



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

**Corso di Laurea triennale/magistrale INGEGNERIA
MECCANICA**

**LA RI-PROGETTAZIONE DI LINEE DI
ASSEMBLAGGIO IN OTTICA LEAN PRODUCTION**

**THE RE-DESIGN OF ASSEMBLY LINES IN LEAN
PRODUCTION OPTICS**

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. Filippo Emanuele Ciarapica

Tesi di Laurea di:

Riccardo Iena

A.A. 2020 /2021

INDICE

LEARNING TO SEE

La mappature del flusso del valore per creare valore ed eliminare i muda

PARTE I: Per Iniziare

- **Che cos'è il Value Stream Mapping**
- **Il flusso dei materiali e delle informazioni**
- **Scegliere una famiglia di prodotti**
- **Il Value Stream Manager**
- **Usare lo Strumento per Mappare**

PARTE II: La Current-State Map

- **Disegnare la Current State Map**

PARTE III: Cosa rende snello un flusso di valore?

- **Sovraproduzione**
- **Caratteristiche di un Flusso di Valore Snello**

PARTE IV: La Future State Map

- **Disegnare la Future State Map**

PARTE V: Raggiungere il Future State

- **Dividere la realizzazione in fasi**
- **Il Value Stream plan**
- **Il miglioramento del Value Stream è il lavoro del management**

CONCLUSIONE

CREATING CONTINUOUS FLOW

PARTE I: Per Iniziare

PARTE II: Qual è il lavoro?

PARTE III: Macchine, Materiali e Layout per il flusso

PARTE IV: Distribuire il lavoro

PARTE V: Connessione con il cliente e regolazione del Flusso

PARTE VI: Implementare, sostenere, migliorare

CONCLUSIONE

APPLICAZIONI DELL'OTTICA LEAN A DUE CASI DI STUDIO

CASE STUDY I: ACME STAMPING

DISEGNO CURRENT STATE MAP

DISEGNO FUTURE STATE MAP

RIEPILOGO

CASE STUDY II: APEX TUBE COMPANY

CURRENT STATE MAP

FUTURE STATE MAP

DISTRIBUZIONE DEL LAVORO

RISULTATI OTTENUTI

BIBLIOGRAFIA

LEARNING TO SEE

Dovunque c'è un prodotto per un cliente lì c'è un flusso di valore. La sfida consiste nel vederlo.

- Trovare un agente di cambiamento, magari il titolare dell'impresa
- Trovare un sensei cioè un maestro del quale seguire gli insegnamenti
- Cercare o creare un momento di crisi che giustifichi l'intervento sull'azienda
- Fare la mappatura dell'intero flusso di valore per ognuno delle famiglie di prodotti
- Prendere in considerazione qualcosa di importante e iniziare velocemente la rimozione degli sprechi, per osservare quanto è stato realizzato in poco tempo

La parte più importante è sicuramente quella di mappare il flusso del valore, dove per flusso del valore si intende il flusso dei materiali e delle informazioni.

A ciò si riferisce infatti "learning to see": il passo iniziale principale di un value stream manager è quello di imparare a vedere e in un certo senso "leggere" il flusso che scorre in uno stabilimento, quindi capire esattamente che cosa è presente nella propria impresa.

Per studiare poi tutti i possibili miglioramenti, progettare quindi uno stato futuro da raggiungere ed infine applicare il kaizen, cioè l'eliminazione diretta di sprechi (o muda)

Chi trascura la parte della mappatura, cadrà in un circolo vizioso di eliminazione sprechi ovunque possibile, senza aver davvero capito dove circolava il vero flusso del valore e quindi dove i miglioramenti sarebbero davvero serviti. Il risultato sarebbe quindi una frustrante perdita di tempo se i miglioramenti non venissero apportati seguendo una logica (lean in questo caso) a monte dell'applicazione dei miglioramenti

I-PER INIZIARE

Sicuramente la prima fase è quella di capire cosa sia il **value stream**, di conseguenza il **value stream mapping**.

VALUE STREAM

Il value stream, o flusso di valore, è l'insieme di tutte le azioni attualmente necessarie a trasformare una materia prima in un prodotto finito, cioè il flusso della produzione dalle materie prime fino alle braccia del cliente e il flusso della progettazione dall'idea al lancio del prodotto.

Mettersi in ottica del Value Stream significa lavorare sul processo complessivo e migliorare l'insieme, ma la parte iniziale e più importante è quella di concentrarsi prima nel miglioramento del flusso di valore nell'ottica di una singola fabbrica, in cui si dovrà definire un Future State (Stato Futuro), dopo aver prima realizzato una mappa dello stato attuale e aver visto tutti i punti rilevanti per migliorare il flusso e renderlo il più possibile snello.

VALUE STREAM MAPPING

Value stream mapping significa seguire il percorso di produzione di un prodotto dal cliente al fornitore, e disegnare quindi una rappresentazione visiva del flusso dei materiali e delle informazioni di ciascun processo. In seguito, sfruttando delle domande chiave, si cercherà di realizzare una Future State Map, di come il valore dovrebbe fluire.

Questo strumento è utile perché permette di vedere il flusso e di arrivare di conseguenza alle cause di spreco. Inoltre rende più chiaro l'operato aziendale, lega insieme i concetti e le tecniche lean, getta le basi per un piano di implementazione e mostra il collegamento tra il flusso dei materiali e quello delle informazioni.

Quindi il Value Stream Mapping è uno strumento qualitativo per mezzo del quale si può descrivere in dettaglio come lo stabilimento dovrebbe operare per creare il flusso.

La mappatura aiuta infatti a vedere ed a focalizzarsi sul flusso con la visione di uno stato ideale, o se non altro migliore di quello attuale.

La parte iniziale consiste nel mappare una famiglia di prodotti, risulta infatti poco conveniente e soprattutto troppo dispendioso mappare tutto il flusso di tutti i prodotti.

Di fondamentale importanza sarà anche il definire una persona che conosca l'intero flusso dei materiali e delle informazioni, cosicché possa avere un quadro complessivo.

VALUE STREAM MANAGER

Questa figura sarà il Value Stream Manager, che verrà *incaricato di migliorare il flusso del valore attraverso il Flow Kaizen e poi di eliminare gli sprechi* (process Kaizen).

Un Value Stream Manager:

- a) riporta i progressi nell'implementazione della lean production al top management dello stabilimento
- b) è una persona di linea, non dello staff con la capacità di far avvenire dei cambiamenti oltrepassando i confini delle funzioni e degli uffici dell'azienda
- c) guida alla stesura delle mappe attuali e future del flusso del valore e dei piani di implementazione, per passare dallo stato attuale a quello futuro
- d) tiene sotto controllo tutti gli aspetti dell'implementazione
- e) fa dell'implementazione una priorità assoluta
- f) rispetta e periodicamente rivede il piano di implementazione
- g) persiste nell'essere una persona pratica guidata dai risultati

Quindi il primo passo sarà quello di scegliere una famiglia di prodotti, disegnarne lo stato attuale, poi quello futuro, infine procedere con il piano d'implementazione. La parte più rilevante è sicuramente lo stato futuro, che è ciò che dà valore anche alla mappa del Current State, la quale sarebbe priva di senso, con spreco inutile di tempo se non seguita, tra l'altro in breve tempo, dalla mappa del Future State. Le idee per implementare lo Stato Futuro verranno fuori mentre si sta mappando il Current State, ma spesso potrebbe avvenire anche il contrario, cioè disegnando il Future State ci si rende conto che si è trascurata qualche informazione sul Current State.

Una volta raggiunto lo Stato Futuro, grazie al piano di implementazione prontamente e adeguatamente programmato: quindi lo stato futuro sarà diventato attuale, in quel momento si dovrà preparare un nuovo stato futuro, perché il miglioramento è qualcosa che non finisce mai.

Il vantaggio di questo metodo è che si può fare tutto con un foglio di carta e una matita, la mappatura non deve comunque richiedere troppo tempo, infatti in circa 2 giorni dovrei avere un Future State disegnato, anche non perfetto, per poter iniziare un piano di implementazione.

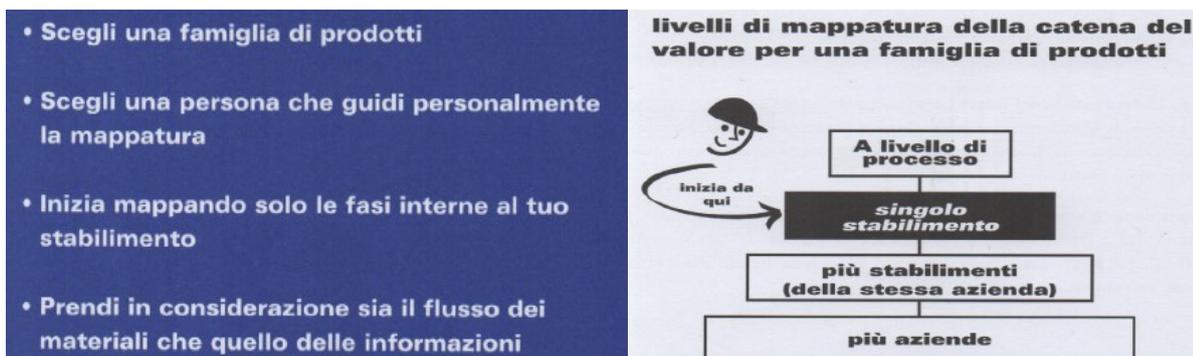


FIG-1.01

II-CURRENT STATE MAP

Tutto deve necessariamente iniziare dal disegno di una mappa dello stato attuale dello stabilimento, in particolare partendo dai macro processi, come ad esempio, “saldatura”, “assemblaggio” e senza soffermarsi fin da subito sui singoli processi, (questa operazione semmai andrebbe fatta in seguito, insieme volendo a quella di mappare il flusso del valore oltre i limiti del proprio stabilimento)

Per la mappatura si possono seguire i seguenti suggerimenti:

- a) Raccogliere sempre le informazioni sul Current State mentre si percorre personalmente il reale flusso dei materiali e delle informazioni
- b) iniziare con una rapida camminata lungo l'intero flusso del valore interno allo stabilimento, per rendersi conto del flusso e della sequenza dei processi, poi ripetere la camminata e raccogliere informazioni su ogni singolo processo
- c) iniziare dalla spedizione, con i processi “più collegati” al cliente, che dovrebbero stabilire il ritmo dei precedenti e risalire a monte
- d) cronometrare direttamente i tempi di processo, in quanto i dati storici non riflettono quasi mai adeguatamente la situazione attuale e non andrebbero quindi usati, salvo progetti completamente nuovi
- e) mappare l'intera catena del valore personalmente, cioè da soli, anche se altre persone sono coinvolte, poiché frammentare la visione complessiva va controcorrente rispetto al nostro obiettivo
- f) disegnare sempre a mano con una matita, iniziare in fabbrica durante l'analisi dello stato attuale e affinarlo in seguito (questo perché disegnare a matita significa poter procedere da soli e quindi potersi concentrare sul capire i flussi delle informazioni e dei materiali che è il punto chiave del Value Stream Mapping).

