una “a fabbisogno”.

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



**Figura1.4: rappresentazione della distinta basa del Prodotto PF**

Si ipotizza:

- che il PF sia fatto in lotti di 30 Pz
- che 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.

**Tabella1.2: MPS Prodotto Finito**

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	

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

**Tabella 1.3: record MRP Prodotto Finito**

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

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.

**Tabella 1.4: record MRP Componente 1**

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		

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 lo è 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 cosiddetti 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. 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

Nel caso in cui si abbia a che fare con un numero di codici molto elevato la gestione delle scorte aumenta di complessità. Le scorte non possono essere trattate tutte allo stesso modo, vi saranno componenti importanti che richiedono una gestione complessa altri poco rilevanti che richiedono una gestione efficiente ma semplificata.

La matrice ABC incrociata anche chiamata Cross Analysis è lo strumento più utilizzato per identificare la tipologia di gestione più adatta per ogni articolo. Si tratta generalmente di una matrice 3X3 (ma può essere anche 4X4 qualora venissero considerati anche prodotti con valore nulli o negativi) nelle cui righe si hanno tre classi di consumo e nelle cui colonne tre classi di giacenza. Questa matrice si fonda sulla legge di Pareto secondo cui la maggior parte degli effetti dipende da un numero limitato di cause. Successivamente questa idea è stata riformulata da J. Juran nella legge (empirica) dell'80/20 secondo cui l'80% degli effetti dipende dal 20% delle cause.

I prodotti a magazzino sono dunque divisi in nove categorie ed appartengono contemporaneamente 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.

In genere vengono utilizzati dati valorizzati al costo del prodotto. Il risultato è mostrato in tabella 1.5. All'occorrenza è possibile introdurre un'ulteriore classe, la D/d in cui sono presenti tutti i codici con consumi/giacenze nulli/e.

**Tabella 1.5: Matrice ABC Incrociata**

		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

Dalla tabella è possibile individuare quali articoli rappresentino le principali fonti di costo e di ricavo. Ogni zona della tabella ha delle caratteristiche diverse e dei metodi gestionali differenti, Gli articoli nella diagonale sono quelli che hanno una gestione adeguata (verdi). Quelli al di sotto della diagonale sono articoli in cui si rischia di andare in rottura di stock (magenta). I codici al di sopra della diagonale invece sono quelli a bassa rotazione (arancio).

- I componenti nella zona Aa hanno elevati consumi e generano elevata giacenza, sono gli articoli che potrebbero essere gestiti più attentamente con metodi MRP o Just In Time (JIT), questo però dovrebbe essere deciso attraverso una seconda analisi fatta attraverso la matrice ABC/XYZ.
- I materiali nella classe Cc hanno una bassa rilevanza sia sui consumi che sulle giacenze, e vanno gestiti con metodi di riordino semplici come l'ordine periodico o il punto di riordino.
- Le zone Ab, Ac, Bc, sono occupate da prodotti con consumi elevati ma con basse giacenze. Teoricamente questa sembra essere l'area di maggior efficienza; occorre però verificare se non vi sia il rischio di ridurre il livello di servizio e quindi non sia il caso di incrementare le giacenze.

- Classi Ba, Ca, Cb, sono prodotti che giacciono in magazzino senza essere consumati; in questo caso occorre analizzare se è possibile ridurre il numero delle scorte, anche andando a ridiscutere la grandezza dei lotti o il livello di servizio. Spesso gli articoli che fanno parte di queste classi sono stati sostituiti da nuovi codici; l'unico modo per smaltirli è realizzare promozioni

## 1.5 Matrice ABC/XYZ

Questa matrice, mostrata in tabella 1.6, permette di completare l'analisi sui codici iniziata con la Cross Analysis, consentendo di valutare il miglior metodo di approvvigionamento.

Le colonne della matrice sono le stesse della Cross Analysis; nelle righe invece si distinguono tre nuove categorie di prodotti che si differenziano tra loro in base al tipo di consumo:

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

**Tabella 1.6: Matrice ABC/XYZ**

		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

L'appartenenza di un codice articolo a una classe di consumo viene ricavata calcolando il **coefficiente di variazione** definito dalla formula:

$$v_D = \sigma_D / D$$

Dove:

- $\sigma_D$  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. Meinecke<sup>3</sup> 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 Monaco*<sup>4</sup> 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  $v_D \geq 0,5$

Una volta inseriti gli articoli nella matrice abbiamo 9 diverse tipologie di articoli possibili:

- **AX**: sono articoli caratterizzati da consumi costanti, di elevato valore e prevedibili in maniera affidabile. Sono articoli particolarmente adatti al JIT.
- **AY**: hanno consumi meno costanti, di valore elevato prevedibilità inferiore con possibilità di compiere importanti errori di previsione. In questo caso occorre fare un'attenta valutazione su quali siano gli articoli adatti al JIT e quali invece non lo siano; i secondi dovranno basarsi sui fabbisogni reali.

<sup>3</sup> *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.

<sup>4</sup> Lehrstuhl für Fordertechnik Materialfluss Logistik (fml), Technische Universität München: *xyz-Analyse* ([http://www.fml.nw.tum.de/fml.php?Set\\_ID=320&letter=X](http://www.fml.nw.tum.de/fml.php?Set_ID=320&letter=X)) Abgerufen am 18. Juni 2010.

- **AZ**: consumi elevati in termini di valore, sporadici e quindi imprevedibili. L'impossibilità di fare previsioni rende necessaria una logica che si basi sui fabbisogni reali.
- **BX**: sono articoli i cui consumi sono modesti ma costanti e quindi prevedibili. In questi caso occorre valutare se sia conveniente usare il JIT o se il basso valore in termini economici faccia preferire un metodo di rifornimento basato su previsioni fondate su dati storici.
- **BY**: questi codici sono caratterizzati da consumi modesti e sporadici con prevedibilità inferiore. Questo fa sì che non vi sia una tecnica di gestione univoca ma che debba essere valutata caso per caso.
- **BZ**: sono caratterizzati da consumi modesti in termini di valore e sporadici, la prevedibilità è bassa. Questi articoli dovrebbero essere valutati rispetto alla loro importanza e se possibile dovrebbero essere sostituiti, altrimenti dovrebbero essere gestiti sui fabbisogni reali.
- **CX**: sono di basso valore con consumi costanti e quindi facilmente prevedibili che anno gestiti basandosi su previsioni derivate da dati storici.
- **CY**: questi componenti hanno basso valore economico e consumi volatili con previsioni meno affidabili che potrebbero portare a errori significanti. In questo caso si valuta se eliminarli o se affidarsi a previsioni basate su dati storici.
- **CZ**: sono codici di basso valore e consumi sporadici che rendono impossibili le previsioni. Dovrebbero essere eliminati.

## 1.6 Indicatori di Performance

Per analizzare i risultati ottenuti attraverso le tecniche precedentemente descritte è necessario monitorare costantemente i livelli del magazzino. Gli indicatori di performances si dividono essenzialmente in due famiglie complementari fra loro: indicatori di efficienza ed indicatori di efficacia.

## 1.6.1 Indicatori di Efficienza

L'indicatore principale per valutare l'efficienza della gestione delle scorte è l'**Indice di Rotazione (IR)** di cui esistono diverse varianti:

$$IR_{\text{quantità}} = Q_{\text{in uscita}} / Q_{\text{scorta media}}$$

Dove:

- $Q_{\text{in uscita}}$  sono le uscite totali di materiale nel periodo considerato;
- $Q_{\text{scorta media}}$  è la giacenza media nel periodo considerato.

$$IR_{\text{valore}} = (\sum_{i=1}^n Q_{\text{in uscita } i} * Val_{\text{unitario } i}) / Val_{\text{scorta media}}$$

Dove:

- $Val_{\text{unitario } i}$  è il valore unitario dell'articolo  $i$ -esimo;
- $Val_{\text{scorta media}}$  è il valore medio della scorta nel periodo considerato.

$$IR_{\text{valore}} = \text{Fatturato} / Val_{\text{scorta media}}$$

Questo indice mostra il numero di volte in cui il capitale immobilizzato ruota cioè viene remunerato e reinvestito in nuove scorte. L'indice può crescere sia se i consumi sono elevati che se le scorte sono ridotte. Solitamente più è alto questo indice meglio è. Però dietro a un valore troppo elevato di questo indicatore potrebbe nascondersi un problema di rottura di stock. Un altro problema che potrebbe sorgere con un'eccessiva rotazione delle scorte è un incremento dei costi di ordinazione e movimentazione tale da vanificare i benefici che si erano ottenuti riducendo i costi di mantenimento.

L'indice di rotazione è utile quando per effettuare un confronto nel tempo dell'efficienza del magazzino, potrebbe perdere di significato nel caso gli articoli fossero molti. In questo caso potrebbe essere utile la matrice incrociata ABC, utilizzabile anche come indice di misura delle prestazioni un quanto permette di vedere quanti prodotti sono presenti nelle varie classi e se sono avvenuti degli spostamenti positivi o negativi tra una zona e l'altra della matrice.

## 1.6.2 Indicatori di Efficacia

Il principale indicatore di efficacia è il livello di servizio (LS); si esprime sempre in % ed indica quanto l'azienda è in grado di rispettare gli accordi presi con il cliente. Ne esistono diverse versioni a seconda del parametro d'interesse:

$$LS_{\text{quantità}} = Q_{\text{consegnate}} / Q_{\text{ordinate}} \quad (\%)$$

Dove:

- $Q_{\text{consegnate}}$  è la quantità di merce che è stata effettivamente consegnata nel periodo considerato;
- $Q_{\text{ordinate}}$  è la quantità di merce che si sarebbe dovuto consegnare nel periodo considerato.

$$LS_{\text{ordini}} = N_{\text{ordini evasi}} / N_{\text{ordini ricevuti}} \quad (\%)$$

Dove:

- $N_{\text{ordini evasi}}$  è il numero di ordini evasi nel periodo di tempo considerato;
- $N_{\text{ordini ricevuti}}$  è il numero totali di ordini che sarebbero dovuti essere completati nel periodo di tempo considerato.

$$LS_{\text{puntualità}} = t_{\text{consegna effettivo}} / t_{\text{consegna promesso}} \quad (\%)$$

Dove:

- $t_{\text{consegna effettivo}}$  è il tempo di consegna effettivamente impiegato dall'azienda.
- $t_{\text{consegna promesso}}$  è il tempo di consegna che era stato promesso al cliente in fase di contrattazione.

$$LS_{\text{rapidità}} = t_{\text{consegna}} / t_{\text{consegna miglior concorrente}} \quad (\%)$$

Dove:

- $t_{\text{consegna}}$  è il tempo di consegna impiegato dall'azienda;
- $t_{\text{consegna miglior concorrente}}$  è il tempo di consegna che il concorrente più rapido impiega per consegnare i propri prodotti.





## Capitolo 2

### **Lean Production: le origini, i principi, gli strumenti.**

In questo capitolo viene descritto uno dei sistemi produttivi più efficaci e apprezzati di questi ultimi anni, la Lean Production.

Il capitolo inizia con un breve riassunto sulle origini della Produzione Snella con il Toyota Production System, esse risalgono alla 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 userà la metafora della Toyota House per poter esporre quali siano i pilastri di questa modalità gestionale e gli strumenti utilizzati. Infine si parlerà delle critiche alla Lean Production.

#### 2.1 Le Origini della Lean Production

Il termine “Lean Production”, in italiano “Produzione Snella” fu coniato da Jonh Krafcik<sup>5</sup> nel suo famoso articolo del 1988 intitolato “Triumph of the Lean Production System”.

---

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

Il Toyota Production System (TPS), nome con cui viene chiamata la Lean Production dai propri inventori, era nato alla fine degli anni '40 grazie al proprietario dell'azienda Eiji Toyoda ed al capo della produzione Taiichi Ohno.

Il Giappone era appena uscito dalla tragedia della seconda guerra mondiale, e la situazione economica era drammatica, non vi erano risorse da investire, la domanda interna era debole e vi erano delle politiche di protezione applicate dagli stati occidentali che di fatto impedivano le esportazioni. Lo standard produttivo di quell'epoca erano le grandi fabbriche americane della Ford e della Chrysler basate sul modello produttivo Taylorista–Fordista di produzione di massa di modelli standard di auto con un ottica push in cui la strategia aziendale veniva data dall'alto ed era basata sull'imposizione di obiettivi. Questo era il modello adatto alle condizioni americane in cui la domanda di mercato era ancora molto forte ed i costi fissi dei grandi impianti produttivi dovevano essere spalmati su moltissimi prodotti finiti. Toyoda e Ohno si resero conto però che questo modello non avrebbe mai potuto funzionare in Giappone in cui 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 giorno<sup>6</sup> (Ohno, 1978).

Esaminando i macchinari usati dalle grandi aziende americane si resero conto che questi necessitavano di lunghi tempi dei setup e che quindi erano spinti a produrre enormi lotti per poter ammortizzare il costo di fermo macchina. Questi semilavorati a loro volta diventavano scorte cioè capitale immobilizzato e rimanevano inutilizzate per lunghi periodi di tempo. Inoltre alcune di queste erano difettose e la loro lavorazione o scarto era ulteriore fonte di sprechi. Non potendosi permettere decisero di usare macchinari più piccoli, dotati di sistemi di allarme che permettevano di bloccare istantaneamente la produzione in presenza di difetti e che producevano lotti di più piccole dimensioni. Svilupparono tecniche di attrezzaggio rapido per ridurre i tempi di setup. In questo modo un solo operatore poteva seguire più macchine.

---

<sup>6</sup> 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.

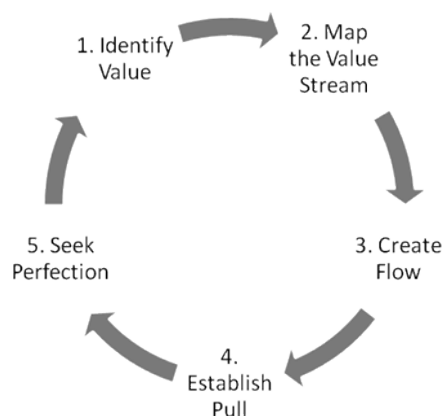
Tutto questo permise alla Toyota di avere minor capitale immobilizzato, minor costi di fermo macchina e la possibilità di impiegare manodopera meno specializzata che però fosse allo stesso tempo flessibile cioè che ogni operatore potesse sostituirla o aiutarla un altro. A questi veniva data la responsabilità di fermare tutta la linea di produzione qualora ve ne fosse la necessità, così facendo il personale era molto più coinvolto e motivato a suggerire miglioramenti per il processo produttivo. Questo miglioramento continuo (Kaizen) è diventato uno dei capisaldi del TPS. 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.

## 2.2 I principi del Lean Thinking

Dopo l'esperienza positiva in Toyota i concetti della Lean production presero piede non solo nel settore manifatturiero ma in tutti i tipi di organizzazione come gli uffici e gli ospedali.

I principi del Lean Thinking sono 5: Value, Value Stream, Flow, Pull, Perfection e rappresentano i cinque cardini su cui realizzare il processo di trasformazione dal modello in uso al modello Lean (figura 2.1).



**Figura 2.1: i cinque principi della Lean Production (Womack et al., 1996)**

**1) Identify Value:** il valore è solo ciò che il cliente è disposto a pagare, tutto il resto è *muda* (spreco) e deve essere eliminato.

Il valore deve dunque essere identificato ponendosi nei panni del cliente chiedendosi quali siano le attività del processo produttivo per cui paga. Successivamente si deve identificare il target cost che a differenza del di quello tradizionale che deriva dal prezzo che il cliente è disposto a pagare, viene calcolato anche chiedendosi quali costi sono causati da sprechi e quindi possono essere evitati. Per raggiungere questo obiettivo c'è bisogno di un continuo processo di miglioramento che permetta di eliminare anche sprechi che prima non venivano ritenuti tali.

**2) Map the Value Stream:** il flusso di tutte quelle attività che creano valore e che permettono di realizzare il prodotto. L'analisi della Value Stream 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 sempre facile capire se un'attività che ha valore per l'impresa abbia valore anche per il cliente. La Value Stream Map 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) Create Flow:** 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 quindi 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) Establish 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, a cui è dedicato il terzo capitolo di questa tesi.

5) **Seek perfection**: 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 Il Toyota Production System

Il Toyota Production System (TPS) può essere schematicamente rappresentato come in figura 2.2.

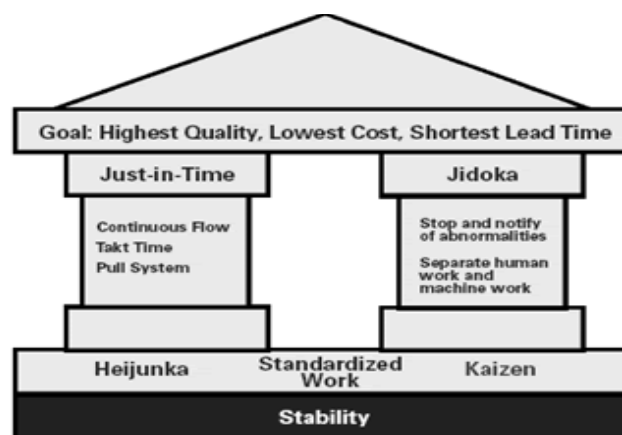


Figura 2.2: Toyota Production System House (Nurul Fatela et al., 2012)

Si tratta di una casa composta da tetto pilastri e fondamenta: sul tetto vi sono gli obiettivi che si vuole pervenire cioè **incrementare la qualità, ridurre i costi e accorciare il lead time**. Per raggiungerli vi sono due pilastri su cui appoggiarsi: il **Just in Time (JIT)** che significa avere ciò che serve, quando serve, dove serve, nella misura in cui serve e **Jidoka** cioè l'automazione intelligente dotata di sensori e allarmi in grado di fermare la produzione qualora ci fossero errori. I pilastri a loro volta s'innalzano dalle fondamenta: **Heijunka** cioè livellamento della produzione, standardizzazione del lavoro e

**Kaizen** cioè miglioramento continuo. Questi a loro volta possono contare su quattro strumenti per essere realizzate: la **Value Stream Map**; le **“5 S”**; lo **SMED** ed il **Kanban**.

### 2.3.1 Riduzione degli Sprechi

Per raggiungere gli obiettivi desiderati è necessaria una continua lotta allo spreco inteso come qualsiasi attività assorba risorse senza creare valore. Taiichi Ohno elenca 7 tipologie di spreco che si riferiscono alle imprese manifatturiere:

1. **Sovrapproduzione**: avviene quando invece che produrre ciò che è richiesto dal cliente si produce su previsione. Ciò che non viene venduto comporta lo stoccaggio a magazzino di prodotti finiti e di conseguenza immobilizzo di capitale che invece sarebbe il meglio se ruotasse. Vi sono inoltre dei costi legati allo spazio occupato, al possibile degrado o alla possibile obsolescenza del prodotto finito. Si deve anche considerare la distorsione che crea sulle fasi a monte con possibile effetto Forrester.
2. **Scorte**: sono materiali in attesa di un evento, come ad esempio semilavorati in attesa di essere assemblati. Creano un disaccoppiamento tra le diverse fasi di lavorazione permettendo di mantenere la produzione anche in caso di problemi nella fase a monte. Così facendo però nascono malfunzionamenti e ulteriori sprechi. Si traducono in un costo per l'azienda
3. **Sovrapprocesso**: sono lavorazioni per il quale il cliente non è disposto a pagare e che quindi non danno valore al prodotto. Queste lavorazioni sovrabbondanti sono provocate da una cattiva progettazione del sistema produttivo.
4. **Movimentazioni Superflue**: sono gli spostamenti che gli operatori devono fare per procurarsi i semilavorati necessari. Non aggiungono valore e non fanno parte del processo produttivo ideale. La loro causa è l'errata disposizione dei materiali nelle postazioni di lavoro. Si

traducono in perdite di tempo e in perdite di efficienza del sistema produttivo. Possono anche portare a perdita di qualità.

