



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica

La gestione lean delle commesse produttive

Lean management of production orders

Relatore: Chiar.mo

Prof. **Filippo Emanuele Ciarapica**

Tesi di Laurea di:

Giovanni Grassi

A.A. 2019 / 2020

INDICE

Introduzione

Capitolo 1: Flusso logistico interno

Introduzione e Supermarket

Mizusumashi e Sincronizzazione

Livellamento e Pianificazione Pull della produzione

Capitolo 2: Learning to see

Part I: Getting started

Part II: The current-state map

Part III: What makes a value stream lean?

Part IV: The future state map

Part V: Achieving the future-state

Capitolo 3: Making material flow

Part 1: Getting started

[Part 2 : The plan for every part](#)

[Part 3 : Developing a purchased-parts market](#)

[Part 4 : Delivery route and information management](#)

[Part 5 : Sustaining and improving](#)

[Conclusion](#)

[Bibliografia](#)

[Figure e Tabelle](#)

[Ringraziamenti](#)

INTRODUZIONE

Il significato di Kaizen è “cambiare per il meglio” e sempre più aziende stanno adottando tale sistema di miglioramento continuo.

“Lean” è un altro modo di descrivere Kaizen.

A prescindere dalla terminologia, l’obiettivo di tutte queste strategie è lo stesso: l’implementazione di un programma operativo sostenibile che porti risultati visibili in termini di *QCDM (Quality, Cost, Delivery, Motivation)*.

Questo è esattamente ciò che è accaduto a Toyota grazie all’ormai ben noto Toyota Production System.

Tale strategia ha contribuito al successo di Toyota a livello mondiale e al suo riconoscimento come leader nel campo della produzione.

Introdurre una nuova politica all’interno di un’intera azienda non è semplice, soprattutto se quest’ultima mira a cambiare il modo di pensare e di comportarsi degli operatori e di tutte le altre parti in causa.

La prima parte del documento è dedicata alla spiegazione di uno dei quattro pilastri del modello *TFM (Total Flow Management)* : il flusso logistico interno. Verranno introdotti e descritti i cinque ambiti di miglioramento del TFM che sono rispettivamente: supermarket, mizusumashi, sincronizzazione, livellamento e pianificazione.

L’applicazione dei pilastri e degli ambiti di miglioramento del TFM potrebbe variare a seconda del tipo di *supply chain* (automotive o servizi) e la progettazione della *supply chain* permette di individuare una soluzione adatta a ciascun tipo di *supply chain*.

Il secondo capitolo è dedicato alla spiegazione del metodo chiamato “Mappatura del flusso di valore” il quale viene utilizzato dai professionisti del Toyota Production System per rappresentare gli stati attuali e futuri, nel

processo d'installazione di sistemi *Lean*.

Negli ultimi anni, si è notato che sempre più aziende hanno compiuto progressi nella creazione di aree di flusso continuo. Tuttavia, è noto quanto sia difficile sostenere un output costante.

Il problema spesso è dato dalla mancanza di un sistema di gestione dei materiali "snello" e dalla presenza di linee di assemblaggio tradizionali.

L'obiettivo della parte finale di questo documento è quello di equipaggiarti delle capacità necessarie per implementare e sostenere un sistema di movimentazione dei materiali snello all'interno di un'azienda.

Ciò sarà possibile seguendo un elenco di 10 domande a cui si dovrà rispondere per creare il proprio sistema di movimentazione dei materiali.

Il secondo e il terzo capitolo sono basati e fanno riferimento a due libri di testo scritti in lingua inglese e per tale motivo si è scelto di lasciarli in lingua originale.

CAPITOLO 1: Flusso logistico interno

Il terzo pilastro del modello TFM (Total Flow Management) è il flusso logistico interno. La sua sfida è creare un flusso di singoli contenitori e un flusso di informazioni a partire dall'ordine effettivo del cliente o dagli ordini di ripristino. Il flusso logistico interno integra produzione e logistica in modo tale che il sistema lavori secondo il *takt time* (ritmo che la produzione deve avere per soddisfare pienamente la domanda) del cliente per poter fornire i prodotti *just in time*.

Gli ambiti del TFM coinvolti sono [[vedi Figura 1.1](#)] :

- *Supermarket*: come organizzare facilmente le aree di prelievo per un flusso di contenitori di tutti i materiali;
- *Mizusumashi*: come trasportare i contenitori di flusso rapidamente al bordo linea;
- *Sincronizzazione*: come iniziare la produzione, il prelievo e la consegna dei materiali in modo sincronizzato;
- *Livellamento*: come programmare gli ordini di produzione nel processo pacemaker;
- *Pianificazione*: come settare la capacità produttiva e calcolare le necessità del cliente.

L'obiettivo è quello di lavorare secondo la richiesta del cliente con la qualità più alta e al costo più basso. Per ottenere ciò abbiamo bisogno di integrare logistica e produzione.

Il modo tradizionale di organizzare la logistica interna si basa sull'ottimizzazione della logistica in sé per sé.

Il modo tradizionale di organizzare la logistica si basa sui seguenti principi:

- ridurre al minimo il trasporto interno;
- minimizzare l'area necessaria per lo stoccaggio dei materiali e dei componenti in entrata;
- utilizzo di carrelli elevatori per gestire i contenitori delle dimensioni di un pallet;
- minimizzare il lavoro di re-imballaggio e disimballaggio trasferendolo alle linee di produzione
- pianificare ordini di produzione di grandi dimensioni per minimizzare i tempi di cambio.

Il modo di organizzare la logistica per flusso si basa su principi diversi:

- fornire i contenitori della dimensione più appropriata all'uso;
- organizzare delle aree di prelievo per fornire i contenitori della giusta dimensione;
- utilizzare appropriate attrezzature di trasporto per la consegna tramite percorsi standardizzati con un tempo ciclo fisso;
- collaborare tra fornitori e clienti per l'utilizzo di contenitori delle stesse dimensioni;
- pianificare gli ordini dei clienti e creare le condizioni per bilanciare gli ordini ai fornitori.

Il sistema a flusso è un importante passo avanti in termini di efficacia ed efficienza dell'organizzazione logistica.

Il sistema tradizionale di organizzazione della logistica può essere descritto come *push flow system*.

Gli ordini confermati dei clienti vengono spediti al magazzino dei prodotti finiti per il prelievo. Se il prodotto è disponibile, gli ordini possono essere evasi immediatamente viceversa se il magazzino non ha disponibilità, gli ordini devono attendere fino a quando il prodotto diventa disponibile.

L'ammontare delle scorte di magazzino dei prodotti finiti è solitamente elevato ma allo stesso tempo il livello di servizio è basso. Il risultato è un *magazzino disfunzionale*: problema di *sincronizzazione*.

Il sistema per sincronizzare la produzione dei prodotti finiti (chiamato anche *call-off orders*) si basa su un reparto di pianificazione che utilizza un sistema software ERP (Enterprise Resource Planning). I moduli del sistema sono basati sulla logica del MRP (Material Requirements Planning).

Il punto di partenza solitamente è una previsione della domanda per un certo periodo di tempo, sono presenti anche informazioni sui tempi standard per ogni linea di produzione e lo stock del *work in progress* (WIP). L'algoritmo MRP incorpora tutte queste informazioni e traduce la previsione di domanda finale in ordini di produzione e di acquisto.

Il lato negativo è che la maggior parte delle informazioni utilizzate per sincronizzare gli ordini cambia rapidamente e quindi è soggetta ad errori.

Le prestazioni di un sistema *push* varieranno a seconda del contesto, ma le prestazioni di un sistema *pull* saranno sempre migliori.

Un sistema *pull flow* inizia con gli ordini confermati dei clienti e li programma o per la produzione o per il prelievo. Questi ordini vengono inviati a un solo

punto nella *supply chain*. Il consumo dei materiali e dei componenti inizia in questo punto e ciò genera gli ordini di ripristino. Questi ordini di ripristino ne generano altri e il processo viene ripetuto a monte.

Il sistema reagisce al consumo reale e non agli ordini pianificati.

Si tratta di un sistema che si autoregola.

Vediamo come implementarlo.

GLI AMBITI LOGISTICI

Il primo ambito di miglioramento in un flusso logistico interno è costituito dai ***supermarket***. Il concetto di base è quello di avere la stessa facilità nel prelievo dei prodotti che abbiamo quando andiamo in un supermercato. I clienti scelgono ciò di cui hanno bisogno, le merci sono disposte in maniera ordinata e a portata di mano.

Nel caso in cui il pallet è un *flow container* e viene stoccato in un supermarket, sarà caricato su una base con ruote e sarà sistemato al piano terra.

L'operatore arriva con un piccolo treno, si ferma accanto al pallet, lo sposta sul suo mezzo, va al bordo linea, si ferma, sposta il pallet vicino all'operatore di produzione ed è fatta.

Questo è reso possibile dall'utilizzo di *flow containers* collocati in supermarket e gestiti da operatori della logistica chiamati *mizusumashi*.

Il secondo campo di miglioramento in un flusso logistico interno è il ***mizusumashi*** (dal giapponese "ragno d'acqua").

Nel nostro caso un *mizusumashi* è un operatore della logistica che effettua il trasporto interno delle merci, utilizzando un percorso ciclico fisso.

Esso rappresenta un elemento chiave nella creazione del flusso logistico interno. Il *mizusumashi* sposta i *flow containers* tra i supermarket e il bordo linea, ripetendo gli stessi movimenti secondo un ciclo fisso. Durante questo ciclo effettuerà un certo numero di soste lungo il percorso per controllare le eventuali necessità di materiali.

Il *mizusumashi* usa un piccolo treno che ha una capacità di carico tale da servire tutte le postazioni stabilite per il suo giro, comunicando ai diversi punti lungo il percorso le informazioni in suo possesso.

Il tempo ciclo fisso del *mizusumashi* viene anche chiamato *pitch time* (multiplo del *takt time*).

Gli operatori di produzione nelle linee hanno un fornitore di logistica che arriva ogni 20 o 60 minuti, guarda se c'è bisogno di ulteriore materiale e rimuove i contenitori vuoti.

La produzione logistica è assicurata da una fornitura affidabile e frequente.

Il terzo ambito di miglioramento nel flusso logistico interno è la ***sincronizzazione***. Essa è legata al sistema informatico utilizzato per segnalare l'avvio della produzione o l'inizio del prelievo e della consegna dei materiali.

In un ambiente Lean la sincronizzazione viene effettuata sul Gemba con dispositivi fisici che possono essere visti. L'operatore che utilizza le informazioni di sincronizzazione è il *mizusumashi*.

È importante disporre di un efficiente sistema di informazioni fisico che gli utilizzatori comprendano facilmente affinché siano in grado di reagire rapidamente.

Esistono due modi principali per raggiungere la sincronizzazione: il “ciclo logistico kanban” e il “ciclo logistico junjo”.

In un ciclo **kanban**, il mizusumashi arriva al bordo linea e controlla se ci sono scatole vuote. Ognuna ha un cartellino kanban che identifica il codice del componente, la quantità, la locazione cliente (bordo linea) e la locazione fornitrice (supermarket). Il mizusumashi preleva la scatola vuota e torna al supermarket per prenderne un'altra identica piena da consegnare nel giro successivo.

In un ciclo **junjo**, il mizusumashi riceve una lista di prelievo che contiene l'elenco di componenti nella sequenza necessaria per l'operatore.

Il mizusumashi li preleva e li consegna in una scatola a bordo linea nella sequenza richiesta. *Junjo* significa “consegna in sequenza” e presenta il vantaggio di ridurre le dimensioni del supermarket a kanban.

Il quarto ambito di miglioramento nel flusso logistico interno è il **livellamento**. Esso comprende tutte le attività necessarie per sequenziare le linee *pacemaker* con gli ordini di produzione. Questi ordini vengono suddivisi in lotti più piccoli in contenitori kanban.

Il termine “livellamento” comprende anche il concetto di sequenziamento delle quantità dei lotti di prodotti diversi entro un periodo di pianificazione. Tutto ciò viene anche chiamato EPEI che sta per “Every Product Every Interval” (ogni prodotto ogni intervallo).

Minore sarà l'EPEI, migliore sarà il livellamento. Un EPEI ideale consentirà una sequenza per singola referenza chiamata anche “produzione mista”.

Qual'è il vantaggio di una produzione mista? Il consumo dei diversi prodotti è regolare o livellato, il che elimina i picchi di consumo e dà ai fornitori un takt regolare.

Il quinto ambito di miglioramento in un flusso logistico è la **pianificazione pull** della produzione.

In primo luogo, dobbiamo decidere la strategia di pianificazione per i prodotti finiti. Ci sono due strategie di base: “produrre su ordine” e “produrre per il magazzino”. Per ogni componente della distinta di base dobbiamo decidere la strategia.

In secondo luogo, guardiamo alla nostra capacità a medio-lungo termine ed effettuiamo gli aggiustamenti necessari. Controlleremo di quanti operatori avremo bisogno per ciascuna linea durante il prossimo mese o su quanti turni dovremo lavorare. Questo tipo di programmazione di solito viene fatto mensilmente. L'informazione principale necessaria è la previsione della domanda che serve a preparare le condizioni della prossima produzione.

In terzo luogo, dobbiamo decidere a breve termine (giornalmente) gli ordini di esecuzione da avviare.

SUPERMARKET

Il supermarket è una zona di immagazzinamento che funziona secondo una serie di regole ben precise:

- ha una collocazione fissa per ogni codice componente;
- permette un accesso facile per il prelievo dei pezzi;
- permette una gestione visuale;

- ha una progettazione in grado di consentire il flusso e gestire facilmente piccoli contenitori e contenitori su ruote.

Dopo avere impostato il flusso nella produzione, dobbiamo creare il flusso logistico:

- dal magazzino dei componenti in entrata verso le celle e le linee di produzione;
- attraverso celle e linee di produzione;
- fino alle aree di stoccaggio del prodotto finito.

Il supermarket rappresenta un elemento fondamentale per il raggiungimento della produttività nella logistica interna.

I supermarket di flusso permettono una raccolta molto semplice dei contenitori di flusso dove il tipo di stoccaggio può essere fatto con scaffali a flusso, con carrelli o contenitori a ruote posizionati a livello terra.

Se la velocità del flusso è elevata, le quantità da stoccare saranno piccole e lo stabilimento potrà lavorare solo con aree di magazzino di tipo supermarket. Il raggiungimento di questo risultato richiede un certo tempo pertanto in questa fase avremo bisogno di alcune aree di stoccaggio di riserva.

Ci sono cinque tipi di stoccaggio a supermarket [[vedi Figura 1.2](#)] :

1. scaffali a rulliere (flow rack);
2. stoccaggio a terra su ruote;
3. cella logistica;
4. bordo linea;
5. supermarket dei kit.

1-2 Flow rack e stoccaggio a terra su ruote

Il *flow rack supermarket* viene utilizzato per immagazzinare piccoli contenitori di plastica (di peso inferiore ai 12 kg a pieno carico) che possono essere spostati manualmente.

Questo tipo di supermarket può stoccare anche pallet di piccoli contenitori, tramite l'utilizzo di scaffali con rulliere.

Lo stoccaggio a terra di tipo supermarket raccoglie medi e grandi contenitori su ruote e anche carrelli (la differenza è che un carrello ha anche pareti e ripiani). La figura 1.3 [[vedi Figura 1.3](#)] mostra alcuni esempi di flow rack supermarket.

Questo supermarket presenta un formato molto semplice dove gli scaffali a rulli fluiscono verso una via di raccolta (outbound) da una via *inbound* sul perimetro esterno.

3 Cella logistica

A volte potrebbe risultare necessario includere una capacità di riserva nel supermarket.

Ciò viene solitamente fatto riutilizzando alcuni scaffali tradizionali di stoccaggio sopra l'area del supermarket, sui quali possono essere posizionati contenitori delle dimensioni dei pallet.

Una particolare tipologia di questo “supermarket plus reserve” è la *cella logistica*.

Troviamo una via di prelievo con i *flow rack* disposti su entrambi i lati e all'estremità della cella c'è uno spazio per i contenitori di prodotti finiti. Al di

sopra dei flow rack ci sono alcuni scaffali pronti a immagazzinare stock di riserva. L'esterno della cella viene utilizzato per caricare tutti i componenti in entrata e anche per prelevare i prodotti finiti in uscita.

La cella logistica funziona come un'interfaccia tra la logistica esterna (fatta di contenitori delle dimensioni dei pallet) e la logistica interna (fatta di contenitori di piccole dimensioni).

4 Supermarket di bordo linea

Questo tipo di supermarket si riferisce alle infrastrutture di stoccaggio progettate intorno alle postazioni di lavoro nelle celle di produzione, linee o macchine. Il bordo linea può essere di due tipi: kanban o junjo.

[[vedi Figura 1.4](#)]

Un supermarket di bordo linea di tipo kanban può essere organizzato utilizzando contenitori di vario genere e dimensioni. Gli scaffali a rulli per piccoli contenitori sono il metodo preferibile, ma i supermarket a kanban possono essere ugualmente organizzati anche nel caso di componenti di grandi dimensioni usando uno stoccaggio a terra su ruote.

In questo caso il supermarket dovrebbe permettere una manovrabilità semplice di questi contenitori su ruote, tramite piattaforme girevoli.

5 Supermarket dei kit

Un kit è uno speciale contenitore organizzato per stoccare i diversi componenti necessari alla costruzione di un prodotto.

Se tutte le parti indispensabili sono nel kit, ogni singolo prodotto finito può essere assemblato prelevando tutti i componenti direttamente dal kit.

La figura 1.5 [[vedi Figura 1.5](#)] mostra due esempi di supermarket dei kit.

I kit sono utilizzati per concentrare i movimenti di prelievo del singolo operatore e semplificare il prelievo complessivo necessario per fare il prodotto. Nelle situazioni in cui ci sono molti componenti diversi, i supermarket dei kit, organizzati secondo una logica kanban, possono essere la risposta giusta.

Arriviamo al compito più difficile: **decidere le dimensioni del supermarket.**

Un supermarket sarà il punto in cui le merci aspettano la loro destinazione quindi la sua dimensione dipenderà principalmente dalle caratteristiche del *lead time* di questo ciclo tecnologico.

Nel caso di ciclo logistico di tipo junjo, le dimensioni del supermarket corrisponderanno all'area necessaria per la sistemazione di un lotto di componenti in sequenza, equivalente al tempo di ciclo del mizusumashi.

Una situazione più complessa è data dal supermarket di tipo kanban alla fine di un ciclo kanban. Esso dovrà essere progettato per la sistemazione del massimo numero di pezzi da stoccare. Questo dipenderà da due parametri principali:

- le dimensioni del lotto da produrre o trasportare;
- i tempi di rifornimento.

Il tempo di rifornimento viene utilizzato per definire il punto di innesco per l'ordine di rifornimento di componenti al supermarket.