La mappatura inizia con le richieste del mercato, sotto di esse inseriremo un data box che servirà a registrare le richieste del cliente fatte alla nostra azienda. Il fatto che iniziamo con le richieste del cliente è perché deve esserci una chiara definizione del valore del prodotto percepito dal cliente finale, in questo modo entreremo nella giusta ottica della produzione tirata dalla domanda; molto meglio che avere un sistema produttivo che cerca di azzeccare, attraverso previsioni, quasi sempre almeno un po' imprecise, quanto richiesto.

Il passo successivo è quello di disegnare i processi produttivi di base, utilizzeremo a tal proposito i process box, che verranno utilizzati per indicare un'area in cui il materiale è a flusso, idealmente continuo.

I process box non indicano un singolo passo del processo perché la mappa altrimenti risulterebbe illeggibile e si interrompono ogni volta che i processi sono disconnessi e il flusso del materiale è interrotto.

Per capire questo, un semplice esempio è considerare una linea produttiva con 10 postazioni di lavorazione meccanica in sequenza, che sono collegate da una linea transfer, essa può essere rappresentata da un solo process box sulla mappa, anche se ci sono scorte in accumulo tra le macchine; qualora invece i processi meccanici siano distintamente separati, con scorta stagnante tra di loro e trasferita in lotti, allora ciascuno di essi dovrà necessariamente essere rappresentato da un proprio process box.

Il flusso del materiale è disegnato da sinistra a destra nella metà inferiore della mappa, seguendo i passi del processo produttivo, indipendentemente dal layout fisico dell'area.

Se ci fossero molteplici flussi che si uniscono, non bisogna cercare di disegnare ogni ramificazione se ce ne sono troppe, bisogna scegliere per primi i componenti chiave e tracciare gli altri dopo, se ce n'è bisogno.

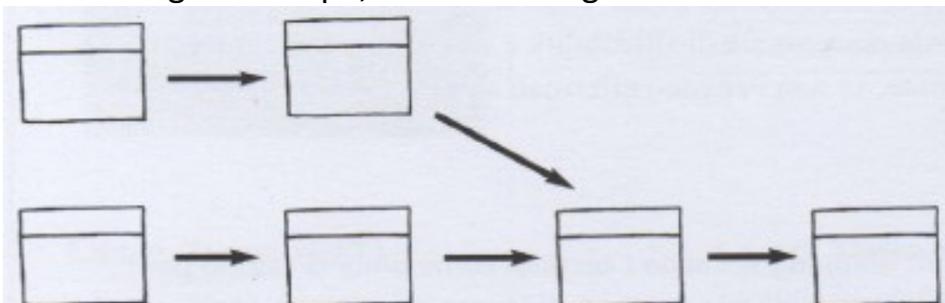


FIG-1.02 Rappresentazione

semplice solo dei componenti chiave

Seguendo questo flusso in reparto, si ha bisogno di collegare i dati che sono importanti per decidere come sarà il Future State

Una lista di tipici dati di processo sono i seguenti:

- **C/T**, il tempo di ciclo, cioè il tempo (s) che intercorre tra un'uscita di un pezzo in un processo a quella del pezzo successivo
- **C/O**, il tempo di set up, il tempo necessario a cambiare la produzione da un modello di prodotto ad un altro
- **Uptime**, l'affidabilità degli impianti e delle macchine al momento della richiesta
- **EPE**, la dimensione del lotto produttivo, produrre ogni parte ogni, ed è una misura della dimensione del lotto produttivo
- **Numero di operatori** richiesti per operare nel processo
- **Numero di varianti** prodotte
- **Dimensione imballi**
- **Tempo di lavoro disponibile (s) (al netto delle pause) per turno per i vari processi**
- **Percentuali scarti**

Se non vengono effettuati set-up, il tempo di lavoro disponibile diviso il tempo di ciclo moltiplicato per la percentuale di affidabilità, è una misura della capacità produttiva corrente

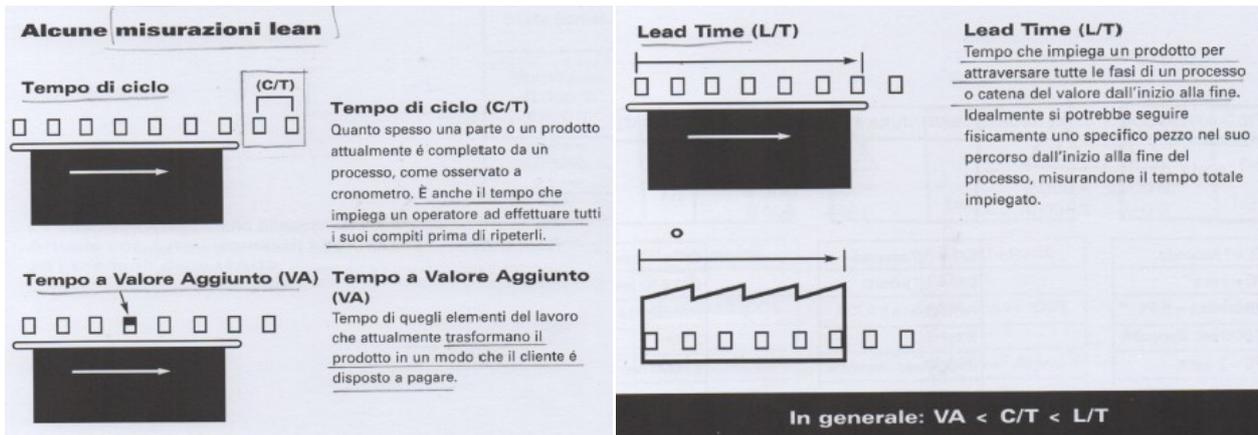


FIG-1.03 e FIG-1.04

Seguendo il flusso dei materiali *si incontreranno posti dove si accumulano scorte*. Questi punti sono **importanti da disegnare sulla mappa della situazione attuale perché ci dicono dove il flusso si interrompe**.

Useremo un'icona "triangolo di pericolo" per evidenziare la posizione e l'ammontare delle scorte. Tanti triangoli di pericolo quante sono le posizioni in cui si interrompe il flusso.

Un'icona di un camion ed una freccia indicheranno il movimento di materie prime o prodotti finiti spediti.

In generale ci sono tanti altri tipi di icone.

ICONE PER IL VALUE STREAM MAPPING

Le icone ed i simboli per la mappatura degli stati attuale e futuro si dividono in tre categorie: Flusso dei Materiali, Flusso delle Informazioni, ed icone Generali.

| Icone dei materiali | Significato | Note |
|---------------------|--|---|
| | Processo produttivo | Un box di processo equivale ad un'area di flusso. Tutti i processi devono essere etichettati. Questa icona può essere utilizzata anche per i reparti, come ad es. la Pianificazione della Produzione. |
| | Fonti esterne | Icona utilizzata per mostrare i clienti, i fornitori e i processi produttivi esterni. |
| | Data Box | Icona utilizzata per registrare le informazioni relative ai processi produttivi, i reparti, i clienti, ... |
| | Giacenze | Conteggio dei pezzi e corrispettivo valore temporale. |
| | Camion per spedizioni | Rilevare la frequenza delle spedizioni. |
| | Movimento di materiale produttivo in logica PUSH | Materiale prodotto e fatto avanzare al processo successivo prima che quest'ultimo ne abbia bisogno. |
| | Movimento di prodotti finiti ai clienti | |
| | Supermarket | Una scorta controllata di materiale utilizzata per schedare la produzione di un processo a monte. |