5. **Trasporti non necessari:** sono per lo più trasporti di semilavorati tra due stazioni successive. Possono essere causa di confusione, ritardi e difetti oltre che un rischio di infortunio.
6. **Attese:** si manifestano quando una risorsa non sta svolgendo nessun processo, in attesa di un evento che permetta di cominciare. In questo caso si tratta di uno spreco poiché potenzialmente si sarebbe potuto utilizzare lo stesso tempo in maniera produttiva, creando valore.
7. **Difetti:** sono generati da attività che realizzano prodotti non conformi, questi dovranno essere rilavorati o scartati incrementando così i costi dell'azienda.

Estendendo l'analisi a tutti i settori economici è stato introdotto un ottavo tipo di spreco

8. **Progettazione di beni e servizi non richiesti:** molto spesso si sprecano risorse per progettare i prodotti o le loro caratteristiche senza ascoltare i bisogni del cliente. In questo caso si rischia di creare prodotti che non trovano spazio nel mercato.

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. Rischiando 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.

### 2.3.2 Just in Time

Il Just in Time è uno dei pilastri della Lean Production, con questo termine si vuole dire che un determinato componente debba arrivare al momento giusto, nel posto giusto, nella quantità giusta, con qualità perfetta. Il suo obiettivo



conclamato è la riduzione del lead time lungo il flusso di produzione e la riduzione delle scorte. Tutto questo garantendo sempre la massima qualità e livello di servizio al cliente. È necessario investire risorse affinché il **Flusso** sia **Continuo**, i processi a monte siano rapidi e le consegne dei materiali d'acquisto siano affidabili. Il JIT è una modalità produttiva di tipo **Pull**, questo significa che sono i clienti ad avviare la domanda che va dalle fasi al valle verso quelle a monte, basandosi di fatto sulla domanda reale e non più sulle previsioni come invece avveniva con la 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 vogliono 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.

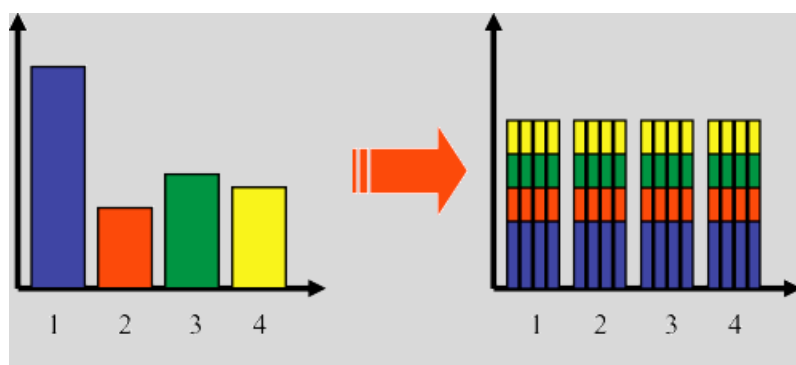
### 2.3.3 Jidoka

Jidoka nella Lean Production significa **automazione con tocco umano**: è indispensabile che le macchine siano dotate di sistemi d'allarme e sensori che la rendano in grado di fermarsi autonomamente qualora fossero riscontrate delle anomalie. In questo modo non è necessaria una supervisione continua da parte dell'operatore in quanto il suo lavoro è separato da quello della macchina permettendogli di seguire più macchine contemporaneamente. Altro vantaggio

è nel fatto che i pezzi difettosi non vengono mandati avanti alle fasi successive, evitando onerose operazioni di controllo a valle e garantendo una migliore qualità. L'operatore ha responsabilità diretta sulla macchina e deve essere in grado di risolvere i problemi che potrebbero avvenire e di proporre dei miglioramenti nel processo.

### 2.3.4 Heijunka

Heijunka in giapponese significa **livellamento della produzione** (di breve periodo). È una delle basi della Lean Production il suo obiettivo è quello di passare dai grandi lotti tradizionali ad un mix produttivo che si ripeta nel tempo. Questa situazione favorisce l'applicazione del JIT poiché i lotti più piccoli permettono alle stazioni a monte di lavorare ad un ritmo molto più simile a quello delle fasi a valle. Per livellare la produzione si parte dalla domanda reale di prodotti quindi quello che viene prodotto ogni giorno è proporzionale alla domanda reale. Questo è in netta contrapposizione con il *modus operandi* tradizionale che invece prevede di produrre i lotti un tipo per volta. In figura 2.3 si può vedere la differenza tra i due metodi (in ascissa c'è il tempo, in ordinata il volume, ogni colore rappresenta un prodotto).



**Figura 2.3: livellamento della produzione**

Come si può notare è stato fatto un livellamento sia dei volumi che del mix ottenendo un output costante nel tempo. In caso di cambiamento della domanda il mix viene modificato, bisogna quindi cercare di avere macchine flessibili per reagire il più prontamente possibile nel caso in cui vi fossero

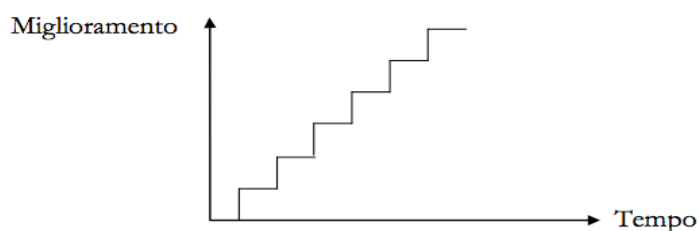
picchi e grandi variabilità. Questi dovrebbero sempre essere contrastati intervenendo con incentivi e promozioni nei periodi a domanda più bassa cercando di livellare la domanda.

### 2.3.5 Standardizzazione

Standardizzare significa che il modo di eseguire un compito è stato codificato e dovrà essere seguito da tutti gli operatori finché non ne sarà trovato uno di migliore. L'obiettivo è eliminare la variabilità nello svolgimento di un'attività, considerata la causa dei 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 Ohno 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.

### 2.3.6 Kaizen

La parola Kaizen è l'unione di due parole giapponesi: *kai* che significa cambiamento e *zen* che significa migliore. 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 (fig. 2.4).



**Figura 2.4: miglioramento incrementale**

Il miglioramento dirompente si fonda invece 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. Il Kaizen invece ha costi molto più bassi e minor effetto sull'organizzazione.

Può essere applicato con orizzonte temporale di lungo periodo ed è chiamato Flow Kaizen svolto dal management aziendale con scopi strategici; oppure con orizzonte temporale più breve con l'obiettivo di combattere gli sprechi in reparto.

## 2.4 Gli Strumenti del TPS

Il Toyota Production System per poter essere applicato ha bisogno di alcuni strumenti pratici:

- Le 5 S
- Lo SMED
- Il TPM
- Poka-Yoke
- Supermarket
- Kanban

### 2.4.1 Le 5 S

Le 5 S sono dei principi pratici che portano al miglioramento del posto di lavoro e permettono evidenziare gli sprechi cosicché possano essere notati visivamente. La loro applicazione può portare a vantaggi significativi nella produttività, nella qualità, nella sicurezza del posto di lavoro e nell'immagine dell'azienda. Inoltre si nota come molto spazio venga liberato.

1. **Seiri (separare):** significa che nell'area di lavoro devono esserci solo le cose utili al processo produttivo, tutto ciò che non lo è dev'essere eliminato in quanto causa di perdite di tempo. Basti pensare ad esempio alla ricerca di un attrezzo sepolto in un mucchio di materiale esterno o a quando si ha la necessità di appoggiare qualcosa su un tavolo occupato da oggetti inutili che quindi debbono essere spostati. Applicando la

prima S aumenta lo spazio disponibile liberando quello che prima era nascosto dalle cose inutili.

2. **Seiton (sistemare)**: è legato al primo in questo caso dopo aver eliminato le cose inutili si vogliono sistemare gli oggetti utili nella maniera migliore cosicché possano essere trovati anche da chi non conosce le consuetudini. Gli oggetti dovrebbero essere posizionati in postazioni ergonomiche e la loro vicinanza dovrebbe essere in relazione all'utilizzo, quindi gli oggetti più utilizzati a portata di mano quelli meno utilizzati più distanziati. Ancora una volta si eliminano le perdite di tempo e aumenta il controllo visivo sugli sprechi.
3. **Seiso (spazzare)**: qualcuno potrebbe chiedersi che senso abbia pulire qualcosa cui so già che a fine turno diventerà nuovamente sporca come prima. La risposta è che pulire è necessario per evitare che delle parti estranee possano compromettere la qualità dei prodotti o delle lavorazioni. Inoltre è utile perché un guasto come ad esempio una perdita di olio verrebbe subito rilevato. Infine l'immagine di un'azienda ordinata e pulita potrebbe fare la differenza per il cliente che la visita.
4. **Seiketsu (standardizzare)**: è necessario definire una procedura per fare in modo che le prime tre S siano applicate con diligenza, per questo dovranno essere nominati dei responsabili che controllino che queste siano sempre applicate in modo da non vanificare gli sforzi iniziali.
5. **Shitsuke (sostenere)**: bisogna che le prime quattro S siano accettate e condivise da tutta l'azienda, è necessario quindi realizzare delle modalità per motivare il personale affinché i primi quattro principi siano sempre rispettati.

## 2.4.2 Single Minute Exchange of Die

Questa tecnica a cui solitamente ci si riferisce con l'acronimo SMED significa letteralmente *cambio dello stampo in un minuto*, e ha l'obiettivo migliorare il tempo di setup di una macchina. Questa è necessaria per poter fare il

livellamento della produzione e rendere il flusso continuo. È uno strumento necessario per applicare il JIT.

Le attività compiute per eseguire il setup possono essere divise in due tipologie:

- **inside exchange of dies (IED)** dette anche *attività interne* cioè tutte le attività che possono essere eseguite solo a macchina ferma
- **outside exchange of dies (OED)** dette anche *attività esterne* cioè le operazioni che possono essere eseguite a macchina funzionante.

Prima di tutto si cerca di trasformare le attività interne in esterne in modo da minimizzare il tempo di fermo macchina. Infatti molte attività interne non sono veramente tali ma lo sono diventate per consuetudini nelle procedure queste devono tutte essere riconvertite in attività esterne che possono essere eseguite nel cosiddetto *tempo mascherato*, cioè quando la macchina è in funzione e quindi tali operazioni non vengono sommate al tempo totale di setup. Quando la conversione non è possibile i tempi delle attività interne devono essere ridotti con accorgimenti progettuali come ad es.: agganci rapidi, aggiungendo ulteriori operatori, eliminando il più possibile le fasi di regolazione e calibrazione.

### 2.4.3 Total Productive Maintenance

Qualora una macchina sia costretta a fermarsi tutto il flusso produttivo risulterebbe bloccato rendendo vani gli sforzi per l'applicazione del JIT. Ecco perché la manutenzione deve essere programmata e svolta regolarmente da un team composto dai normali operatori di linea che devono essere opportunamente istruiti a svolgere autonomamente compiti di piccola manutenzione come controllo dell'olio, pulizia e piccoli interventi; affiancati da manutentori veri e propri che si occupano di realizzare gli interventi di manutenzione più complessi.

## 2.4.4 Poka-Yoke

Tradotte letteralmente queste parole significano *a prova di scimmia* sono sistemi produttivi progettati per eliminare errori umani come una lavorazione dimenticata, pezzi mancanti, imprecisa calibrazione dei macchinari o procedure di sicurezza non applicate. Il pezzo staziona in una fase finché non sono state eseguite tutte le operazioni necessarie. I macchinari sono dotati di sensori, luci e sistemi d'allarme che segnalano il mancato completamento di un'attività azzerando la possibilità che un pezzo non conforme prosegua la catena produttiva. Grazie a questi sistemi non vi è più la necessità di controlli nelle fasi a valle.

## 2.4.5 Supermarket

L'idea di un magazzino tradizionale in cui vengano stoccati milioni di euro di capitale immobilizzato è stata completamente stravolta dal concetto di supermarket. A questo magazzino è stato dato tale nome poiché ricorda un classico supermercato dove andiamo a fare la spesa: le scaffalature sono di altezza contenuta, l'inventario delle merci è piuttosto ampio ed accessibile minimizzando l'utilizzo di macchinari. L'operatore incaricato del picking viaggia con il suo "carrello" riempiendolo di tutto il materiale segnalato dai cartellini Kanban. La merce prelevata viene ripristinata automaticamente poiché le parti posteriori dello scaffale fungono da serbatoio, queste ultime a loro volta attivano attraverso un Kanban una richiesta di ripristino e saranno ristabilite dopo il lead time di fornitura. Questo come tutti i magazzini ha il compito di disaccoppiare due fasi del processo produttivo. La differenza sta nel numero di scorte che sono conservate: nel caso del supermarket il numero è controllato, limitando il capitale immobilizzato ed i costi che ne derivano, consentendo però alle fasi a valle di lavorare di lavorare con un flusso continuo. La classica programmazione MRP non è più necessaria in quanto tutti i processi produttivi possono essere controllati automaticamente con la

circolazione dei cartellini Kanban semplificando dunque la gestione dell'intero sistema.

## 2.4.6 Kanban

Quest'ultimo strumento è forse il più importante. Si tratta di un segnale visivo che autorizza la fase a monte a iniziare il processo produttivo. È di fatto il sistema di controllo del TPS. Sarà argomento del prossimo capitolo.

## 2.5 Critiche al TPS

Durante la sua storia il TPS ha sempre ricevuto critiche da diversi autori: in particolare è stata discussa la sua efficacia in situazioni di domanda instabile o di sistemi produttivi multi-prodotto con differenti lead time tra un prodotto e l'altro. La lotta contro gli sprechi fa sì che le scorte siano minime, perciò l'unico modo per far fronte ad un picco della domanda è produrre di più, e per farlo c'è bisogno di capacità supplementare. Per risolvere questi problemi Toyota è stata costretta a limitare la possibilità di customizzazione e a progettare prodotti sempre più modulari.

Bisogna però capire che la Lean Production non è la pillola che cura tutte le malattie. Come sempre non esistesse un metodo produttivo generale che vada bene in tutti i casi ma sistemi produttivi che meglio si adattano determinate situazioni piuttosto che altre. La produzione snella si adatta perfettamente a quelle situazioni in cui il tempo ciclo è paragonabile al tempo che i consumatori sono disposti ad attendere per avere il prodotto.

Altro punto piuttosto criticato per la sua notevole difficoltà applicativa è stato quello della riduzione dei costi attraverso la lotta agli sprechi. Spesso succede che migliorando in un fattore se ne peggiora un altro. Il più classico dei casi è quello che avviene riducendo i lotti: il work in progress diminuisce ma aumentano i setup e le operazioni di trasporto che sono anch'esse un costo. Per rispondere a questa critica bisogna ricordarsi che la lotta allo spreco non è un dogma fine a sé stesso ma ha come obiettivo ultimo quello di trovare ed



eliminare le fonti di questo spreco, ecco allora che tutte le azioni compiute trovano un senso.

L'ultima critica è di tipo teorico e viene fatta al JIT: dalla formula del lotto economico (presentata nel capitolo 1) risulta evidente che sarebbe possibile ottenere il One-Piece-Flow solo nel caso in cui il tempo di setup risultasse nullo. Anche in questo caso bisogna ricordare che l'obiettivo è il miglioramento continuo e non il raggiungimento di un limite teoricamente impossibile.



## Capitolo 3

### **Kanban: descrizione, definizione, progettazione, critiche.**

In questo capitolo si focalizza l'attenzione su uno strumento del 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 esposte le formule per il dimensionamento e le regole di utilizzo.

#### 3.1 Cos'è il Kanban

Kanban, parola giapponese che in italiano significa *cartello*, è il sistema utilizzato dal TPS per gestire la produzione. Si tratta di veri e propri cartellini contenenti informazioni utili agli operatori come il codice dell'articolo a cui si riferiscono, la sua descrizione, il lead time produttivo o di

approvvigionamento, il numero di pezzi movimentati grazie al cartellino, il reparto di provenienza ed altre informazioni (fig. 3.1).

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 3.1 esempio di cartellino Kanban <https://inforerp.wordpress.com/2012/08/14/baan-erp-requirement-for-kanban-production-printing/>

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

- **Identificazione del flusso**, che porta molto spesso a modificare il layout del reparto di assemblaggio passando alle celle o ai reparti ad U molto utilizzati in quanto nelle curva gli operatori possono osservare il flusso ed aiutarsi l'uno con l'altro in caso di necessità.
- **Bilanciamento del flusso**, anche se nella realtà non risulta affatto semplice equilibrare il carico di lavoro degli operatori.
- **Controllo del flusso**: si tratta di realizzare uno strumento in grado di regolare il flusso di materiale, è proprio quello che il sistema Kanban permette di compiere.

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 realizzare quello che il cartellino richiede. Grazie a questo sistema non si controlla solo il flusso ma anche la quantità infatti vengono prodotte o trasportate solo le unità indicate nel tesserino. Il sistema Kanban ha

avuto molto successo grazie alla sua semplicità ed economicità. In certi casi permette una certa flessibilità in quanto l'operatore può decidere quale tra le card presenti in bacheca processare per prima. Inoltre permette il controllo del work in progress del processo, che corrisponde ai cartellini presenti in bacheca, riducendolo al minimo. Minor WIP significa anche code più corte e quindi tempi ciclo brevi, diminuendo il lead time totale che il cliente deve sopportare.

## 3.2 Tipologie di Cartellini Kanban

### 3.2.1 Classificazione per Compito

Moden<sup>7</sup> indica cinque tipologie di Kanban che si differenziano rispetto al luogo e allo scopo per cui è stato pensato quel cartellino.

1. **Primary Kanaban** o *Kanban Primario* è quello che circola all'interno dei reparti produttivi dell'azienda. Può essere a sua volta diviso in due tipi diversi:
  - Production-ordering Kanban o *Kanban di produzione* permette di iniziare la produzione dell'articolo richiesto.
  - Withdrawal Kanban cioè Kanban di prelievo indica l'autorizzazione a rifornire il processo produttivo con un certo componente nella quantità dichiarata nel cartellino.
2. **Supply Kanban**: sono cartellini di prelievo che circolano tra il magazzino (anche esterno all'azienda) e la linee produttive.
3. **Procurement Kanban**: sono utilizzati dall'azienda per effettuare ordini di materiale presso un fornitore.
4. **Subcontract Kanban**: sono utilizzati per item che viaggiano all'esterno dell'azienda.
5. **Auxiliary Kanban**: sono usati per applicazioni particolari come Express Kanban o Emergency Kanaban.

---

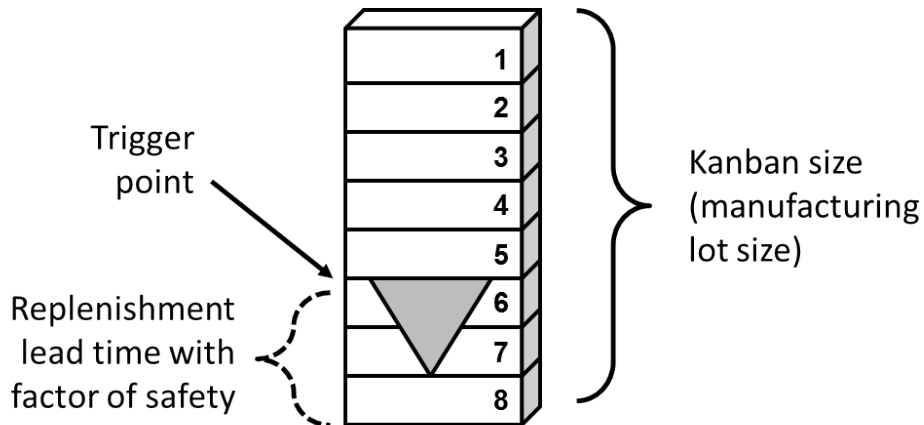
<sup>7</sup> Monden, Y. (2012). Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time. 4th Edition. CRC Press, Taylor and Francis Group, New York, USA.