Esiste un terzo parametro, utilizzato nel calcolo delle dimensioni, relativo alla frequenza di prelievo dell'operatore. Se la frequenza è bassa (una settimana) il

supermarket avrà dimensioni maggiori, se la frequenza di prelievo è elevata il massimo punto di stoccaggio non sarà raggiunto così spesso.

Utilizzando il Supermarket Size Simulation (simulazione delle dimensioni del supermarket) è possibile trarre alcune conclusioni:

- avere set up frequenti e alte frequenze di trasporti ha effetto determinante sulle scorte;
- i risultati migliori si raggiungono quando la dimensioni dei lotti si combina con la frequenza del trasporto ed entrambe sono al minimo;
- quando le frequenze di trasporto sono basse, le operazioni per ridurre le dimensioni dei lotti non hanno alcun effetto.

MIZUSUMASHI

Mizusumashi è il nome del secondo strumento di miglioramento del pilastro del flusso logistico interno.

Il sistema *mizusumashi* è uno dei mezzi più efficienti per la creazione del flusso nella logistica interna e presenta le seguenti caratteristiche:

- lo shuttle mizusumashi si ferma ai vari supermarket;
- il ciclo viene calcolato alla stessa maniera, misurando il lavoro che deve essere fatto presso le varie fermate più il tempo del viaggio;
- i contenitori che devono essere spostati tramite il servizio shuttle sono equivalenti a clienti o passeggeri.

Mizusumashi Standard Work significa che c'è un tragitto fisso e un tempo di ciclo costante. Visto che utilizziamo supermarket e contenitori di flusso,

possiamo migliorare la produttività migliorando lo standard work dell'operatore.

Oltre alla movimentazione di materiali e contenitori vuoti e al compito di guida, il mizusumashi fa girare informazioni associate al rifornimento e alla sincronizzazione.

L'approvvigionamento tradizionale delle macchine o delle linee viene fatto tramite l'uso di carrelli elevatori che spostano i contenitori delle dimensioni di pallet verso il punto di utilizzo. Questo sistema non è standardizzato in quanto non presenta né un percorso, né un ciclo fisso. Il conducente del carrello elevatore lavora in base agli ordini così come sono ricevuti, questo significa che in alcuni momenti della giornata il carrello può risultare sovraccaricato o completamente scarico. Inoltre, non essendoci supermarket, i compiti logistici non sono lineari e si producono elevate perdite di tempo.

Il mizusumashi, invece, opera secondo uno standard work con un percorso definito e un tempo di ciclo fisso (20 o 60 minuti). Durante questo periodo effettuerà molti spostamenti logistici ai punti di sosta e guiderà tra una fermata e l'altra, servendosi di un piccolo treno elettrico.

Il treno sarà formato da una piccola motrice elettrica e da vagoni, il cui numero potrà variare e sarà determinato dalla natura del carico [[vedi Figura 1.6](#)].

Per standardizzare abbiamo suddiviso i treni in tre tipologie: piccolo, medio e grande. Quello più semplice è composto solo da una locomotiva, che traina alcune piattaforme su ruote sulle quali impilare contenitori standard e pallet. È anche possibile riservare un vagone a un singolo codice articolo, progettando dei dispositivi per fissarlo nella maniera più ergonomica.

Una linea *mizusumashi* è un servizio di logistica avanzata che collega tutte le celle produttive all'interno della fabbrica e che risulta indispensabile nel sistema *pull flow*.

Senza di essa, infatti, le linee *one-piece flow* sarebbero isolate in un mare di scorte e non lavorerebbero secondo il loro pieno potenziale.

Per ciascuna linea *mizusumashi*, dovrà essere preparato uno standard visivo che descriva le caratteristiche dello standard work della linea. I principali elementi sono:

- il disegno del percorso nel layout;
- il tempo di ciclo del percorso;
- i compiti lungo il percorso;
- i tempi di ogni compito.

Per quanto riguarda invece gli step da seguire per **progettare** una linea *mizusumashi* sono:

1. Fare una lista di tutti i compiti che verranno assegnati al *mizusumashi*.
(Il ciclo inizia dalla leveling box o kanban box, dove vengono raccolte informazioni sui prodotti da prelevare o fabbricare).
2. Fare una stima iniziale di quanto tempo occorrerà per ciascun compito.
3. Disegnare un percorso circolare nel layout (che inizi e finisca nello stesso punto).
4. Individuare i punti di fermata (stazioni).
5. Costruire un appropriato prototipo di treno. Ne possono essere progettati di tre modelli: piccolo (10-12 vagoni piccoli), medio (8-10 vagoni medi), grande (6-8 vagoni grandi).

6. Fare un giro di prova a treno vuoto. Assicurarsi che si muova in linea retta. Ogni svolta dovrebbe essere a 90°.
7. Assicurarsi che i supermarket, fornitori e clienti siano pronti.
8. Scegliere il miglior operatore per il ruolo di *mizusumashi*, in quanto il flusso dell'intero ciclo dipenderà dalle sue prestazioni.
9. Far circolare il treno per quattro o cinque giorni, misurando i tempi ed eliminando i muda (dal giapponese "spreco" ovvero una qualsiasi attività che non crea valore).
10. Disegnare lo schema finale dello standard work.
11. Formare l'operatore *mizusumashi* per almeno venti giorni.

SINCRONIZZAZIONE

Finora abbiamo definito le infrastrutture fisiche che ci permetteranno di gestire un sistema a flusso e che rappresentano un importante passo avanti in termini di produttività e di riduzione del lead time.

Cosa resta ancora da fare? Quello che manca è il flusso delle informazioni.

Abbiamo già preparato molti dei dispositivi di cui abbiamo bisogno per gestire il flusso delle informazioni ad esempio abbiamo detto che un contenitore deve avere un cartellino kanban e abbiamo visto che in un supermarket kanban un contenitore vuoto rappresenta il segnale di ripristino.

L'ambito della sincronizzazione illustra i diversi tipi di cicli di informazione kanban e il meccanismo di quello junjo. I cicli kanban saranno affrontati in maniera dettagliata in quanto più comuni in un sistema *pull flow* anche il

sistema junjo è sempre più utilizzato e può rappresentare una valida soluzione per ridurre l'attesa dei materiali.

Ciclo logistico di ripristino KANBAN

Un ciclo di rifornimento kanban funzionerà sempre in base ai seguenti principi

[[vedi Figura 1.7](#)] :

- il ciclo comincia nella locazione di un magazzino cliente;
- il componente è disponibile per la consegna immediata al suo utilizzatore;
- il componente deve essere reintegrato quando lo stock raggiunge il livello di riordino;
- il livello di riordino è la richiesta durante il lead time di ripristino + lo stock di sicurezza;
- lo stock di sicurezza è la variazione della domanda + la variazione del lead time.

Il *lead time* totale per il ripristino dipende da quanto tempo occorre per l'esecuzione dei seguenti gruppi di compiti:

- lead time per processare l'ordine;
- lead time di prelievo ordine;
- lead time di trasporto o produzione;
- lead time di arrivo.

Il lead time per processare l'ordine può essere ridotto utilizzando delle planning box (scatole logistiche e leveling) mentre il lead time di prelievo

dell'ordine può essere notevolmente diminuito utilizzando i supermarket e i contenitori di flusso. Che dire invece del lead time di produzione?

I cicli che includono attività di produzione sono più complicati in quanto il lead time dipenderà principalmente dal tempo di attesa dei componenti prima di essere lavorati, che a sua volta dipende dal grado di livellamento.

La situazione ideale sarebbe quella di avere una capacità di cambio rapido a one-container affinché in qualsiasi momento riceviamo un kanban senza dover attendere di costruire un lotto.

In molti casi, però, occorre costruire un lotto e questo aumenta sia *il lead time* sia le dimensioni massime del supermarket.

Osservando una tipica supply chain (la produzione e le operazioni logistiche interne sono situate all'interno della catena) possiamo individuare sei tipologie di cicli kanban [[vedi Figura 1.8](#)] . Queste sei tipologie possono essere a loro volta suddivise in due gruppi: di trasporto (non prevede la produzione) e di produzione.

I tre cicli kanban di trasporto sono:

- kanban trasporto per consegna;
- kanban trasporto interno;
- kanban trasporto per fornitura.

I tre cicli kanban di produzione sono:

- kanban produzione a flusso;
- kanban segnale di produzione;
- kanban produzione di lotto.

Attraverso le Appendici A e B è possibile progettare il ciclo di trasporto e produzione kanban. I calcoli forniranno anche le dimensioni dei supermarket da considerare alla fine di ogni ciclo. Le principali variabili da considerare sono:

- la richiesta immediata del cliente;
- la misura del lead time dei componenti del ciclo;
- i calcoli delle dimensioni del lotto per i cicli kanban produzione;
- stima della variazione della domanda e del lead time.

È molto importante avere una domanda e un *lead time* stabili (la stabilità del *lead time* è assicurata dalle linee *mizusumashi*). Più difficile è ottenere la stabilità della domanda, anche se questa dipende dalla misura del *lead time*. In molti casi, infatti, con un *lead time* breve la domanda avrà una variabilità inferiore.

Il modo migliore per stabilizzare e smorzare la domanda è il livellamento e ciò è un gran vantaggio per i cicli kanban, sia in termini di stock sia di dimensione del supermarket.

Ciclo logistico JUNJO

Junjo dal giapponese “sequenza”. La consegna junjo viene anche chiamata *just in sequence* e ha il grande vantaggio di ridurre sia le dimensioni del bordo linea sia gli spostamenti dell’operatore che utilizza quel componente per fabbricare il prodotto.

In termini di complessità, il ciclo kanban è più semplice, visto che non ha bisogno di nessuna sequenza.

Entrambi i metodi possono essere estremamente buoni in termini di efficacia di sincronizzazione (l'utente avrà sempre i componenti di cui necessita).

Il metodo *junjo* offre l'ulteriore caratteristica di far risparmiare spazio e movimenti, quando i componenti sono grandi e di vari tipi, rappresenta l'unica soluzione percorribile. Questo metodo può essere utilizzato per la fornitura di componenti singoli in base a una lista progressiva, oppure può fornire kit di componenti. Nel primo caso viene organizzato un carrello con un lotto sequenziato di componenti mentre nel secondo caso, il prelievo viene generato per ogni contenitore di kit e a ogni contenitore viene assegnato un numero.

Nel modello TFM può essere introdotto un dispositivo fisico, chiamato *sequencer*. Tale dispositivo fa parte dell'area di livellamento e serve a mantenere la sequenza degli ordini che devono essere portati a termine.

Il suo scopo è quindi quello di mantenere i kanban nella giusta sequenza in cui devono essere prodotti.

Esempio

Vediamo ora come una logistica interna possa essere migliorata attraverso l'utilizzo di soluzioni bordo linea, supermarket, *mizusumashi* e sincronizzazione.

Step 1. Standardizzare i contenitori

Il primo passaggio è quello di standardizzare i contenitori, utilizzandone "piccoli" e "molto piccoli" (in questo esempio tutti i pezzi saranno piccoli).

Step 2. Collocare i componenti nei supermarket a bordo linea

La collocazione di questi contenitori nel punto di utilizzo è una decisione chiave. La soluzione più efficace, in questo caso, è costituita da un supermarket a bordo linea che opererà secondo un sistema “two-bin” kanban (pieno per vuoto). Per valutare le dimensioni del supermarket abbiamo bisogno di calcolare i cicli mizusumashi necessari.

Step 3. Progettare la zona supermarket per un prelievo facile

L'area supermarket viene preparata per facilitare il prelievo dei contenitori utilizzati nel bordo linea. Gli scaffali a flusso permettono la sistemazione più efficace nel bordo linea.

Step 4. Organizzare le linee mizusumashi

Una volta pronte le aree del bordo linea e del supermarket, potremo organizzare il servizio mizusumashi. I cicli sono di 20 minuti, ad ogni mizusumashi verranno assegnati vari compiti in accordo con il tempo di ciclo. Essi utilizzeranno un treno con una motrice elettrica e dei vagoni con scaffali.

Step 5. Preparazione degli standard e test

Gli standard mizusumashi vengono sperimentati e messi a punto.

Step 6. Implementazione

Le linee iniziano ad operare una a una. I risultati ottenuti con questo progetto di flusso sono in genere:

- miglioramento della produttività in logistica: 30-35 %;

- tempi di fermo linea per mancanza componenti: riduzione dal 10% allo 0%;
- miglioramento della produttività in produzione: 25%.

LIVELLAMENTO

Il livellamento è il quarto dominio nel pilastro del flusso logistico interno. Riprende il concetto della produzione in quantità costante dello stesso prodotto su base regolare. Mantenere una produzione costante di tutti gli articoli richiesti su base giornaliera implica lavorare piccoli lotti.

Il processo di livellamento consiste in numerose operazioni di programmazione che convertono gli ordini in lotti programmabili e lanciano una sequenza di produzione ottimizzata. Le operazioni di tale processo possono essere ricapitolate come segue:

- trasformazione degli ordini di produzione in cartellini ordine kanban;
- distribuzione dei cartellini ordine kanban secondo i giorni di inizio produzione;
- programmazione del ciclo di prelievo mizusumashi e livellamento del carico giornaliero;
- sequenziamento delle linee di produzione.

Gli strumenti utilizzati nel processo di livellamento sono dei dispositivi di sostegno fisici che mostrano la pianificazione in formato a vista.

Le principali decisioni e azioni necessarie per ottenere il livellamento sono:

- decidere quale macchina o linea riceverà i kanban degli ordini (linea *pacemaker*);
- richiedere alla produzione una quantità fissa di prodotti giornalieri;
- livellare il mix dei diversi codici prodotto;
- definire il tempo ciclo di prelievo e il tempo ciclo del mizusumashi;
- definire la dimensione del lotto di produzione.

Nell'ambito del suo sistema produttivo, Toyota è uno dei migliori esempi al mondo nell'applicazione del livellamento.

Nel **Toyota System**, *livellamento* vuol dire fare un prodotto secondo cicli temporali di durata costante (modalità denominata EPEI – Every Product Every Interval). L'EPEI è un numero che ci indica il tempo necessario per ripetere tutte le referenze di prodotto e corrisponde alla dimensione del lotto fisso calcolato in giorni di domanda.

I progressi compiuti nel livellamento sono legati al numero di cambi: maggiore è il numero di cambi effettuati, più alto sarà il grado di livellamento.

Quando il tempo di cambio sarà zero possiamo dare origine ad una programmazione *one-piece* (un "pezzo alla volta"), eliminando i lotti.

È possibile avere un flusso *one-piece* e grandi lotti anche se la situazione ideale sarebbe quella di avere lotti di piccole dimensioni. Qual è il vantaggio?

Il vantaggio è legato alla riduzione dell'effetto Bullwhip (o "effetto frusta").

Questo effetto è visibile nella *forecast-driven supply chain* (supply chain basata su previsioni) in cui piccoli cambiamenti nella domanda del cliente finale generano aumenti della domanda a ogni gradino della supply chain.

Una delle cause principali, che innescano l'effetto Bullwhip, è l'utilizzo delle previsioni. Gli errori di previsione sono inevitabili, perciò le aziende si tutelano con una scorta di prodotto finito che prende il nome di stock di sicurezza.

Un altro aspetto positivo del livellamento è che mi permette di regolarizzare il carico di lavoro, permettendo alle linee di lavorare con un team fisso indipendentemente dai differenti prodotti di produzione.

Nel processo di livellamento **Kaizen** utilizziamo una gestione a vista per implementare il livellamento, le operazioni da seguire sono:

1. Decidere la linea *pacemaker* (linea che riceverà gli ordini di produzione);
2. Convertire gli ordini in cartellini kanban. Due tipi di ordini possono essere trasformati in kanban: ordini dei clienti, ordini di ripristino;
3. Creare una scatola logistica (*logistic box*):
 - Distribuire i kanban e livellare il carico mensile;
 - Rispettare la capacità di produzione giornaliera.
4. Creare una scatola livellamento (*leveling box*):
 - Programmare il ciclo di prelievo del mizusumashi.
5. Sequenziamento della linea: organizzare in sequenza le linee di produzione.

1 Decidere la linea pacemaker

La linea pacemaker è quella che viene utilizzata per definire la capacità dello stabilimento. Solitamente è la linea principale di montaggio, oppure è data dalla macchina che determina la differenziazione del prodotto. Nella maggior parte dei casi il pacemaker è facilmente individuabile in quanto sarà la

macchina, la cella di produzione o la linea che fa il lavoro principale a valore aggiunto.

2 Convertire gli ordini in cartellini kanban

In quest'operazione, gli ordini esecutivi sono registrati su cartellini kanban.

Abbiamo due compiti in questa fase:

- Decidere le dimensioni del kanban;
- Fare i kanban.

Decidere le dimensioni del kanban

Il contenitore dei kanban dovrà essere uguale o più piccolo dell'output di produzione durante il ciclo di prelievo del mizusumashi. Calcolate il tempo di produzione di un contenitore di un prodotto finito. Se questo tempo è inferiore al ciclo mizusumashi, significa che il contenitore è adeguato. Se il tempo di produzione è superiore al ciclo mizusumashi, si dovrà passare a un contenitore più piccolo.

Fare i kanban

I compiti sono:

- Trasformare ogni ordine in kanban;
- Tenere traccia della data di consegna dovuta.

Il fattore chiave per la dimensione di un cartellino ordine kanban è la dimensione del contenitore dei prodotti finiti utilizzato nella linea pacemaker.

3 Creare una scatola logistica

Una volta decisi i cartellini kanban è il momento di utilizzare il primo strumento di pianificazione fisica: la *scatola logistica*.

Questa scatola è un insieme di caselle dove ogni colonna rappresenta un giorno e ogni riga può rappresentare un tipo di prodotto. I cartellini kanban vengono messi in questa casella in base alla data del giorno previsto per l'inizio della produzione. Ogni colonna della scatola ha una capacità limitata. Quest'ultima è decisa su base mensile, durante il processo di pianificazione.

4 Creare una leveling box

Attraverso la *leveling box* è possibile programmare i dettagli di ogni giornata. Anche questa è una scatola fisica ed è simile alla scatola logistica. La *leveling box* rappresenta il punto di partenza del ciclo *mizusumashi* e da essa il *mizusumashi* raccoglie i cartellini kanban, i quali contengono le informazioni sul prodotto che deve essere fatto sulla linea *pacemaker*. La figura 1.9 [[vedi Figura 1.9](#)] mostra un esempio della leveling box e ne spiega l'utilizzo.

5 Il sequenziamento della linea

Per questa ultima fase di livellamento potrebbe essere necessario utilizzare due dispositivi, la *batch building box* e il *line sequencer*. La *batch building box* è un casellario dove viene accumulato un certo numero di cartellini prima della loro spedizione alla linea di produzione. Mentre il *line sequencer* è uno

strumento di gestione che mantiene i cartellini nell'ordine in cui arrivano alla linea (portati dal mizusumashi). Le figure 1.10 [[vedi Figura 1.10](#)] e 1.11 [[vedi Figura 1.11](#)] mostrano come utilizzare la batch building box e il line sequencer.