FIG-1.05

| Icone dei materiali | Significato | Note | Icone d'informazioni | Significato | Note |
|-----------------------------|--|--|-----------------------|----------------------------------|--|
| | Prelievo materiale | Pull di materiali, tipicamente da un supermarket. | | Simbolo di Pull cadenzato | Dà istruzioni per produrre immediatamente un tipo ed una quantità predeterminati, di solito un'unità. Un sistema pull per processi di sottoassemblaggio senza l'utilizzo di un supermarket. |
| | Trasferimento di quantità controllate di materiale tra i processi di una sequenza "First In First Out" | Indica un mezzo per limitare la quantità ad assicurare un flusso di materiale tra i processi di tipo FIFO. La quantità massima dovrebbe essere annotata. | | Kanban box | Punto dove sono raggruppati i kanban prima di essere trasportati. |
| Icone d'informazione | Significato | Note | | lotti di cartellini kanban | |
| | Flusso d'informazione Manuale | Esempio: programma di produzione, programma di spedizione. | | Livellamento della produzione | Strumento che serve ad intercettare gruppi di kanban e livellare il volume ed il mix degli stessi su di un certo periodo di tempo. |
| | Flusso d'informazione elettronica | Esempio: interscambio informatico di dati. | | Programma "vai a vedere" | Adattamento del programma basato sulla verifica del livello delle scorte |
| | Programma | Descrive un flusso di informazioni. | Icone generali | Significato | Note |
| | Kanban di produzione (la linea tratteggiata indica un percorso kanban) | Il kanban "uno per ogni contenitore". Cartellino o dispositivo che dice in relazione ad un processo quanto di cosa deve essere prodotto e costituisce di per sé l'autorizzazione ad eseguirlo. | | Miglioramento (icona dentellata) | Evidenzia i bisogni di miglioramento in processi specifici che sono un punto critico nell'ottenere la visione del flusso di valore. Può essere utilizzato per pianificare le settimane kaizen. |
| | Kanban di prelievo | Cartellino o dispositivo che dà le istruzioni all'operatore manuale per prendere e trasferire i pezzi (Es. da un supermarket al processo di consumo). | | Buffer o stock di sicurezza | Bisogna annotare se è un "buffer" o uno "stock di sicurezza" |
| | Signal Kanban | Il Kanban "uno per gruppo di contenitori". Segnala quando un punto di riordino è pervenuto ed un altro gruppo ha bisogno di essere prodotto. Viene utilizzato dove il processo di fornitura deve produrre in gruppi poiché sono richiesti dei setup. | | Operatore | Rappresenta una persona vista dall'alto. |

FIG-1.06 e FIG-1.07

Non bisogna mappare tutte le materie prime della famiglia di prodotto. Basta solo disegnare il flusso per una o due materie prime principali.

Flusso delle informazioni

Una volta realizzato questo primo abbozzo della mappa, con quanto sopra scritto, dovremmo aggiungere il secondo aspetto alla Value Stream Map: il flusso delle informazioni, useremo delle frecce sottili e un piccolo box per descrivere le frecce dei diversi flussi di informazioni

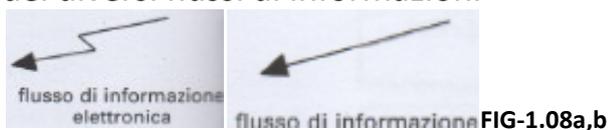


FIG-1.08a,b

Il flusso delle informazioni è disegnato da destra a sinistra nella metà superiore della mappa

Se i flussi informativi sono complicati e ci sono anche delle programmazioni a "vista" (aggiustamenti della programmazione in base a ciascuna informazione, fatta dai supervisor dopo aver contato l'inventario), dovremmo cercare di incorporare questo tipo di programmazione nella mappa, con frecce e box. Se alla fine la mappa risulterà disordinata, probabilmente rispecchia semplicemente la realtà.

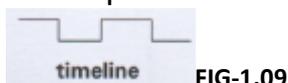
Nella mappa che disegneremo, un aspetto critico verrà inevitabilmente alla luce, ovvero il fatto che i movimenti dei materiali sono spinti da un'ottica push e non da un'ottica pull come dovrebbe essere.

Questo significa semplicemente che non ci si rende mai conto di quanto venga effettivamente richiesto dal cliente, ma si produce solo in base a delle previsioni, che difficilmente potranno star dietro alla variazione della domanda innescata dal cliente, che dovrebbe invece essere il vero motore della produzione per far sì che venga prodotto sempre e solo quanto richiesto e quando è richiesto. Questa è l'ottica corretta.

Guardando ora la mappa quasi completa, è possibile vedere la **struttura di base la struttura di base di tutte le Value Stream Map, ed in particolare un flusso del prodotto fisico da sinistra a destra che attraversa la parte bassa della mappa ed un flusso di informazioni riguardanti il prodotto da destra a sinistra che attraversa la parte alta.**

La Value Stream Map rende la sequenza degli eventi mostrati nel layout di stabilimento, immediatamente comprensibile dal punto di vista del flusso del valore e del suo cliente. Disegnando e registrando sulla mappa i dati dedotti osservando le effettive operazioni, ora possiamo sintetizzare le attuali condizioni del flusso del valore.

Bisogna disegnare una timeline sotto i box dei processi e sotto i triangoli delle scorte per definire il lead time di produzione, che corrisponde al tempo impiegato da un pezzo per attraversare la fabbrica, partendo dal suo arrivo come materia prima per finire spedito al cliente.



Minore è il lead time di produzione, minore è il tempo tra il pagamento delle materie prime e l'incasso per il prodotto realizzato con quelle materie prime.

Un lead time minore corrisponde all'aumento della rotazione dei magazzini.

I lead time (in giorni) vengono calcolati per ogni triangolo (accumulo) in questo modo: si divide la quantità in scorta per la richiesta media giornaliera del cliente.

Sommando i lead time attraverso ogni processo ed attraverso ogni triangolo di scorte presente nel flusso del materiale, possiamo arrivare ad una buona stima del lead time totale di produzione.

A questo punto si sommano i tempi a valore aggiunto o i tempi di processo, per ogni processo del flusso del Valore.

Confrontando i tempi a valore aggiunto o i tempi di processo con il lead time in genere ci si accorge di quanto siano differenti, i tempi di processo probabilmente saranno molto inferiori a quelli del lead time della nostra azienda. Si può disegnare in questo modo sia il lead time attraverso un processo che il relativo tempo di ciclo a valore aggiunto.

A questo punto si dovrebbe già vedere il Flusso del Valore ed iniziare a riconoscere eventuali aree di sovrapproduzione. Comunque una mappa dello stato attuale e lo sforzo richiesto per crearla costruiscono puro muda (spreco) a meno che non venga usata per creare ed implementare rapidamente una mappa dello Stato Futuro che elimini le sorgenti di sprechi ed aumenti il valore del cliente.

III- CHE COSA RENDE SNELLO UN VALUE STREAM?

Finché non si arriverà, a più o meno lungo termine, a fabbricare i prodotti in un flusso continuo completo, con un lead time sufficientemente corto da poter effettuare la produzione solo degli ordini confermati e non saranno eliminati i tempi di cambio tra i vari prodotti, si avrà bisogno di elaborare una molteplicità di Future State Map, ciascuna un po' più snella della precedente e più vicina all'ideale. Man a mano che si acquisisce esperienza si diventa sempre più veloci ed efficaci, in alternativa o nel frattempo potrebbe essere utile, farsi affiancare da un sensei, che con la sua esperienza, potrebbe essere preso come una guida

Ad ogni modo non si parte da zero, alcuni importanti concetti lean sono i seguenti

SOVRAPPRODUZIONE

Con questo termine si indica la causa di spreco più significativa, che significa produrre più di quanto richiesto dal processo successivo, la sovrapproduzione genera tutti i tipi di sprechi; in generale bisogna evitare tutte le azioni che non generano un reale valore aggiunto e che possono essere di diverso tipo, ma il risultato è che mentre il tempo necessario per aggiungere valore a ciascun prodotto è molto breve, il tempo totale impiegato dallo stesso prodotto per attraversare lo stabilimento è molto lungo.

CARATTERISTICHE FLUSSO SNELLO

L'ottica del flusso snello, quella che si dovrebbe perseguire sta nel fare in modo che un processo produca solo quanto richiesto dal processo successivo quando è necessario. Si dovrebbe quindi cercare di collegare i processi dal consumatore fino alla materia prima, in un flusso regolare il più possibile rettilineo, in modo da generare lead time più corti, qualità più elevata e costi più bassi possibile

LINEE GUIDA

1-PRODURRE AL TAKT TIME

Il takt time è quanto frequentemente si deve produrre un componente o un prodotto, ed è basato sul ritmo di vendita

Il takt time è calcolato dividendo il tempo disponibile per turno (s) per la richiesta di cliente ogni turno (unità)

Serve per sincronizzare il ritmo della produzione con il ritmo delle vendite, in particolare a livello del "processo pacemaker". È un indicazione sul ritmo al quale un processo dovrebbe produrre.

Produrre al takt time richiede sforzi specifici per: assicurare risposte veloci, entro il takt, ai problemi, eliminare le cause di fermi macchina non pianificati, eliminare la necessità di set-up nei processi a valle.

2-IMPLEMENTARE IL FLUSSO CONTINUO OVUNQUE POSSIBILE

Il flusso continuo è il modo più efficiente di produrre ed è necessario usare tutta la creatività di cui si dispone per cercare di raggiungerlo ovunque; come icona per rappresentare il flusso continuo utilizzeremo il box di processo

Nelle rappresentazioni grafiche dello stato futuro ciascun box di processo dovrebbe descrivere un'area oppure un flusso

Un buon approccio può essere quello di iniziare con una combinazione di flusso e pull/FIFO.

In seguito si potrà estendere il flusso continuo a mano a mano che l'affidabilità del processo verrà migliorata, i tempi di set-up verranno ridotti quasi a zero e verranno sviluppate piccole macchine che potranno essere disposte in linea.

3-UTILIZZARE I SUPERMARKET PER CONTROLLARE LA PRODUZIONE DOVE IL FLUSSO CONTINUO NON PUO' ESSERE ESTESO A MONTE

Ragioni per l'utilizzo:

-alcuni processi sono progettati per lavorare con tempi ciclo molto veloci o molto brevi e necessitano di set-up per servire molteplici famiglie di prodotto

-alcuni processi sono lontani e spedire un pezzo alla volta non è realistico

-alcuni processi hanno dei lead time troppo lunghi o sono troppo inaffidabili per essere accoppiati direttamente ad altri processi in un flusso continuo

I supermarket o i sistemi pull/FIFO sono i modi migliori per far fronte ai processi che non possono essere messi in flusso continuo.

I supermarket consistono nello sfruttare direttamente le informazioni riguardanti le richieste e basare la produzione a lotti su quanto ci viene richiesto in modo da evitare la sovrapproduzione.

il sistema FIFO consiste in una "discesa", che può sostenere un "tot" pezzi, se questa si riempie, viene stoppato il processo a monte, in modo da non avere accumulo di scorte, anzi aspetterò che si sia liberato un po' di spazio sulla nostra discesa, per far ricominciare la produzione nel processo a monte.