### 3.2.2 Classificazione 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 (fig. 3.2) 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 3.2: Funzionamento Signal Kanban** (<http://leanmath.com/blog/wp-content/uploads/2014/02/triangle-kanban-3.png>)

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. 3.3):

- 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 3.3: Heijunka board divisa in tre zone ([http://us.orgatex.com/kanban\\_VERT\\_app.pjpep](http://us.orgatex.com/kanban_VERT_app.pjpep))**

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 3.4.

	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

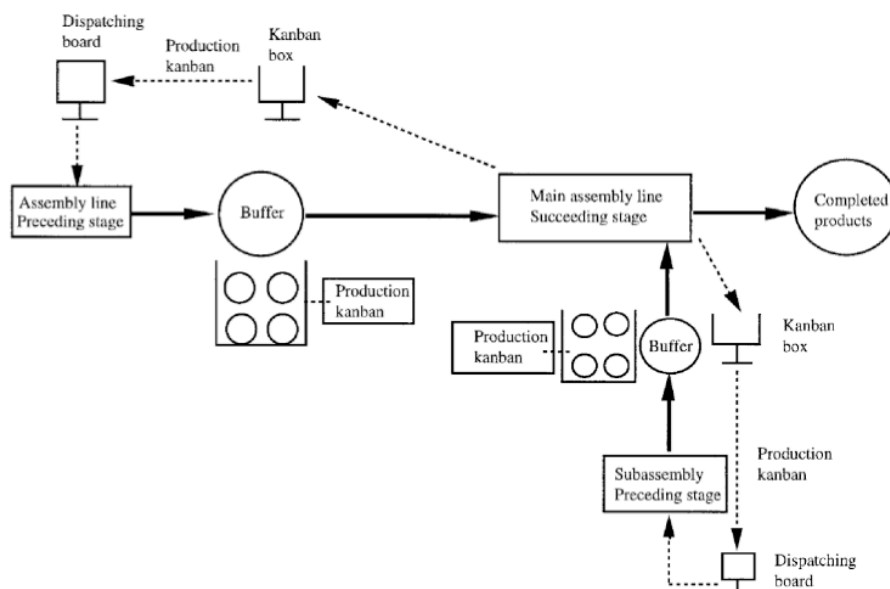
SKS: Single Kanban system.

DKS: Dual Kanban system.

**Figura3.4: comparazione dei due tipi di sistema Kanban (Huang et al. 1996)**



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 3.5. Poiché il ciclo è chiuso la sincronizzazione tra la produzione e la movimentazione dei materiali è necessaria altrimenti si bloccherebbe il processo.

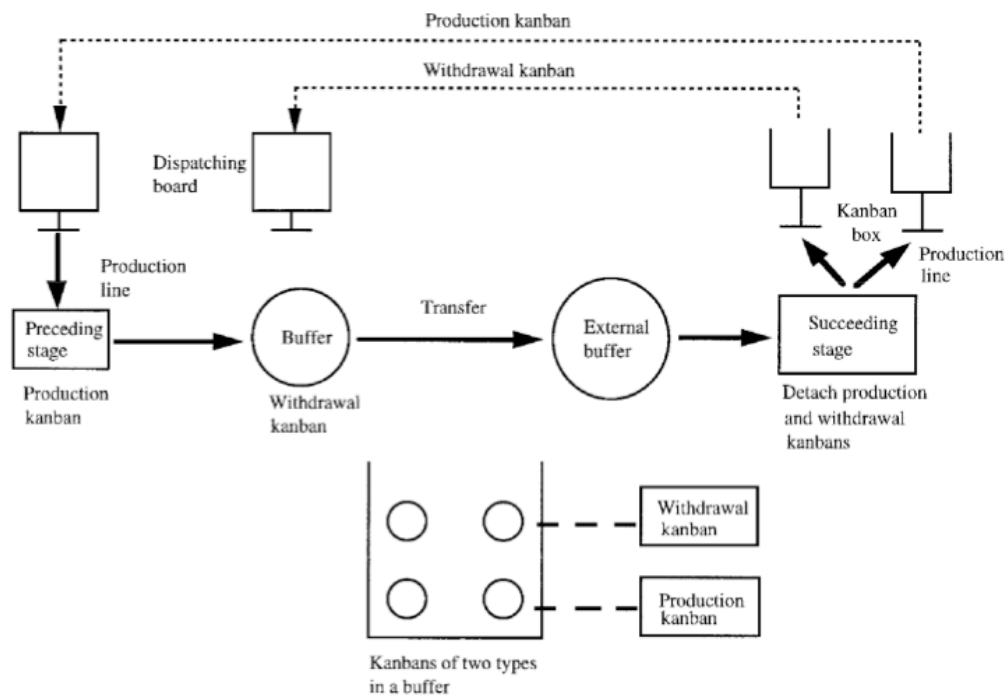


**Figura 3.5: schema di funzionamento di un sistema One Card (huang et al. 1996)**

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 3.6 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 3.6: schema di funzionamento di un sistema Two Card (Huang et al. 1996)**

Le due tipologie presentate si dividono a loro volta in quattro sottocategorie come mostrato in figura 3.7: 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 $m$ ≠ Input Store Stage $m + 1$		
Type 1 <i>Withdrawal immediately before start of production</i>	Type 2 <i>Withdrawal immediately after activation of kanban</i>	Type 3 <i>Fixed quantity, variable withdrawal cycle</i>	Type 4 <i>Fixed withdrawal cycle, variable quantity</i>
One-Card System	Two-Card System		

**Figura3.7: tipologie di sistemi Kanban (Krieg 2005)**

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 Dimensionamento e Regole Applicative

Una volta capite le tipologie di cartellini e i possibili sistemi realizzabili non resta che effettuale calcolo del numero dei cartellini. È possibile servirsi della formula utilizzata in Toyota<sup>8</sup>:

$$K = D * ( t_e + t_f ) / Q * ( 1 + \beta )$$

Dove:

- D è la domanda media nell'unità di tempo considerata;
- $t_e$  è il tempo che intercorre tra l'avvio ideale della produzione e l'inizio effettivo, comprende dunque tempi attesa in coda, tempi di trasporto e tempi di setup.
- $t_f$  è il tempo necessario a lavorare il numero di pezzi indicati nel cartellino
- Q è il numero di pezzi per cartellino;
- $\beta$  è il fattore di sicurezza.

Il risultato di questa formula è legato alla domanda del cliente in quel periodo, questo significa che eventuali fluttuazioni nella domanda corrispondono a variazioni nel numero dei cartellini Kanban. Si deve tener conto della loro esistenza attraverso il fattore di sicurezza  $\beta$ , nella fase di rodaggio del sistema, può essere fissato piuttosto elevato (ad esempio  $\beta = 2$ ). Dopo questo periodo però viene ridotto diminuendo il numero di cartellini che circolano nel sistema.

Il limite teorico è  $\beta = 0$ .

Il numero di cartellini necessari può essere diminuito anche in caso di miglioramenti nei tempi di attesa, setup, trasporto o produzione. Questi miglioramenti sono il frutto dell'applicazione delle tecniche Kaizen.

Toyota ha anche formulato 6 regole da seguire per il corretto funzionamento del sistema<sup>9</sup>:

---

<sup>8</sup> Monden, Y. (2012). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. 4th Edition. CRC Press, Taylor and Francis Group, New York, USA.

<sup>9</sup> Ohno, T., 1988, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Portland, Oregon.

1. I cartellini vanno sempre in ordine inverso rispetto ai processi, quindi dal processo successivo verso quello antecedente. In questo modo si crea un sistema tirato. Il processo successivo prende dal processo precedente il numero di articoli indicati dal Kanban.
2. Il processo precedente deve produrre il numero di pezzi e la sequenza indicati dal cartellino impedendo la sovrapproduzione.
3. Non ci devono essere oggetti trasportati senza Kanban.
4. Attaccare sempre un Kanban ai materiali per impedire ambiguità e per dare un ordine al modo di lavorare.
5. I prodotti difettosi non sono inviati al processo successivo; così facendo il controllo della qualità viene fatto già a monte permettendo anche di capire quali siano i processi che causano i difetti.
6. Riducendo il numero dei cartellini si aumenta la sensitività del sistema.

### 3.5 Kanban Elettronico

L'Electronic Kanban System anche detto e-Kanban fu introdotto da Toyota per contrastare la debolezza del Kanban System nelle lunghe distanze. Accadeva infatti regolarmente che i cartellini dovessero viaggiare negli stabilimenti dei fornitori venendo perduti o attaccati erroneamente. Per risolvere il problema 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 integrazione tra azienda e fornitore.

L'evoluzione dell'e-Kanban è stata quella di applicarlo anche per la produzione e per il prelievo dei materiali dal magazzino.

I vantaggi di questo sistema rispetto a quello tradizionale sono:

- Eliminato il rischio di smarrire i cartellini.
- Aumento della velocità nella trasmissione dei dati.

- Eliminate operazioni manuali 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 item.
- Registrazione di ogni transazione nel sistema informativo aziendale ottenendo dati effettivi su consumi, efficienza, lead time.

### 3.6 Problematiche

L'uso del sistema Kanban potrebbe presentare alcune criticità a cui è necessario sopperire:

- Trattandosi di un sistema manuale è soggetto ad errori; il più ricorrente è sicuramente la perdita dei cartellini stessi. Quando questo avviene, senza che ci si accorga, si rischia di non avere sufficienti materiali per poter rifornire le stazioni a valle con conseguente riduzione del livello di servizio.
- È vulnerabile alle variazioni della domanda, dovrebbe essere quindi utilizzato per prodotti con domanda piuttosto stabile nel tempo.
- È necessaria manodopera dedicata al rifornimento ed al trasporto dei pezzi e degli stessi cartellini con i costi conseguenti.
- All'aumentare della distanza tra un processo e l'altro si perde visibilità sul processo ed efficienza.
- Al prolungarsi dei tempi di setup cresce la grandezza dei lotti e la quantità di scorte che è necessario conservare a magazzino. Inoltre il flusso non è continuo e rischia di bloccarsi più facilmente in attesa delle lavorazioni a monte.
- 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**

### **L'azienda Ritmo S.p.A.: la storia, i prodotti, i reparti, il flusso dei materiali, l'approvvigionamento.**

In questo capitolo si espone la situazione attuale dell'azienda. Inizialmente viene raccontata la storia dell'azienda e i mercati a cui si rivolge. In seguito sono descritte le tipologie di prodotti. Successivamente vengono esposti i reparti produttivi ed il flusso dei materiali attraverso di essi. Alla fine del capitolo vengono descritte le modalità di approvvigionamento utilizzate in Ritmo.

#### **4.1 Storia dell'Azienda**

L'azienda Ritmo S.p.A. nasce nel lontano 1979 dall'attuale presidente Renzo Bortoli insieme ad un gruppo di validi collaboratori.

La società è ubicata nell'area industriale di Selve di Teolo su una superficie di circa 20.000 m<sup>2</sup> di cui 12.000 coperti (fig. 4.1).



**Figura 4.1: azienda Ritmo S.p.A.**

L'attività produttiva riguarda la fabbricazione di macchine per l'industria delle materie plastiche e della gomma, in particolare saldatrici per tubi in polipropilene, macchinari di produzione per la raccorderia relativa a tali tubi e tutti gli accessori a completamento delle operazioni necessarie alla saldatura.

La strategia societaria punta in particolare su due fattori: innovazione dei prodotti e dei processi e internazionalizzazione del mercato.

Lo sviluppo di nuovi prodotti di qualità e ad alto contenuto tecnologico ha portato Ritmo S.p.A. ad essere la prima azienda non USA a vendere nel mercato nordamericano che ha standard di sicurezza superiori rispetto al resto del mondo.

L'azienda risponde alla richiesta di mercato con un modello organizzativo assembly to order, permettendo al cliente ampie personalizzazioni.

Ogni saldatrice è conforme alle normative internazionali, è energy saving sia nell'utilizzo che nella realizzazione e possiede una diagnostica che certifica la bontà della saldatura.

Il notevole know-how ha permesso all'azienda di ottenere la certificazione dell'Istituto Nazionale di Saldatura.

Le vendite avvengono sia direttamente che attraverso distributori in tutto il mondo. Metà delle esportazioni avvengono in Europa in particolare in ordine di importanza: Germania, Romania, Svezia, Polonia, Olanda, Danimarca, Austria, Svizzera, Finlandia, Norvegia, Spagna, Francia, Portogallo e Grecia. Per quanto riguarda il fatturato extra-UE il numero dei paesi è molto elevato e di conseguenza per ogni continente vengono elencati i primi tre per ordine di importanza: U.S.A., Canada, Messico, Russia, Ucraina, Kazakistan, Egitto,

Algeria, Sudafrica, Arabia Saudita, Emirati Arabi, Israele, Turchia, India e Australia.

## 4.2 I Prodotti

L'azienda oggi possiede due stabilimenti produttivi, uno in Italia a Teolo (PD), l'altro in USA nei pressi di Orlando. Nello stabilimento italiano che conta più di 100 dipendenti viene prodotta l'intera gamma di prodotti:

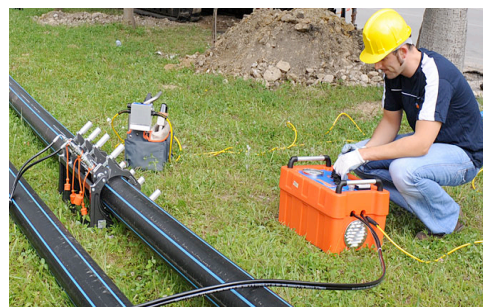
### 4.2.1 Saldatrici Testa a Testa (Delta)

Sono il prodotto principale dell'azienda, vengono utilizzate per la saldatura di condotti in polietilene. Ne esistono modelli per ogni misura commerciale dai 160 a 1600mm di diametro (fig. 4.2 e 4.3) e si dividono in tre categorie:

- automatiche in cui la macchina dopo essere stata caricata del tubo realizza autonomamente la saldatura senza bisogno di nessun operatore;
- semiautomatiche che richiedono l'operatore per passare da una fase all'altra della lavorazione;
- manuali che richiedono la presenza di un operatore durante tutto il ciclo di saldatura per regolare continuamente la pressione.

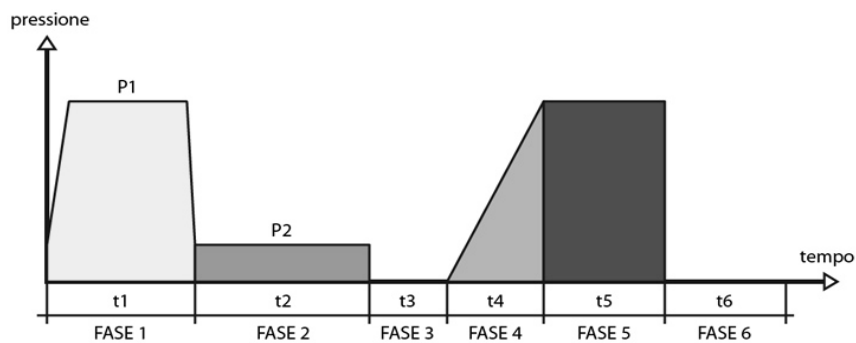


**Figura 4.2: saldatrice 1600mm**



**Figura 4.3: saldatrice 160mm**

Le fasi preliminari alla saldatura sono composte dal posizionamento e preparazione della saldatrice a cui segue l'allineamento la fresatura della superficie dei tubi che andrà unita. a questo punto può cominciare la saldatura che segue un ciclo in 6 fasi (fig. 4.3):



**Figura 4.3: ciclo di saldatura**

(<http://www.tecnodue.eu/index.php/servizi/saldatura-testa-a-testa/>)

Il ciclo di saldatura si divide in 6 fasi ben distinte:

1. **Accostamento e preriscaldamento** (in pressione): inserita la termoplastra tra gli elementi da saldare, la pressione di spinta aumenta. La fase termina dopo un tempo  $t_1$  non appena compare sulle estremità da saldare un anello di materiale fuso la cui larghezza è indicata nelle tabelle di saldatura.
2. **Riscaldamento**: comparso l'anello fuso la pressione viene ridotta e mantenuta costante per un tempo  $t_2$ .
3. **Rimozione della termoplastra**: trascorso il tempo  $t_2$  si devono allontanare velocemente le due facce dei tubi da saldare dalla termoplastra per permetterne la rimozione. A questo punto le due superfici da saldare vengono riavvicinate.
4. **Raggiungimento della pressione di saldatura**: avvenuto il contatto tra le due superfici da saldare la pressione deve essere portata in modo graduale e continuo al valore di pressione  $P_5$  della fase 5 in un tempo  $t_4$ .
5. **Saldatura in pressione**: il valore di pressione raggiunto nella fase precedente, va mantenuto per un tempo pari a  $t_5$ .
6. **Tempo di riposo o raffreddamento** (fuori dalla macchina): terminata la fase di saldatura in pressione e tolto il manufatto dalla macchina, si attende un ulteriore periodo di tempo  $t_6$  (minuti) prima di sollecitare la saldatura (messa in pressione, trasporto gravoso o altro).

## 4.2.2 Saldatrici per Elettrofusione (Elektra)

In questo caso i tubi vengono uniti attraverso un raccordo elettro-saldabile a perdere. La macchina è composta di una centralina portatile collegata al raccordo. Dopo aver allineato i tubi la saldatura avviene in maniera completamente elettronica. Una volta terminata la fusione il raccordo rimane sul tubo (fig. 4.4).



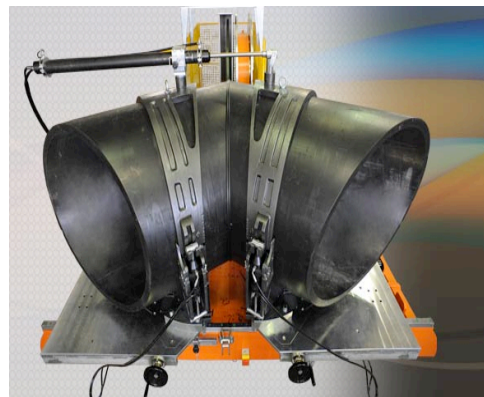
**Figura 4.4: saldatrice con raccordo a perdere**

## 4.2.3 Saldatrici per Raccordi (Alfa)

Sono macchine speciali a bassi volumi che vengono utilizzate in tutti i casi in cui vi siano ostacoli nel percorso delle condotte il tipo di fusione è quello testa a testa ma i tubi sono incidenti (fig. 4.5 e 4.6).



**Figura 4.5: saldatrice per raccordi**



**Figura 4.6: saldatrice per raccordi**

#### 4.2.4 Estrusori (Stargun)

Sono macchine molto flessibili che permettono di saldare superfici diverse grazie a un filo continuo di polietilene o polipropilene che fuoriesce dal beccuccio posto all'estremità della pistola (fig. 4.7).



**Figura 4.7: estrusore**

#### 4.2.5 Salda Lastre

Sono saldatrici automatiche CNC per materiale termoplastico in grado di operare con lastre dai 3 ai 50mm di spessore e fino a 4000mm di lunghezza; poste sia in verticale che in orizzontale eseguendo saldature sia piane, che a cerchio, che ad angolo (fig. 4.8).



**Figura 4.8: salda lastre**

#### 4.2.6 Polifusori

Sono saldatrici manuali per polifusione in bicchiere, di tubi e raccordi, dotate di piastra riscaldante in alluminio e di impugnatura in plastica isolata, le



boccole (bicchieri) sono sostituibili e possono saldare diversi diametri. Una volta riscaldate le due parti del tubo vengono unite una dentro l'altra (fig. 4.9).