Il processo di livellamento di gestione e progettazione a vista può essere riassunto in quello che noi chiamiamo **Modello Standard di Livellamento**.

All'inizio della giornata i cartellini vengono trasferiti alla leveling box, che fornisce la sequenza giornaliera da seguire. A ogni ciclo pitch il mizusumashi invierà i kanban o a un line sequencer oppure a una batch building box. Spesso la scatola logistica o la *batch building box* non sono necessarie mentre la *leveling box* e il *line sequencer* sono strumenti essenziali nella maggior parte dei cicli logistici *pull flow*.

PIANIFICAZIONE PULL DELLA PRODUZIONE

Rappresenta l'ultimo ambito del flusso logistico interno. Qui si decide:

- La strategia di programmazione delle referenze di prodotto finito;
- La capacità richiesta in termini di logistica e produzione;
- Il piano esecutivo: quali ordini iniziare.

Il processo di pianificazione *pull* della produzione consiste in tre passaggi:

1. Decidere la strategia di pianificazione per:

- I prodotti finiti;
 - I componenti necessari per la loro realizzazione;
2. Pianificazione della capacità;
 3. Piano esecutivo.

1 Decidere la strategia di pianificazione

Il primo passo è quello di decidere la strategia di pianificazione, in primo luogo dei prodotti finiti e poi dei componenti indispensabili per fabbricarli.

Strategia dei prodotti finiti

Abbiamo due strategie di base tra cui scegliere:

- MTO (make to orders) in cui non avremo il prodotto pronto per il prelievo in magazzino e il cliente dovrà attendere che l'ordine sia completato;
- MTS (make to stock) in cui il prodotto già disponibile è pronto per la consegna a cliente e quindi sarà necessario il ripristino della scorta.

Solitamente avremo una situazione mista di ordini confermati del cliente e ordini di ripristino della scorta. Gli ordini confermati del cliente possono essere trasformati immediatamente in cartellini kanban, mentre per i prodotti MTS avremo bisogno di un algoritmo per calcolare gli ordini di ripristino.

Secondo l'analisi prodotto-quantità gli high runners sono i migliori candidati per la strategia MTS, si tratta dei prodotti che i clienti ordinano spesso e ripetutamente. I *low runners*, invece, sono ottimi candidati per una strategia MTO. La strategia di pianificazione è legata alla gestione del portafoglio dei prodotti finiti e dovrebbe essere rivista con una certa frequenza (una volta all'anno).

Strategia della fornitura dei componenti

Alcuni componenti possono essere MTS e altri MTO. Tutto ciò, è legato alla scelta kanban o junjo. I componenti forniti secondo una logica kanban sono MTS e l'ideale è collocarli a bordo linea, a portata di mano dell'operatore.

Alcuni componenti seguiranno invece una logica junjo e verranno *trasportati just in sequence* alla linea ovvero saranno *fatti just in sequence* in linea.

La definizione della strategia di pianificazione dei componenti è piuttosto semplice in quanto i componenti che sono parte di high runners possono essere classificati come MTS mentre quelli che sono parte di low runners sono classificati come MTO.

La classificazione MTO dipende anche dal tempo di consegna. Il tempo accettabile di consegna è determinato dal mercato e viene chiamato decoupling point (punto di disaccoppiamento), rappresenta il punto del processo in cui i componenti appartenenti alla categoria di prodotto MTO devono essere disponibili nel momento in cui viene ricevuto un ordine MTO.

2 Pianificazione della capacità

Il risultato di questo processo viene anche chiamato *contratto produzione-logistica*. Tale contratto definisce la capacità che dovrà essere pronta a soddisfare gli ordini a breve termine del cliente.

Pianificazione della capacità:

- Necessaria per anticipare le variazioni della domanda di mercato;
- Gli orizzonti generali della pianificazione della capacità sono: annuale e trimestrale;
- Il takt time del cliente deve essere calcolato e le decisioni sulla capacità devono essere prese per far fronte al takt time previsto;
- Le decisioni saranno relative a: capacità della linea di assemblaggio, capacità specifica dei macchinari, dimensioni del supermarket e capacità di trasporto;
- Il contratto produzione-logistica è il modo per standardizzare la previsione delle capacità mensili.

Nel settore automobilistico solitamente vengono dati al fornitore due tipi di informazioni riguardo alle quantità di prodotto: la previsione e il call-off.

La previsione può coprire un certo lasso di tempo e può essere aggiornata frequentemente mentre il call-off è l'ordine effettivamente fatto dal cliente, utilizzato per pianificare la produzione.

3 Il piano esecutivo

Il piano esecutivo decide cosa e quanto fabbricare e spedire ai clienti.

Il risultato del processo sarà una lista di ordini di produzione, suddivisi in tre categorie:

- Ordini del cliente finale, per prodotti MTO;
- Ordini di ripristino, per prodotti MTS;
- Ordini speciali del cliente finale, dove le dimensioni dell'ordine sono elevate perciò la data di consegna sarà più lunga del solito.

Quando la lista degli ordini di produzione sarà completa, potrà iniziare il processo di livellamento.

Gli ordini del cliente finale per prodotti MTO sono più facili da processare in termini di piano esecutivo in quanto sarà sufficiente aggiungerli alla lista degli ordini di produzione.

Gli ordini speciali del cliente finale per i prodotti MTS sono grandi quantitativi per i quali l'ufficio vendite ha concordato di posticipare la consegna, il tempo di consegna dipenderà dal quantitativo.

Gli ordini di ripristino stock per prodotti MTS sono calcolati utilizzando un modello di pianificazione pull che stabilirà un livello di riordino e le dimensioni del lotto.

Una questione importante è come gestire la **stagionalità della domanda** nell'ambito del processo di pianificazione pull della produzione

[[vedi Figura 1.12](#)].

Ci sono due sistemi di base per gestirla:

- Adeguamento della capacità;
- Utilizzo del magazzino per compensare i picchi di domanda.

Adeguamento della capacità

Con questo termine s'intende adeguare il livello di capacità di fabbricazione per gestire le previste fluttuazioni della domanda.

Il processo prevede di utilizzare le previsioni per decidere la capacità del mese successivo. La capacità può essere aumentata o diminuita adeguando il numero di persone, la velocità delle macchine e altri fattori legati alla capacità.

Utilizzo del magazzino per compensare i picchi di domanda

Sono due le situazioni che si possono verificare:

- Quando la domanda effettiva è minore della capacità concordata, è possibile anticipare alcuni ordini.
- Quando la domanda effettiva è maggiore rispetto alla capacità concordata, si può attingere alle scorte di magazzino per servire il cliente. Se questo fenomeno si protrae per un lungo tempo, avremo una situazione di stock out.

Ogni situazione sarà diversa e richiederà una strategia specifica per la gestione della stagionalità. La strategia migliore sarà quella che permette una grande flessibilità nella capacità di adeguamento.

CAPITOLO 2: Learning to see

VALUE STREAM MAPPING TO CREATE VALUE AND ELIMINATE MUDA

PART I: GETTING STARTED

- **What is Value Stream Mapping**

A value stream is all actions currently required to bring a product through the main flows essential to every product : (1) the production flow from raw material into the arms of the customer, and (2) the design flow from concept to launch.

Taking a value stream perspective means working on the big picture, not just individual processes, and improving the whole, not just optimizing the parts. If you truly look at the whole and go all the way from molecules into the arms of the customer, you will need to follow the value stream for a product across many firms and even more facilities.

As you learn experience and confidence grow you can expand outward, from the plant level toward the complete molecules-to-end-user map. Note, however, that in large companies when a product's value stream passes through more than one of your own facilities, expanding the mapping effort to

include the flow through your other facilities should happen very quickly. « Value Stream » mapping is a pencil and paper tool that helps you to see and understand the flow of material and information as a product makes its way through the value stream.

Why Value Stream mapping is an essential tool

- It helps you visualize more than just the single-process level. You can see the flow.
- It helps you see more than waste. Mapping helps you see the sources of waste in your value stream.
- It provides a common language for talking about manufacturing processes.
- It shows the linkage between the information flow and the material flow. No other tool does this.

Practice drawing value stream maps and you will learn to see your shop floor in a way that supports lean manufacturing. To create this flow you need a « vision » of the flow. Mapping helps you see and focus on flow with a vision of an ideal, or at least improved, state.

◦ **Material and Information Flows**

Within the production flow, the movement of material through the factory is the flow that usually comes to mind. But there is another flow that tells each process what to make or do next. Material and information flow are two sides of the same coin. In lean manufacturing the information flow is treated with just as much importance as the material flow.

- **Selecting a Product Family**

One point to understand clearly before starting is the need to focus on one product family. You will not be mapping everything that goes through the shop floor. Unless you have a small drawing all your product flows on one map is too complicated. Value stream mapping means walking and drawing the processing steps for one product family from door to door in your plant. A family is a group of products that pass through similar processing steps and over common equipment in your downstream processes.

- **The Value Stream Manager**

You may have already noticed that tracing the value stream for a product family will take you across organizational boundaries in your company. To get away from the isolated islands of functionality you need one person with lead responsibility for understanding a product family's value stream and improving it. We call this person a Value Stream Manager, and suggest that in this capacity they report to the top person at your site.

- **Using the Mapping Tool**

Value stream mapping can be a communication tool, a business planning tool, and a tool to manage your change process. The first step is drawing the current state, which is done by gathering information on the shop floor. This provides the information you need to develop a future state. The final step is to prepare and begin actively using an implementation plan that describes, on one page,

how you plan to achieve the future state. Then a new future-state map should be drawn.

PART II : THE CURRENT-STATE MAP

• Drawing the Current-State Map

Developing a future state begins with an analysis of the current production situation. This section shows you how to create a « current state map ».

Mapping begins at the level of the door-to-door flow in your plant, where you draw process categories like « assembly » or « welding », instead of recording each processing step. A few mapping tips :

- Always collect current-state information while walking along the actual pathways of material and information flow yourself.
- Begin with a quick walk along the entire door-to-door value stream.
- Begin at the shipping end and work upstream.
- Bring your stopwatch and do not rely on standard times or information that you do not personally obtain.

To get started, fold out the Acme Stamping data set inside the back cover of this workbook and refer to it as we build Acme's current-state map. Acme's product family to be mapped is a stamped-steel steering bracket. This component holds the steering column to the body of a car and is produced in two version: one for left-hand-side drive cars and the other for right-hand-side drive.

The boundaries of Acme's first map are the door-to-door flow of the product

through Acme's plant, including basic supplied material and the shipment of completed brackets to Acme's customer, the State Street Automotive Assembly plant.

The next mapping step is to draw the basic production processes. To indicate a process we use a process box. The general rule of thumb for the door-to-door map is that process box indicates a process in which the material is flowing. The process box stops wherever processes are disconnected and the material flow stops.

An assembly process with several connected workstations, even if there is some WIP inventory between stations, would be drawn as one process box. But if one assembly process is disconnected from the next assembly process downstream, with inventory stagnating, accumulating, and being moved in batches between them, then two process box would be used.

At Acme Stamping, we have the following information to record in the data box under each processing step: the **cycle time** ; the **change over time** to switch from producing one product type to another ; the **number of people** required to operate the process ; the **available working time** per shift at that process ; and machine **uptime** information.

- **CYCLE TIME** : How often a part or product actually is completed by a process, as timed by observation. The time it takes an operator to go through all of their work elements before repeating them.
- **VALUE ADDED TIME** : Time of those work elements that actually transforms the product in a way that the customer is willing to pay for.
- **LEAD TIME** : The time it takes one piece to move all the way through a process or a value stream, from start to finish.

After Acme's last assembly workstation, steering brackets in trays are taken to a storage area (triangle icon).

They are then staged in the shipping area according to the daily shipping schedule and delivered daily by truck to the customer's assembly plant.

A truck icon and a broad arrow indicate movement of finished goods to the customer.

Let's add the second aspect of our value stream map: the information flow. To do this we'll need a few more icons and arrows, in particular a narrow line to show information flows. A small box icon or node is used to label or describe different information-flow arrows.

The Acme production control department is drawn with a process box, including the note that Acme uses a computerized Materials Requirements Planning system (MRP) to schedule the shop floor. Acme production control collects information from customers and the shop floor, consolidates and processes it, and sends specific instructions to each manufacturing process about what it should produce and when.

As you figure out how each process knows what to make for its customer and when to make it, you can identify a critical piece of mapping information : material movements that are pushed by the producer, not pulled by the customer. « Push » means that a process produces something regardless of the actual needs of the downstream customer process and « pushes » it ahead.

In looking at the almost completed map you can now see the basic pattern of all value stream maps, specifically a flow of physical product from left to right across the lower portion of the map and a flow of information about this product from right to left across the upper portion.

You can also see how a value stream map differs from the typical visual tool used in operation analysis – the facility layout.

Draw a timeline under the process boxes and inventory triangles to compile the production lead time, which is the time it takes one part to make its way through the shop floor.

Lead time (in days) for each inventory triangle are calculated as follows : inventory quantity divided by the daily customer requirement. By adding the lead times through each process and through each inventory triangle in the material flow, we can arrive at a good estimate of total production lead time. Now add up only the value- adding times or the processing times, for each process in the value stream. Comparing value-added or processing time to total lead time should give you quite a shock.

Note : At Acme Stamping the lead time through a process and the cycle time are the same. In many cases however, the lead time for one part to move through a process is longer than the cycle time.

Value Stream Mapping Data Set

TWI Industries

TWI Industries produces several components for tractors. This case concerns one product family - Steering Arms – which are produced in many configurations.

Because of wide variety of product configurations and the fact that customer configuration requirements vary from order to order, steering arms are a « make-to-order » business. It currently takes a customer order 27 days to get through TWI's production process.

It currently takes a customer order 27 days to get through TWI's production

processes.

Although TWI Production Control releases customer orders to production roughly in the order that they are received, orders are batched by product configuration on the shop floor to reduce the number of time-consuming changeovers.

The Product

- A steering arm is a metal rod with a forged fitting welded to each end.
- TWI's steering arms are available in 20 different lengths, 2 diameters and 3 different types of fitting

Customer Requirements

- 24000 pieces per month.
- A customer order ranges from 25 to 200 pieces.
- Corrugated-box packaging with up to 5 steering arms in a box.
- TWI requires orders to arrive 60 days before shipping date.

Production Processes

- TWI's processes for the steering arm product family involve cutting a metal rod followed by welding end fittings to the rod, deflash, painting at an outside vendor and subsequent assembly of the end fittings. Finished steering arms are staged and shipped to costumers on a daily basis.
- Switching between rod lengths requires a 15 minute changeover at the cutting, welding and deflash operators.
- Switching between rod diameters takes a 1 hour changeover at the cutting, welding and deflash operations.

- Steel rods are supplied by Michigan Steel Co. The lead time for obtaining rods is 16 weeks. There are two shipments per month.
- Raw forgings for the end fittings are supplied by Indiana Castings. The lead time for obtaining forgings is 12 weeks. There are two shipments per month.

Work Time

- 20 days in a month.
- Two shift operation in all production departments.
- Eight hours every shift, with overtime if necessary.
- Two 15-minute breaks during each shift.

Process Information

1. Cutting

- Manual process with 1 operator.
- Cycle Time: 15 seconds.
- Changeover time: 15 minutes (for length) and 1 hour (for diameter).

2. Welding Workstation I

- Automatic process, with operator load & unload external to machine cycle.
- Cycle Time: Operator= 10 seconds, Machine= 30 seconds.
- Changeover Time: 15 minutes (for length) and 1 hour (for diameter).

3. Welding Workstation II

- Automatic process, with operator load & unload external to machine cycle.
- Cycle Time: Operator= 10 seconds, Machine= 30 seconds.
- Changeover Time: 15 minutes (for length) and 1 hour (for diameter).

4. Deflash Workstation

- Automatic process, with operator load & unload external to machine cycle.
- Cycle Time: Operator= 10 seconds, Machine= 30 seconds.
- Changeover Time: 15 minutes (for length) and 1 hour (for diameter).

5. Painting

- Painting lead time 2 days.

6. End – fitting Assembly

- Manual process with six operators.
- Total work time per piece: 195 seconds.
- Changeover time: 10 minute fixture swap.

7. Machining of Forgings

- Automatic machining process with one machine attendant.
- Cycle time : 30 seconds.

- Changeover time : 2 hours.

8. Shipping Department

- Removes parts from finished goods warehouse and stages them for truck shipment to customer.

PART III : WHAT MAKES A VALUE STREAM LEAN ?

◦ Overproduction

We can see the fundamental problems with mass production in the Acme Stamping current state : each process in the value stream operates as an isolated island, producing and pushing product forward according to schedules it receives from Production Control instead of the actual needs of the downstream « customer » process.

Defects remain hidden in the inventory queues until the downstream process finally uses and discovers the problem. As a result, while the value-added time for producing one product is very short, the total time that product spends getting through the plant is very long. To reduce that overly long lead time from raw material to finished good you need to do more than just try to eliminate obvious waste.

The most significant source of waste is overproduction, which means producing more, sooner or faster than is required by the next process.

Overproduction causes all kinds of waste, not just excess inventory and money tied up that inventory. It means that you need extra operators and equipment capacity, because you are using some of your labor and equipment to produce parts that are not yet needed.

The constant attention Toyota puts on avoiding overproduction is what most clearly distinguishes their streams from mass production value streams.

• Characteristics of a Lean Value Stream

We are trying to link all process – from the final customer back to raw material- in a smooth flow without detours that generates the shortest lead time, highest quality and lower cost.

How can you on your shop floor-actually get one process to produce only what the next process needs when it needs it ? Fortunately you can follow Toyota's lead and use the guidelines.

Guideline # 1 : Produce to your takt time.

« Takt time » is how often you should produce one part or product, based on the rate of sales, based on the rate of sales, to meet customer requirements.

Takt time is calculated by dividing the customer demand rate per shift (in units), into your available working time per shift (in seconds).

Takt time is used to synchronize the pace of production with the pace of sales, particularly at the « pacemaker process ».

It helps you see how you are doing and what you need to improve.

Producing to takt sounds simple, but it requires concentrated effort to :

- Provide fast response to problems.

- Eliminate causes of unplanned downtime.
- Eliminate changeover time in downstream, assembly-type processes.

Guideline #2 : Develop continuous flow wherever possible.

Continuous flow refers to producing one piece at a time, with each item passed immediately from one process step to the next without stagnation in between. Continuous flow is the most efficient way to produce and you should use a lot of creativity in trying to achieve it.

The mapping icon we use to indicate continuous flow is simply the process box. So if you introduce more continuous flow in your future state, then two or more current-state process boxes would combine into one box on the future-state map. A good approach can be to begin with a combination of continuous flow and some pull/FIFO.