Bisogna lasciare che siano i prelievi di materiali effettuati nel supermarket dal processo a valle a determinare, in termini di tempo e di quantità, ciò che il processo a monte deve produrre.

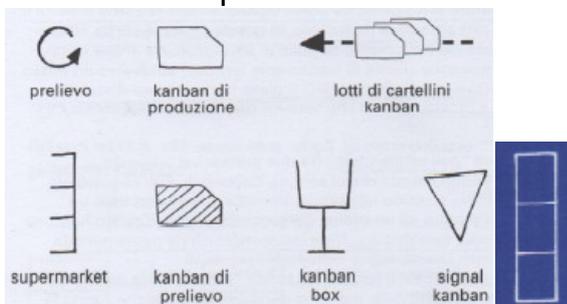


FIG-1.09 E FIG-1.10

Varie icone associate al sistema pull supermarket

L'icona FIG-1.10 è lo stock di sicurezza che è utilizzato come protezione da problemi, soprattutto per ripararsi da improvvise fluttuazioni negli ordini dei clienti, e aumenti inaspettati della domanda.

Il kanban di produzione autorizza la produzione dei particolari, mentre il kanban di prelievo è una "lista della spesa" che informa il movimentatore su quali particolari deve prelevare e approvvigionare.

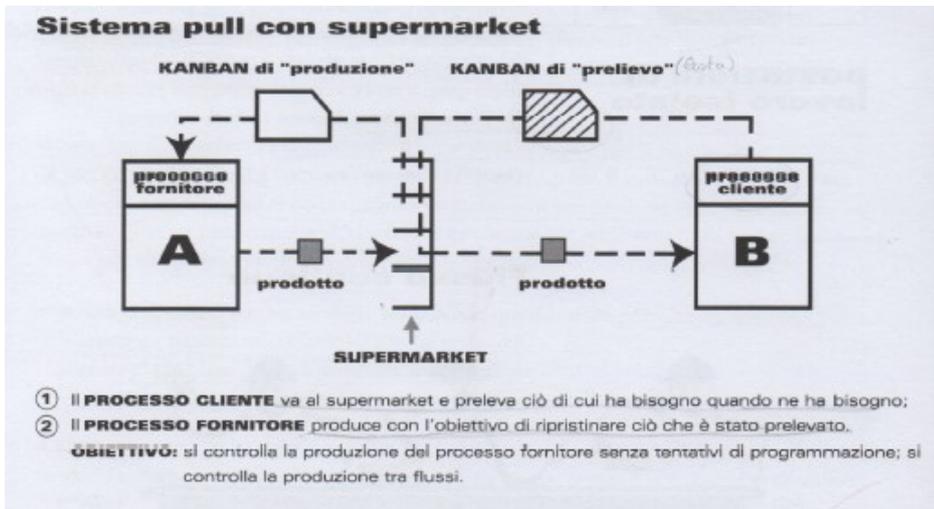


FIG-1.11 rappresentazione di

un sistema pull con supermarket

Sistemi FIFO

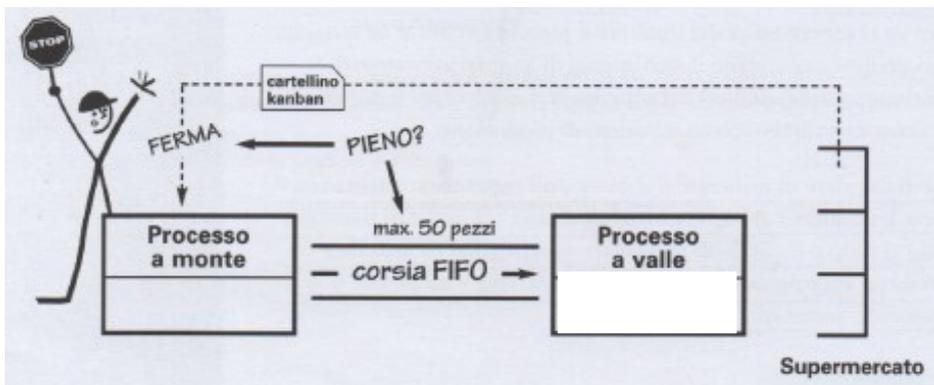


FIG-1.12 rappresentazione di

un sistema FIFO

Dopo aver dovuto procedere all'inserimento di supermarket per alcuni processi che non si possono mettere nel flusso continuo si dovrà

4-PROVARE AD INVIARE IL PROGRAMMA DEL CLIENTE AD UN SOLO PROCESSO PRODUTTIVO DI TUTTO IL SISTEMA

Inserire un processo pacemaker proprio per creare il punto di flusso continuo, a valle del quale potrà esserci solo flusso continuo e nessun supermarket o interruzione, infatti nel pacemaker vanno tutte le informazioni che programmeranno la produzione per i supermarket a valle che poi manderanno a lotti, in base alla richiesta, i prodotti finiti da spedire.

La scelta del pacemaker determina quali elementi della Value Stream diventano parte del lead time tra ordine cliente e prodotto finito

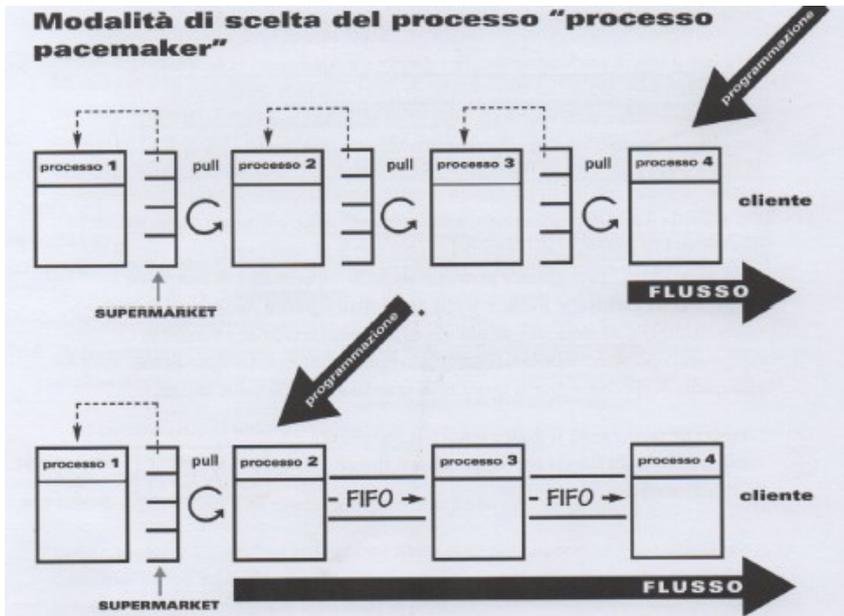


FIG-1.13 esempi di punti (processi)

dove avviene la programmazione attraverso il processo pacemaker

Per quanto riguarda la produzione da eseguire "rilasciata", bisognerà creare un mix produttivo.

5-DISTRIBUIRE LA PRODUZIONE DEI DIFFERENTI PRODOTTI SUL PROCESSO PACEMAKER IN MODO LIVELLATO NEL TEMPO

Livellare il mix produttivo: si deve puntare a raggiungere la capacità più elevata possibile di variare il tipo di prodotto in output, proprio per ridurre i lotti e quindi anche i supermarket ecc, ma soprattutto per far fronte alla variazione della richiesta del cliente in maniera più efficace e fluente, oltre a questo bisogna provvedere a livellare il volume di produzione.

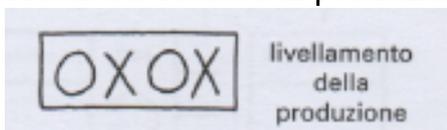


FIG-1.14

6-CREARE IL PULL RILASCIANDO E PRELEVANDO PICCOLE QUANTITA' DI LAVORO AL PROCESSO PACEMAKER (Livellare il volume di produzione)

E' molto importante definire una precisa e "ridotta" quantità da produrre in genere il "pitch", praticamente un intervallo temporale di gestione, che terrà conto del takt time e della capienza dei contenitori, per prelevare sempre a multipli di pitch avendo quindi un prelievo ritmato

Inoltre verificare la produzione ogni pitch significa rispondere rapidamente ai problemi e mantenere il takt time.

Uno strumento molto utile a tal proposito è la cassetta di livellamento, qui di seguito

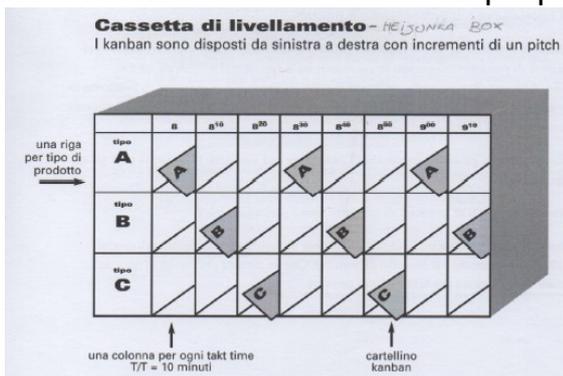


FIG-1.15

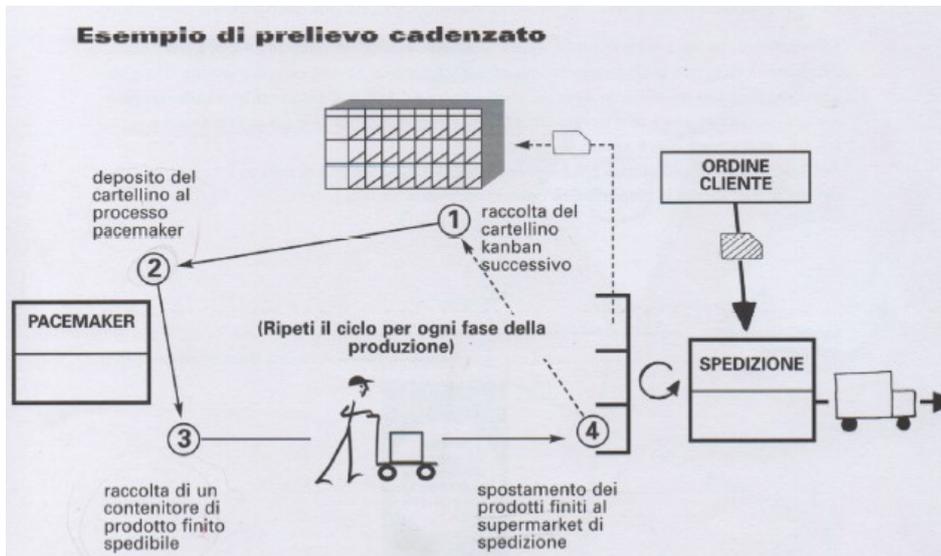


FIG-1.16 esempio di prelievo

cadenzato (ogni pitch)