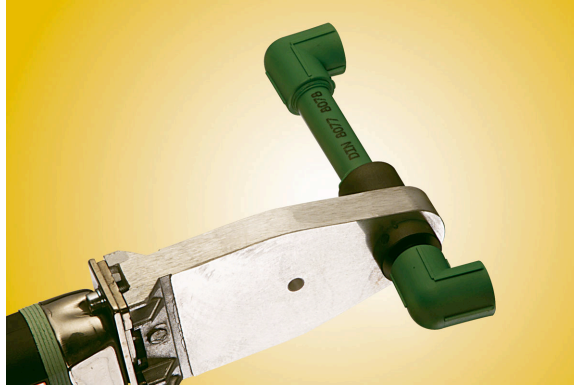


Figura 4.9: polifusore

### 4.3 I Reparti Produttivi

L'azienda si divide in otto diversi reparti produttivi:

- **Magazzino ricevimento:** è il magazzino principale dell'azienda; il luogo in cui sono stoccate la maggior parte delle scorte di semilavorati e componenti. Il magazzino è rappresentato in figura 4.10.

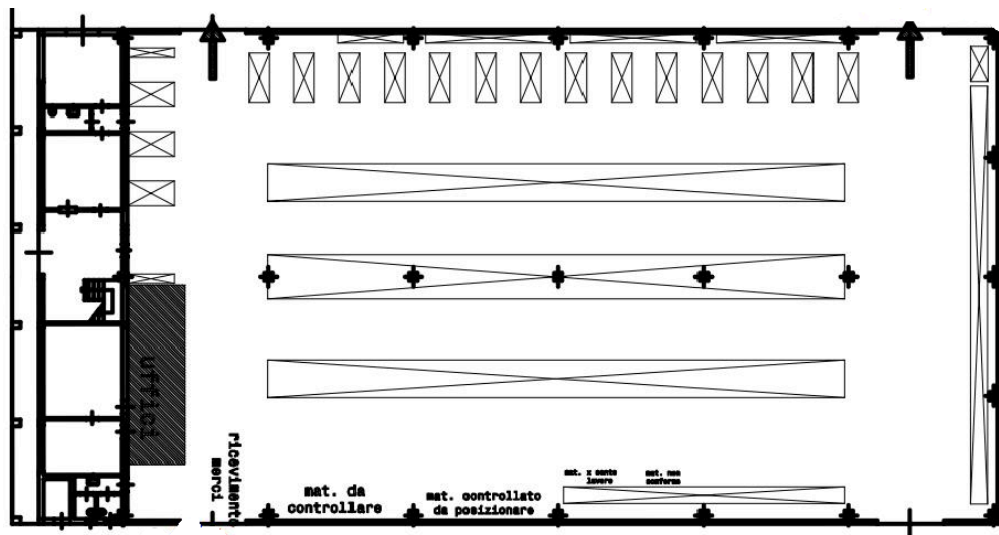


Figura 4.10: pianta del magazzino ricevimento.

È costituito da quattro file di grandi scaffalature con quattro livelli in cui sono presenti tutti i codici gestiti in azienda. I codici a

Kanban sono riposti nella prima e seconda fila orizzontale ordinati secondo il modello di macchina a cui appartengono di modo che la ricerca sia facilitata. Questi articoli sono movimentati attraverso muletti. Le quattordici scaffalature più piccole contengono i prodotti a Kanban che possono essere raccolti manualmente e sono disposti anch'essi per modello di modo che ogni scaffalatura grande ne abbia di fronte una piccola dello stesso modello di macchina. Nella fila verticale sono posti i prodotti che arrivano dalle lavorazioni interne. All'interno di questo magazzino sono presenti quattro Heijunka board: una per i cartellini dei prodotti d'acquisto trattati con Kanban, una per quelli trattati con il punto di riordino, due per i cartellini dei prodotti lavorati internamente o esternamente.

- **Carpenteria:** come mostrato in figura 4.11 all'interno della carpenteria sono presenti le macchine per la piegatura, il taglio e la saldatura della lamiera e dei tondi. In questo reparto vengono prodotti molti componenti che vanno a formare le saldatrici testa a testa e sono dunque gestiti a Kanban. La lamiera e i tondi sono stoccati internamente al reparto e il loro approvvigionamento viene gestito internamente attraverso sistema Kanban.

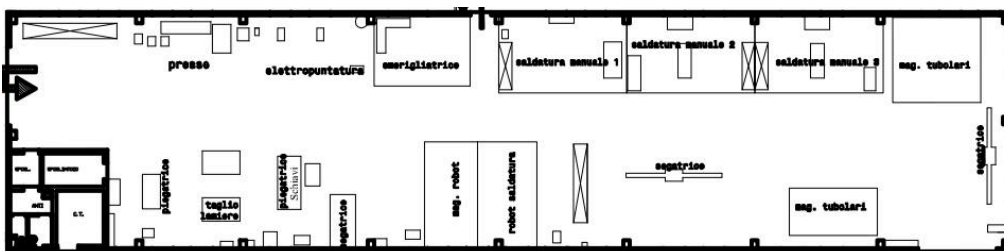


Figura 4.11: piantina della carpenteria

- **Officina:** vi sono macchine per asportazione di truciolo flessibili e torni in grado di produrre i componenti necessari alla realizzazione dei prodotti finiti. La piantina dell'officina è mostrata in figura 4.12. La maggior parte dei prodotti dell'officina è gestita a Kanban. Sono presenti al suo interno due Heijunka board identiche



a quelle del magazzino ricevimento nella quale sono attaccati i cartellini fac-simile degli articoli che ricevono lavorazioni interne.

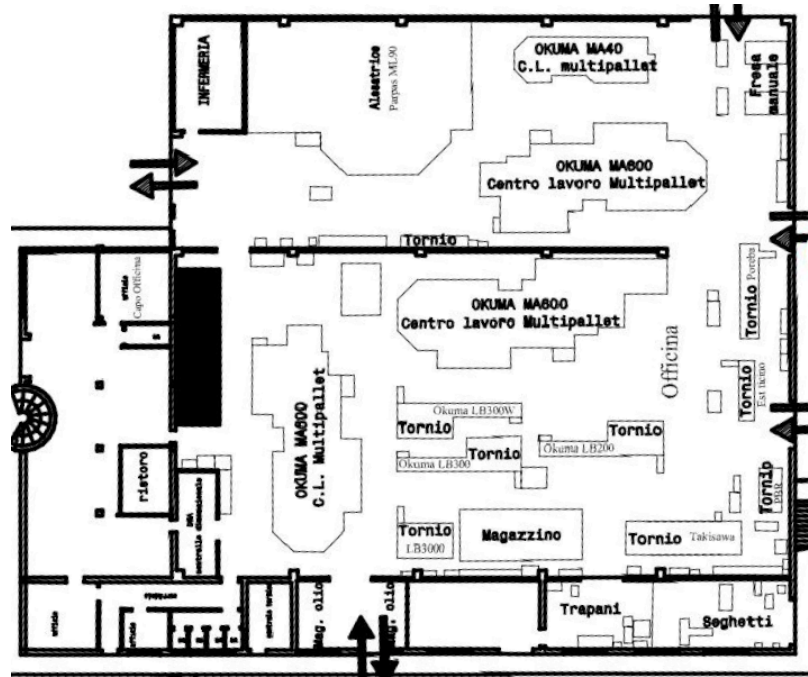


Figura 4.12: piantina officina

- Tre reparti d'**assemblaggio**: vi sono due diversi reparti di montaggio a cui va aggiunto il reparto per la realizzazione di prototipi. Ogni reparto assemblaggio possiede un piccolo magazzino in cui sono presenti le minuterie. Il reparto assemblaggio principale è quello dove vengono realizzare le saldatrici testa a testa gestite a Kanban. In figura 4.13 è mostrata la piantina del reparto assemblaggio principale: esso è formato da sei banchi di lavoro in cui vengono assemblate le parti meccaniche della saldatrice. Vi sono sei tavoli dove invece vengono assemblate le parti elettriche come centraline e realizzati i cablaggi. Negli anni grazie all'applicazione dei principi della Lean Production si è riuscito a liberare molto spazio ripulendo il reparto da merci inutili

e postazioni superflue permettendo di ricavare ampi spazi a bordo linea dove poter posizionare il materiale da assemblare.

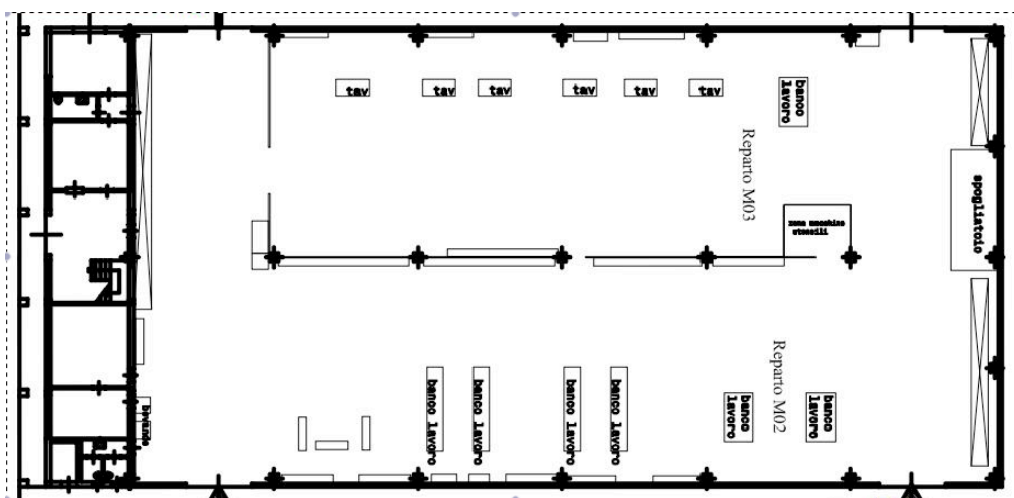


Figura4.13: reparto assemblaggio principale

- **Taglio laser:** oltre al macchinario è presente anche un magazzino lamiera gestito autonomamente a Kanban.
- **Magazzino spedizioni:** dove vengono stoccati i prodotti finiti pronti ad essere spediti. All'interno di questo magazzino sono presenti a scorta anche gli optional che il cliente può aggiungere ai vari macchinari, gli scatoloni e i pallet per gli imballaggi ed il magazzino ricambi. Qui viene realizzato il confezionamento finale e poi il prodotto viene spedito.

#### 4.4 Il Flusso dei Materiali

Il flusso dei materiali (fig. 4.14) ha sempre inizio nel piazzale esterno al magazzino ricevimento dove la merce viene controllata e reindirizzata presso le altre aree dell'azienda. È in questo momento che si dividono gli articoli gestiti a Kanban da quelli che non lo sono. Si considerano sei tipi di articoli:

- Componenti d'acquisto **A** (linea blu). Questa è la tipologia primaria e può prendere due strade: rimanere tale fino all'assemblaggio oppure subire lavorazioni e cambiare classificazione trasformandosi in PI, PE, PIE o PEI. La maggior

parte dei prodotti dopo essere stati controllati vengono stoccati nel magazzino ricevimento, se non riceveranno ulteriori lavorazioni vi rimarranno fino a che non saranno richiesti dall'assemblaggio. Gli articoli di ingombranti invece se non hanno problemi legati alle condizioni climatiche vengono solitamente stoccati all'esterno.

- Il **materiale grezzo** (linea rossa) è composto tondi e le lamiere; per motivi di spazio viene ricevuto nel cortile interno e poiché riceverà sicuramente delle lavorazioni, è stoccato presso i magazzini dei reparti produttivi (taglio laser, carpenteria, officina).
- Articoli che necessitano di lavorazioni interne detti **PI** (linea grigia), questi viaggiano attraverso i reparti produttivi a seconda del loro ciclo di lavorazione. Una volta finito, i semilavorati vengono mandati al magazzino ricevimento dove rimangono finché non vengono richiesti dall'assemblaggio.
- Articoli che necessitano di lavorazioni esterne **PE** (linea grigia). Questi articoli vengono inviati ai terzisti e quindi hanno il loro ciclo di lavorazione all'esterno dell'azienda. Una volta terminate vengono ricevuti come tutte le altre merci e stoccati all'interno del magazzino ricevimento.
- Articoli che necessitano di lavorazioni interne ed esterne **PIE** (linea grigia). Un articolo di questo tipo in genere necessita di una lavorazione meccanica all'interno dell'azienda seguita da una lavorazione speciale eseguita all'esterno dell'azienda. Un esempio potrebbe essere una boccia prodotta internamente che ha poi la necessità di essere zincata. Oppure un telaio che viene saldato all'interno ma poi verniciato all'esterno. In questo caso si deve considerare il flusso complessivo come la somma di un ciclo di un articolo di PI e di un PE.
- Articoli che necessitano di lavorazioni esterne e di seguito lavorazioni interne **PEI** (linea grigia). Per il flusso totale vale lo stesso concetto di prima con la differenza che l'ordine delle lavorazioni viene scambiato.

I componenti conservati nel magazzino ricevimento sono quindi sotto-parti pronte per essere assemblate. Lo step successivo è proprio quello di inviarli presso i diversi reparti assemblaggio dove vengono realizzati i prodotti finiti. I prodotti finiti (linea verde) sono poi conservati nel magazzino spedizioni insieme alle scatole per l'imballaggio ed agli optional. Qui vengono confezionati ed inviati al cliente.

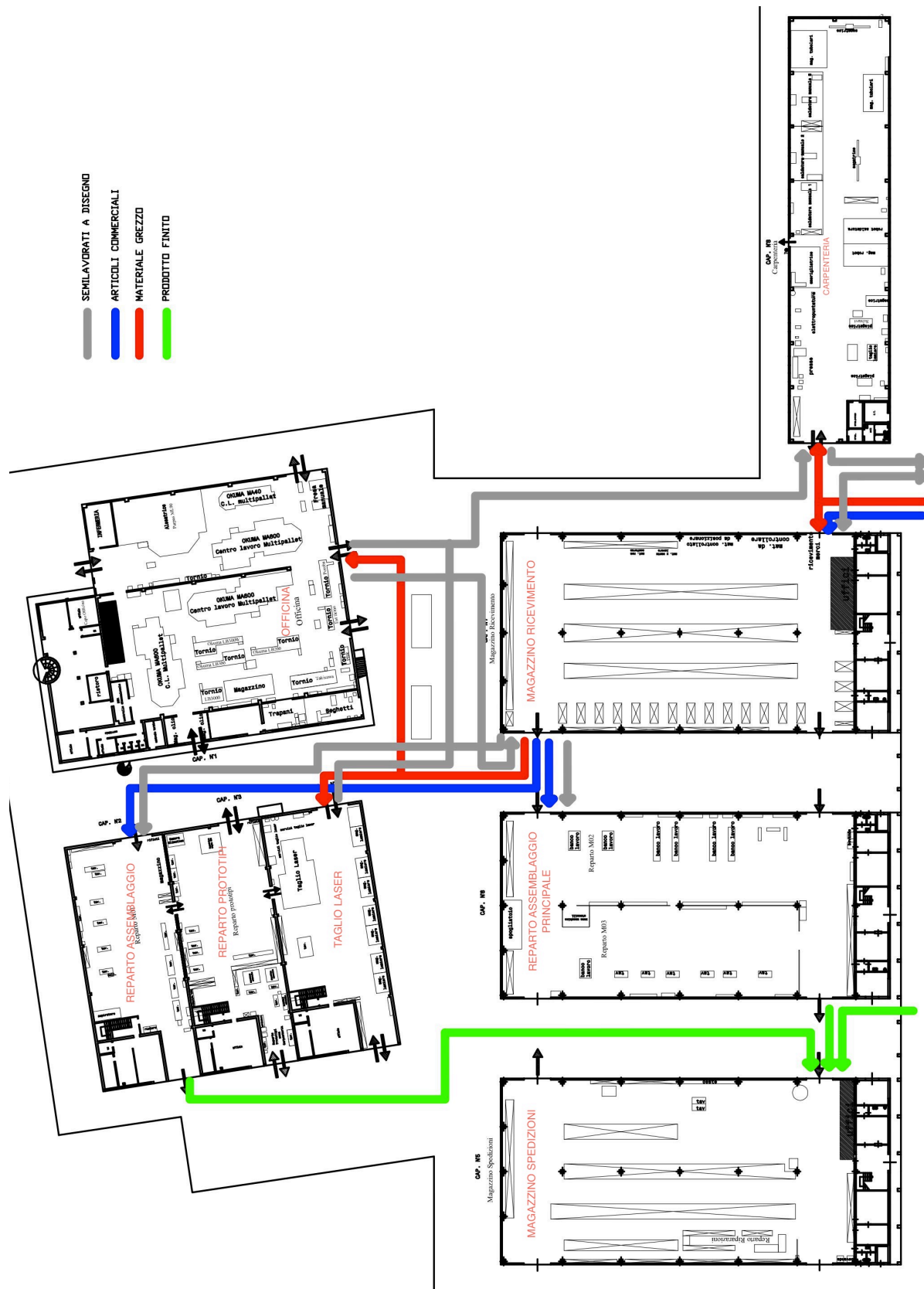


Figura 4.14: flussi di materiali in Ritmo S.p.A.

## 4.5 Approvvigionamento dei Materiali

Dal 2012 in Ritmo S.p.A. si è iniziato ad applicare i principi della Lean Production, ed a gestire gli articoli facenti parte della distinta base delle saldatrici testa a testa, attraverso i cartellini Kanban.

In ritmo oggi sono presenti 34000 codici attivi, 1370 sono gestiti tramite Kanban, di questi 434 utilizzano cartellini tradizionali e a soglia, 936 adoperano cartellini per il punto di riordino.

### 4.5.1 Prodotti Non a Kanban

La maggior parte dei codici in Ritmo S.p.A. vengono gestiti con una modalità che si potrebbe definire “manuale”: a ogni richiesta di prodotto finito l’ufficio di pianificazione della produzione controlla la giacenza in magazzino di ogni singolo codice facente parte della distinta base, decidendone l’eventuale riordino. Questo modo di procedere ha numerosi svantaggi: il primo è senz’altro legato al tempo impiegato considerando che ogni macchina è formata mediamente da 250 componenti diversi. Il secondo riguarda l’entità del reintegro dei materiali che non legata né ai valori dei consumi né al lead time di produzione, ma solo ed esclusivamente a lotti consuetudinari che si ritiene siano in grado di saturare al meglio le macchine. Questo modo di procedere provoca ovviamente un flusso discontinuo e irregolare totalmente separato dalla domanda effettiva del mercato costringendo al mantenimento di una elevata quantità di scorte. Il terzo ed ultimo è che come tutte le attività umane, è soggetta ad errore ed essendo monotona e ripetitiva la possibilità che esso avvenga è molto alta.

### 4.5.2 Prodotti a Kanban

Per quanto riguarda i modelli già a Kanban tutto inizia dal reparto assemblaggio. Ogni macchina è composta da quattro parti (corpo macchina, fresa, termopiastra, supporto termopiastra) la cui produzione viene regolata dai cartellini Kanban. Questi quattro sottoinsiemi sono parti finite e distinte con

ruoli precisi, si utilizzano e vengono venduti assieme ma non ci sono operazioni di assemblaggio che li uniscano assieme a parte quella di confezionarli in pallet per la spedizione. Ogni qual volta venga prelevato un lotto di un sottoinsieme viene staccato un cartellino che viene messo in bacheca (fig. 4.15). Questo attiva l'assemblaggio di quel sotto-assieme.



**Figura 4.15: bacheca Kanban saldatrici testa a testa**

Ogni cartellino genera una richiesta di tutti i materiali che formano la distinta. Questi si trovano sempre nel magazzino ricezione che è il centro nevralgico dell'azienda. A ogni modello di macchina è dedicato uno spazio scaffalature (fig. 4.16). I materiali volta prelevati vengono subito reintegrati da un identico pallet che si trova nella fila superiore. Di fronte vi è invece lo spazio per gli articoli meno voluminosi della stessa macchina. Per questi il reintegro si trova spesso alle spalle o affianco (fig. 4.17).