Guideline #3 : Use supermarkets to control production where continuous flow does not extend upstream.

There are often spots in the value stream where continuous flow is not possible and batching is necessary. There can be several reasons for this including :

- Some processes are designed to operate at very fast or slow cycle times and need to change over to serve multiple product families.
- Some processes are far away and shipping one piece at a time is not realistic.
- Some processes have too much lead time or are too unreliable to couple directly to other processes in a continuous flow.

Resist the temptation to schedule these processes via an independent scheduling function, because a schedule is only an estimate of what the next process will actually need.

Simply put, you usually need to install a pull system where continuous flow is interrupted and the upstream process must still operate in a batch mode.

[[vedi Figura 2.1](#)]

The purpose of placing a pull system between two processes is to have a means of giving accurate production instruction to the upstream process, without trying to predict downstream demand and scheduling the upstream process.

Pull is a method for controlling production between flows.

On the factory floor, supermarkets should ordinarily be located near the supplying process to help that process maintain a visual sense of customer usage and requirements. The « customer » process material handler then comes to the supplier's supermarket and withdraws what is needed.

These withdrawals trigger the movement of pre-printed kanban from the supermarket to the supplier process, where they are used as the only production instruction for that process.

Note : Pull systems are a nice way to control production between processes that cannot be tied together in a continuous flow, but sometimes it is not practical to keep an inventory of all possible part variations in a pull-system supermarket.

- In some of these cases you can use a FIFO (« first in, first out ») lane between two decoupled processes to substitute for a supermarket and maintain a flow between them. Think of a FIFO lane like a chute that can hold only a certain amount of inventory, with the supplying process at the chute entrance and the customer process at the exit. If the FIFO lane

gets full, the supplying process must stop producing until the customer has used up some of the inventory.

- Sometimes you can install a « sequenced pull » between two processes, instead of a complete supermarket that has all components represented in it. Sequenced pull means that the supplying process produces a predetermined quantity directly to the customer process order. This works if lead time in the supplying process is short enough for production to order, and if the supplying process is short enough for production to order, and if the customer process follows strict « ordering » rules.

Guideline #4 : Try to send the customer schedule to only one production process.

By using supermarket pull systems, you will typically need to schedule only one point in your door-to-door value stream. This point is called the pacemaker process. Your selection of this scheduling point also determines what elements of your value stream become part of the lead time from customer order to finished goods.

Note that material transfers from the pacemaker process downstream to finished goods need to occur as a flow. On the future-state map the pacemaker is the production process that is controlled by outside customer's orders.

Guideline #5 : Distribute the production of different products evenly over time at the pacemaker process. (Level the production mix).

Most assembly departments probably find it easier to schedule long runs of one product type and avoid changeovers, but this creates serious problems for the rest of the value stream. Grouping the same products and producing them all at once makes it difficult to serve customers who want something different from the batch being produced now.

Batching in assembly also means that fabricated components will be consumed in batches, which swells the in-process inventories needed in upstream supermarkets throughout the entire value stream.

Leveling the product mix means distributing the production of different products evenly over a time period. The more you level the product mix at the pacemaker process, the more able you will be to respond to different customer requirements with a short lead time while holding little finished goods inventory. This also allows your upstream supermarkets to be smaller.

Guideline #6 : Create an- 11 initial pull by realising and withdrawing small, consistent increments of work at the pacemaker process. (Level the production volumer)

Too many companies release large batches of work to their shop floor processes, wich causes several problems :

- There is no sense of takt time and no “pull” to which the value stream can respond.

- The volume of work performed typically occurs unevenly over time, with peaks and valleys that cause extra burden on machines and supermarkets.
- With a large amount of work released to the shop floor, each process in the value stream can shuffle orders. This increases lead time and the need to expedite.
- Responding to changes in customer requirements becomes very complicated.

A good place to start is to regularly only a small, consistent amount of production instruction at the pacemaker process, and simultaneously take away an equal amount of finished goods. We call this practice a « paced withdrawal ». We call the consistent increment of work the pitch and often calculate the pitch increment based on packout container quantity, or a multiple or fraction of that quantity.

There are many ways to practice paced withdrawal of small, consistent quantities of work. A tool used at some companies to help level both the mix and volume of production is a load leveling box.

In this system kanban indicate not only the quantity to be produced, but also how long it takes to produce that quantity. Kanban are placed into leveling box in the desired mix sequence by product type.

Guideline #7 : Develop the ability to make 11every part every day (then every shift, then every hour or pallet or pitch) in fabrication processes upstream of the pacemaker process.

By shortening changeover times and running smaller batches in your upstream fabrication processes, those processes will be able to respond to changing downstream needs more quickly. In turn they will require even less inventory to be held in their supermarkets.

In general, we note either the batch sizes or « EPE » in the data boxes. EPE stands for « every part every.. » after which you write a time such as week, day, shift, hour, pitch or takt. This describes how frequently a process changes over to produce all part variations.

PART IV : THE FUTURE-STATE MAP

The purpose of value stream mapping is to highlight sources of waste and eliminate them by implementation of a future-state value stream that can become a reality within a short period of time. The goal is to build a chain of production where the individual processes are linked to their customer either by continuous flow or pull, and each process gets as close as possible to

producing only what its customer need when they need it.

We have found that the most useful aid for helping draw future-state maps is the following list of questions. As you develop your future-state concepts, answer the questions in roughly the following order.

- 1) What is the takt time, based on the available working time of your downstream processes that are closest to the customer ?
- 2) Will you build to a finished goods supermarket from which the customer pulls, or directly to shipping ?
- 3) Where can you use continuous flow processing ?
- 4) Where will you need to use supermarket pull systems in order to control production of upstream processes ?
- 5) At what single point in the production chain will you schedule production ?
- 6) How will you level the production mix at the pacemaker process ?
- 7) What increment of work will you consistently release and take away at the pacemaker process ?
- 8) What process improvements will be necessary for the value stream to flow as your future-state design specifies ?

- **Drawing the Future-State Map**

When we look again at the current-state map for Acme's steering column bracket, what problems do we note? Perhaps the most striking are the large amounts of inventory, the unconnected processes pushing their output forward and the long lead time in comparison to the short processing time.

Question #1 : What is Acme's takt time for the chosen product family ?

The takt time calculation starts with the available working time for one shift in Acme's assembly area, which is 28'800 seconds. From this you subtract any non-working time, which is two 10 minute breaks per shift. The customer demand of 460 units per shift is then divided into the available working time to give a takt of 60 seconds. What this takt time number means is that in order to meet customer demand within its available work time, Acme needs to produce a steering bracket every 60 seconds in its assembly process.

Question #2 : Should Acme build steering brackets to a finished goods supermarkets or directly to shipping ?

At Acme, steering brackets are small parts that have only two varieties. Acme has opted to begin with a finished goods supermarket and to move closer to « produce to shipping » in the future.

Acme will determine actual production by means of kanban coming back upstream to the weld/assembly cell from the finished goods supermarket.

Since the customer buys in multiples of 20-bracket trays, this is the simple choice for « kanban size ». That is, each tray of twenty left drive or right-drive brackets in the finished-goods supermarket has on it one production kanban. As the shipping department withdraws trays from the supermarkets to stage them for delivery, the kanban from those trays are sent back to assembly.

Question #3 : Where can Acme introduce continuous flow ?

The « operator-balance chart » summarizes the current total cycle times for each process. The stamping operation is very quickly (1 sec.) So incorporating it into a continuous flow, which would mean slowing its cycle to near takt time and dedicating it to the steering bracket product family, is not practical.

Examining the two assembly workstations, we notice that their cycle (62 sec.-40 sec.) times are not too far apart and near the takt time as well. Continuous

flow in assembly certainly is a possibility. The same is true for the two welding workstations.

What prevents Acme from using continuous flow all the way from welding through assembly, a condition with no inventory between steps? In fact nothing. The lean approach is to place these four processes immediately adjacent to each other, have the operators carry or pass parts from one process step to the next, and distribute the work elements so that each operator's work content is just below takt time. [[vedi Figura 2.2](#)]

Our option is to eliminate waste through process kaizen to bring the work content under the takt time ceiling.

Question #4 : Where will Acme need to use supermarket pull systems ?

Acme has decided to produce steering brackets to a finished-goods supermarket. Two additional supermarkets : one for stamped partes and one for coils.

Stamped Parts

Ideally we might introduce a tiny stamping machine dedicated to steering brackets, what we call a “right sized tool” but this is not possible in the immediate future because machinery of this type does not yet exist.

So we need to set up a supermarket and use withdrawals from that supermarket (pull) to control stamping's production. Pull system design begins with customer requirements.

Each container in the cell will have a withdrawal kanban with it. Withdrawal kanban trigger the movement of parts. Production kanban trigger the production of parts.

Coils

To build a plant-level lean value stream the future state map must also show a third super- market at the receiving dock, which holds coils of steel.

Even though Acme's steel supplier is not ready to receive kanban and produce according to them, Acme can still attach an internal withdrawal kanban to every coil and send those kanban to its own production control department whenever another coil is used. Production control can then order coils based on actual usage, instead of based on MRP's best guess of what future usage will be.

Currently the steel supplier shipping coils weekly. By lining up other customers along a « milk run » delivery, it may possible to get the necessary amount of steel on a daily basis.

Simply moving to daily delivery eliminates 80% of the inventory Acme.

Actually, the customer is sending by fax a ninety-day forecast and a daily release during the night by EDI (Electronic Data Interchange- by phone line) to Acme's scheduling computer for the next day's shipping requirement.

These are sent by phone from the customer's material handling department to Acme's shipping department during the day.

What happens to the information sent from the customer once it reaches Acme ? The weekly schedule is fed over the weekend into the computerized MRP which then sends instructions by Monday morning to each department about what to make the coming week.

Then, as additional information is received each night and as each department reports back periodically to the MRP on what it actually did that day, the daily production schedules are continually adjusted to bring what Acme is making into synch with what the customer wants.

Question #5 : What single point in the production chain should

Acme schedule ?

Since all process steps downstream of the pacemaker process need to occur in a flow, in the Acme example the scheduling point is clearly the welding/assembly cell. We cannot schedule any further upstream because we are planning to introduce a pull system between stamping and weld/assembly.

Question #6 : How should Acme level the production mix at the pacemaker process ?

From the cell's perspective this seems to make sense because it minimizes the number of required weld-fixture changes. However, from a value stream perspective batching is the wrong way to go.

Batch-producing brackets in assembly will increase the impact of problems, lengthen the lead time and mean that the stamped-pans supermarket has to be ready to meet sudden demand surges. Instead, if the weld/assembly cell levels the mix of brackets it produces evenly over the shift, then the stamping press will have plenty of time to react to the cell's pulls for left-drive and right-drive parts.

Note : Enabling such frequent changeovers in the cell will probably require keeping all fixtures and component varieties ready, near the operator's fingertips. However, when all components are kept on the line you may need some failsafe devices to prevent the wrong ones from being assembled.

By taking a few pains to level the production mix at the pacemaker process the entire value stream will show improved lead time, quality and cost.

How can we ensure that kanban coming back to the weld/assembly cell come back in a sequence that levels the mix of products over the shift?

At Acme there are two places where the batch of kanban can be intercepted

and this leveling can take place.

Option A : Production control can place withdrawal kanban corresponding to the customer order in a load-leveling box near the shipping dock in a mixed, left-drive/right-drive sequence. [[vedi Figura 2.3](#)]

Option B : Production control can send today's customer order to the material handler, who pulls all the corresponding trays out of the finished goods market at once and stages them for shipment. The weld/assembly material handler then pulls production kanban out of the levelin device one at a time at the pitch increment and as result assembly produces in a left drive/right-drive mixed pattern. [[vedi Figura 2.4](#)]

Question #7 : What consistent increment of work should Acme release and take away at the pacemaker process ?

How will Acme provide takt image to the weld/assembly cell, and how frequently will it check production there? Returning all 46 kanban (two shifts worth) to the cell at once would provide no takt image to the cell. Batching the volume of work instruction like this must be avoided. A natural increment of welding/assembly work in Acme's case is the 60 second takt time x 20 pieces per tray = 20 minutes. What this pitch means is that Acme will practice paced release of work instruction, one kanban at a time, and paced withdrawal of finished goods at its weld/assembly cell.

Every 20 minutes, a material handler brings the next kanban to the weld/assembly cell and moves the just-finished tray of brackets to the finished goods area. If a tray is not finished at the 20-minute pitch increment, then Acme knows there is a production problem that needs attention.

Question #8 : What process improvements will be necessary for Acme's value stream to flow as the future-state design describes ?

Achieving the material and information flows we envision for Acme Stamping requires the following process improvements :

- Reduction in changeover time and batch sizes at the stamping press, to allow faster response to downstream usage.
- Elimination of the long time required to change between left-drive and right-drive fixtures in welding to make possible continuous flow.
- Elimination of waste in the weld/assembly cell, to reduce total work.

We should also figure out how to use the existing stamping technology – designed to produce stampings in much higher volume than the customer for this product desires – in a less wasteful way. The secret here is to have the stamping press make smaller batches of the two parts our value stream needs and make them more frequently.

PART V: ACHIEVING THE FUTURE-STATE

- **Breaking Implementation into Steps**

A value stream map looks at the entire flow through your facility and in most cases it will not be possible to implement your entire future-state concept at once. So it is the value stream manager's responsibility to break implementation into steps.

Divide the future-state value stream map into segments or loops, as described below :

The Pacemaker Loop : The pacemaker loop encompasses the flow of material and information between your customer and your pacemaker process. This is the most downstream loop in your facility and how you manage this loop impacts all the upstream processes in that value stream.

Additional Loops : Upstream of the pacemaker loop there are material-flow and information-flow loops between pulls. Each pull system supermarket in your value stream usually corresponds with the end of another loop.

These loops are an excellent way to break your future-state implementation effort into manageable pieces.

• The Value Stream Plan

Your future-state map shows where you want to go. Now you need to create one more sheet : a yearly value stream plan. This plan shows :

- Exactly what you plan to do by when, step-by-step ;
- Measurable goals ;
- Clear checkpoints with real deadlines and named reviewer.

The first question that usually arises in planning implementation is, « In what order should we implement ? » or « Where do we start ? ».

To pick a starting point you can look for loops :

- Where the likelihood of success is high ;
- Where you can predict big bang for the buck.

One effective strategy is to begin implementation in your downstream

« pacemaker » loop and transition upstream as necessary. The pacemaker loop acts as the internal « customer » and controls demand in upstream loops.

As the flow in the pacemaker becomes lean and consistent it will reveal upstream problems that need attention.

Improvements to a loop often follow this pattern :

1. Develop a continuous flow that operates based on takt time.

2. Establish a pull system to control production.
3. Introduce leveling.
4. Practice kaizen to continually eliminate waste, reduce batch sizes, shrink supermarkets and extend the range of continuous flow.

Naturally you'll find that this sequence will vary from case to case.

Continuous flow with minimum waste means eliminating overproduction, which then means that you must standardize your work elements so that production is consistent and predictable to your takt time.

You'll then need pull as a means of giving production instruction to the flow.

◦ Value Stream Improvement is Management's Responsibility

As noted earlier in this workbook, value stream improvement is primarily a management responsibility. Management has to understand that its role is to see the overall flow and lead its implementation.

To do this are needed :

- Constant efforts to eliminate overproduction.

- A firm conviction that lean principles can be adapted to work in your setting, coupled with a willingness to try, fail and learn.
- Management needs to dedicate time and to really learn this stuff for themselves – learn it to the point that they can actually teach it. And then they need to actually teach it in their daily interactions with their staff.
- You'll need a way to get people follow your lead, without always for you to lead them. Begin by focusing your organization on a relatively small number of specific targets.

Eventually, you should evolve to policy management, which is a much more dynamic process where lower levels of the organization take part in formulating policy as well as carrying it out.

- Changing the organizational focus from departments to product teams.
- A « value stream manager » whose job is to lead the people operating the process and to take responsibility for the cost.
- Lean manufacturing specialists who can help value stream managers see waste and introduce the appropriate practices needed to remove its sources.

In the beginning most value stream managers and their team members will benefit from a bit of technical assistance in sharpening their vision, introducing and refining continuous flow, instituting quick changeover of equipment, installing a pull system and leveling the schedule.

Clearly, there is no end to the « future-becomes-present » cycle. This should be the heart of day-to-day management in any organization with a product to sell. As we've discovered again and again, when you remove sources of waste during a cycle you discover more waste lurking in the next cycle which can be eliminated. The job of Lean managers and their teams is keep this virtuous circle going.

This is a good place to begin because to be competitive the value stream needs to flow in a way that serves the customer with the overall shortest lead time, lowest cost, highest quality, and most dependable delivery.

CAPITOLO 3 : Making Material Flow

A LEAN MATERIAL-HANDLING GUIDE FOR OPERATIONS, PRODUCTION-CONTROL AND ENGINEERING PROFESSIONAL

Part 1 : Getting Started

Apex Tube Company is a typical discrete parts manufacturer, making fuel lines for cars, trucks and heavy equipment. Several years ago, Apex responded to pressure from its customers for lower prices, higher quality, more frequent deliveries and more rapid response to changing demands by taking a hard look at its manufacturing operations.

It also introduced a lean production-control system using kanban to connect a finished-parts market with the pacemaker cells and the pacemaker cells with a

purchased-parts marker near the receiving dock.

A second Apex facility took a more gradual approach to improvement that seems to be typical of current practice in many companies. This facility started by constructing a product family matrix.

Apex managers understood the advantages of starting with a pull production-control system from a finished-goods market to the pacemaker cells, created by moving and combining the five process steps. As a first step, they decided to create the cells but maintain their traditional MRP production control system and their traditional material-handling system.

As all of the product families were converted to cellular operations a new layout for the Apex plant was created.

Note that a considerable amount of space was freed in transitioning from the traditional process-village layout to a cellular configuration.

Apex managers initially were elated with their accomplishments. In the first cell converted they cut the space required by 75% from the amount needed under the original process-village layout. At the same time they reduced production lead time by 35% and more than doubled productivity.

However, these levels of performance were achieved only when the cells flowed continuously. Unfortunately, it soon was apparent that this normally was not the case. Indeed, shortfalls of 20% soon became the norm, necessitating

expensive daily overtime. Even worse making it difficult for production managers to plan.

Fortunately, Apex had installed and faithfully used a *production analysis board* next to every cell. By aggregating the results of the production analysis charts from all 14 cells, Apex managers were able to construct a Pareto analysis.

The message of the Pareto analysis was clear : the root cause of the most serious production interruption was unreliable supply of the right number of good parts to each cell.

Apex managers decided to take a walk through the plant understand the actual flow of material from the receiving dock the cells. They calculated the amount of inventory in the plant compared with what they had expected to find based on their success with creating cells. The amount of inventory on hand had not fallen nearly as much as they had expected.