7-SVILUPPARE LA CAPACITA' DI FARE "CIASCUN ARTICOLO OGNI GIORNO" (POI OGNI TURNO, OGNI ORA, OGNI "PITCH") NEI PROCESSI PRODUTTIVI A MONTE DEL PACEMAKER

Si dovrà programmare la parte a monte del processo pacemaker, la grandezza dei lotti e anche qui è importante avere lotti più piccoli possibili per poter variare più rapidamente possibile in risposta alle richieste di un cliente.

Per inserire il "lotto" EPE o il tempo nel Data Box si tiene conto di un 10% del tempo giornaliero per fare i set up e si fa in modo di abbassarne il più possibile la tempistica per rendere più efficiente la produzione

IV-LA FUTURE-STATE MAP

FUTURE STATE

Lo scopo del Value Stream Mapping è quello di evidenziare le fonti di spreco e di eliminarle, implementando un Future-State che sia raggiungibile in un breve lasso di tempo.

Il primo passo della Future State Map è quello di accettare il progetto, i macchinari e la dislocazione geografica dello stabilimento, rimuovendo invece quanto prima tutte le fonti di spreco non legate a questi aspetti.

I miglioramenti successivi potranno guidarci verso cambiamenti nella progettazione, nella tecnologia e nella disposizione degli impianti.

Guardando la Current State Map *i problemi che solitamente vengono a galla sono la grande quantità di scorte, i processi scollegati che spingono il loro output verso il processo successivo e il lungo lead time (se confrontato con il breve tempo di processo).*

Un aiuto per disegnare la Future State Map potrebbe essere fornito dalle seguenti domande

1-Qual è il takt time della famiglia di prodotto che è stata presa in considerazione?

Si calcola il takt time con la formula vista precedentemente (rapporto tra tempo di lavoro disponibile e richiesta del cliente) e lo si confronterà con il tempo di effettiva produzione.

In seguito si cerca di far sì che il pacemaker produca con un ritmo il più possibile vicino al takt time, poiché quest'ultimo rimane sempre un tempo di riferimento definito dal cliente

2-Convieni produrre per un supermarket di prodotti finiti o direttamente per la spedizione al cliente?

Si farà in modo che alla richiesta del cliente, quindi ad uno "svuotamento" del supermarket, seguirà un kanban di produzione, cioè una quantità precisa da produrre a monte nella cella produttiva, informazione fornita al pacemaker.

Questo per tutti i casi in cui non è possibile fare una produzione diretta per la spedizione che rimane comunque sempre la soluzione migliore ovunque sia fattibile.

Per i prodotti su commessa può non essere possibile realizzare un supermarket prodotti finiti.

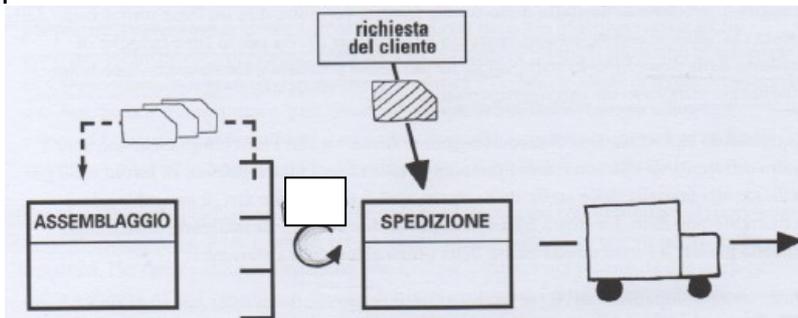


FIG-1.17 produzione per il supermarket

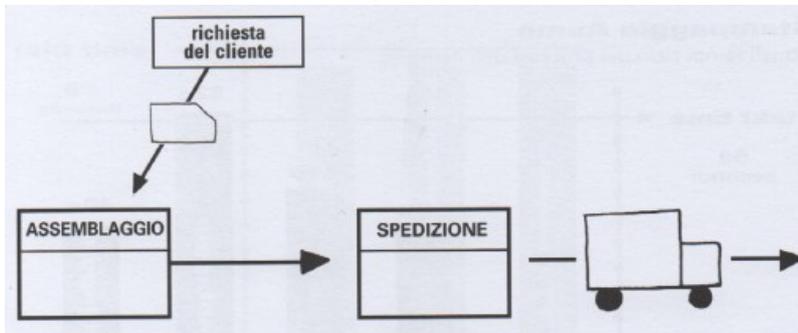


FIG-1.18 produzione direttamente per la

spedizione

3-Dove si può introdurre il flusso?

Si deve introdurre il flusso ove possibile, infatti nelle stazioni, se il tempo è vicino al takt time, significa che sarà comodo e giusto introdurre in un flusso in cui poi si punterà a ridurre i tempi di set-up al minimo aumentando invece il tempo di up time e l'affidabilità

In generale qualsiasi processo, se esso richiede un tempo molto minore del takt time non conviene incorporarlo in un flusso, poiché lo si costringerebbe a "sprecare" tempo, denaro per l'inutilizzo della macchina, in questo caso quindi macchinari che potrebbero nel frattempo essere impiegati anche per altri pezzi (per adeguarsi al takt time). Quindi lo si lascia fuori dal flusso.

4-Dove si ha bisogno di utilizzare un sistema supermarket-pull?

In certi processi non può essere introdotto il flusso continuo, infatti come precedentemente detto lo si dovrà basare su un sistema pull supermarket, perciò alla fine si “produrranno più pezzi”.

Quando dal supermarket partono i prodotti finiti per la spedizione, un cartellino kanban, se il lotto è piccolo, o un signal kanban per lotti più grandi, parte per andare verso la nostra macchina “fuori flusso” e affidarle la produzione di tot pezzi.

Il massimo dell'efficienza, generalmente parlando, è quello di avere un solo lotto nel supermarket, quando questo viene spedito, verrà informato il processo fuori flusso di produrre nuovamente.

Come possiamo far fluire le informazioni in modo che un processo produca in quantità e tempi giusti ciò che il processo successivo necessita?

Non bisogna provare ad indovinare ciò che il cliente vuole, ma cercare di ridurre il lead time all'interno della produzione ed inserire supermarket con piccole quantità di ogni prodotto tra i processi che non possono essere combinati con altri. Questo permette ai processi a monte di ripristinare semplicemente nei supermarket ciò che i processi a valle hanno prelevato.

5-Dove e quale unico punto nella catena produttiva si dovrebbe programmare?

E' di fondamentale importanza collocare il pacemaker adeguatamente per evitare un flusso di informazioni troppo complicato.

Il pacemaker servirà da controllo alla produzione, quindi per ordinare ai processi a monte che sono basati su sistemi supermarket di realizzare uno o più lotti.

I processi a valle del pacemaker dovranno essere a flusso continuo.

6-Come livellare il mix produttivo al processo pacemaker?

Livellare mix di produzione, apparentemente sembra peggiorare la logica della cella di produzione, ma di fatto la migliora nell'ottica value stream, infatti una volta che si riesce a ridurre i tempi di set up, la cella produttiva potrà fornire una rapida risposta alla variazione della domanda del cliente, che potrebbe richiedere “alternativamente” i diversi tipi di prodotto.

Si può tener presente anche che ci sono due opzioni relative alla quantità da prelevare ogni volta dalla cella produttiva, opzioni A FIG-1.19 o B FIG-1.20.

La B consiste nel prelevare un intero lotto di kanban, la A singoli Kanban; la A è indubbiamente la migliore in ottica di flusso continuo perché più piccolo sarà il lotto meglio saprò gestire il confronto con quanto richiesto evitando la sovrapproduzione.

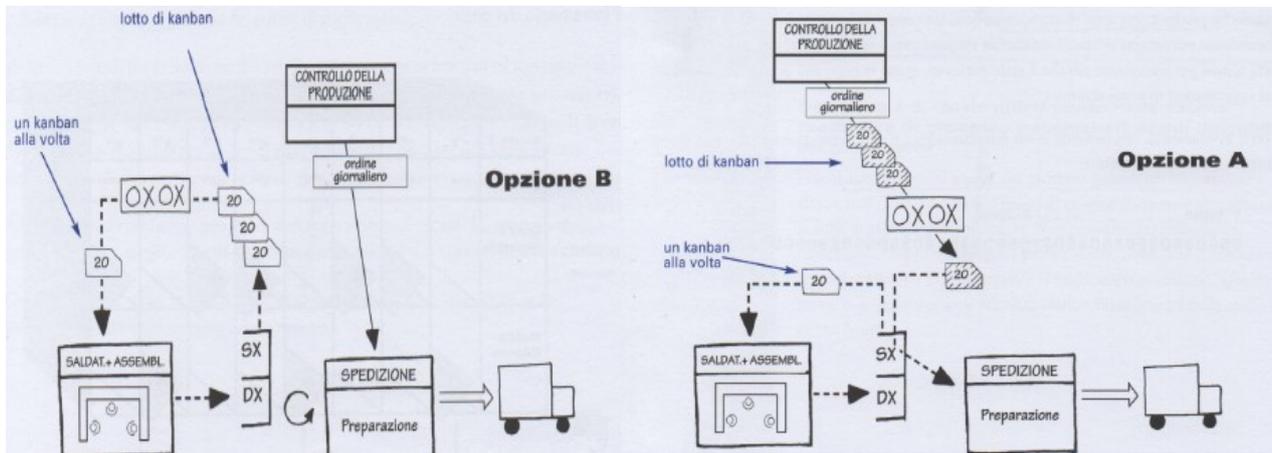


FIG-1.19 E FIG-1.20

7-Quale dovrebbe essere l'incremento di lavoro da rilasciare e portare via al processo pacemaker?