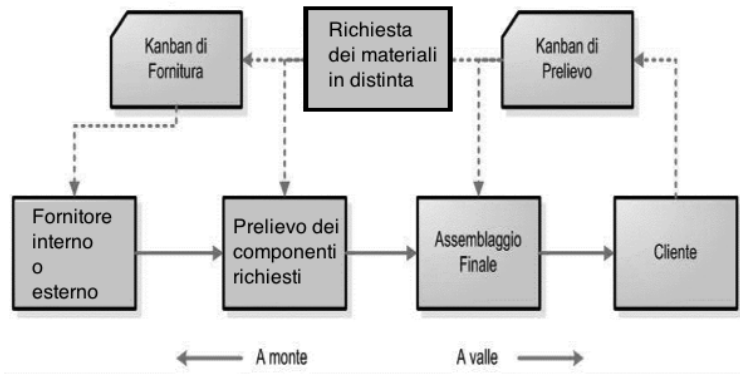


**Figura 5 telai stoccati a magazzino**



**Figura 4.17: ganasce stocate su appositi contenitori**

Una volta prelevati i materiali inizia il Kanban loop: viene staccato il cartellino e messo in bacheca generando una richiesta d'acquisto o di produzione. Quando l'item è pronto giunge al magazzino ricevimento, vi viene attaccato il cartellino e viene stoccato finché non vi sia una nuova richiesta di materiali da parte del reparto assemblaggio. Questi cicli sono schematizzati in figura 4.18.



**Figura 4.18: schema dell'approvvigionamento dei materiali**

## 4.6 Tipologie di Cartellini

In Ritmo S.p.A. sono state realizzate diverse tipologie di cartellini che si differenziano a seconda del “tipo parte” di ogni codice e di dove e quando avvengono le lavorazioni. I tipi parte principale sono il numero 4 che indica un prodotto d'acquisto e il 2 che invece definisce un prodotto che subisce una lavorazione. Spesso viene richiesto al fornitore di posizionare i prodotti in una maniera specifica per facilitare il compito degli addetti che poi dovranno lavorare o assemblare quel pezzo. Questo viene fatto attraverso un documento parte integrante del contratto di fornitura chiamato “capitolato d'acquisto”  
Per ogni tipologia di cartellino ne esistono varie versioni a seconda della modalità di utilizzo che se ne faccia:

- **Kanban**, è il cartellino standard in cui un cartellino significa un contenitore di pezzi.
- **Kanban con soglia**, si attende che si accumulino un lotto definito di cartellini prima di lanciare un ordine. Questo permette di coordinare due fasi del processo produttivo che hanno consumi molto diversi così



ad esempio un pezzo che viene utilizzato in 4 unità alla volta che però viene prodotto in lotti da 20 pezzi, attende che si accumulino 5 cartellini prima di essere prodotto nuovamente. Questo accade molto spesso con pezzi che provengono dal taglio laser.

- **Punto di riordino:** questo cartellino viene usato come segnale. L'operatore che si appresta a prelevare del materiale controlla sempre la quantità di pezzi rimasta; se questa raggiunge il punto di riordino preleva il cartellino mettendolo in bacheca, verrà poi processato come tutti gli altri tipi di Kanban. I pezzi gestiti in questa maniera sono quasi sempre le minuterie che hanno come caratteristica un valore unitario bassissimo ed una ragguardevole percentuale di materiale perduto durante l'uso. In genere si preferisce fare ordini piuttosto consistenti stoccati in apposite cassette con un magazzino dedicato all'interno del reparto assemblaggio. Il punto di riordino viene applicato, su direttiva aziendale, per tutti i prodotti il cui consumo valorizzato annuale è inferiore a 500 euro.

#### 4.6.1 Cartellino A

È il cartellino che viene usato per il tipo parte 4 (fig. 4.19). Questo cartellino può apparire in tre diverse versioni: la tradizionale, quella a soglia e quella con punto di riordino. La differenza è che nel cartellino a soglia è indicato il numero di Kanban da accumulare per far partire l'ordine di fornitura; quello col punto di riordino è nero e vi è segnalato il PR. Dopo che il cartellino A è stato messo in bacheca, l'ufficio acquisti genera un ordine al fornitore, in quest'ordine viene sempre richiesto che al ricevimento vi sia un fac-simile del cartellino e appeso al materiale. Così facendo non si rischia di perdere il cartellino, che viene conservato in un apposito contenitore e ripristinato solo all'arrivo della merce. Il problema lo si ha quando il fornitore si dimentica di attaccare il foglio fac-simile, in questo caso l'operatore si accorge della sua mancanza in quanto nel momento in cui inserisce il codice articolo viene avvisato dal gestionale che si tratta di un articolo a Kanban. I lead time

dipendono molto da fornitore a fornitore si va da un minimo di una settimana ad un massimo di otto.

Articolo 71652160		A
COPERCHIO CONTEN. CENTR.CNC2(258/008)		
Tempo di Consegna (settimane)	8	
Lotto Minimo Cartellini		
\		
Provenienza	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Contenitore	bancali da 16 Pz	
Q.ta UM	16 Pz	
Destinazione	RITMO S.p.A (MAG. RICEVIMENTO)	
		 1 2 3 4 5 6

**Figura 4.19: cartellino A**

Questo cartellino viene attaccato nel contenitore dell'item a cui si riferisce. Al prelievo del box il cartellino viene messo in una bacheca che viene consultata dall'ufficio acquisti per effettuare gli ordini di materiali ai fornitori. Quando gli articoli arrivano in azienda vengono ispezionati e messi nel contenitore, il cartellino viene preso e riattaccato su esso. Il Kanban loop è identico per tutte e tre le tipologie di cartellino A. In figura 4.20 è mostrato lo schema di quanto appena descritto.



**Figura 4.20: schema del ciclo del cartellino A**

Il percorso rosso è quello seguito dal cartellino originale. In arancione è rappresentato il fac-simile che viene preparato dal fornitore stesso e gettato al ricevimento in azienda. Le frecce bianche invece indicano il percorso dei materiali.

## 4.6.2 Cartellino PI

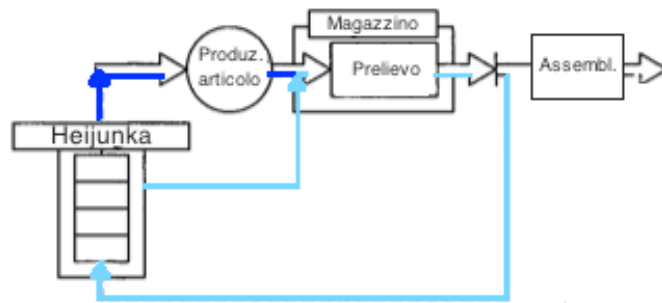
Questo cartellino, mostrato in figura 4.21, viene usato quando un componente viene prodotto in casa da lamiere, tondi o altri pezzi grezzi oppure viene fatta una lavorazione su un materiale d'acquisto. In quest'ultimo caso i cartellini del materiale d'acquisto e del suo lavorato hanno codici diversi ma vengono fisicamente attaccati assieme: nel ciclo di fornitura interna si prende in considerazione il cartellino PI mentre nel ciclo di fornitura esterna si prende in considerazione l'A.

Per quanto riguarda le lamiere e gli altri grezzi questi vengono gestiti a Kanban in maniera autonoma dai reparti produttivi.

Articolo 71711250		PI	
CORONA Z125-1/2 MODIF.(84/107)			
Durata Processo Interno (sett.)		6	
Lotto Minimo Cartellini		4	
Provenienza	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
Contenitore	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
Q.ta UM	5 Pz		
Destinazione	RITMO S.p.A. (Mag. Ricevimento)		
Ritmo PLASTIC WELDING TECHNOLOGY		1 2 3 4 5 6	

**Figura 4.21: cartellino PI**

Come avviene per i cartellini A per non perdere i cartellini si usano cartellini fac-simile. Essi vengono appesi in un Heijunka board gemella nell'officina e girano nei reparti di produzione. Il funzionamento di questo cartellino è mostrato in figura 4.22, ed è molto simile a quello dei cartellini A con la differenza che il fornitore non è esterno all'azienda ma interno e quindi non viene effettuata la fase d'ordine. I lead time della produzione interna vanno generalmente dalle due alle sei settimane.





**Figura 4.22: schema del ciclo del cartellino PI**

Il percorso celeste è quello seguito dal cartellino originale. Quello del fac-simile è rappresentato dalle frecce blu. Appena l'articolo viene ricevuto nel magazzino ricezione il cartellino fac-simile viene sostituito con quello originale. Le frecce bianche invece indicano il percorso dei materiali.

### 4.6.3 Cartellini PIE e PEI

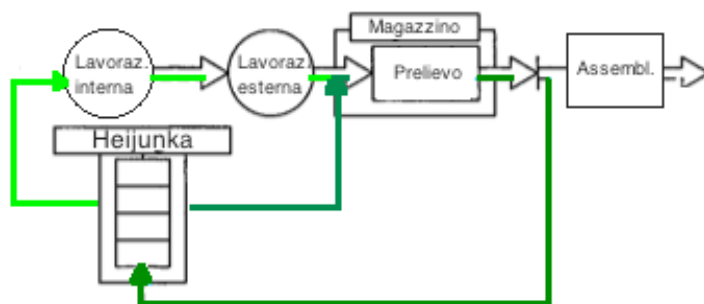
Sono mostrati in figura 4.23, vengono usati quando vi sia bisogno di una lavorazione esterna come ad esempio verniciatura, cromatura, o zincatura, prima o dopo la lavorazione interna. Anche questi cartellini come i PI possono derivare dalla lavorazione di un materiale d'acquisto o dalla lavorazione di un grezzo. Nel primo caso il cartellino PIE sarà dunque fisicamente attaccato al relativo cartellino di tipo A. Ancora una volta i cartellini originali sono posizionati nell'Heijunka del magazzino ricezione mentre quelli fac-simile viaggiano con il pezzo tra i reparti interni, quando l'item va all'esterno è il terzista che stampa il cartellino e lo attacca sul pezzo. Una volta giunti al magazzino ricezione gli articoli vengono ispezionati e su essi viene attaccato il Kanban originale.

Articolo 70081251B		PIE
BARRA STACCO TP (214/018)		
Durata Processo Interno (sett.)	3	
Durata Processo Esterno (sett.)	1	
Punto di riordino		25
Provenienza	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Contenitore	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Q.ta UM	40 Pz	
Destinazione	RITMO S.p.A. (Mag. Ricevimento)	
		 123456

**Figura 4.23: cartellino PIE**

Il lead time quindi deve tener conto di entrambe le lavorazioni (in genere quella esterna dura una settimana mentre quella interna dalle due alle sei a seconda della complessità e del numero di fasi).

Lo schema di funzionamento mostrato in figura 4.24 è simile a quelli precedenti con la differenza che vi sono due lavorazioni consecutive che avvengono una internamente e l'altra esternamente all'azienda.



**Figura 4.24: schema del ciclo del cartellino PIE**

Il percorso verde scuro è quello seguito dal cartellino originale. Quello in verde chiaro invece indica il percorso del fac-simile, le frecce bianche invece indicano il percorso dei materiali.

Per i cartellini PEI le due fasi di lavorazione sono invertite.

#### 4.6.4 Cartellini E

Sono piuttosto rari e vengono usati per quei componenti che hanno bisogno solo di lavorazione esterna. Un esempio ne è la termoplastra che viene acquistata da un fornitore e subito mandata a teflonare. In questo caso il cartellino E contiene che il codice del prodotto teflonato ed è attaccato ad uno A che contiene il codice del prodotto d'acquisto. La piastra una volta ricevuta viene subito spedita all'esterno insieme ad un cartellino fac-simile (fig. 4.25).

I lead time delle lavorazioni esterne sono in genere di una o due settimane.

Articolo 78466806A		E
TP.5000W 230-400V 3F D. 500 V1(214/022)		
Durata Processo Esterno (sett.)		2
Lotto Minimo Cartellini		
Provenienza	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Contenitore	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Q.ta UM	15 Pz	
Destinazione	RITMO S.p.A. (Mag. Ricevimento)	
FAC-SIMILE		

Figura 4.25: cartellino E

Il funzionamento del cartellino E è schematizzato nella figura 4.26

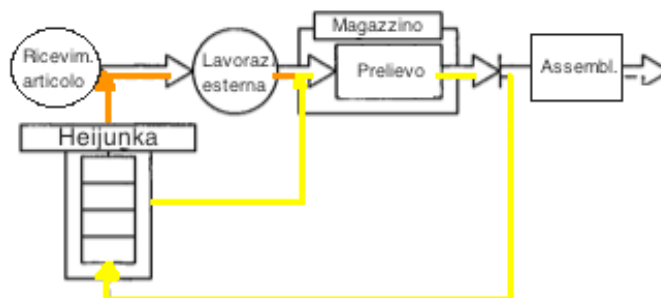


Figura 4.26: schema del ciclo del cartellino E

Le frecce bianche determinano il percorso del materiale. Quelle gialle indicano il percorso seguito dal cartellino originale. Quelle arancioni il percorso del cartellino fac-simile che viene attaccato sull'articolo dopo che

esso viene ricevuto in azienda. Il pezzo viene inviato ad un fornitore esterno e quando ritorna vi viene attaccato il cartellino originale e viene stoccato nel magazzino ricevimento in attesa di una richiesta di materiali dal reparto assemblaggio.





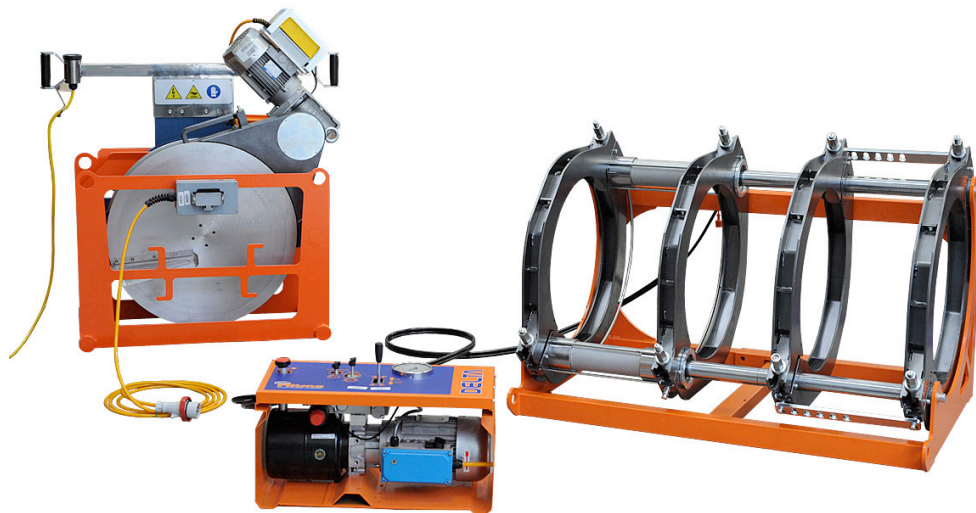
## **Capitolo 5**

### **Kanban System per saldatrici Delta 500-600: azioni preliminari; scelta degli articoli, dimensionamento del sistema, azioni complementari.**

Il capitolo inizia col descrivere le conoscenze che è necessario avere riguardo ai prodotti che si intende gestire. 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.

#### **5.1 Azioni Preliminari**

La buona riuscita del progetto necessita una comprensione adeguata di quali siano i componenti che costituiscono la macchina; la saldatrice finita è composta da 7 sottoinsiemi che sono mostrati in figura 5.1.



**Figura 5.1: saldatrice Delta 500**

- **Corpo macchina:** è il sottoinsieme principale composto dal telaio dalle ganasce e dalle barre di trascinamento. È uguale per tutte le macchine della stessa serie.
- **Corpo fresa:** i suoi elementi fondamentali sono la fresa e il motoriduttore. Vi sono piccole differenze a seconda che l'alimentazione sia trifase o monofase.
- **Gruppo termoplastra:** è formato essenzialmente da una grande piastra in metallo teflonata, che varia a seconda dell'alimentazione elettrica, e dalla sua impugnatura.
- **Quadro elettrico:** varia a seconda dell'alimentazione della saldatrice.
- **Supporto fresa:** è un telaio su cui posizionare la fresa quando non viene utilizzata.
- **Riduzioni:** sono accessori opzionali che possono essere richiesti o meno dal cliente.
- **Pallet:** servono per l'imballaggio finale, a posizionare tutti i componenti della macchina per poi spedirli al cliente.

La modularità di queste saldatrici è elevata quindi molti codici presenti nella distinta sono in comune con altri tipi di macchine. Questo permette di ridurre la variabilità interna mantenendo elevata quella esterna. Nel dimensionamento del Kanban System si sono usati i dati totali di utilizzo.

Molta attenzione deve essere fatta per quanto riguarda i vincoli:

- Il peso che è possibile caricare sul pallet. Molto spesso è capitato di decidere lotti di dimensioni troppo elevate. Sono stati i magazzinieri che conoscendo meglio di tutti il problema, hanno potuto avvisarci.
- Lo spazio: con macchine di grandi dimensioni alcuni pezzi, primo fra tutti il telaio, sono molto ingombranti. Spessissimo accade che alcuni lotti che risulterebbero perfetti dal punto di vista teorico non possano essere realizzati nella pratica perché non vi è sufficiente spazio, o il modo con cui vengono riposti risulta instabile e pericoloso.
- Limitazioni imposte da lavorazioni precedenti: alcune lavorazioni vengono fatte su grandi lotti per ammortizzare il costo del setup su più pezzi. In un orizzonte di breve periodo non potendo sostituire i macchinari è necessario adeguarsi ad esse.
- Conflitti con il personale: in tutte le aziende accade che molti addetti non appoggino le novità poiché esse modificano le loro consuetudini e spaventano. Teoricamente bisognerebbe motivare il personale per remare insieme nella stessa direzione; invece nella pratica si compiono mediazioni accontentando coloro che si oppongono al cambiamento.
- Condizioni economiche generali: l'applicazione del sistema Kanban porta spesso alla necessità di nuovi magazzinieri per effettuare la preparazione ed il trasporto dei materiali, purtroppo in questo periodo storico l'idea di assumere nuovo personale non è considerata fattibile. Molto spesso quindi si decide di lavorare con lotti piuttosto grandi che riducono il numero di preparazioni e spostamenti degli articoli.

## 5.2 Reperimento dei Dati

Questa fase è fondamentale poiché tutto il lavoro si basa sulla qualità dei dati in nostro possesso. In particolare ci è interessato sapere:

- **Codice:** è il dato primario, diverso per ogni articolo in magazzino ed è formato da un numero di otto cifre. A volte può essere presente una lettera per indicare una lavorazione esterna. Il codice non è parlante ma

il primo numero è indicativo della tipologia di articolo considerato ad esempio i codici che iniziano per 4 sono relativi alle viterie più comuni. Il codice è il primo dato da inserire nel cartellino Kanban.