A bit of reflection showed the reason : although the amount of work-in-process inventory *within* the cells between machines had been dramatically reduced, indeed down to zero in some cases, large amounts of inventory still were piled up beside the cells.

As the team continued its walk, it was soon apparent that the performance of the material-handling system was actually even worse than it first appeared.

As a result of the inability to track materials parts were frequently being

expedited from suppliers at high cost when they were actually available in adequate quantity somewhere in the plant.

Apex managers suddenly could see that they had created lean production within their cells but had retained an expensive and undependable mass production material-handling system to supply the cells.

This produced many undesirable consequences :

- Production operators and supervisors were spending valuable time looking for parts.
- The total inventory in the plant was far more than necessary.
- Many dangerous forklift movements were needed to supply the pallet loads.
- The cost of expediting « missing » material was more than a thousand dollars per week.

To create a leaner plant, Apex managers needed to introduce a lean material-handling system to *make materials flow* throughout the facility with much higher accuracy at much lower cost. They needed :

- A purchased-parts market near the receiving dock to hold and control the necessary parts.
- A precise delivery system to get the parts to the point of use.

- A precise signaling system that each production area would use to pull just the parts it needed from the purchased-parts market.

Apex managers then drew a new future-state map with the features indicate here.

Apex therefore needed to focus on an often-neglected group in its organization- the *Production Control Department*- and give it center stage.

While this group was called Production Control at Apex it actually didn't control anything. It planned the weekly schedule and then functioned as an expediter to chase missing parts and head off shutdowns due to lack of materials. Apex decided to revitalize Production Control and make it a central figure in its facility. It needed to be one corner of door-to-door *material triangle* that includes the Operations Department and the Industrial Engineering Department. Apex needed to tightly coordinate the efforts of the three groups.

As it moved ahead with implementing a lean material-handling system, Apex quickly learned that changes in the system needed to be discussed and agreed to by all three members of the material triangle.

Once Apex had revitalized its Production Control Department with new leadership and clear responsibility for the door-to-door flow of materials, it

was ready to quickly implement a lean material-handling system.

This involved four simple steps :

- Develop a *Plan for Every Part* (PFEP), a database for every part number entering the plant.
- Create a single *purchased-parts* market for all parts entering the plant.
- Initiate *precise delivery routes* to move all materials within the plant.
- Integrate the *new material-handling system with the information management system*.

Part 2 : The Plan For Every Part (PFEP)

Apex managers realized that to introduce a lean material-handling system they would need to understand everything about the handling of every parts.

Apex took the critical step of collecting all of the relevant parts information in one place – the *Plan for Every Part* (PFEP) – and making the information visible to everyone.

The simplest path to visibility was to create a spreadsheet to array the data and make it available in electronic form to any user. Using a spreadsheet or a database has two critical advantages : first, it makes it possible to sort data by

many different categories. Second, it permits changing and adding categories with a minimum amount of effort.

Question 1 : What information should you include in your PFEP ?

After some careful thinking about their likely information needs, Apex managers decided to include in their PFEP the information shown in the *Apex PFEP Data Elements* chart.

Apex's managers were quite cautious as they approached the creation of a lean material-handling system. They decided to gain familiarity with the new system by filling in the PFEP spreadsheet for only a single work cell producing light-truck fuel lines then planned to create a purchased-parts market only for the parts used in this cell.

We have seen many instances where managers tried to develop the PFEP plus the purchased-parts market and the delivery system all at once for large facilities with many value streams and they never got the project finished.

Or they took shortcuts that compromised the quality of the data and sunk the effort from the outset.

Because Apex started with only one cell, the managers took special care in

designing the PFEP because they knew that they would soon be expanding it to include all five cells producing the light-truck product family and eventually to every product family in the plant.

Note that Apex entered data for each PFEP category in the smallest element possible. Had they used a single entry for container size it would have been impossible to sort just by height. Yet this is critical information for designing storage locations. Apex therefore created a separate category for each dimension. [[vedi Figura 3.1](#)]

Question 2 : How will you maintain the integrity of the PFEP ?

We're always amazed to see companies start out to establish a PFEP by placing the task in the hands of a special task force, with little involvement by line management. This may be necessary but often there simply is no plan for how to maintain the PFEP once it's complete. Apex avoided this pitfall by appointing one person from the Producing Control Department as the *PFEP manager*.

Although the PFEP is accessible to any employee in the company needing data, the PFEP manager is the only individual who can change and update the PFEP.

By establishing a PFEP manager and developing precise guidelines for changes

in any information in the PFEP, Apex ensured that the PFEP is always up to date and accompanied by a paper trail for changes.

During routine operations, Apex's Production Control Department will use the PFEP as a quick reference to know what company supplies a part and how long it takes to get the part.

Industrial Engineering will use the PFEP to reference container dimensions and design parts-presentation devices.

The PFEP enabled Apex to :

- Begin creation of its lean material-handling system and subsequently develop its purchased-parts market, delivery routes and pull signals.
- Store pertinent current data on all parts in one central, accessible location.
- Sort parts data by various categories.
- Provide quick response to operations questions regarding parts and suppliers.

Plan For Every Part- Key to Success

- Select a PFEP format that has sorting capabilities.
- Load data in the smallest element possible.

- Appoint a PFEP manager responsible for the accuracy and updating of the PFEP.
- Ensure controlled maintenance of the PFEP through a set of guidelines.
- Establish a system to update the PFEP – a change request form.

Part 3 : Developing A Purchased-Parts

Market

The next phase was the development of a purchased-parts market.

As the implementation proceeds, the market will expand to hold all purchased parts for the light-truck product family. Finally every purchased part used in the facility will be stored in the purchased-parts market.

Question 3 : Where do you locate your purchased-parts market ?

Apex set an area aside near the receiving dock in the facility for the purchased-parts market. This location allows quick delivery from the dock to storage racks

in the market.

While the market initially held only parts for work cell 14, Apex managers selected an area large enough to accommodate a market stocked with purchased parts for the entire plant. [[vedi Figura 3.2](#)]

Question 4 : What is the correct amount of each part to hold in the market, and how much space will be required to store each part ?

To lay out their purchased-parts market, Apex managers first needed to calculate the maximum amount of each part number that would be required in the market to support normal operations by work cell 14. This meant determining the average daily usage of each part number to be stored in the market, the receiving shipment size of each part number and the necessary buffer for each part number. This information permitted a calculation of the maximum inventory level for each part.

Apex began by defining the maximum inventory levels for each part used in work cell 14. Apex determined the planned maximum inventory in the market for this part using the following formula=

Planned Maximum Inventory Level =

(Daily usage x Shipment size in days) + Purchased-parts buffer

The buffer for this part is the amount of inventory that needs to be kept on hand beyond the minimum shipping quantity to ensure that parts will always be available for production needs. To calculate the appropriate buffer requires considering a number of variables involving both production variations at Apex and variations in the delivery performance of suppliers.

Supplier Performance :

- On- time performance
- Reliability of transportation method
- Physical distance to supplier
- Risks of bad weather or other uncontrollable factors in delivery

Apex Performance :

- Variations in usage of the part by the Apex production cells

This company is located less than 150 miles from their facility and has a record as an excellent supplier.

However, the designated transportation carrier linking Sun and Apex was erratic, delivering a day early or a day late for most shipments.

Looking at Apex internal operations sometimes even doubling for a day as an extra shift was run to accommodate a spike in demand from the customer.

Apex managers would have liked to fix the problems of erratic carrier performance and varying production levels before establishing the purchased-parts market. However, it would clearly be some time before these problems were tackled, so Apex managers chose to hold enough inventory to deal with these variations in order to always support production needs.

Apex calculated that the purchased-parts market should hold one day of buffer (690 pieces) to cover the variation in internal manufacturing usage and one additional day of buffer (690 additional pieces) to cover the variations in performance of the carrier for a total of two days' worth of parts requirements.

Apex's purchased-parts market must be sized to accommodate the maximum inventory levels for all parts. The calculation is as follows :

$$\frac{\textit{Planned maximum inventory level}}{\textit{Standard container quantity}} = \textit{Maximum quantity containers}$$

$$\frac{4830}{30} = 161 \textit{ maximum quantity of containers}$$

The Apex purchased-parts market must have the capability of storing 161 containers of part #13456 for work cell 14. Because Apex set up the PFEP correctly, they were also able to determine quickly the storage space needed.

By using these dimensions, Apex could easily calculate how much space is required in the market to store the maximum amount of material.

Next, Apex translated the length and width information into physical storage dimensions for the market.

Apex designed this storage space as four rows wide and three rows high.

As the Industrial Engineering Department began to physically build the market, it was attentive to keeping it as flexible as possible because of the periodic need to change rack configurations.

Question 5 : How do you operate your purchased-parts market ?

Apex managers next put in place the tools and guidelines necessary for efficiently operating the market. Follow a similar plan when preparing to put your market into use :

- a) Select the correct storage media to hold parts.
- b) Develop an address system.
- c) Put in place procedures to place and pick parts.
- d) Put in place procedures for reacting to inventories beyond the maximum levels.

e) Determine the minimum inventory levels and reorder points and put in place procedures for reacting to minimum inventory levels.

A. Select the correct storage media to hold parts.

Apex first considered the types of storage available to hold parts : flow racks,pallet storage and storage for low-volume parts.

Parts on flow racks will hold the majority of the volume of Apex's purchased parts and are the preferred method of storage.

But flow racks, which are canted to flow material also can accomodate parts from a pallet that are unloaded onto the racks, provided that the volume of parts involved and the labor needed to unload them are low.

Pallet storage is necessary when Apex receives parts that are too big and/ or too heavy to fit on any of the flow racks or when production volumes are very high and/or the standard container is very large.

Apex also has a considerable number of parts that come in high-quantity containers,such as fasteners. Apex plans to deliver these items from the market on a replenishment basis.

B. Develop an address system

Apex created addresses by using letters to identify a part's vertical placement on a rack and numbers to identify its horizontal placement. An area number

was needed to identify which section of the market the rack was in because the purchased-parts market will eventually house many section of racks.

At the same time, Apex managers implemented an address system for the entire facility that designates physical spots in the plant to reference the location of each cell.

Each cell at Apex now is indexed to the nearest column. This address system indicates the general area in the plant where a cell is located and each cell is clearly identified on the floor with a visual. This system makes part delivery more efficient and reduces the time it takes Apex staff to attend to an accident or emergency.

The addressing of locations in the purchased-parts market and production areas in the facility will be critical when Apex establishes the information links to move a part from its location in the market.

C. Put in place procedures to place and pick parts

Apex managers wanted to organize the purchased-parts market to make it as easy and efficient as possible to load parts into the market and then to pick parts from the market for delivery to the cell.

They also wanted to maintain strict First-in-First-out (FIFO) inventory management so that parts would not stagnate. They laid out the market with load aisles and pick aisles.

The load aisles permit parts to be loaded in the back of the flow racks and to flow down to the front of the racks for picking.

The pick aisles were set up so that delivery-route operator or a market attendant can pick from both sides of the aisle.

D. Put in place procedures for reacting to inventories beyond the maximum levels

It is very likely that Apex will occasionally hold parts in excess of the maximum amount that can be stored in the purchased-parts market.

This may be because the supplier overships, because Apex operations unexpectedly fail to consume the predicted amount after a replenishment order has been placed with a supplier.

Apex must have a plan to deal with these situations in a consistent manner, and this involves establishing an overflow area adjacent to the mark.

Apex established a board that clearly indicates what is in the area and a plan to get the material out of the overflow area.

Apex also put in place a system to get parts from the overflow area back to their proper location in the market. The market attendant was assigned the daily task of checking the overflow board as well as levels in the purchased-parts market and relocating the excess inventory to the market as soon as space allows.

E. Determine the minimum inventory levels and reorder points and put in place procedures for reacting to minimum inventory levels

The final task for Apex managers in setting up the purchased-parts market was to determine when the amount of parts on hand fell to a crisis level necessitating action to prevent a disruption in production in the plant.

This point is called the *minimum inventory level*.

Setting the minimum level of inventory was a policy decision more complicated than establishing the maximum level.

After weighing the costs of carrying extra inventory against the cost of lost production and disappointed customers due to a lack of parts, Apex set the minimum level for each part number at the point when just enough material was still on hand so supplier parts could be expedited to the facility without a production operation experiencing a parts shortage.

With the new system it indicates that the manufacturing area produced considerably more than expected, that there was a breakdown in the reordering process, or that a problem occurred with the supplier.

Should the inventory levels in the purchased-parts market reach the minimum, Apex employees always treat this situation as if there are no parts available.

To create this sense of urgency Apex has put in place an escalation process so that everyone knows of the problem : the individual pulling product from the

purchased-parts market for delivery must notify the supervisor, who in turn tells the production control manager.

Purchased-Parts Market – Keys to Success

- Place the purchased-parts market near the receiving dock.
- Utilize flow racks where possible.
- Determine maximum and minimum inventory levels for all parts in the market.
- Establish a highly visible overflow area for inventories in excess of maximum levels.

Part 4 : Delivery Route and Information

Management

With its purchased parts for work cell 14 in one central location Apex was ready to develop a material-delivery route to efficiently move parts from the market to the cell.

Apex managers wanted to establish an information system and delivery route that delivered only the parts operators needed, in the quantity needed, when

they were needed and where they were needed – directly to the operator’s fingertips.

Apex managers needed to :

- Define how to move parts from the purchased-parts market to the cell.
- Install an information system using pull signals to trigger replenishment of parts and control the quantity of material deliveries.
- Identify parts-delivery requirements for the first cell and then roll up these requirements to fill the delivery route.

Question 6 : How do you convey parts from the purchased-parts market to the production areas ?

Apex will get parts from the market to work cell 14 via a designed delivery route that uses one-way and two-way aisles to make parts deliveries.

The delivery route will consist of designated stops, point-of-use delivery points for each part and precise times and quantities for material deliveries.

Apex managers told operators in the work cell that the new material route would be like a bus route through a city, dropping off passengers at regular intervals.

Apex managers took the following steps to develop the delivery route :

- a) Identify the delivery aisles in the plant.
- b) Select the conveyance method to deliver parts.
- c) Determine the stops and delivery points for the route.
- d) Create correctly-sized point of use racks at delivery points.

A. Identify the delivery aisles in the plant

When plotting the delivery route, Apex managers looked for naturally occurring aisles in the facility. They designated both one-way and two-way aisles that could flow out of the purchased-parts market to the work cells and efficiently back to the market.

Managers determined the maximum width for the delivery carts to be four feet and made the one way aisles six-feet wide, then they clearly marked the aisles on the floor of the plant and incorporated visual cues in the form of arrows on the floor to show the direction of traffic.

Apex was careful to ensure delivery aisles would be safe and efficient. A clear rule was established that material-delivery vehicles would not be allowed anywhere but in the aisles, except with special cause and permission. A second rule provided that material-delivery vehicles were given the right-of-way.

B. Select the conveyance method to deliver parts

With the aisles in the place, Apex was ready to select a conveyance method to travel the aisles and convey parts from the purchased-parts market to the cells. There are many different methods.

Apex managers concluded that their facility was too large for efficient walking routes and that the volume and weight of the parts made bicycle-pulled carts impractical as well. Fork lifts were ruled out at the outset as too large and too dangerous.

Conveyance Methods

Tugger : This is usually the most effective method when there is a considerable distance from the purchased-parts market to delivery points and a considerable volume of parts needs to be moved. The tugger can pull multiple carts containing material for multiple delivery points.

Walking : This method is best used when the production area is very close to the purchased-parts market and the parts are compact and light.

Bycycle : This method also is useful when a motorized tugger cannot get through an area and more parts need to be conveyed than an operator can easily push. A bicycle usually can pull only one or two carts of lightweight material.

Fork Truck : A fork truck is expensive and is not an efficient method of material movement.

C. Determine the stops and delivery points for the route

Apex managers referred to a current plant-floor layout to establish an initial order of stops and delivery points for work cell 14 as well as other cells that would be added to the delivery route. They noted the distances between stops because this determines the precise travel times for a route operator.

Note that the precise locations where material will be delivered – the delivery points – are different from the points where the tugger actually stops – the delivery stop locations.

This is because Apex managers planned stop locations where material can be delivered to both sides of the aisle and to several work cells.

D. Create correctly sized point-of-use racks at delivery point

Apex managers had paid some attention to positioning materials so operators in the cells could easily reach the parts needed.

They realized that needed to create right-sized *point-of-use* (POU) racks for each part used in a cell.

The POU racks at Apex serve many purposes. They provide a precise place for :

- Delivery-route operators to deliver parts.

- Delivery-route operators to pick up pull signals.
- Cell operators to get parts without excessive motion.

The next challenge facing Apex managers was to decide the holding capacity of the racks for new parts and for empty containers. Apex used a simple rule that the inbound POU racks should be able to hold twice the delivery-route volume of any given part plus one additional container of that part.

Referring to the PFEP Apex was able to calculate the storage requirements for each POU rack by doubling the containers used per hour, then adding space for one extra container and then rounding up to the next container.

Apex also incorporated return chutes into the POU racks.

The return chute should be size to hold the same number of containers as the incoming rack so the cell operator is never in a situation where there is no place to put empty containers. [[vedi Figura 3.3](#)]

Question 7 : How do your production areas signal the purchased-parts market what to deliver and when ?

At Apex, the MRP was sending a weekly schedule to each cell with instructions on what to produce. This production need then was being divided by the available hours of production during the week to calculate the takt time for

each cell.

In fact the Apex cells very rarely were able to produce products to takt time for any extended period due to parts shortages and maintenance issues.

Nevertheless, the delivery system must be designed with the capacity to support target output as determined by the takt-time calculation.

The new lean material-handling system will control the precise times and quantities of parts delivered to the cells with a very rigorous pull system, enabling Apex to track material and keep inventory under control.

To establish this type of well-managed system, Apex managers took four steps you should copy :

A. Implement pull signals that enable each cell to pull from the purchased-parts market only the material it needs

Pull signals allow a work cell to indicate a need for parts replenishments. There are many varieties of pull signals and Apex chose pull signals in the form of kanban cards.

Apex managers also established the hard-and-fast rule that the pull signal is the one and only authorization to move material from the parts market to the cells : nothing moves without a kanban. Apex's kanban cards indicate the part number, the address in the purchased-parts market, the precise delivery address and the number of kanban cards that exist for that part number at that

use location.

Apex used plain rectangular cards but kanban can be color-coded and/or shaped to match a department or value stream that uses the card.

[[vedi Figura 3.4](#)]

B. Determine how frequently to deliver material to the cells.

The next step for Apex was to determine the delivery frequency of the route.

The more frequent the deliveries, the less inventory there will be in the system and the more responsive the system will be to changes in production

requirements. However, frequent deliveries also come with costs: they always require more effort by the route operator.

Apex decided to use a one-hour route frequency, which seemed like the best trade.