Viene rilasciato ogni pitch (tempo) un kanban di produzione e più si rispetta questo processo meglio è; se non si completa la produzione entro il kanban c'è un problema di produzione.

La cella produttiva (collegata al pacemaker quindi non a flusso continuo) riceve kanban dalla sinistra alla destra all'incremento del pitch

8-Quali miglioramenti al processo saranno necessari per ottenere il flusso del Value Stream descritto dal Fuure-State?

Bisogna procedere con i miglioramenti (icona Kaizen) necessari a portare alla realtà quello che abbiamo deciso nella nostra future state.

Il motivo di porsi questa domanda sta nel fatto che gli sforzi di miglioramento del processo vengono a dipendere dal progetto complessivo del Flusso del Valore e non da vaghe e sporadiche attività di miglioramento.

Il team, a questo punto, possono essere destinati a lavorare su questi miglioramenti di processo con una chiara comprensione del perché essi stanno compiendo tali miglioramenti.

Bisogna quindi dare avvio a questi progetti di miglioramento creando un "pull" per i miglioramenti.

Il senso di tutto ciò è che noi non abbiamo affatto puntato a migliorare a caso ogni aspetto, ma abbiamo studiato a monte tutto il flusso, visto dove e come esso poteva essere migliorato per finire con l'applicare specifici miglioramenti o meglio farli applicare sempre in un'ottica di pull piuttosto che push.

Importante è il non dire di ridurre il set up di una macchina ma piuttosto che si dovranno produrre a flusso continuo il più possibile o che si livellerà il mix produttivo quindi per forza bisognerà applicare i miglioramenti. Questo modo di procedere è fondamentale, per il fatto che *gli operatori o in generale tutto il team di persone che dovranno lavorare nell'ottica complessiva del flusso continuo, non siano mossi da obblighi, ma piuttosto motivati nel raggiungere obiettivi comuni, che poi se raggiunti porteranno benefici a tutti.*

V-RAGGIUNGERE IL FUTURE STATE

1-Segmentare la realizzazione in fasi

2-Il Value Stream Plan,

3-Il miglioramento del Value Stream è il lavoro del management

La mappatura del Value Stream è solo uno strumento. Fino a che non si raggiunge lo Stato Futuro, e parti di esso entro un breve periodo di tempo, le value stream map sono pressoché inutili.

Il piano per il raggiungimento del Future State Value Stream può essere un documento sintetico che include i seguenti punti:

a) Future State Map

b) Tutte le mappe dettagliate a livello di processo e i layout che risultassero necessari

c) Un piano annuale del Value Stream

1-Dividere la realizzazione in fasi

Nella maggior parte dei casi non è possibile attuare in un solo step tutta la visione dello stato futuro, perciò il value stream manager dividerà la realizzazione in fasi.

Il piano di realizzazione dello Stato Futuro è come un processo di costruzione di una serie di flussi connessi ad una famiglia di prodotti.

Il modo migliore di fare ciò è *dividere in loop* il nostro Value stream:

-**Loop del Pacemaker**, racchiude il flusso di materiale e informazione tra il cliente e il processo pacemaker, ed è il loop più a valle nella nostra attività e il modo in cui lo si gestisce impatta su tutti i processi a monte in quel Value Stream.

-**Loop Supplementari**, a monte del loop del pacemaker ci sono i loop del flusso di informazioni e del flusso di materiali dei vari sistemi pull.

Si possono tracciare questi loop sulla Future State Map per aiutarci a vedere i segmenti di flusso che compongono il nostro Value Stream.

Questo metodo è sicuramente ottimo per dividere gli sforzi per la realizzazione dello Stato Futuro in parti meglio gestibili.

Si deve suddividere in loop per migliorare il nostro sistema complessivo, perché è impossibile migliorare tutto insieme, sarebbe troppo, perciò *si parte dal pacemaker come loop più a valle e si risale a monte*

2-Value Stream Plan

Mentre la future state map mostra esattamente dove vogliamo andare, questo piano mostra:

1) esattamente ciò che si pianifica di fare e da quando, passo dopo passo

2) risultati attesi misurabili

3) momenti di controllo/verifica chiari con scadenze reali e uno o più revisori identificati

Per scegliere un punto di partenza si possono cercare i loop:

- dove il processo è ben compreso dalle persone
- dove la probabilità di successo è alta (per creare consenso e slancio)
- dove si può prevedere un grande impatto economico.

Una strategia efficace è iniziare la realizzazione nel loop pacemaker a valle e spostarsi a monte passo dopo passo. ***Il loop pacemaker, essendo il più vicino al cliente finale, agisce come "cliente" interno e controlla la domanda nei loop a monte.***

Dal momento che il flusso nel Pacemaker diviene snello e consistente esso rivelerà i problemi a monte che necessitano più attenzione.

Nello specifico i miglioramenti ad un loop spesso seguono questo modello:

1-sviluppare un flusso continuo che opera secondo il takt time

2-stabilire un pull system per controllare la produzione

3-introdurre il livellamento

4-praticare miglioramenti (kaizen) per eliminare gli sprechi, ridurre la dimensione del lotto, ridurre i supermarket, ed ampliare la diffusione del flusso continuo.

Questa sequenza è utile perché il flusso continuo offre il maggiore impatto economico in termini di eliminazione degli sprechi e riduzione del lead time ed è anche l'area più semplice sulla quale iniziare a lavorare.

Avere un flusso continuo con il minimo spreco significa eliminare la sovrapproduzione, che vuole anche dire che devi e puoi standardizzare i tuoi cicli di lavoro cosicché la produzione sia consistente e prevedibile al tuo takt time.

Si avrà poi la necessità del pull come mezzo per dare al flusso istruzioni di produzione (e dare inizio all'intera sequenza di produzione verso il cliente nel caso del loop pacemaker).

Infine, ci sarà bisogno del livellamento per raggiungere un flusso snello ogni volta che ci sono produzioni multiple. Inoltre è sempre meglio fare i miglioramenti al flusso e lasciare che questi guidino la realizzazione degli affinamenti al processo.

Una volta che si ha l'idea dell'ordine col quale vogliamo implementare gli elementi della visione dello Stato Futuro, il Value Stream Manager ha bisogno di scriverli sotto forma di piano annuale di Value Stream

La chiave per rendere più utile il Value Stream plan annuale è quello di incorporarlo all'interno del normale processo di business, in modo particolare nel processo di definizione del budget.

Il piano annuale può essere anche utilizzato come metodo chiave di performance review per valutare trimestralmente o mensilmente la performance produttiva.

Durante il processo di revisione bisogna iniziare dagli obiettivi non raggiunti e se poi c'è tempo dagli obiettivi leggermente al di sotto del target

- obiettivo on target
- △ obiettivo leggermente al di sotto del target
- × obiettivo non raggiunto

Per raggiungere i miglioramenti richiesti saranno necessari alcuni lavori di miglioramento preparatori, ma nel dubbio se fare prima questi o il flusso continuo, meglio prima puntare su quest'ultimo ed eventualmente poi esso guiderà gli altri miglioramenti.

Le cose più importanti sono eliminare la sovrapproduzione e sfruttare un approccio trial and error, infatti bisogna sempre fare un bilancio degli obiettivi raggiunti, non raggiunti o parzialmente raggiunti rispetto a quelli indicati nel nostro plan, in modo che le valutazioni le sfide e gli obiettivi siano poi incentivi ad adoperare un miglioramento continuo che è proprio l'ottica della "lean" e dell'implementazione.

Ad ogni modo porre degli obiettivi raggiungibili è ottimo per motivare la sfida ma allo stesso tempo rallenterebbe il miglioramento.

Poi un'altra cosa da tener presente è che tutte le operazioni dirette devono essere opportunamente supportate da quelle di supporto o indirette, per esempio per lavorare al takt time, tutto deve essere adatto a produrre a quel ritmo.

3-Il miglioramento del flusso del valore è una responsabilità del management

Esso deve comprendere che il suo ruolo è quello di vedere il flusso nella sua globalità, sviluppare una vision per un flusso più snello e migliore per il futuro e guidarne l'implementazione.

Occorrono i seguenti accorgimenti:

- Uno sforzo costante per eliminare la sovrapproduzione. Se elimini la sovrapproduzione, avrai un grande flusso
- Una ferma convinzione che i principi lean possono essere adattati per funzionare nel tuo ambiente, unita ad una propensione a provare, sbagliare e imparare
- Il management ha bisogno di dedicare tempo e imparare realmente queste cose, fino a saperle insegnare
- Si cercherà di fare in modo che le persone seguano le sue indicazioni, senza aspettare sempre che sia il manager stesso a guidarli. Incominciare focalizzandosi sull'organizzazione di un numero relativamente piccolo di target specifici
- Servizi di supporto strettamente collegati alle attività operative: **a)** tutte le operazioni indirette vengono considerate "supporto" per le operazioni dirette; **b)** le attività di supporto (controllo della produzione, supervisione, team leaders, gestione materiale, manutenzione, risposta ai problemi) devono essere vincolate al takt time e al pitch time delle operazioni a diretto valore aggiunto
- Cambiare il focus organizzativo dai reparti ai product teams.