- **Descrizione:** è utile per comprendere di che pezzo si tratta, e dunque se lo si conosce, per capire immediatamente se vi siano dei vincoli o se si tratti di un pezzo di fondamentale importanza.
- **Livello** nella distinta base: questo dato seppur banale è fondamentale per dimensionare il sistema infatti un articolo di livello inferiore utilizzato su due diversi codici di livello superiore ha per consumi la somma di essi. Qualora venisse considerata una cifra minore, l'approvvigionamento di uno dei due sovra-insiemi non è garantito.
- **Tipo parte:** ogni cartellino differisce a seconda del tipo parte; perciò sapere di che tipo parte è un codice permette di capire subito di che tipo di cartellino ho bisogno. A seconda del tipo di cartellino saranno poi necessari diverse copie, i fac-simile stampati da consegnare alle lavorazioni interne o elettronici da inviare ai fornitori esterni.
- **Costo:** è il primo dei dati che determinano la modalità di gestione di un articolo. Per componenti prodotti in caso è stato utilizzato il costo standard; per componenti d'acquisto si è invece utilizzato il costo ultimo di acquisto, notando come alcuni prodotti negli anni siano aumentati costantemente di prezzo mentre altri invece siano diminuiti.
- **Consumo previsionale:** questo è il secondo dato determinante ma non è facile da stabilire. Si è deciso di basarsi su dati storici dando maggior peso agli ultimi anni. Per alcuni codici questo si è rivelato impossibile in quanto negli anni i consumi variavano anche di dieci volte. Per questi pochi codici si è dovuto comprendere il loro utilizzo ed i motivi di questa grande variazione, fortunatamente si trattava di articoli di basso valore e quindi si è deciso di tenerli a scorta.
- **Lead time:** è un dato essenziale, per definirlo bisogna innanzitutto comprendere di che tipo di articolo si tratta, se venga prodotto internamente o acquistato presso un fornitore. Questa distinzione seppur banale necessita di una certa conoscenza dei codici dell'azienda

infatti può accadere che si inizi a realizzare internamente alcuni articoli che venivano acquistati o viceversa senza modificare il tipo parte. È necessaria dunque una certa attenzione. Fatto questo per i prodotti di acquisto si guardano i lead time di fornitura; per codici realizzati da officina e carpenteria bisogna conoscere la sequenza di lavorazioni che il pezzo subisce e da queste stimare il lead time.

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.

### 5.3 Cross Analysis

Per capire se la gestione attuale dei codici sia adeguata e su quali sia il caso di intervenire prima, viene utilizzata la Cross Analysis. Per servirsene si può impostare un foglio Excel nel quale siano presenti tutti i codici che si vogliono considerare (in figura 5.1 vi sono i codici della saldatrice Delta 500).

Sono necessari i dati relativi ai consumi, alla giacenza media ed al costo di ogni singolo articolo considerato. Consumi valorizzati e giacenza valorizzata dovranno essere messi in ordine decrescente per ottenere le diverse classi A, B e C che formano la tabella. Bisogna poi creare un nuovo foglio di supporto in cui i codici sono presenti due volte, la prima con la relativa classe di giacenza la seconda con la classe di consumo. Il passo successivo è la realizzazione di una tabella pivot che permetta di organizzare i dati separando le diverse classi. Nella matrice finale sono presenti il numero di articoli, la giacenza media valorizzata ed il consumo valorizzato. Non sono presenti i codici articolo che però possono essere trovati facilmente nel foglio pivot utilizzando un filtro.

		Classe Giacenza Media						TOTALE	
Classe consumo		A=80%		B=15%		C=5%			
A=80%	Codici	19	6,93%	12	4,38%	2	0,73%	33	12,04%
	Giacenza media [€]	€ 213.220	67,90%	€ 7.524	2,40%	€ 235,89	0,08%	€ 220.981	70,37%
	Consumo [€]	€ 489.853	64,53%	€ 105.266	13,87%	€ 10.335	1,36%	€ 605.454	79,76%
	IR/GG_cop	2,30	159	13,99	27	43,81	9	2,74	134
B=15%	Codici	8	2,92%	33	12,04%	6	2,19%	47	17,15%
	Giacenza media [€]	€ 26.275	8,37%	€ 22.221	7,08%	€ 1.021	0,33%	€ 49.517	15,77%
	Consumo [€]	€ 26.780	3,53%	€ 79.330	10,45%	€ 9.163	1,21%	€ 115.274	15,19%
	IR/GG_cop	1,02	359	3,57	103	8,98	41	2,33	157
C=5%	Codici	7	2,55%	38	13,87%	149	54,38%	194	70,80%
	Giacenza media [€]	€ 10.892	3,47%	€ 18.074	5,76%	€ 14.567	4,64%	€ 43.533	13,86%
	Consumo [€]	€ 4.890	0,64%	€ 13.698	1,80%	€ 19.741	2,60%	€ 38.328	5,05%
	IR/GG_cop	0,45	814	0,76	482	1,36	270	0,88	415
TOTALE	Codici totale	34	12,41%	83	30,29%	157	57,30%	274	100,00%
	Giacenza media [€] tot	€ 250.387	79,73%	€ 47.819	15,23%	€ 15.824	5,04%	€ 314.030	100,00%
	Consumo [€] totale	€ 521.523	68,71%	€ 198.294	26,12%	€ 39.238	5,17%	€ 759.056	100,00%
	IR/GG_cop	2,08	176	4,15	89	2,48	148	2,42	152

**Figura 5.1: Cross Matrix Delta 500**

I codici della saldatrice Delta 500 sulla diagonale sono 201 e corrispondono al 73,71% del totale. Sono quelli a cui corrisponde una buona coerenza gestionale: la classe Aa è formata da 19 codici che rappresentano il 6,93%; la classe Bb con 33 articoli forma il 12,4%; mentre la Cc è la maggiore costituisce con 149 prodotti il 54,38% del totale.

Le classi al di sotto della diagonale: Ba, Ca, e Cb sono quelle a più bassa rotazione i cui articoli hanno giacenza molto elevata rispetto ai consumi. Esse rappresentano rispettivamente con 8 articoli il 2,92%, con 7 il 2,55% e con 38 il 13,87% del totale; sono complessivamente 62 codici e pesano per il 19,34%. Infine le classi Ab, Ac e Bc che si trovano al di sopra della diagonale formano il 7,3% del totale con 20 codici. Gli articoli in queste tre classi hanno una giacenza bassa rispetto ai consumi e quindi indice di rotazione molto elevato; bisogna capire se non vi sia il rischio di rotture di stock. Le tre categorie rappresentano rispettivamente il 4,38% del totale con 12 articoli, lo 0,73% con 2 e il 2,19% con 6.

## 5.4 Matrice ABC/XYZ

Una volta realizzata la Cross Analysis è immediato realizzare una seconda matrice chiamata ABC/XYZ che permette di capire quale sia il metodo adeguato di gestione di un articolo. La realizzazione è simile a quella della prima matrice, i dati in input delle classi di consumo sono gli stessi della matrice ABC. Non utilizzeremo più i dati riguardanti la giacenza media ma

avremo bisogno della deviazione standard della domanda di ogni codice considerato. Per quanto riguarda le tre tipologie di consumo X, Y e Z si è deciso di inserire l'articolo nella classe X per  $v_D < 0,5$ ; nella tipologia Y con  $0,5 \leq v_D < 1$  e nella Z se  $v_D \geq 1$ .

		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%	

Figura 5,2: Matrice ABC/XYZ

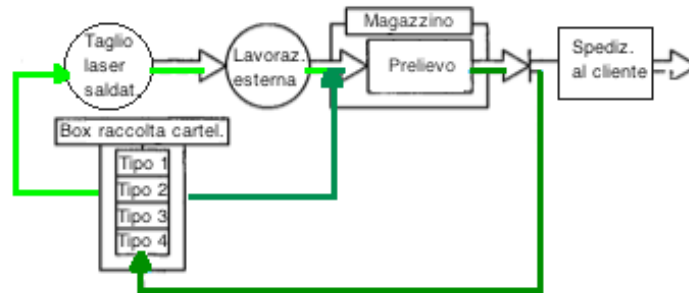
La zona verde è quella con gli articoli ad alto valore ed alta movimentazione che sono adatti al JIT, questi 13 articoli formano il 4,7% del totale e sono stati tutti messi a Kanban. L'area gialla è quella in cui vi sono gli articoli ad consumi prevedibili ma di basso valore che si gestiscono su previsione e rappresentano il 31,8% del totale con 87 codici. La regione azzurra è occupata da codici con consumi importanti dal punto di vista del valore ma difficili da prevedere poiché intermittenti in questo caso la gestione si basa sui fabbisogni reali. Essi sono 5 e rappresentano l'1,8% del totale. La superficie viola è occupata da prodotti dai consumi sporadici, che quindi non permettono previsioni, e di basso valore. Sono 12 codici e rappresentano il 4,4% per questi

articoli si può valutare se sia il caso di eliminarli. In bianco invece vi sono 157 articoli che formano il 57,3% del totale, questi si trovano nella posizione intermedia tra due tipi di gestione diversa. In questo caso bisogna valutare quale sia il metodo migliore per ogni singolo codice. È necessaria una certa conoscenza degli articoli, dei loro cicli di lavorazione e da come essi vengono trattati dai vari attori lungo il processo produttivo. In questo caso dunque l'ultima parola spetta al responsabile della logistica che negli anni ha messo a Kanban le altre saldatrici e quindi ha l'esperienza necessaria per prendere l'ultima decisione. Nel caso di Ritmo la direttiva era quella di utilizzare il Kanban il più possibile, applicandolo per tutti i prodotti il cui valore dei consumi superi i 500 euro l'anno, quindi è stata questa richiesta a determinare il tipo di gestione.

Un caso difficoltoso è rappresentato dalle riduzioni: esse sono articoli opzionali che il cliente può scegliere *se e quali* acquistare. Servono per utilizzare una macchina di dimensione elevata con tubi di diametri inferiori. Il consumo di questi codici è sporadico ed imprevedibile ma essi sono molto importanti per completare l'offerta al cliente. A complicare ancora di più le cose c'è il fatto che le riduzioni sono prodotte attraverso il taglio laser della lamiera tutte nello stesso momento e in eguale quantità. Questo ha fatto sì che in magazzino vi siano moltissime scorte della misura meno richiesta e pochissime di quella con maggior mercato. Infine alcune movimentazioni non vengono registrate correttamente quindi non si conosce esattamente quale sia la giacenza. Al termine delle trattative con gli addetti al taglio laser si è riusciti ad ottenere di poter tagliare le riduzioni una volta al mese, tutte assieme ma con mix variabile. Questo ha imposto una gestione attraverso un reintegro a tempo fisso della scorta. Per fare ciò senza l'uso del gestionale si utilizzano dei cartellini: ogni volta che le riduzioni vengono prelevate l'addetto stacca il cartellino relativo a quella riduzione e lo mette in un contenitore assieme a tutti gli altri appartenenti alle altre riduzioni. Le targhette si accumulano per un mese, a quel punto vengono raccolte e vanno a determinare la produzione di reintegro. La realizzazione delle riduzioni prevede il taglio della lamiera saldatura che sono lavorazioni interne e zincatura che invece viene affidata a



terzi. Una volta realizzate le riduzioni vengono portate nel loro punto di stoccaggio nel magazzino spedizioni e vi si riattacca il relativo cartellino. Questo meccanismo di funzionamento è mostrato in figura 5.3.



**Figura 7: schema del ciclo dei cartellini delle riduzioni**

Il colore verde scuro rappresenta la circolazione dei cartellini delle riduzioni. Quello verde chiaro quella dei relativi fac-simile. Questo schema è molto simile a quello dei Kanban PEI con la fondamentale differenza che la circolazione dei cartellini PEI è continua mentre quelli delle riduzioni una volta staccati dall'item rimangono fermi nel box di raccolta dove si accumulano. Il ciclo riparte una sola volta al mese e vengono processati tutti assieme. Vi è ancora una volta l'uso del fac-simile che viene sostituito con l'originale una volta che le riduzioni vengono stoccate nel magazzino spedizioni; non quello ricevimento perché le riduzioni una volta realizzate non subiscono altre lavorazioni ma vengono spedite al cliente insieme al resto delle parti che costruiscono la saldatrice.

## 5.5 Dimensionamento Kanban System

Una volta gestita la grande mole di dati input si può procedere con il dimensionamento teorico del sistema Kanban. Per farlo si può utilizzare un foglio Excel di supporto (fig. 5.2).

Lv	Codice	Descrizione	TP	Ciclo	NOTE	Costo	Consumo previsionale 1 anno	Valore cons prev 1 anno	EOQ calcolato	LR	N° K	pezzi x k	PR	Consumo medio mensile	LT
0	81741290	GR. CORPO MACCHINA DELTA 500V1(214/000.5	2					0	#DIV/0!					0	
1	10000200	NIPPO MM SVASATO G3/8"	4			0.295	1600	472	544	400	2	400		133	2
1	10050000	INNESTO RAPIDO ANTIG. FFH 0638 GAS MR	4			3.7	1600	5920	154	300	2	300		133	15
1	10051000	INNESTO RAPIDO ANTIG. FFH 0638 GAS F	4			7.5	1450	10875	103	300	2	300		121	15
1	10105240	ROSETTA HANE 17x23x1.5 G3/8"	4			0.045	2600	117	1776					217	
1	10106020	ROSETTA BONDED RB 3/8"	4			0.147	3400	500	1124					263	
1	10720000	FILTRO G 1/42-BRONZO	4			0.199	2600	491	867					217	
1	32141420	POMOLO SFERA D30 M10	4			0.588	900	511	294					75	
1	32200401	TAPPO MASCH. ARANC. INN. RAP. 3/8"	4			0.35	1600	560	500					133	
1	32200801	TAPPO FEMM. ARANC. INN. RAP. 3/8"	4			0.35	1600	560	500					133	
1	33152010	ASTUCCIO PORTACI DELTA-RITMO	4			4.44	1250	5550	124					104	
1	40000444	VITE TE 10.9 M10x80 UNIS737-Zn	4			0.17	1300	221	846	1000	1	250		108	15
1	40123022	VITE TCEI 8.8 M10x70UNIS931-Zn	4			0.1241	450	96	445	400	1	90		38	15
1	40123552	VITE TCEI 8.8 M12x70UNIS931-Zn	4			0.1766	1450	256	670	1000	1	300		121	15
1	40124582	VITE TCEI 8.8 M16x40UNIS931-Zn	4			0.2159	350	76	298	200	1	70		29	15
1	40124702	VITE TCEI 8.8 M16x100 UNIS931-Zn	4			0.48	250	120	169	200	1	50		21	15
1	41090084	DADO AUTOFR. 65 M10 UN1473-Zn	4			0.0267	2500	67	2261	1500	1	400		208	1
1	41190091	ROSETTA F6 10.5x21 UNIS692-Zn	4			0.0068	8500	58	8283	9000	1	2000		708	1
1	41190121	ROSETTA F6 17x30 UNIS692-Zn	4			0.0225	1600	36	1971	1500	1	200		133	1
1	41391180	ANELLO 15 UNI 7437-Br	4			0.0118	2200	26	3191	1000	1	250		183	1
1	61000100	CHIAVE MASCHIO ESAG. PIEG. 8	4			0.297	120	36	149	100	1	20		10	1
1	61000120	CHIAVE MASCHIO ESAG. PIEG. 10	4			0.71	210	149	127	150	1	30		18	1
1	61020220	CHIAVE A TUBO 30x32 L=200	4			2.15	200	430	71	150	1	30		17	1
1	70091251B	BARRA STAGCO TP (214/018)	2	TAGL+ZINC	MULTIPLI 20	1.9	200	360	302	40	1	25		17	1
1	70541281B	BARRA TRASCINAMENTO (214/017)	2	TAGL+ZINC	MULTIPLI 20	1.11	200	222	384	40	1	25		17	1
1	70761260	BOCCOLA 3 MORSA (214/012)	2			2.11	400	844	120	120	1	50		33	1
1	70761270	BOCCOLA INTERNA 4 MORSA (214/013)	2			1.96	200	392	289	60	1	25		17	1
1	70761280	BOCCOLA INTERNA 4 MORSA (214/049)	2			2.4513	200	480	259	60	1	25		17	1
1	72727930	ETICH. LADES. LOGO WWW.RITMO.IT* (202019)	4			2.47	480	1186	103					40	
1	73011251B	FLANGIA DAD. MORSE (214/003)	2	TAGL+ZINC	MULTIPLI 15	0.5914	200	119	525	40	1	25		17	1
1	73336793P	GAMASCIA IN ERIORE LAV. (214/007.7)	2			36.21	440	15932	100	80	7	20		37	15
1	73346779P	GAMASCIA SUPERIORE LAV. (214/002.6)	2			36.21	440	15932	100	80	7	20		37	15
1	74531451B	LEVA CHIAVE MORSE (51/009)	4			1.9982	280	560	87	150	1	40		23	1.25
1	76341261B	PERNO BARRA TRASCINAMENTO (214/021)	4			1.2	600	720	165	300	1	120		50	2
1	78407285A	TELAIO MACCHINA DELTA 500 V1 (214/016)	2	SALDAT+VERNIC	MULTIPLI 8	36.8153	110	4270	48	15	10	3		9	1.25
1	78961291B	TIRANTE CILINDRO M10x629 (214/028)	2	ZINC		2.5699	600	1536	499	300	1	100		50	1.25
1	78791270	TUBO FL 3/8" FD-HD G3/8" L=600 (214/025)	4			4.456	200	891	50	30	2	30		17	1
2	10801320	GUARNIZIONE OR 03158	4			0.037	1200	44	1331					100	
2	10802820	GUARNIZIONE OR 04250	4			0.0939	450	42	512					38	
2	10809500	GUARNIZIONE OE-1055-00801	4			2.2350	220	492	73					18	
2	10810300	GUARNIZIONE OO-1040-00801	4			1.496	3000	4458	332					250	
2	10816640	GUARNIZIONE B3-4002-P5008	4			1.7	450	765	120					38	
2	10825250	RASCHIATORE AM-4005-Z5053	4			1.37	400	548	126					33	
2	10846010	ANELLO GUIDA AT-SF15X56X7.9 RF	4			2.75	400	1100	89	215	1	100		33	2.25
2	41374360	ANELLO 40 TIPO AK DIN983-Br	4			0.415	400	166	229	200	1	60		33	1



Il foglio elettronico contiene:

- Livello in distinta base;
- Codice;
- Descrizione;
- Tipo parte;
- Ciclo: in questo è possibile annotare le lavorazioni che vengono effettuate sul pezzo per non confondere i cartellini PIE con quelli PEI
- Note: ad esempio il lotto minimo, il lotto multiplo o articolo da cui derivano;
- Il costo unitario;
- Il consumo previsionale in un anno;
- Il consumo valorizzato in un anno;
- Il lotto economico;
- Lotto di riordino deciso;
- Il numero di Kanban che circoleranno;
- Pezzi per Kanban;
- Punto di riordino;
- Lead time di ripristino;
- Colonne di controllo da spuntare una volta effettuata l'operazione: confezionamento richiesto, cartellini pronti, cartellini distribuiti, cartellini fac-simile distribuiti, file fac-simile distribuiti, capitolo agganciato, classificazione e parametri inseriti nel gestionale.
- Colore della riga: i codici verde chiaro sono quelli condivisi con le altre macchine e già a Kanban. Il verde scuro rappresenta un codice in cui il lavoro è terminato. L'azzurro rappresenta codici in cui l'analisi teorica è terminata, ma non sono ancora stati preparati i cartellini e inseriti i parametri nel gestionale. Il viola rappresenta codici la cui analisi è bloccata in attesa di maggiori chiarimenti.

Per chiarire ulteriormente il modo di procedere saranno mostrati due esempi:

ES. 1: codice 10050000

L'articolo appartiene alla classe di consumo A, è nella categoria di giacenza a, e tipo di consumo X quindi lo tratteremo tramite Kanban.