C. Determine whether the delivery route is to be coupled with or decoupled from loading of the carts

Apex managers realized that the work involved in delivering materials to the value stream has two major parts-loading the conveyance carts with the

needed materials based on the kanban signals collected on the previous run of the route and driving the trugger over the route to deliver the parts.

The system can be operated with one tugging and route operator who spends

up to a third of total route time loading the cart. Or the decoupled route can be operated with one tugger and two sets of carts.

In this case, the tugger driver returns from the previous route and then runs the route at the appointed start time with carts already loaded by the market attendant.

Apex decided to operate a coupled route with the delivery route operator loading the cart in the purchased-parts market.

D. Calculate the number of pull signals for each part

To successfully operate the pull system, Apex managers needed to calculate the number of kanban in the system for each part number for each delivery location. This required four pieces of information :

1. The delivery frequency
2. Identification of the route as coupled or decoupled
3. The maximum amount of parts to be delivered on each delivery cycle
4. The standard container quantity of the parts to be delivered

During the delivery phase of the route, the Apex operator will leave material at the cells and retrieve pull signals and empty containers. Once back at the purchased-parts market, the same operator will pick the material indicated by the pull signals and load the material onto the carts. When the route operator

picks up the kanban at the cell on a one-hour delivery frequency, the maximum number of kanban that would normally be collected would be for one hour's worth production. At the same time, there should be kanban for one hour of parts in the POU rack from the previous delivery and kanban for one additional hour of parts that have just been delivered.

Question 8 : How do you fill the delivery route ?

The only remaining task for Apex managers was to fill the delivery route.

They started with delivery of just one part(#13456) to just one cell (14) and then filled the route for the entire cell and then for the entire light-truck product family.

To build up the necessary information to fill the delivery route, Apex managers needed to:

A. Identify standard work and times for all work elements that occur during the running of the route

The delivery route and actions of the route operator need to be governed by standard operations so the work is done as efficiently as possible and can be improved. Apex reviewed the primary tasks of the route operator and applied

standard times. These times can be used to calculate all deliveries within Apex. The critical point is that you must develop standard times for all work elements after careful examination of conditions on the gemba and your facility must maintain these standards. A standardized work sheet needs to be developed to record all the information on the tasks to be carried out and the times for each of those activities.

Apex managers also required the delivery carts to be loaded in a standardized manner. They determined a best position for each part on the cart and then taped off specific areas of carts by cell.

B. Calculate the delivery time for all parts in a cell

Apex managers chose to start with cell 14 because it is the point farthest from the purchased-parts market for the light-truck product family, which makes it simple to calculate the total drive time for the route.

After determining the total distance to and from the stop at cell 14, Apex was able to calculate the total time to deliver part #13456. The next step for Apex managers was to calculate how much time was required to deliver all of the parts requested by work cell 14. All of the information they needed was in their PFEP spreadsheet.

C. Add other cells to the delivery route

Apex managers now were ready to add the delivery times required to service the other cells in the light-truck product family. Apex also needed to add in the time for the route operator to get on and off the tugger to service these cells. Because the four additional cells (7,11,12,13) were on the same route to and from the purchased-parts market as cell 14, no additional time was needed. Once the accuracy of the calculation was confirmed, Apex managers were ready to operate their first delivery route and gain real experience with the system.

The next step for Apex was to optimize the initial route. Although the route serving the light-truck value stream was functioning smoothly and eliminated a large amount of inventory and three materials handlers, it was not yet efficient. To fill the coupled route completely and efficiently use the time available, Apex managers followed a simple process :

- a) Identify the most logical cells to be added on to the route.
- b) Add the parts information for the new cells being considered into the PFEP.

- c) Establish maximum inventory levels for the additional cells and calculate the number of containers necessary to hold these parts in the purchased-parts market.
- d) Identify the number of kanban in the loop for each part number for one automotive-fuel line cell.
- e) Identify the delivery time for one automotive fuel-line cell.
- f) Add the additional automotive fuel-line cells to the delivery route,being sure to add in time for delivery stops.

Managers followed all the procedures used to establish the initial route based on the experience gained in setting up the first route. They soon created a coupled delivery route for the remaining cells that could be run in approximately 41 minutes.

Part 5 : Sustaining and Improving

After starting with one cell and then one product family Apex added all of the other value streams and finally achieved a lean material-handling system for the entire facility. Apex now must maintain the material-handling system as well as

improve it over time by continuing to reduce the amount of effort required to operate the system and the amount of inventory in the facility.

Question 9 : How can you sustain the performance of your lean material-handling system ?

At Apex, daily monitoring and control mean that all aspects of its lean material-handling system are observed daily by supervisors to ensure that standardized work is being done, that visual tools are being used to record problems and that performance measures are being tallied and maintained.

The daily monitoring supported formal audits, which have two purposes : first, audits ensure that all of the new tools are being maintained and that standard work is being followed. Second, they identify opportunities for improvement.

Apex managers took five steps to introduce a rigorous, periodic auditing process :

1. They taught everyone the purpose of the periodic audits.
2. They carefully trained managers at several levels to perform the audits.
3. They taught auditing using the learn-by-doing method that always works best for teaching lean concepts.

4. They convened after each round of audits to discuss everyone's posted results.
5. They developed an action plan for the discrepancies found during audits.

Apex decided that three activities should be audited on a regular basis : the purchased-parts market, the delivery route and the pull signals.

Audit the purchased-parts market

When establishing the purchased-parts market, Apex carefully specified precise storage locations and defined maximum and minimum inventory levels. Yet it soon was apparent from daily walks through the purchased-parts market that some parts were not in the appropriate place, some racks were not clearly labeled to identify part locations and the minimum inventory levels for some parts were not identified.

Apex managers immediately could see that audits were needed to catch these problems and devise corrective actions. They assigned the market attendant the task of walking through the market every day and visually auditing.

[[vedi Figura 3.5](#)]

Audit the delivery route

If the routes are not regularly audited, there is the possibility for the operator to deliver more parts than necessary. While making deliveries the route operator was frequently stopped and engaged in work-related conversations.

These delays also degrade the performance of the system. [[vedi Figura 3.6](#)]

Audit the pull signals

At the beginning of the implementation, Apex decided that each route operator would audit the route once each day by focusing on the pull signals for one part number going to a specific location.

There are several methods to audit pull cards. The simplest is a spreadsheet showing the part numbers and number of pull cards for each part number active in the system. Working with pull signals requires a new culture in a facility and it is critical to get a firm foundation established on how pull signals are to be handled.

A clear chain of command for audits will help ensure successful implementation and sustainability of a lean material-handling system. [[vedi Figura 3.7](#)]

Route Operator : the Apex route operators audit their routes every shift. The operators verify that they are doing the route correctly and to the scheduled time.

Supervisor : the Apex supervisor daily checks that the route operator does her audits every day and also sets aside the time to audit one complete route every day.

Production Control Manager : The Production Control Manager checks the supervisor every day to make sure that he is doing his audits.

Plant Manager : The Apex plant manager audits one entire route every month. He does this with the Production Control Manager and the supervisor.

Question 10 : How can you identify and remove additional waste ?

There are two categories of improvement of the lean material-handling system – ongoing route improvements and inventory reductions.

Route Improvements

The most obvious steps are as follows :

- Improve the POU delivery racks to make the operators more efficient by saving part-placement time.
- Improve the conveyance method, making it possible for a route operator to serve more manufacturing areas in a given amount of time

As you look for continuous-improvements ideas, always ask for operator input. Employees who run the route every day are in a great position to propose improvement ideas.

Inventory Reductions

There are two places to look for inventory reduction opportunities. The first is internal. Through the audits of the purchased-parts market and pull signals, Production Control soon can tell if there is more inventory than necessary. The second opportunity to improve inventory levels is to reduce container sizes.

Reducing container sizes also will enable Apex to reduce the number of partial containers that must be removed when there is a changeover to a different product.

To get to small lots, the Production Control Department must work with the Purchasing Department to change traditional procurement practices and reduce container quantities coming into the plant, especially at the time of new product introductions.

CONCLUSIONE

Nel periodo economico attuale, all'impresa è richiesto di mettere in campo strategie diverse per conoscere meglio i bisogni del cliente e innovare senza sosta, sia nel prodotto sia nel processo.

L'approccio Kaizen rappresenta il modello più affidabile per il raggiungimento di tali obiettivi, contemporaneamente questo termine racchiude al suo interno un significato molto più profondo.

Rappresenta una mentalità vincente che attiva l'entusiasmo delle persone e le spinge a costruire qualcosa di nuovo con risultati sorprendenti.

La logica Kaizen risulterà essere più efficace se applicata strategicamente durante la costruzione di un flusso di valore snello. Tale flusso, come viene enunciato nella parte centrale del documento, rappresenta un punto fondamentale per le aziende in quanto permette di diminuire i tempi di attesa del cliente, abbassare i costi e massimizzare la qualità del prodotto.

Lo sviluppo dei flussi di valore snello dovrà avvenire nel rispetto delle persone in quanto tutti, direzione e dipendenti, hanno un ruolo fondamentale da svolgere durante l'implementazione aziendale e tutti ne dovranno trarre vantaggio. Tuttavia, l'introduzione dei flussi di valore non sarà affatto facile e potrebbe comportare uno stravolgimento nel modo di pensare e di

comportarsi degli operatori e delle altre parti in causa.

È necessario molto tempo e impegno da parte di tutti, ogni giorno.

In caso positivo, l'azienda ne trarrà benefici importanti che potranno essere mantenuti o incrementati negli anni a venire.

Un esempio è Apex la quale, al termine del processo d'implementazione, è stata in grado di raggiungere quasi tutti i suoi obiettivi.

L'azienda sta, inoltre, considerando l'introduzione di un sistema di consegna dei prodotti finiti dalle celle all'area di spedizione. L'aggiunta di questa capacità produrrà ulteriori riduzioni delle scorte.

L'esempio di Apex ci mostra che il sistema di movimentazione dei materiali "snello" richiede dati e calcoli dettagliati, così come la costante attenzione della direzione.

Questo documento vuole mettere in risalto il fatto che non esiste un unico metodo o strategia per implementare un sistema produttivo ma ciò dipenderà da vari fattori come ad esempio la richiesta del cliente o il tipo d'impianto preso in considerazione.

Ciò che, invece, accomuna le varie grandi imprese come Toyota e Apex è il fatto di sostenere e percorrere la logica "Kaizen" ovvero non essere mai soddisfatti della situazione attuale e ricercare ogni giorno il miglioramento continuo.

BIBLIOGRAFIA

- **Euclides A. Coimbra**, *Total Flow Management. Kaizen per l'eccellenza nella supply chain e oltre*, **Guerini next, 2006.**
- **Rother M., Shook J.**, *Learning to See. Value stream mapping to create value and eliminate muda*, **The Lean Enterprise Institute, Massachusetts, 1999.**
- **Harris C., Harris R., Wilson E.**, *Making Materials Flow. A lean material-handling guide for operations, production-control, and engineering professionals*, **Lean Enterprise Institute, Cambridge, 2011.**