- Disporre di un manager della catena del valore, i cui compiti siano: dirigere le persone che lavorano nel processo, non solo nell'area di produzione, ma in tutte le aree di business, prendersi la responsabilità dei costi, della qualità e della consegna dei prodotti, allo stato attuale e contemporaneamente progettare e condurre la realizzazione dello stato futuro.
- Disporre di specialisti della produzione snella che possono aiutare i manager della catena del valore a vedere lo spreco e a mettere in atto le soluzioni appropriate ad eliminare le cause.

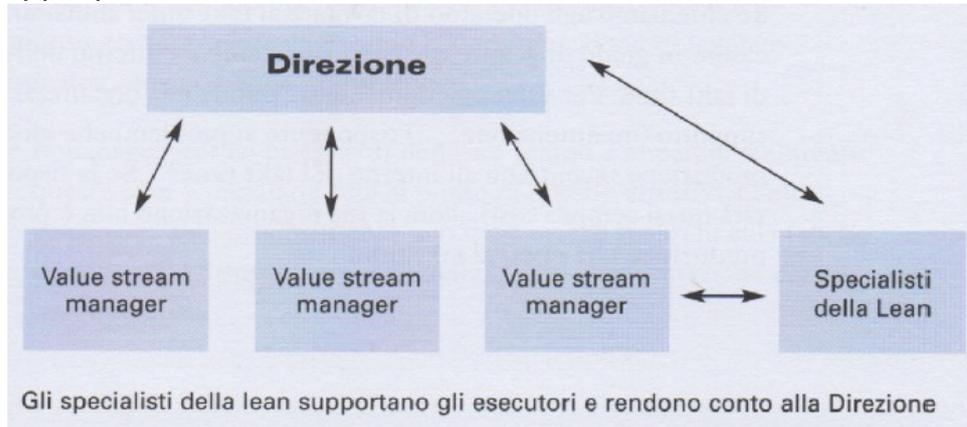


FIG-1.22

- Bisognerebbe avere un nuovo set di indicatori di performance per i product team focalizzati alla riduzione del lead time, dello spazio, degli sforzi, dei difetti, delle consegne mancate, piuttosto che le tradizionali misure finanziarie sull'uso degli asset e l'assorbimento dei costi

Gli indicatori di performance di produzione snella dovrebbero seguire i seguenti principi:

- 1-le misure dovrebbero incoraggiare gli operatori al comportamento desiderato
- 2-le misure dovrebbero fornire le informazioni di cui i senior manager hanno bisogno per prendere le decisioni
- 3-1 più importante di 2

Un metodo eccellente di misura della produzione è chiedersi e verificare se il processo pacemaker raggiunge ogni giorno il valore della produzione basata sul takt time

Facendo il punto del management

Il value stream manager dovrebbe controllare tutto da solo, questa è sicuramente la tattica migliore per avere una visione complessiva, il manager deve acquisire una massima abilità di mappare e usufruire delle sue conoscenze lean per rendere al meglio il future state, e una volta che avrà preso abilità nell'utilizzo dei vari strumenti e di tutta l'ottica del value stream allora inizierà ad insegnarlo, prima ad un gruppetto di persone e mano a mano andrà a far espandere quest'ottica dall'interno e dalle interazioni tra i vari reparti e processi. Al massimo il manager potrà farsi affiancare da dei specialisti che comunque non dovranno prendere nessuna decisione, ma semplicemente aiutare il manager nel vedere meglio gli eventuali sprechi per permettere al manager di eliminarli

CONCLUSIONE

Chiaramente, *non vi è fine al ciclo* “**futuro che diventa presente**”.

Questo dovrebbe essere il cuore della gestione giornaliera in ogni organizzazione con un prodotto da vendere sia esso un bene, un servizio o una qualche combinazione che costituisce una soluzione al problema del cliente.

Quando si rimuovono le cause di uno spreco durante un ciclo si scopre più spreco nascosto che può essere eliminato nel successivo ciclo. Il lavoro dei manager lean e dei loro team è quello di far funzionare questo ciclo virtuoso.

Lo sviluppo del Value Stream Lean può costituire un duro lavoro. Lo sviluppo di esso fa emergere le sorgenti di spreco, il che significa che le persone in tutte le funzioni di business devono cambiare abitudini.

Crediamo che management e operatori hanno un ruolo da svolgere nell'implementazione della lean e che ciascuno dovrebbe percepire un beneficio da essa.

Questi benefici possono presentarsi sotto forme diverse: incremento della competitività aziendale, un migliore ambiente di lavoro, una maggiore fiducia tra management e lavoratori e non ultimo un senso di realizzazione nel soddisfare il cliente.

CREATING CONTINUOUS FLOW

Innanzitutto per creare un flusso continuo abbiamo bisogno del coinvolgimento di un team che si impegna a sviluppare questo flusso. Esso coinvolgerà diverse persone:

-Value Stream Manager: disegna e aggiorna continuamente il Future State che mostra il processo pacemaker e dove è possibile introdurre il flusso continuo

-Area Manager: guida lo sforzo per creare il flusso continuo e assicura ogni giorno che il flusso sia mantenuto e continuamente migliorato

-Ingegneri: progettano il layout iniziale e dimensionano le celle produttive usando i dati che raccolgono personalmente nella struttura. In seguito assistono da vicino lavorando alla continua implementazione e rimuovendo sprechi. Se necessario costruiscono piccole macchine per supportare il flusso continuo

-Production Team: Gli operatori, i team leaders e i supervisori sono essenziali per contribuire a creare il flusso, mantenerlo e trovare dei metodi regolari per migliorarlo

-Manutenzione: interviene sulla cella finché non funziona come dovrebbe

-Specialisti Lean: assistono tutte queste figure

I-PER INIZIARE

Il primo passo da compiere è chiedersi “qual è il problema”? quando si visita uno stabilimento nel quale introdurre un flusso continuo.

Osservando le celle o linee produttive si deve controllare se:

1-Fluisce l'informazione: tutti conoscono il target orario di produzione? Ogni quanto si notano problemi? Cosa succede quando si verificano i problemi?

2-Fluiscono i materiali: il pezzo in lavorazione fluisce da un processo a valore aggiunto al giusto processo successivo a valore aggiunto

3-Fluiscono gli operatori: l'operatore lavora bene e in maniera ripetibili entro ogni ciclo, e può l'operatore spostarsi efficientemente da un processo a valore aggiunto al successivo a valore aggiunto

Ci sono undici domande o punti che possono aiutare a sviluppare il flusso continuo

1-CI SONO I GIUSTI PRODOTTI FINALI?

Quindi **assegnare al pacemaker i giusti prodotti**, a tal proposito bisogna considerare a) la flessibilità, infatti qualche volta la domanda è abbastanza elevata da permettere di dedicarsi individualmente ai prodotti FIG-2.01, ma se la domanda varia e si dispone della possibilità di rapidi set-up di passaggio da un prodotto all'altro allora meglio avere un modello misto FIG-2.02 per far fronte alla variazione della domanda del prodotto in maniera più efficace pur rimanendo all'interno della stessa famiglia, la cui domanda non varia

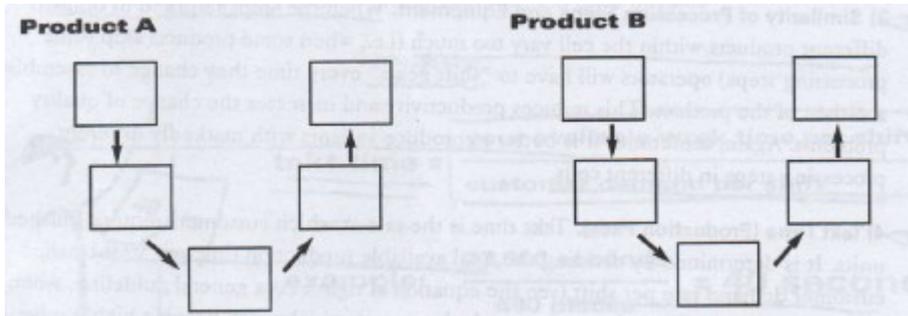


FIG-2.01

Meglio avere invece questo:

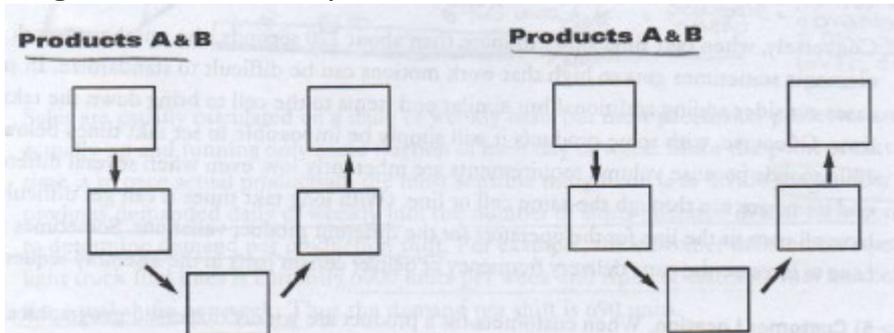


FIG-2.02

b) Variazione del tempo di ciclo, che è il tempo richiesto per processare un pezzo dall'inizio alla fine.