Seguendo le colonne del foglio elettronico si può vedere che:

- Si trova al primo livello della distinta base.
- È un codice d'acquisto (TP 4) quindi può essere trattato tramite cartellino A ROSSO tradizionale, A ROSSO con soglia o A NERO con punto di riordino, descritti nel paragrafo 4.6.1.
- Non ha né lavorazioni successive da cui tener conto né lotti multipli.
- Il suo consumo previsionale è di 1450 pezzi l'anno che al costo di 3,7 euro al pezzo hanno un valore complessivo di 5920 euro l'anno. Se l'articolo fosse stato in una zona bianca della matrice ABC/XYZ questo valore poiché supera i 500 euro ci avrebbe fatto optare per il Kanban
- Il lotto economico è 154, calcolato con la formula del primo capitolo:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_0}{p \cdot i}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1600 \cdot 3,55}{3,7 \cdot 0,13}} = 153,68$$

- In questo caso il valore è stato accettato dal punto di vista teorico ma non nella pratica perché il fornitore non ammetteva ordini così piccoli. Il lotto di riordino (LR) è stato dunque fissato a 300 pezzi.
- L'azienda calcola il proprio costo di giacenza applicando un interesse del 13% sul prezzo d'acquisto o sul costo standard di produzione a seconda che l'articolo venga acquistato o prodotto internamente. Il costo dell'ordine è di 3,55 € questo valore è stato calcolato in Ritmo S.p.A. dividendo per il totale degli ordini effettuati la somma del costo del personale coinvolto nelle seguenti attività:
  - Ufficio acquisti (Personale per creazione, emissione e sollecito dell'ordine)
  - Ricevimento merci (Personale per scarico, smistamento e stoccaggio nonché nell'abbinamento dei portafogli ordine con i documenti interni di carico merce)
  - Contabilità/amministrazione (controllo e sollecito fatture)

- Telefonate, fax etc.

Se invece avessi avuto un articolo prodotto internamente avrei dovuto considerare un costo di setup di 53,2 €. Questo valore si desume dalla moltiplicazione del costo orario standard del personale dell'officina che è 26,6 euro l'ora per il tempo standard di setup delle macchine in officina che è di due ore. Gli elementi di costo per il calcolo del lotto economico sono mostrati in tabella 5.1.

**Tabella 6.1: elementi di costo considerati nel calcolo del lotto economico.**

<b>Costi considerati</b>	<b>Valore</b>
Costo percentuale del denaro	5,75 %
Costo percentuale assicurazione	0,5303 %
Costo percentuale occupazione spazio	6,5113 %
Interesse percentuale totale (somma)	12,7916 %
Costo dell'ordine	3,55 €
Costo setup	53,2 €
Tempo standard setup	2 h
Costo standard personale officina	26,6 €/h

- Il numero di cartellini deriva dalla formula del terzo capitolo in questo caso  $t_e + t_f$  corrispondono al lead time di fornitura:

$$K = D * (LT) / Q * (1 + \beta) = 133 * 1,5 / 300 * (1 + 1) = 0,665 * 2 = 1,33 = 2$$

- In questo caso l'articolo è di piccole dimensioni ed il contenitore contiene 300 pezzi. La scelta sarebbe potuta essere differente, si sarebbero potuti utilizzare contenitori più piccoli facendo più movimentazioni di materiali. Poiché il personale del magazzino risulta essere sovraccarico di lavoro si è deciso di sacrificare l'efficienza economica in favore di quella pratica. Va detto che anche così la modifica è migliorativa rispetto allo stato precedente.
- Il numero di pezzi indicati nel cartellino è lo stesso rispetto al lotto di riordino si utilizzerà di conseguenza il cartellino tradizionale. Se invece avessimo scelto di trasportare gli item in contenitori meno capienti, ad

esempio da 100 pezzi, ed il lotto di riordino fosse come in questo caso vincolato a 300 pezzi utilizzeremmo dei cartellini a soglia. Essi sono rassomiglianti ai tradizionali con l'aggiunta dell'indicazione di quanti Kanban andranno accumulati in bacheca prima di far partire l'ordine: in questo esempio  $LR / Q = 300 / 100 = 3$  cartellini.

- La casella punto di riordino in questo caso è vuota perché il codice viene gestito attraverso il vuoto pieno ( $N^{\circ} K = 2$ ) se l'articolo fosse gestito attraverso il punto di riordino il numero dei cartellini sarebbe stato 1 e la casella "pezzi x k" sarebbe stata vuota.
- Questo articolo non richiede nessun particolare confezionamento.
- I cartellini originali ed il pdf dei fac-simile sono stati completati, questo lo si vede dal SI nella relativa casella.
- La casella "cartellini fac-simile" distribuiti invece viene barrata perché per i cartellini A è il fornitore a occuparsi della stampa.
- Non richiedendo particolare confezionamento anche la casella "capitolato agganciato" di questo articolo è stata barrata
- Il "SI" nelle ultime due caselle significa che la classe dell'articolo (se a Kanban o no) e i parametri gestionali sono aggiornati.
- L'articolo è completato ed infatti la riga è di colore verde scuro.

ES. 2: codice 70081251B

Questo articolo è di classe di consumo C, classe di giacenza c, e tipo di consumo Y.

Procedere lungo le colonne possiamo vedere che:

- Anch'esso si trova al primo livello della distinta base.
- È un articolo prodotto internamente (TP 2) attraverso il taglio laser (lo si vede perché c'è un codice di riferimento tra parentesi in descrizione) che subisce successivamente una lavorazione esterna. Può essere trattato tramite cartellino PIE tradizionale, PIE con soglia o PIE con punto di riordino.
- Viene prodotto in lotti multipli di 20. Questo lo si può vedere solo andando a vedere la documentazione del taglio laser

- Il suo consumo previsionale è di 200 pezzi l'anno che al costo di 1,8 euro al pezzo hanno un valore complessivo di 360 euro l'anno, se ci fosse stato il dubbio questo dato ci porta a gestirlo attraverso il punto di riordino.
- Il lotto economico è 302, calcolato con la formula del primo capitolo:

$$EPQ = \sqrt{\{(2 * D * C_s) / (p * i)\}} = \sqrt{\{(2 * 200 * 53,2) / (1,8 * 0,13)\}} = 301,56$$

- Ancora una volta si è scelto un lotto di riordino differente, molto più vicino ai lotti consuetudinari utilizzati in passato, pensando di poter suddividere il costo di setup tagliando questo articolo insieme ad altri come ad esempio il codice nella riga immediatamente inferiore. Il lotto di riordino (LR) è stato dunque fissato a 40 pezzi.
- In questo caso il numero dei Kanban è uno cioè il solo cartellino dov'è indicato il punto di riordino.
- La casella “pezzi x k” viene lasciata vuota per non creare confusione con gli articoli che sono effettivamente a Kanban.
- Il punto di riordino (25) è trovato con la formula del primo capitolo:

$$PR = C_m * LT + SS = 17 * 1 + 6 = 24$$

- Anche questo articolo non richiede nessun particolare confezionamento.
- I cartellini originali ed il pdf dei fac-simile sono stati completati e distribuiti.
- Ancora una volta non necessitando un particolare confezionamento anche la casella “capitolato agganciato” di questo articolo è stata barrata
- Il “SI” nelle ultime due caselle significa che la classe e i parametri stati sono aggiornati, perciò anche questa linea è verde scuro.

Nella tabella 5.2 sono riassunti i dati derivati dalle diverse analisi: per ogni articolo è indicata la classe di consumo, giacenza e tipo di consumo, il numero



di Kanban, il tipo di cartellino ed il lead time. Per i prodotti gestiti a Kanban è stato indicato il numero di cartellini, il lotto di riordino ed i pezzi per Kanban, quando questi ultimi due dati sono uguali significa che si utilizzano cartellini tradizionali, se sono diversi si utilizzano Kanban con soglia. Per gli articoli gestiti con il punto di riordino è indicato il punto di riordino, il lotto di riordino e la scorta di sicurezza. I codici in grigio sono in comune con altre saldatrici i cui codici erano già stati studiati negli anni precedenti.

**Tabella 5.2: riassunto dei codici della Delta 500 trattati.**

Codice	Cl. Cons.	Cl. Giac.	Coef. Var.	Tp. Cons.	N° K	Tipo Kanban	PR	LR	Pezzi x K	LT (mesi)	SS
10000010	B	a	0,25	X							
10000020	C	b	0,43	X	2	A rosso		400	400	2,00	
10035000	C	b	0,34	X							
10050000	A	a	0,24	X	2	A rosso		300	300	1,50	
10051000	A	a	0,26	X	2	A rosso		300	300	1,50	
10105070	C	c	0,31	X							
10105240	C	b	0,47	X							
10105630	C	b	0,37	X							
10106010	C	b	0,20	X							
10106020	C	b	0,23	X							
10601110	C	c	0,33	X							
10601320	C	c	0,52	Y							
10602820	C	c	0,88	Y							
10609500	C	b	0,70	Y							
10610300	A	a	0,53	Y							
10614640	C	c	0,89	Y							
10625250	B	b	0,91	Y							
10646010	B	b	0,85	Y	1	A nero	100	215		2,25	23
10720000	C	a	0,18	X							
10905030	A	b	0,43	X							
11000910	A	a	0,41	X							
15260001	A	a	0,41	X							
20420040	B	c	1,28	Z	3	A rosso		30	30	2,00	
20441320	A	b	1,10	Z	3	A rosso		30	30	2,00	
21651250	A	a	0,97	Y	16	A ros. soglia		30	5	1,25	
32010220	C	c	1,47	Z							
32030121	B	b	1,00	Z							
32090921	C	a	0,32	X							
32090931	C	c	0,79	Y	1	A nero	100	200		2,00	31

32141420	C	b	1,22	Z							
32200401	B	a	0,31	X							
32200601	C	a	0,31	X							
33152010	B	a	0,26	X							
40003044	C	b	0,48	X	1	A nero	250	1000		1,50	85
40121002	C	b	0,32	X	1	A nero	1200	6000		1,00	238
40121262	C	c	0,45	X	1	A nero	100	500		1,00	12
40121302	C	c	0,48	X	1	A nero	500	2000		1,00	95
40121622	C	c	0,58	Y	1	A nero	200	1000		1,00	84
40122392	C	c	0,44	X	1	A nero	300	2000		1,00	107
40122412	C	c	0,41	X	1	A nero	400	2500		1,00	114
40122432	C	b	0,32	X	1	A nero	500	1500		1,00	238
40122472	C	c	0,42	X	1	A nero	100	500		1,00	32
40122942	C	c	0,24	X	1	A nero	350	1000		1,00	54
40123022	C	c	0,38	X	1	A nero	80	400		1,50	21
40123032	C	c	0,31	X	1	A nero	300	1000		1,00	56
40123552	C	c	0,45	X	1	A nero	300	1000		1,50	97
40124582	C	c	0,60	Y	1	A nero	70	200		1,50	25
40124702	C	c	0,44	X	1	A nero	50	200		1,50	13
40140033	C	c	0,87	Y	1	A nero	40	100		1,00	14
40240804	C	c	0,46	X	1	A nero	300	1500		1,00	43
40241314	C	c	0,47	X	1	A nero	500	2000		1,00	165
40241664	C	c	0,28	X	1	A nero	1000	5000		1,00	137
40241684	C	c	0,69	Y	1	A nero	500	3000		1,00	196
40242374	C	c	0,93	Y	1	A nero	150	500		1,00	74
40242414	C	c	0,51	Y	1	A nero	50	200		1,00	13
40300974	C	b	0,21	X	1	A nero	2500	10000		1,00	291
40301312	C	c	0,89	Y	1	A nero	1000	5000		1,00	499
40301622	C	c	0,42	X	1	A nero	2000	5000		1,00	460
40330945	C	c	0,97	Y	1	A nero	300	1000		1,00	147
40331573	C	b	0,51	Y	1	A nero	2500	10000		1,00	500
40332953	C	c	0,45	X	1	A nero	50	200		1,00	6
40571042	C	c	0,66	Y	1	A nero	100	400		1,00	23
40600972	C	c	1,61	Z	1	A nero	50	200		1,00	28
40781002	C	c	0,40	X	1	A nero	1000	3000		1,00	221
40811312	C	c	0,40	X	1	A nero	600	3000		1,00	142
41002040	C	c	0,46	X	1	A nero	600	2000		1,00	136
41004092	C	c	0,47	X	1	A nero	400	2000		1,00	83
41060082	C	b	0,44	X	1	A nero	600	3000		1,00	152
41090094	C	c	0,49	X	1	A nero	400	1500		1,00	152
41190051	C	c	0,95	Y	1	A nero	300	3000		1,00	45
41190061	C	c	0,47	X	1	A nero	800	5000		1,00	183
41190081	C	c	0,44	X	1	A nero	600	3000		1,00	202

41190091	C	c	0,19	X	1	A nero	2000	9000		1,00	173
41190121	C	c	0,50	Y	1	A nero	200	1500		1,00	79
41253041	C	c	0,33	X	1	A nero	4000	10000		1,00	725
41253051	C	c	0,43	X	1	A nero	2000	10000		1,00	556
41253091	C	c	0,39	X	1	A nero	600	3000		1,00	166
41374360	C	c	0,97	Y	1	A nero	60	200		1,00	25
41391180	C	c	0,19	X	1	A nero	250	1000		1,00	47
41422440	C	c	0,66	Y	1	A nero	100	500		1,00	12
41622435	C	c	0,92	Y							
41851400	C	c	0,91	Y							
42042761	C	c	0,60	Y	1	A nero	200	1000		1,00	68
42105262	C	c	1,19	Z	1	A nero	350	3000		1,00	180
42210051	C	c	0,87	Y							
42830002	B	b	0,65	Y							
43009330	B	b	0,54	Y							
43603520	C	c	0,90	Y	1	A nero	70	150		1,00	23
44046040	A	b	1,02	Z	10	A rosso		20	5	1,00	
44090090	C	c	0,94	Y							
44111640	C	c	1,03	Z							
44120050	B	b	0,95	Y	2	A rosso		30	30	2,00	
44320060	B	c	1,59	Z	3	A rosso		20	20	2,00	
44360110	A	a	0,90	Y	2	A rosso		10	10	1,00	
50090112	B	b	0,90	Y	2	A rosso		5	5	1,00	
50210502	A	b	0,76	Y	2	A rosso		10	10	1,00	
51050010	A	a	0,41	X							
52000001	B	b	0,66	Y							
52210020	A	a	0,49	X							
52990110	C	c	0,69	Y							
52990610	B	b	0,44	X							
53000100	B	b	0,59	Y							
53010100	A	a	0,56	Y							
53040330	B	b	0,90	Y	2	A rosso		15	15	1,00	
53050190	B	b	0,73	Y							
53070770	B	b	0,67	Y							
54000000	C	c	0,78	Y							
54000070	C	c	0,68	Y							
54020460	C	c	0,78	Y							
54034260	B	c	0,81	Y							
56000080	C	b	0,36	X							
56000100	C	c	0,37	X	1	A nero	40	200		1,00	10
56000120	C	c	0,38	X							
56000160	C	c	0,32	X	1	A nero	40	200		1,00	6
56000280	C	c	0,87	Y	1	A nero	40	200		1,00	16

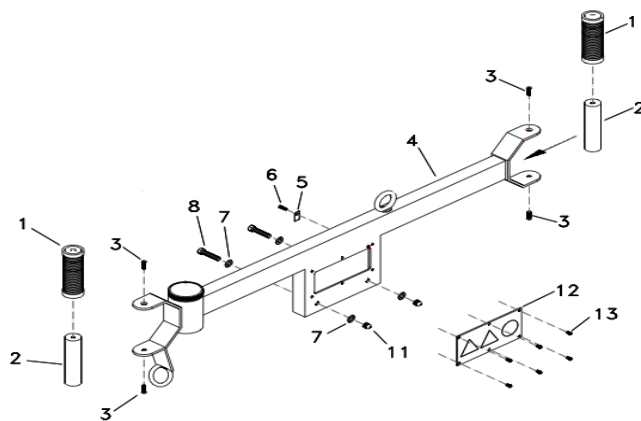
56050031	C	b	0,33	X							
56050041	C	c	0,83	Y							
56050231	C	c	0,41	X							
56050251	C	c	0,61	Y							
56051031	C	c	0,28	X							
56051231	C	c	0,36	X							
56054003	C	c	0,46	X							
56054013	C	c	0,26	X							
56054043	C	c	0,24	X							
56054060	C	c	0,52	Y	1	A nero	400	3000		1,00	109
56054063	C	c	0,23	X							
56054453	C	c	0,51	Y							
56060183	C	b	0,36	X							
56060243	C	c	0,62	Y							
56062410	C	c	0,35	X	1	A nero	150	500		1,00	24
56112511	C	c	0,34	X							
56120080	C	b	0,34	X							
56201835	A	b	1,28	Z	2	A rosso		50	50	1,00	
56203013	B	a	1,30	Z							
56204630	B	b	0,73	Y							
56270606	C	c	0,24	X							
56280030	C	c	0,66	Y							
56280421	C	c	0,64	Y							
56280601	C	b	0,68	Y							
56300011	C	c	0,61	Y							
56300021	C	c	0,46	X							
56300031	C	c	0,68	Y							
56300431	C	b	0,62	Y							
56300721	C	a	0,32	X							
56300731	C	b	0,52	Y							
56302331	C	c	0,54	Y							
56330020	C	c	0,49	X							
56510070	C	c	0,82	Y							
56510322	C	c	0,50	Y							
56510332	C	c	0,51	Y	1	A nero	50	100		1,00	13
56600010	C	c	0,51	Y							
56600013	C	c	0,39	X							
56600014	C	c	0,32	X							
56600020	C	c	0,63	Y							
56600024	C	c	0,47	X							
56601032	C	c	0,46	X							
56603001	C	c	0,53	Y							
56603006	C	c	0,41	X							

56603007	C	c	0,54	Y							
56641022	A	a	0,48	X							
56710480	B	b	0,77	Y							
56720070	B	b	0,65	Y							
56720800	B	b	1,83	Z	6	A ros, soglia		50	25	1,00	
56730401	C	b	0,32	X							
56731600	B	b	0,46	X							
56731610	B	b	0,62	Y							
56740710	C	b	0,30	X	1	A nero	20	100		1,00	3
56742112	C	b	0,45	X							
56743020	C	b	0,50	Y							
56743303	C	c	0,99	Y	1	A nero	100	400		1,00	49
56760360	C	b	0,56	Y	2	A rosso		40	40	1,50	
56901000	C	a	0,21	X							
56911660	C	b	0,57	Y							
56951631	C	c	0,47	X							
56954071	C	c	0,47	X							
57120170	B	b	0,79	Y							
61000100	C	c	1,00	Z	1	A nero	20	100		1,00	10
61000120	C	c	0,91	Y	1	A nero	30	150		1,00	12
61020220	C	c	0,87	Y	1	A nero	30	150		1,00	13
62000080	B	b	0,74	Y	2	A rosso		50	50	1,50	
64000100	C	b	0,25	X							
64000110	C	b	0,47	X							
64020500	C	b	0,38	X							
70141250	B	b	0,94	Y	3	PI		20	20	2,75	
70742020	A	a	0,91	Y							
70781170	C	c	0,97	Y	1	PI PR	100	300		1,00	19
70781260	C	c	1,03	Z	1	PI PR	50	120		1,00	16
70081251B	C	c	0,93	Y	1	PIE PR	25	40		1,00	6
70361251B	C	c	0,96	Y	1	PIE PR	25	40		1,50	6
70541251B	C	c	0,97	Y	1	PIE PR	25	40		1,50	6
70541281B	C	c	0,71	Y	1	PIE PR	25	40		1,00	6
70781381B	C	c	0,77	Y							
71111265Z	B	c	0,87	Y	3	PIE		30	30	3,00	
71231255P	C	c	0,97	Y	1	PIE PR	20	40		1,00	8
71551351B	C	c	0,93	Y							
71801255P	A	b	0,77	Y	8	PEI soglia		15	5	2,25	
73011251B	C	c	1,06	Z	1	PIE PR	25	40		1,00	8
73336795P	A	b	1,00	Z	7	PIE soglia		60	20	1,50	
73346775P	A	c	0,97	Y	7	PIE soglia		60	20	1,50	
73971284A	A	a	0,65	Y	2	PIE		15	15	1,00	
74551451B	C	c	0,80	Y	1	A nero	40	150		1,25	9

76341261B	C	c	0,97	Y	1	A nero	120	300			2,00	20
76651261B	C	c	0,97	Y	1	PIE PR	30	120			1,00	20
76651391B	C	c	0,93	Y								
77491271B	C	c	0,93	Y	1	A nero	30	100			1,00	4
77693405A	B	b	0,91	Y								
77911251B	C	c	0,97	Y	1	PIE PR	30	120			1,00	7
77981251B	C	c	0,97	Y	1	PIE PR	30	120			1,00	11
78401285A	A	c	0,96	Y	10	PI soglia		15	3		1,25	
78491282C	B	b	0,93	Y	1	PIE PR	30	80			1,25	8
78491292C	B	b	0,93	Y	1	PIE PR	30	80			1,25	8
78581291B	B	b	0,91	Y	1	PIE PR	100	300			1,25	20

## 5.6 Azioni Complementari di Analisi e Miglioramento

La manipolazione di tutti questi codici è l'occasione ideale per svolgere alcune azioni complementari. La conoscenza del processo di assemblaggio permette di compiere alcuni miglioramenti, che seppur semplici, possono far risparmiare tempo agli addetti, come ad esempio chiedere ad un fornitore di due pezzi che vadano montati assieme, di preassemblarli. Un caso che è possibile citare è l'impugnatura della termoplastra mostrata in figura 5.3.