FIGURE E TABELLE

Figura 1.1 – Logistica integrata e flusso di produzione

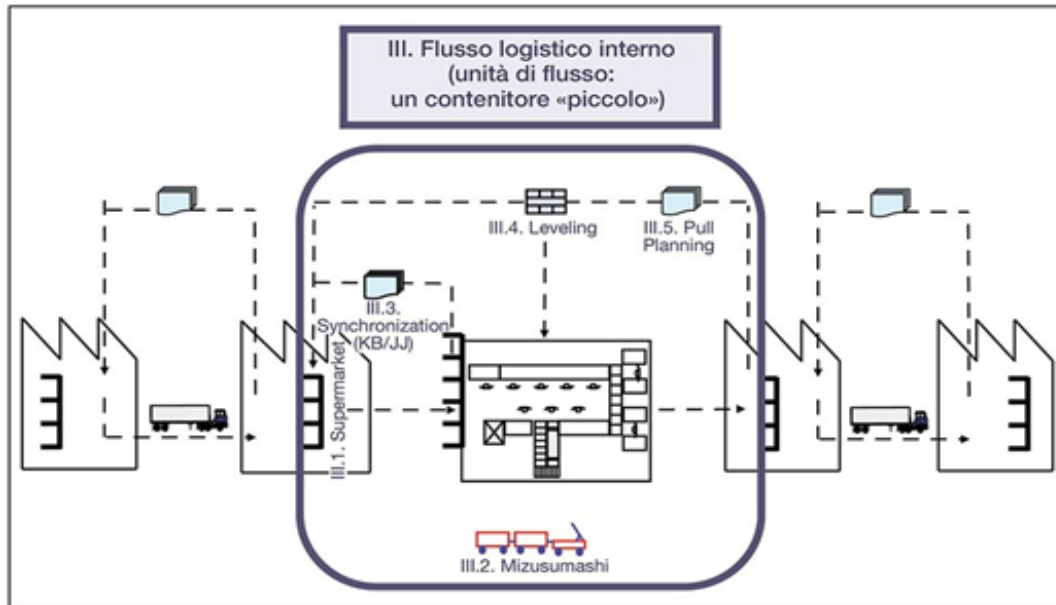


Figura 1.2 – Confronto tra magazzino tradizionale e supermarket di flusso

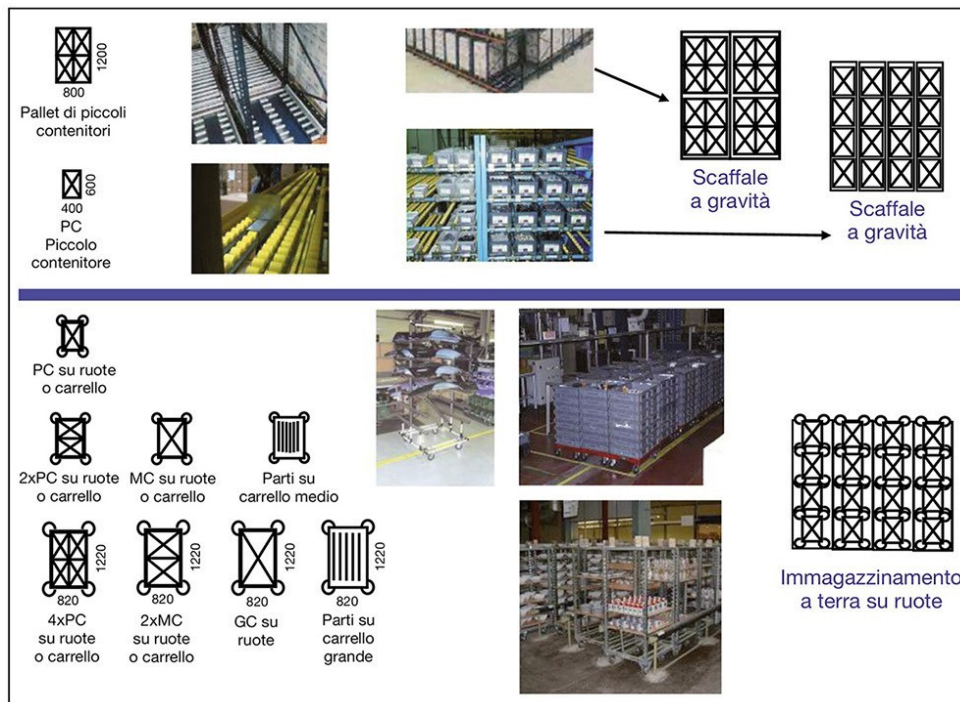


Figura 1.3 – Flow Rack Supermarket

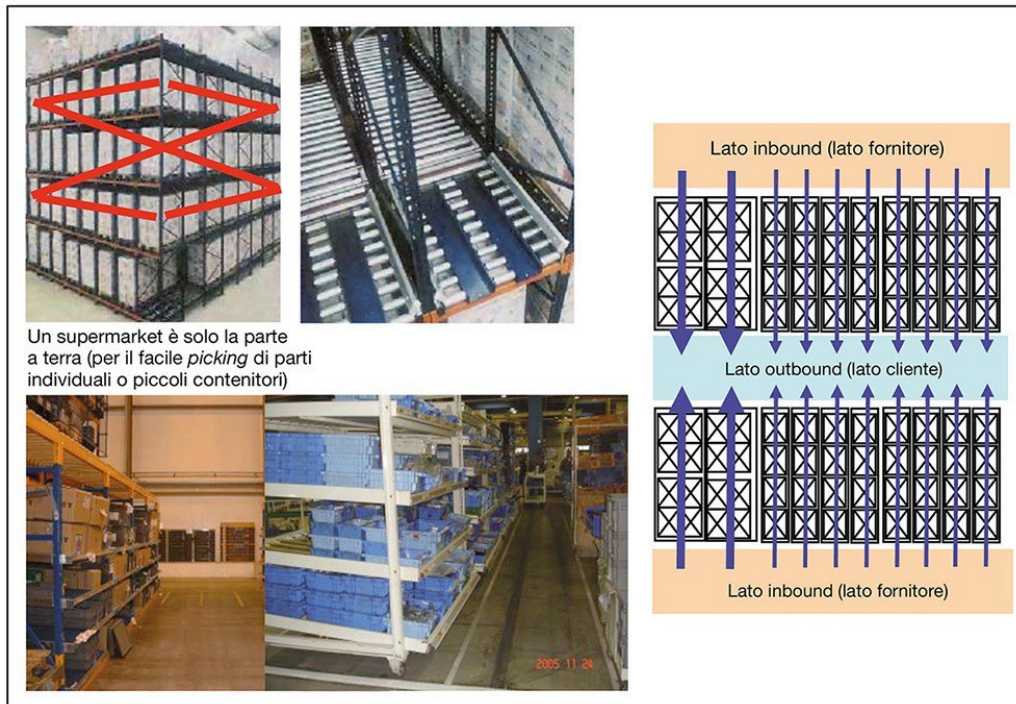


Figura 1.4 – Supermarket di bordo linea

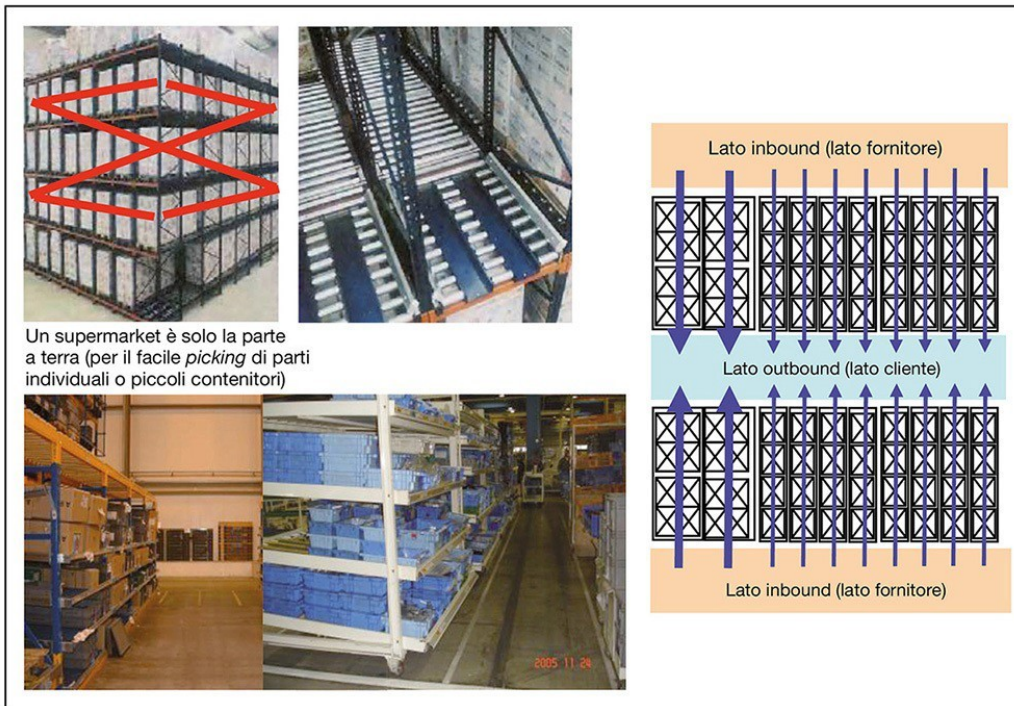


Figura 1.5 – Esempi di Supermarket dei kit

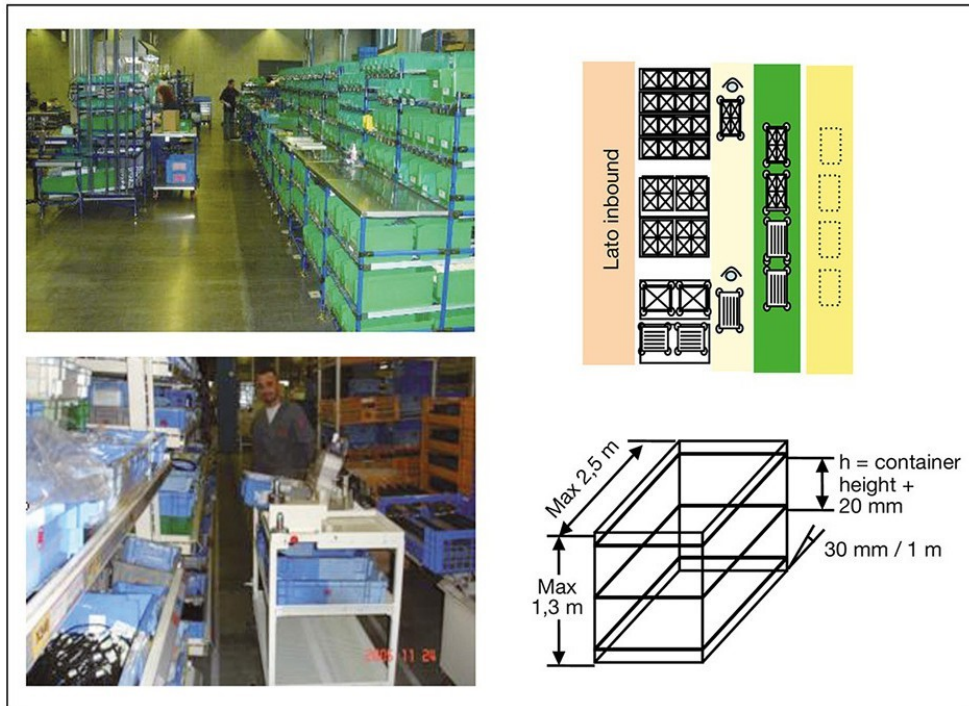
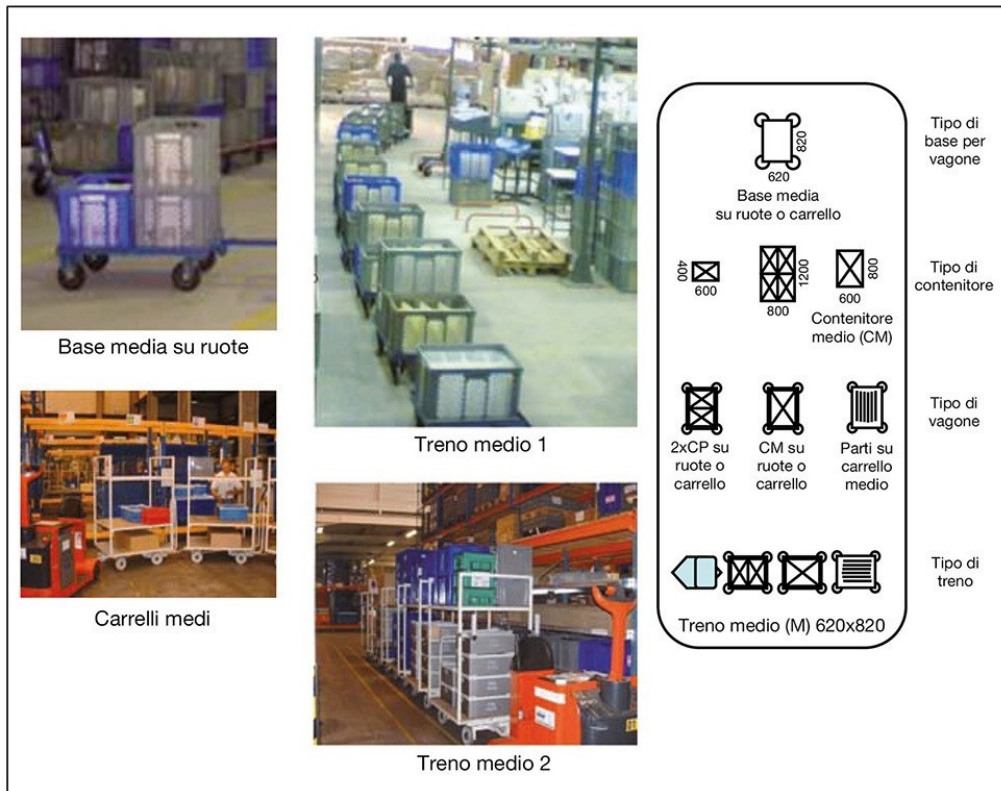


Figura 1.6 – Treno Mizusumashi medio



1.7 – Ciclo Kanban di ripristino

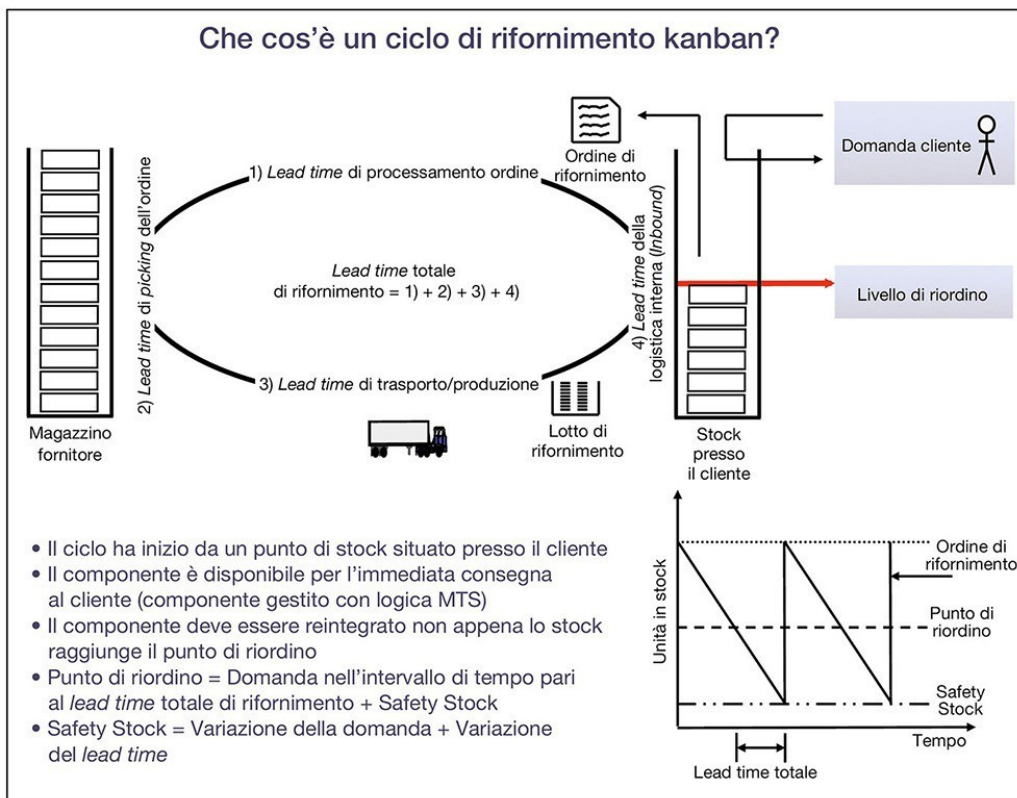


Figura 1.8 – Sei tipi di Ciclo Kanban

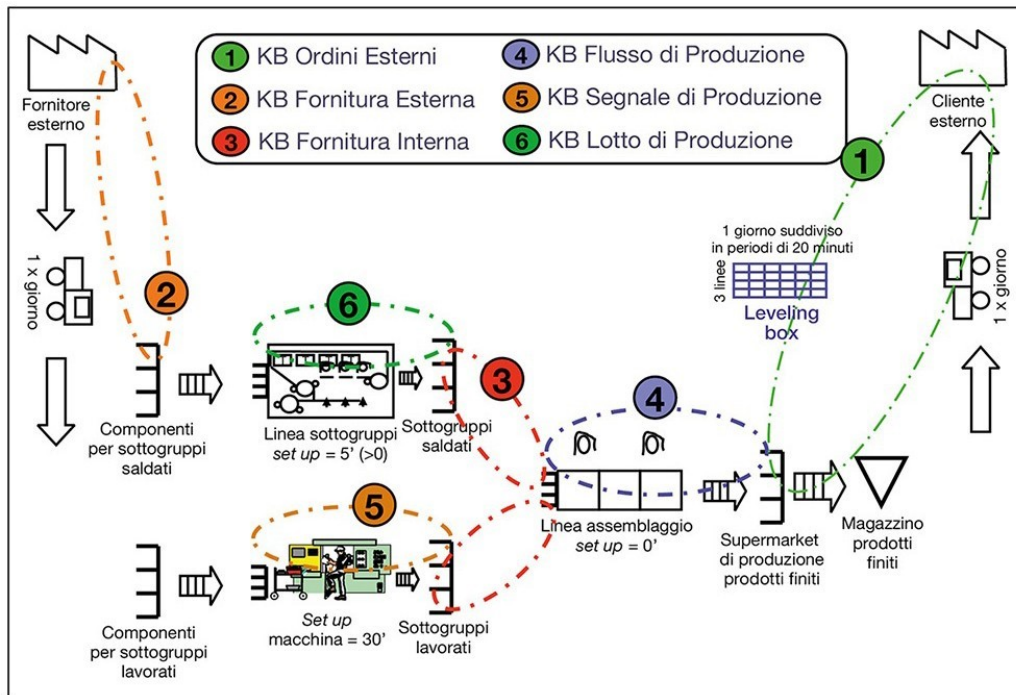


Figura 1.9 – Leveling Box

- È situata nell'area di spedizione o di *picking* (il punto di partenza del ciclo del *mizusumashi*)
- Rispetta la capacità della linea (ogni colonna rappresenta 20 o 60 minuti di produzione, e ospita il numero corrispondente di kanban)
- Il tempo di ogni colonna è pari a un ciclo standard completo del *mizusumashi* (detto anche *pitch*)
- Si adatta al *takt* della linea
- Il livellamento nel giorno è fatto fisicamente al suo interno:
 - prodotti di classe A: EPEI < 1 day
 - prodotti di classe B: EPEI = 1 day
 - prodotti di classe C: «reserved slot», EPEI > 1 day

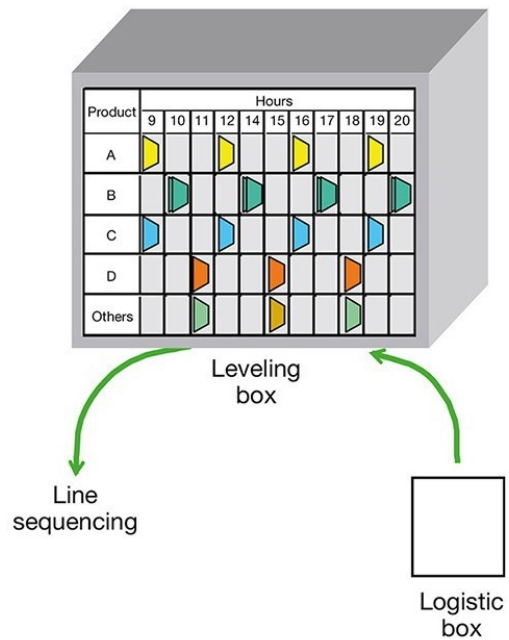


Figura 1.10 – Sequenziamento della linea (a)

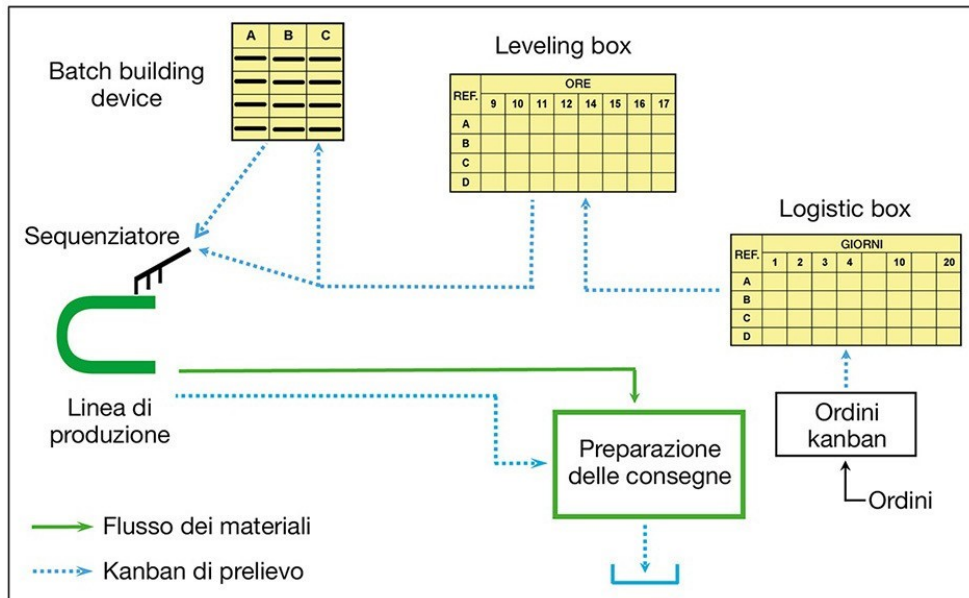


Figura 1.11 – Sequenziamento della linea (b)

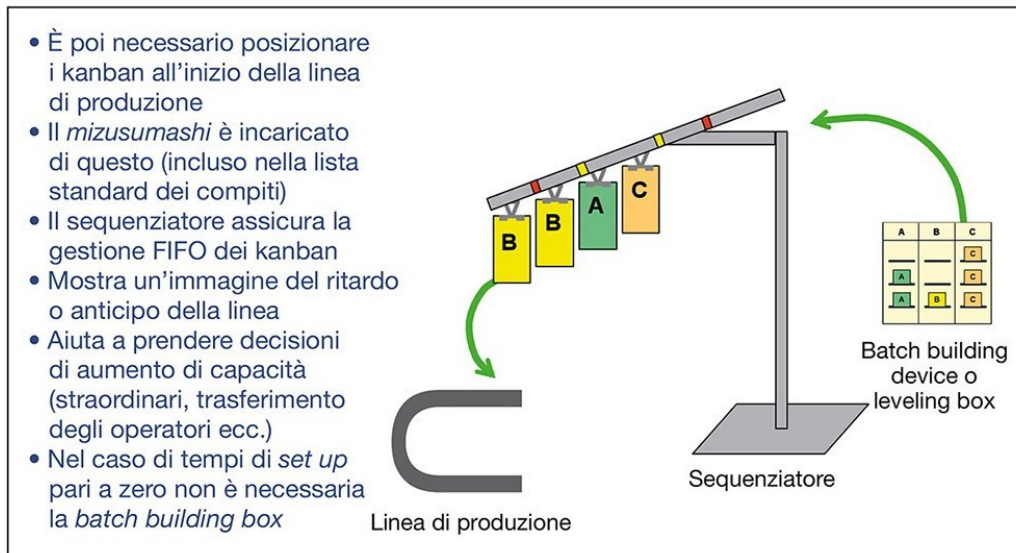


Figura 1.12 – Come gestire la stagionalità della domanda

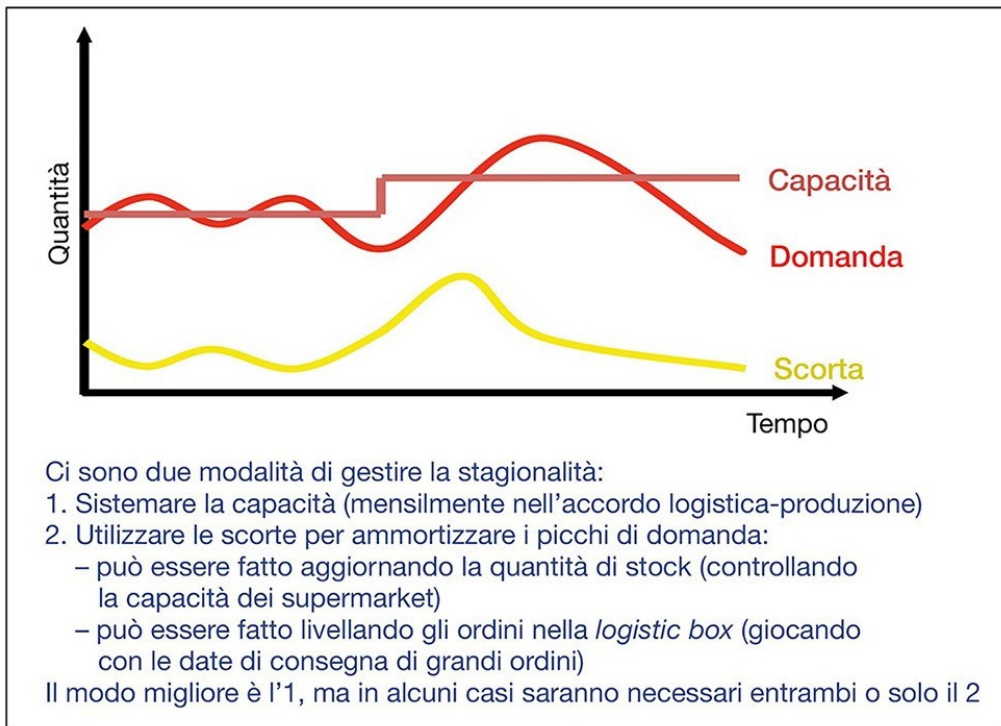
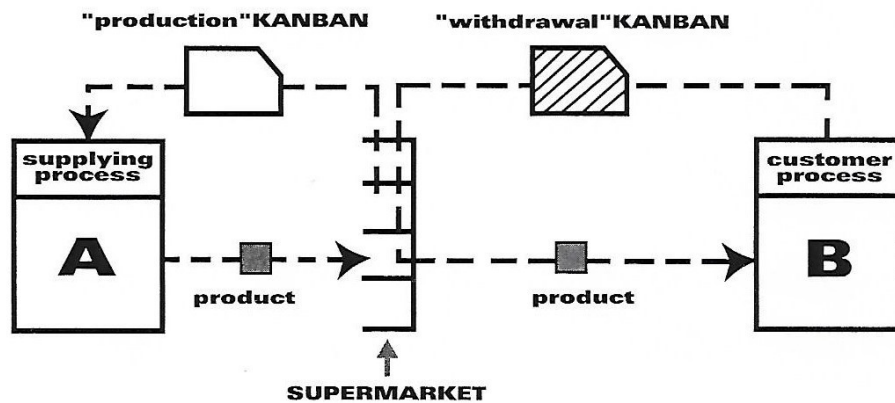


Figura 2.1

supermarket pull system



- ① **CUSTOMER PROCESS** goes to supermarket and withdraws what it needs when it needs it.
 - ② **SUPPLYING PROCESS** produces to replenish what was withdrawn
- PURPOSE:** Controls production at supplying process without trying to schedule. Controls production between flows

Note:

A "production" kanban triggers production of parts, while a "withdrawal" kanban is a shopping list that instructs the material handler to get and transfer parts.