**Figura 5.3: impugnatura termoplastra**

I pezzi in figura giungevano separatamente e venivano trattati codice per codice. Ora invece arriva un pezzo unico permettendo già montato di risparmiare tempo e spazio.

Altre operazioni che possono essere intraprese, sono quelle di revisione delle scelte se produrre dei pezzi internamente o esternamente. In questo caso è possibile seguire l'approccio suggerito nel libro "*Gestione delle operations e dei processi*" (Slack et al., 2013<sup>10</sup>) ponendosi quattro domande che aiutano a prendere questa decisione:

1. L'attività è di importanza strategica?
2. L'azienda ha delle conoscenze specialistiche?
3. La prestazione dell'azienda è superiore
4. È probabile un miglioramento significativo delle prestazioni dell'azienda?

In caso di risposte affermative si prende in considerazione l'internalizzazione in caso di risposte negative l'esternalizzazione

Ancora una volta la manopola della termopiatra è un esempio calzante di questo esame infatti rispondendo domanda per domanda vediamo che:

1. essendo un pezzo su disegno risulta piuttosto importante;
2. l'azienda ha dei reparti produttivi altamente qualificati ed è perfettamente in grado di realizzarne uno saldando lastre di metallo;
3. producendolo internamente il costo viene ridotto del 30%;
4. si eliminano i rischi legati a una fornitura esterna.

In Ritmo viene svolta anche un'analisi dei fornitori in quanto essi vengono ritenuti importanti per l'efficace utilizzo del Kanban, un loro ritardo infatti potrebbe compromettere tutte le fasi successive svolte in azienda, è per questo che ogni fornitore è sempre monitorato rispetto a due parametri: il numero medio di giorni di ritardo e la percentuale di puntualità.

$$N^{\circ} \text{ medio di gg. di ritardo} = \frac{\sum \text{gg. di ritardo}}{N^{\circ} \text{ ordini in ritardo}}$$

$$\% \text{ di puntualità} = \frac{N^{\circ} \text{ ordini puntuali}}{N^{\circ}_{\text{tot}} \text{ ordini}}$$

---

<sup>10</sup> Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., Betts, A., Danese, P., Romano, P., Vinelli, A., 2013, *Gestione delle operations e dei processi*, seconda edizione, Pearson Paravia Bruno Mondadori S.p.a., Torino.

È dunque possibile dividere i fornitori in 3 classi rispetto a questi due aspetti come mostrato in tabella 5.3:

- Puntuali;
- Tollerabili: non puntuali ma con meno di sette giorni di ritardo medio;
- Inaccettabili: non puntuali con più di sette giorni di ritardo medio.

I fornitori puntuali saranno sempre preferibili. Tra i fornitori tollerabili ve ne sono alcuni che non hanno mai effettuato la consegna nel giorno stabilito ma sempre con un certo numero di giorni di ritardo, risultano dunque piuttosto prevedibili, bisognerà tenerlo in considerazione in fase di ordinazione. Per gli altri invece non è possibile avanzare ipotesi ma è opportuno continuare a monitorarli per vedere se si tratta di casi isolati o vi sia un trend negativo nella puntualità. I fornitori appartenenti al terzo gruppo invece dovranno essere rivalutati dai responsabili dell'ufficio acquisti, qualora non vi fossero cambiamenti sarà necessaria l'introduzione di un lead-time di sicurezza.

**Tabella 5.3: classificazione fornitori ordinati rispetto al n° medio di gg di ritardo**

<b>Fornitore</b>	<b>n° medio giorni di ritardo</b>	<b>% di puntualità</b>	<b>Categoria</b>
2413001376	32,0	80,0%	inaccettabile
2413003493	28,0	50,0%	inaccettabile
2413002946	22,0	0,0%	inaccettabile
2423000205	21,0	20,0%	inaccettabile
2413002812	20,0	0,0%	inaccettabile
2413002263	19,5	0,0%	inaccettabile
2423000150	17,5	33,3%	inaccettabile
2413001931	17,0	0,0%	inaccettabile
2413001034	14,9	22,2%	inaccettabile
2413003547	13,4	47,0%	inaccettabile
2413003531	13,0	50,0%	inaccettabile
2413003494	12,4	39,1%	inaccettabile
2413000040	12,0	68,8%	inaccettabile
2413000141	11,5	50,0%	inaccettabile
2413001622	11,2	60,0%	inaccettabile
2413003036	11,0	0,0%	inaccettabile
2413002631	10,0	0,0%	inaccettabile
2413002979	9,3	33,3%	inaccettabile
2413002890	9,0	0,0%	inaccettabile

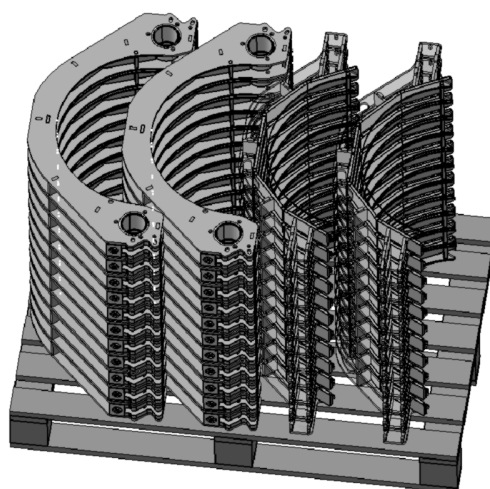


2413000881	9,0	50,0%	inaccettabile
2413001015	8,1	72,0%	inaccettabile
2413000336	8,0	0,0%	inaccettabile
2413003561	8,0	40,0%	inaccettabile
2413002576	8,0	50,0%	inaccettabile
2413002953	7,5	33,3%	inaccettabile
2413001665	7,5	80,0%	inaccettabile
2413001138	7,1	43,8%	inaccettabile
2413002026	7,0	0,0%	tollerabile
2413002297	7,0	0,0%	tollerabile
2413003450	6,5	0,0%	tollerabile
2413001700	6,0	0,0%	tollerabile
2413003613	6,0	0,0%	tollerabile
2413001233	5,8	16,7%	tollerabile
2413003308	5,0	0,0%	tollerabile
2413002262	4,5	35,3%	tollerabile
2413003310	4,5	33,3%	tollerabile
2413003102	4,0	0,0%	tollerabile
2413003229	4,0	0,0%	tollerabile
2413003258	4,0	0,0%	tollerabile
2413003339	3,8	39,4%	tollerabile
2413003418	3,7	8,3%	tollerabile
2413002791	3,5	0,0%	tollerabile
2413001226	3,5	50,0%	tollerabile
2413000856	3,3	0,0%	tollerabile
2413003072	3,0	0,0%	tollerabile
2413002688	3,0	50,0%	tollerabile
2413002986	3,0	66,7%	tollerabile
2413003499	3,0	66,7%	tollerabile
2413003051	3,0	83,3%	tollerabile
2413003077	2,5	55,6%	tollerabile
2413002619	1,6	16,7%	tollerabile
2413001562	1,5	0,0%	tollerabile
2413002544	1,0	0,0%	tollerabile
2413002655	1,0	0,0%	tollerabile
2413000067	1,0	50,0%	tollerabile
2413002963	1,0	50,0%	tollerabile
2413002985	1,0	66,7%	tollerabile
2413003294	1,0	66,7%	tollerabile
2413000028	1,0	94,4%	tollerabile
2413000271	0,0	100,0%	puntuale
2413000302	0,0	100,0%	puntuale
2413000844	0,0	100,0%	puntuale
2413001101	0,0	100,0%	puntuale
2413001103	0,0	100,0%	puntuale
2413001494	0,0	100,0%	puntuale
2413001633	0,0	100,0%	puntuale
2413001711	0,0	100,0%	puntuale

2413001797	0,0	100,0%	puntuale
2413001960	0,0	100,0%	puntuale
2413002284	0,0	100,0%	puntuale
2413002612	0,0	100,0%	puntuale
2413002633	0,0	100,0%	puntuale
2413002638	0,0	100,0%	puntuale
2413002690	0,0	100,0%	puntuale
2413002795	0,0	100,0%	puntuale
2413003091	0,0	100,0%	puntuale
2413003343	0,0	100,0%	puntuale
2413003383	0,0	100,0%	puntuale
2413003650	0,0	100,0%	puntuale

La stessa analisi può essere effettuata sui fornitori interni, nel nostro caso l'officina. Su 951 ordini di produzioni considerati abbiamo una puntualità del 58% con una media di 12 giorni lavorativi di ritardo. Se da un lato è vero che questo è un dato medio che considera sullo stesso piano progetti primari e secondari, che sono messi in coda per definizione, dell'altro permette di osservare come questo sia un punto sul quale concentrare gli sforzi di miglioramento.

L'ultima azione è quella di redigere il "capitolato di fornitura"; è un contratto tra l'azienda ed il fornitore che definisce quale dev'essere la qualità della merce, tempi di consegna e tutte le clausole in caso di inadempienza. Facente parte di questo contratto è anche il fac-simile del cartellino Kanban, che l'azienda vuole che venga stampato ed attaccato nell'imballaggio cosicché il cartellino originale non viaggi al di fuori dell'azienda. Questo permette di riconoscere subito un prodotto a Kanban appena esso viene scaricato. Va detto anche che alcuni fornitori non accettano tali condizioni oppure si dimenticano di attaccare il cartellino. In questo caso sarà l'addetto al magazzino ad accorgersene inserendo il codice. Per alcuni prodotti oltre al fac-simile viene richiesta una particolare disposizione sul pallet. Questo avviene per facilitare il compito dei processi a valle sia da un punto di vista ergonomico che visivo riducendo così gli errori. Per il modello al CAD della disposizione degli oggetti è stata richiesta l'opinione dei magazzinieri e degli addetti del reparto assemblaggio in quanto sono loro che poi andranno a maneggiare gli oggetti in questione. Un caso di progetto inizialmente scorretto è quello in figura 5.4



**Figura5.4: disposizione su pallet ganasce Delta 500**

In prima analisi si è pensato che una disposizione di questo genere potesse essere apprezzabile perché sfruttava a pieno lo spazio del pallet senza fuoriuscire da esso, permetteva di fare lotti da 10 pezzi e rende possibile prendere con la stessa comodità sia una ganascia superiore che una inferiore. Questa disposizione è stata mostrata in reparto e subito scartata a favore di un'altra con due coppie di ganasce chiuse tra loro ( ) ( ). La prima disposizione infatti risultava eccessivamente instabile, la grandezza del lotto troppo elevata ed il vincolo di non fuoriuscire dal pallet non era considerato particolarmente importante. Ancora una volta risulta chiaro come la comunicazione tra il personale sia necessaria sia per evitare errori che per attuare miglioramenti.



# Capitolo 6

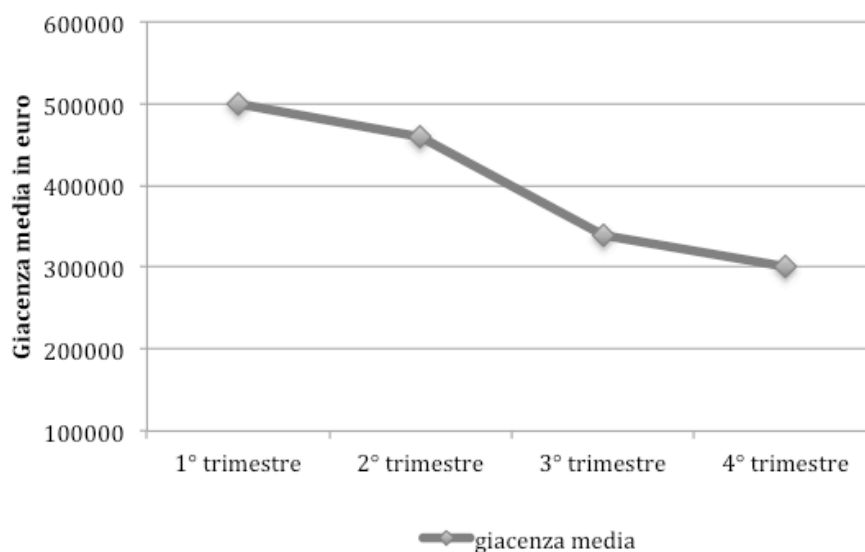
## Conclusioni

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.

L'applicazione del Kanban in Ritmo S.p.A. è stata voluta per migliorare l'efficienza nella gestione delle scorte di magazzino e nella gestione degli ordini di approvvigionamento esterni ed interni, che prima venivano effettuate con modalità dispendiose in termini di tempo e fatica, e ad elevato rischio di errore umano. In questa tesi di laurea si è descritto come scegliere gli articoli da gestire attraverso il Kanban, che tipi di sistemi esistano, come funzionino e come dimensionarli. Tutto ciò è stato svolto nella pratica su due modelli di saldatrice testa a testa cioè il modello da 500 mm e quello da 630 mm di diametro. Dopo un breve periodo di adattamento, il Kanban è stato molto apprezzato per la sua semplicità e chiarezza.

Non sono mancati certamente i problemi, come errori nella procedura o la perdita dei cartellini, che sono stati prontamente ristampati. Gran parte del personale, in particolare la parte più giovane, si è dimostrata molto dinamica ed ha accolto favorevolmente la novità. Essi risultano particolarmente coinvolti nel progetto fornendo continuamente nuove idee di miglioramento. Esiste però ancora una parte minoritaria piuttosto perplessa per due differenti motivi: chi è critico poiché è stato costretto a cambiare modo di lavorare; chi invece lo è perché non crede nell'efficacia di questo metodo e di fronte ai problemi invece di risolverli una volta per tutte pensa ancora che la cosa migliore da fare sia l'intramontabile accumulo di scorte. La produzione snella andrebbe promossa e spiegata cercando di ottenere la massima collaborazione dai dipendenti e dai dirigenti.

In favore della Lean Production è possibile fornire alcuni risultati molto incoraggianti per quanto riguarda la gestione delle scorte ottenuti durante quest'ultimo anno (fig. 6.1).



**Figura 6.1: andamento giacenza media dei codici a Kanban**

Il grafico mostra l'andamento in un anno della giacenza media valorizzata e dell'indice di rotazione di 1370 prodotti a Kanban la cui domanda si è mantenuta pressoché costante nel corso del periodo considerato. Come si può vedere la giacenza media si è ridotta del 40%.

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. A parole questo sembra valere anche in Ritmo S.p.A. nei fatti spesso i problemi quotidiani finiscono per catturare l'attenzione frenando questo processo. Il credersi arrivati è un problema di tutte le aziende, invece gli investimenti in miglioramento continuo ed efficienza non devono mai finire. Fortunatamente dopo tre anni di applicazione dei cartellini Kanban l'azienda sta investendo per introdurre un nuovo miglioramento: il Kanban elettronico. Questo sembra aver dato nuova motivazione e slancio e promette di migliorare ancora l'efficienza andando a ridurre drasticamente gli errori e semplificando il controllo del processo. Il TPS è efficace ma deve essere attuato nella sua totalità. Per poter dare i risultati migliori occorre quindi una strategia di lungo periodo e il supporto di tutti i membri dell'azienda.





# Bibliografia

- Apreutesei, M., Arvinte, I.R., Suciu, E. & Munteanu, D., 2010, Application of Kanban System for Managing Inventory. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, vol 3 (52).
- Banerjee, A. (1986). A joint economic lot size model for purchaser and vendor. *Decision sciences*, 17(3), 292-311
- De Toni A.F., Panizzolo R., Villa A., 2013, *Gestione della Produzione*, Isedi.
- Huang, C. & Kusiak, A., 1996, Overview Of Kanban Systems. *Int. J. Computer Integrated Manufacturing*, vol. 9, no. 3, 169- 189.
- James P. Womack, Daniel T. Jones, and Daniel Roos, 1990, *The Machine that Change the World*, FREE PRESS, New York.
- Krieg, G.N., 2005, *Kanban-Controlled Manufacturing System*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany.
- Minoru, T., 2006, *Il modello Toyota: la giusta applicazione del metodo Toyota per riprogettare il proprio sistema logistico-produttivo*, Il Sole 24 ORE S.p.A., Milano.
- Monden, Y., 1993, *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time*, 2nd ed., Industrial Engineering and Management Press, Norcross, GA.
- 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.

- Ohno, T., 1988, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Portland, Oregon.
- Panizzolo R., *Gestione dei Materiali*, Slide del corso di Gestione dei Sistemi Logistici e Produttivi, Università degli studi di Padova, a.a.. 2015/2016.
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., Betts, A., Danese, P., Romano, P., Vinelli, A., 2013, *Gestione delle operations e dei processi*, seconda edizione, Pearson Paravia Bruno Mondadori S.p.a., Torino.
- Shingo, S., 1989, “*A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*”, Productivity Press, Portland, Oregon.
- Womak, P. J., Jones, D.T., 1997, *Lean Thinking*, Edizioni Angelo Guerini e Associati SpA, Milano.
- Womack J., Jones D., 2008, *Lean Thinking. Per i manager che cambieranno il mondo*, Guerini e associati, Milano.
- Zhe Li, 2013, *Design and Analysis of Robust Kanban System in an Uncertain Environment*, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

# Sitografia

- <http://leanlabo.blogspot> (12/11/15)
- <http://leanmath.com> (12/11/15)
- <http://us.orgatex.com> (10/11/15)
- <http://www.aceteam.it> (12/11/15)
- <http://www.kanban.it> (10/12/15)
- <http://www.leanmanufacturing.it> (13/10/2015)
- <http://www.lean-manufacturing.it> (20/10/2015)
- <http://www.ritmo.it> (23/12/15)
- <http://www.tecnodue.eu> (19/12/15)



# Ringraziamenti

Sono riconoscente al Professor Roberto Panizzolo per la rara disponibilità ed i preziosi consigli offerti.

Un doveroso ringraziamento spetta all'azienda Ritmo S.p.A. che mi ha permesso non solo di fare un'importante esperienza ma anche di accrescere le mie conoscenze. Il mio pensiero va in particolare a Riccardo Baldon, Pasquale Inglese e Renzo Bortoli.

Desidero omaggiare tutti i compagni di corso con cui ho condiviso la gioia e lo sconforto di questi anni di università. In particolare Matteo che si è sempre dimostrato un amico straordinario.

Grazie alla mia famiglia.

Grazie agli amici tutti.

Grazie ad Elena che mi ha fatto ricordare cos'è l'amore.

Grazie a lei che non c'è più, ma che è la fonte della mia forza.

Filippo Fior