Figura 2.2

Acme stamping current cycle times

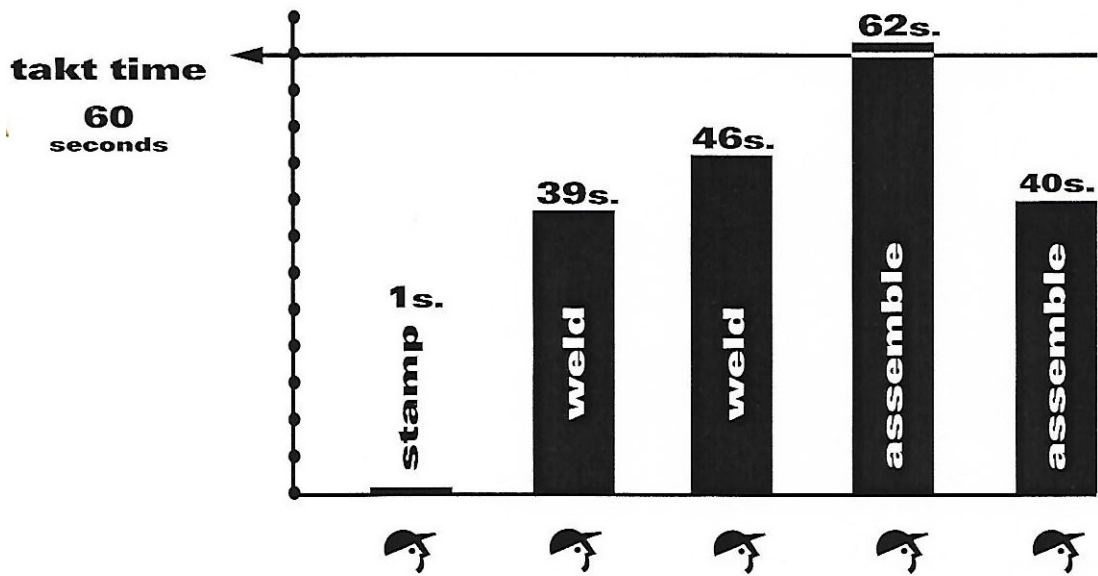


Figura 2.3

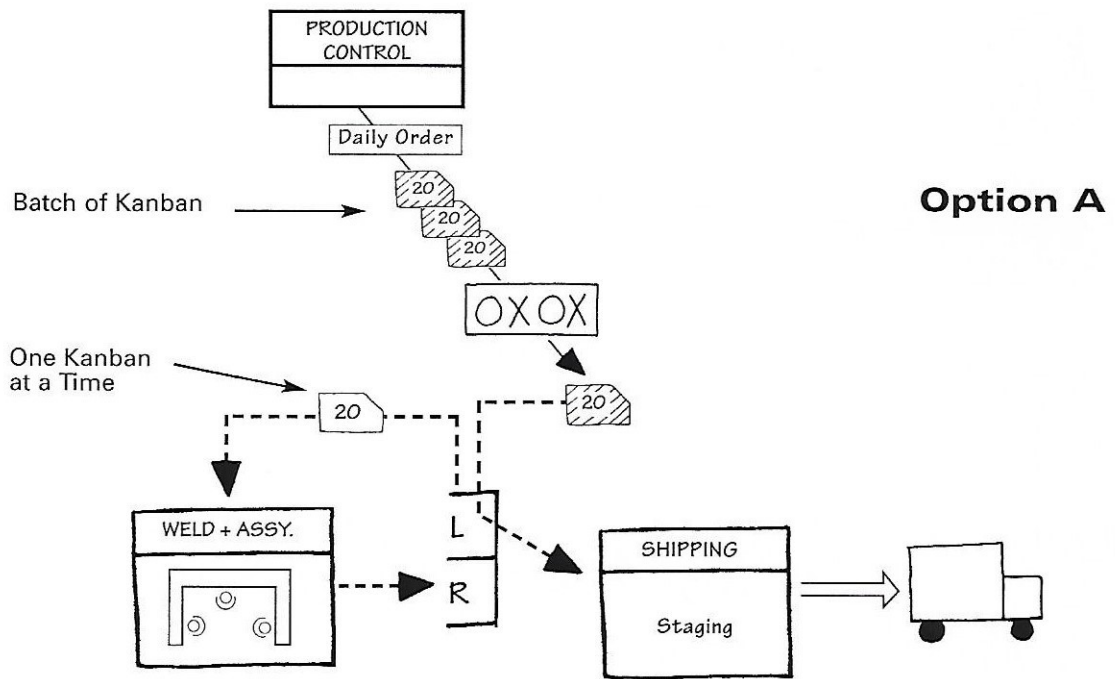


Figura 2.4

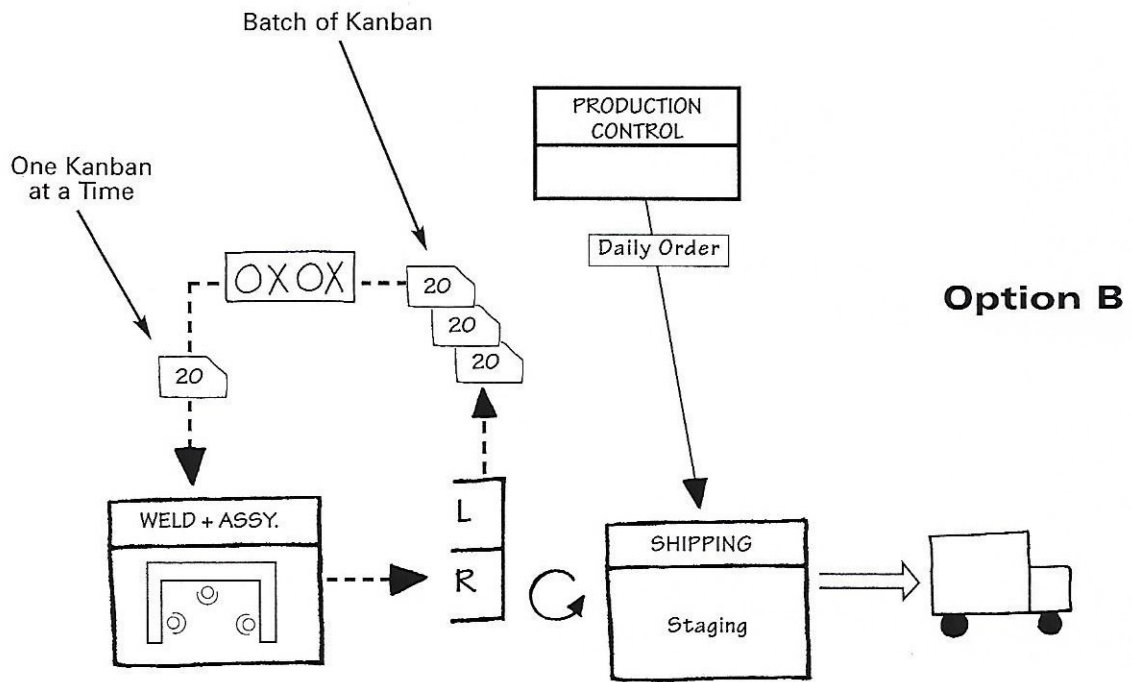


Figura 3.1 – Apex PFEP Data Elements

Apex PFEP Data Elements

Part #	Number used to identify the material in the facility
Description	Material name (e.g., frame, bolt, nut, yoke)
Daily Usage	Average amount of material used in a day
Usage Location	Process/areas where the material is used (e.g., Cell 14)
Storage Location	Address (location) where the material is stored
Order Frequency	Frequency that the material is ordered from the supplier (e.g., daily, weekly, monthly, as required)
Supplier	Name of the material supplier
Supplier City	City where the supplier is located
Supplier State	State, province, region, or district where the supplier is located
Supplier Country	Country where the supplier is located
Container Type	Type of the container (e.g., expendable, returnable)
Container Weight	Weight of an empty container
1 Part Weight	Weight of 1 unit of material
Total Package Weight	Weight of a full container of material
Container Length	Length or depth of the container
Container Width	Width of the container
Container Height	Height of the container
Usage Per Assembly	Number of parts required for 1 finished product
Hourly Usage	Maximum number of pieces used per hour
Standard Container Quantity	Piece count of material in 1 container
Containers Used Per Hour	Maximum number of containers required per hour
Shipment Size	Size of a standard shipment in days (1 week shipment = 5 days)
Carrier	Company providing parts-transportation services
Transit Time	Travel time required from the supplier to the facility (in days)
# of Cards in Loop	Number of pull signals that are in the system
Supplier Performance	Supplier performance rating that includes on-time delivery, quality, etc.

Figura 3.2 – Apex, The Purchased-Parts Market in Place

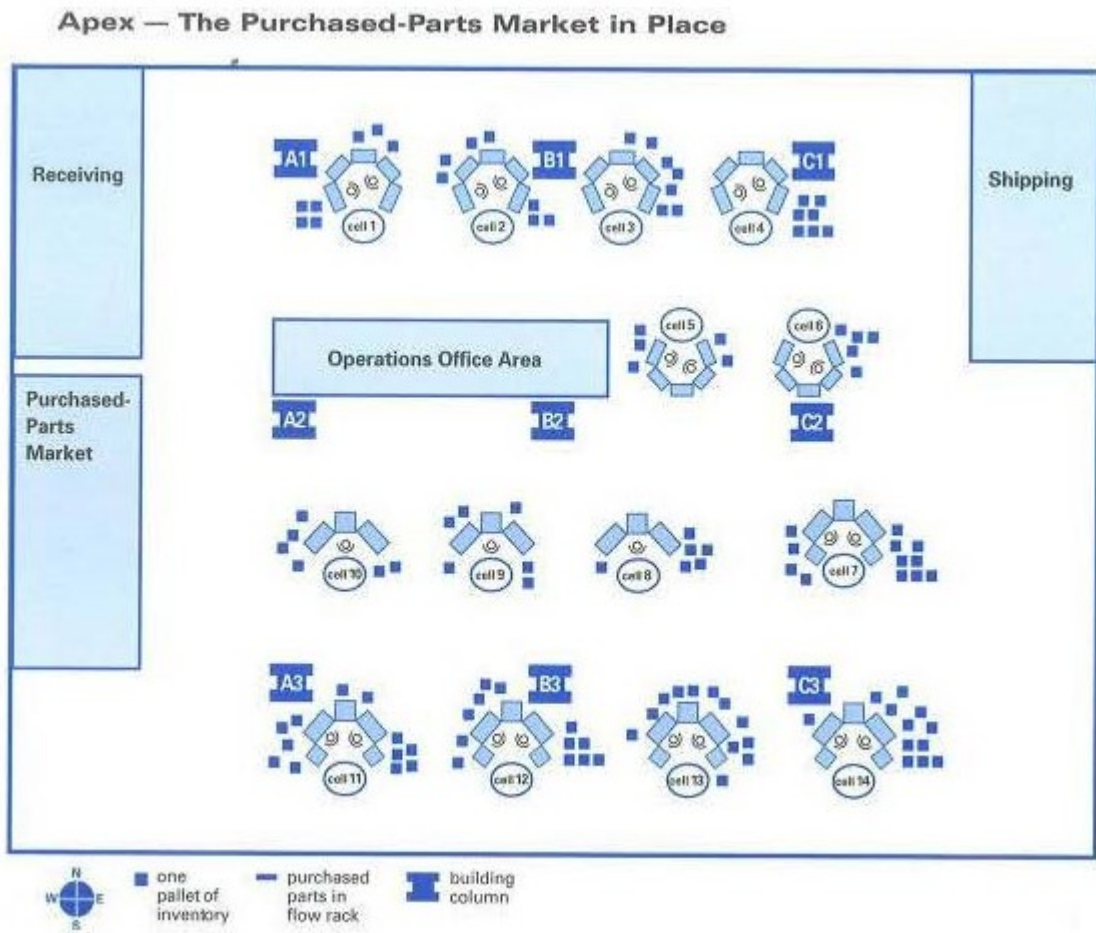


Figura 3.3 – Point Of Use Rack at Cell

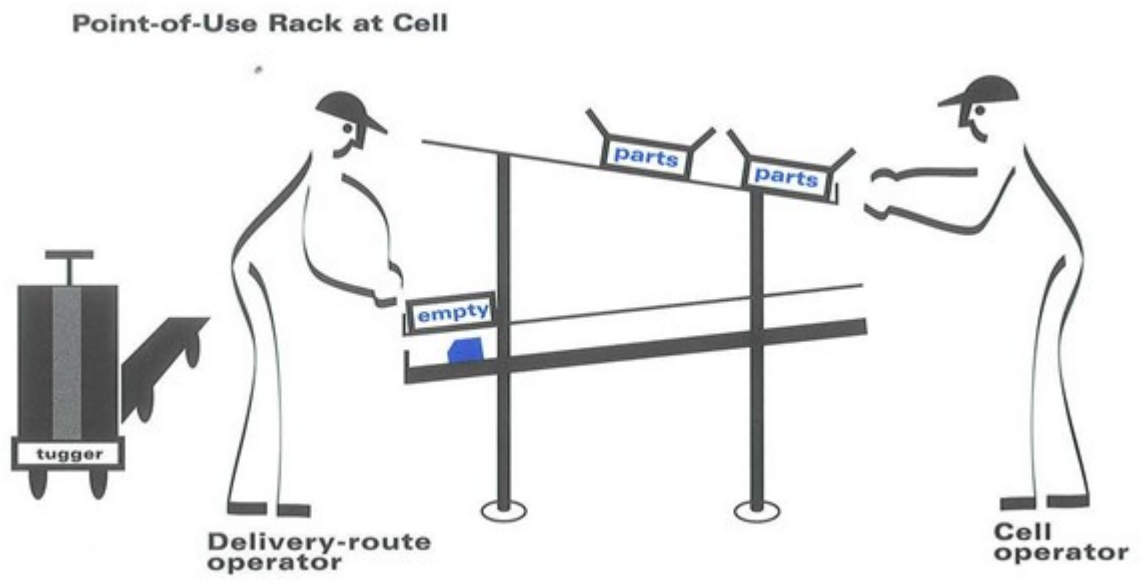


Figura 3.4 – Pull Signal

Pull Signal

Cell 14		
Storage Location	Part #13456	Delivery Address
Purchased-Parts Market	Hose	C3
1, A4	Pull Signals in Loop – 9	Stop #

Apex color-coded their pull signals (kanban cards) to each cell. The card for cell 14 is blue.

Figura 3.5 – Purchased Parts Market Audit Form

Purchased-Parts Market Audit Form

Market Audit Questions	Yes	No	Corrective Action
Route layout posted?			
Route times posted and evidence they are being followed?			
All material in its designated location?			
Designated area exists for the drop of equipment when route is completed (for decoupled routes)?			
Designated area exists for staging of loaded equipment?			
Clear visuals show drop points for returnables?			
Drop box for kanban cards being used?			
Clearly designated drop for disposable dunnage?			
All racks clearly labeled?			
All minimum inventories identified?			

Figura 3.6 – Apex Delivery Route Audit Form

Apex Delivery-Route Audit Form

Delivery-Route Audit Questions	Yes	No	Corrective Action
Copy of route layout on the conveyance vehicle?			
Issues log on the conveyance vehicle?			
Route-layout document up-to-date and numbered to show latest data in use?			
Route stops properly identified?			
All material drop points properly identified?			
Pull signals, returnables, and dunnage in proper place and available for pick-up?			
Route aisles are clean to allow quick, safe transport of material?			
Route operator has standardized work instructions?			
Route operator follows standardized work instructions?			
All material delivered to proper presentation device (e.g., no material on floor)?			
Minimum/maximum levels clearly identified on presentation device and being followed?			
Route operator's break and lunch times coordinate with departments serviced?			
Route operator is utilized 95% of the available work time (on a coupled route)?			
Latest route time/manpower utilization analysis available for review?			

Figura 3.7 – Pull Card Audit Form

Pull Card Audit Form

Pull Card Audit										
Date: <u>8/11/03</u>										
Audited By: <u>Joe Smith</u>										
Area Audited: <u>Cell 14</u>										
Part #	Cards In System									Corrective Action?
13598	1	2	3							
13224	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Train new operator on importance of pull signals
13997	1	2	3							

RINGRAZIAMENTI

Dopo 3 lunghi anni di impegno, continua dedizione e non poche difficoltà, ritrovarsi a scrivere queste parole di ringraziamento è un'emozione non descrivibile a parole.

Vorrei partire ringraziando mia mamma, mio babbo e mia sorella perché hanno sempre creduto in me quando io in realtà non ci credevo affatto e che hanno sempre saputo trovare la parola giusta al momento giusto, senza di loro non ce l'avrei fatta.

Grazie anche a tutti i nonni e gli zii che, con una semplice carezza o con un semplice gesto, mi hanno fornito la forza e determinazione necessaria per andare avanti.

Un ringraziamento va anche alla mia fidanzata che mi ha sempre sopportato e supportato lungo il mio percorso.

Per ultimi, ma non meno importanti, i miei amici. Che sono qui con me oggi a festeggiare e a rendere ancora più speciale questo giorno.

Grazie a tutti di cuore!

Grassi Giovanni