Il tempo di ciclo non dovrebbe variare per più del 30% tra un prodotto e l'altro

c) Similitudini nei passaggi di processo e nell'equipaggiamento: se tra due prodotti ci sarebbe molto da cambiare a livello di equipaggiamento si perderebbe a livello di produttività, in questo caso meglio avere celle di produzione differenti

d) un takt time troppo basso, ad esempio inferiore a 10s, è troppo stressante per un singolo operatore, meglio avere multiple footprint, se sopra i 120 secondi aggiungere altri terminali di prodotto uguali

e) posizione del cliente: quando i clienti sono geograficamente collocati in maniera dispersa potrebbe convenire dividere il lavoro in linee multiple, ciascuna collocata vicino un differente cliente, conveniente quando sono alti i costi di trasporto

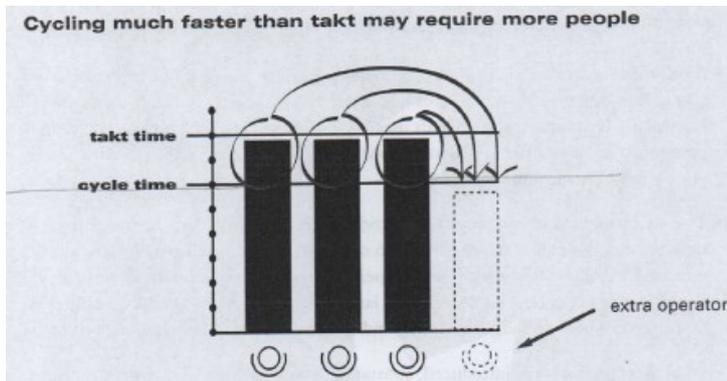
2-COS'E' IL TAKT TIME?

Il takt time è un numero di riferimento, usato per aiutare la frequenza di produzione rilasciata dal pacemaker a corrispondere alla frequenza di vendita.

Il takt time si trova dividendo il numero di prodotti richiesti dal cliente per il numero di turni settimanali poi il numero di unità per turno, per il tempo effettivo per turno al netto di perdite di tempo, guasti macchine ecc in modo che non possa influire sul tempo nel quale il prodotto è richiesto dal cliente.

Il takt time in secondi pezzo è il miglior modo di considerare la produzione e bisogna dare un'occhiata ai precedenti 12 mesi per far si che il takt time sia basato sulla domanda a lungo termine, in questo modo è più facile far fronte anche ai picchi occasionali di richiesta.

Il tempo di ciclo è diverso dal takt time ed è il tempo necessario ad un prodotto per compiere il suo tragitto, spesso esso può essere minore del takt time, ma dobbiamo stare attenti perché ciò può portare a vari problemi come sovrapproduzione tra cui per esempio la necessità di più operatori FIG-2.03.



SETTARE IL PACEMAKER

Per far fronte al takt time imposto dal cliente si può puntare su questi 3 punti:

- Il tempo disponibile di produzione
- Il numero di prodotti realizzati in una cella
- il numero di celle dedicate ad un prodotto

Avere un tempo di takt più corto è meglio perché fa vedere eventuali sprechi, takt time più lungo meglio se il prodotto è più complesso e possono servire più operatori.

Se devo introdurre nuovi prodotti, meglio introdurli nelle vecchie celle di produzione, questo abbasserà il takt

II-QUAL E' IL LAVORO?

Bisogna concentrarsi sulle operazioni necessarie a realizzare i prodotti, cronometrarli e immediatamente eliminare gli ovi sprechi

3-QUALI SONO LE OPERAZIONI NECESSARIE A REALIZZARE UN PEZZO?

Un work element, cioè *un'operazione*, è il più piccolo incremento di lavoro che è possibile attribuire ad un'altra persona. In generale quindi bisogna suddividere il contenuto di lavoro in "elementi" di processo che vanno eseguiti per un certo prodotto; lavoro di un operatore pensato come la somma di diversi elementi o operazioni, intesi come somma dei lavori che si dovranno eseguire e il totale del lavoro della cella è la somma di tutti gli elementi di tutti gli operatori.

Visto che ci saranno molti tipi di lavori svolti in maniera diversa in base al ***ciclo si cercherà di capire qual è il modo migliore di svolgere quei lavori***, perciò si dovrà percorrere tutto lo stabilimento affiancati da un supervisore che illustri che tipo di lavoro fa ogni singolo operatore.

PAPER KAIZEN

Il successivo passo è quello di vedere ed eliminare gli sprechi direttamente con la matita sul foglio, "paper Kaizen", i più importanti sono:

1-Tutti i cammini percorsi dagli operatori, sono a ottica lean nulla, e interrompono il flusso, perciò vanno eliminati tutti tranne alcuni che però sarebbero trascurabili in tutto il complesso

2-Bisogna eliminare il tempo in cui l'operatore lavora fuori ciclo, perché interromperebbe il flusso

3-Eliminare tutti i tempi morti dell'operatore, meglio che sia la macchina ad averli

4-Introdurre ove possibile un sistema di unload automatizzato

4-QUAL E' IL TEMPO ATTUALMENTE NECESSARIO PER OGNI OPERAZIONE?

Una volta conosciute tutte le singole operazioni "work", andranno cronometrate, non bisogna prendere i tempi storici dell'azienda a meno che non devo fare un nuovo processo partendo da zero.

Innanzitutto va cronometrata singolarmente ogni operazione, in seguito il tempo di ogni operatore per veder che probabilmente il tempo è più alto rispetto alla somma dei tempi cronometrati delle operazioni prese singolarmente, perciò bisognerà eliminare le fonti di spreco, in genere sotto forma di attese, cose nascoste rispetto all'eliminazione iniziale, perché più subdole.

(Cronometrare il tempo è importante, ricordiamo che stiamo cronometrando il lavoro non l'operatore, non dobbiamo mettere pressione, altrimenti ne potremmo influenzare il rendimento)

I tempi della macchina vanno presi separatamente da quelli dell'operatore.

Si fanno molte prove cronometrate e si seleziona il tempo migliore, cioè il più basso. Tale tempo sarà preso da un operatore con esperienza, non il migliore né il peggiore, poi bisogna scartare alcuni tempi a causa di interruzioni e avere pazienza nel fare tutto ciò per ogni singola operazione

Se del tempo viene sprecato dall'operatore nell'attesa della macchina lo si dovrà far operare in qualcos'altro nel frattempo

Consigli:

- a) raccogliere i tempi reali osservando il processo
- b) posizionarsi in modo da vedere i movimenti dell'operatore
- c) cronometrare ogni operazione singolarmente
- d) cronometrare più volte il ciclo di una stessa operazione
- e) osservare un operatore qualificato a svolgere quell'operazione,
- f) separare sempre il tempo dell'operatore dal tempo della macchina,
- g) selezionare il tempo più breve
- h) ricordarsi di essere cortesi

Una volta che si conoscono i tempi per tutte le operazioni si potranno vedere i benefici del paper kaizen, confrontando la somma dei tempi degli operatori prima e dopo la rimozione degli sprechi

OPERATOR BALANCE CHART

Conoscendo tutte le operazioni e tutti i tempi è possibile realizzare uno strumento utile, la Operator Balance Chart che è come una fotografia della distribuzione delle operazioni tra gli operatori in relazione al takt time, basata su dati reali personalmente abbiamo osservati e registrati.

E' semplice, quantitativa, visuale ed elimina le supposizioni dalla progettazione e le ipotesi di efficienza della cella basata sull'operatore.

Permette inoltre agli ingegneri, managers e associati alla produzione di lavorare insieme usando i fatti. Aiuta molto a sviluppare la visione del flusso. **Le operazioni sono impilate una sopra all'altra, l'altezza di ogni box sulla pila rappresenta il tempo per quell'elemento.**

L'OBC somma solo il lavoro dell'uomo e non anche quello della macchina.

III-MACCHINE, MATERIALI E LAYOUT PER FLUSSO

I processi di ogni tipo richiedono il coordinamento di uomini, macchine, materiali e metodi.

Una volta studiati bene gli operatori e le operazioni che essi compiono, ci si deve focalizzare sulle macchine e le loro stazioni e sui materiali, tenendo anche presente che le macchine devono avere un tempo di ciclo minore del takt time per rispettare il flusso snello.

5-L'EQUIPMENT RIENTRA NEL TAKT TIME?

Il tempo effettivo del ciclo di una macchina comprende il tempo di ciclo della macchina per pezzo, più load e upload, più tempo di changeover.

Sarebbe bene avere un tempo di ciclo per ogni macchina che non superi l'80% del takt time per non lasciare tempi di attesa all'operatore e per far fronte ad eventuali variazioni della domanda.

I modi per migliorare il tempo di ciclo sono questi:

- Kaizen i processi di load, start e unload
- Eliminare gli sprechi nel ciclo della macchina. Per esempio accorciare la distanza dei viaggi e il tempo per muovere le parti delle macchine
- Togliere qualche compito alla macchina collo di bottiglia, e usare altre macchine per realizzare quei compiti. Usare macchine più semplici o con una singola funzione che lavorano simultaneamente ad un tempo di ciclo più corto
- Installare due macchine dello stesso tipo nella cella con il collo di bottiglia, e alternarle ogni ciclo

- Creare due celle anziché una. Questo potrebbe essere particolarmente indicato quando ci sono vantaggi nel collocare separate celle pacemaker vicino diversi clienti.

Se tutte queste non vanno bene: - rimuovere il “collo di bottiglia” dalla cella e disporlo a parte, esso seguirà gli ordini emanati dal pacemaker, operando a lotti produttivi. Essendo disaccoppiato dal flusso normalmente questa scelta comporterà l'introduzione di un sistema supermarket pull per regolare la produzione

Come dovrei processare i miei materiali per ottenere un pezzo di qualità e qual è la capacità produttiva di processo desiderata?

Queste sono due domande importanti, per la prima si prenda in considerazione che se c'è una chiara scelta della tecnologia per fare quel prodotto, allora sicuramente il design del processo dovrebbe cominciare da lì.

In particolare per quanto concerne la seconda si deve tener presente che è meglio avere più macchine che eseguono operazioni singole FIG-2.05, piuttosto che una macchina multifunzione che eseguirebbe ognuno dei suoi compiti in maniera troppo lenta FIG-2.04

In ogni caso non bisogna massimizzare l'utilizzo né delle macchine, né dei materiali né tanto meno delle persone

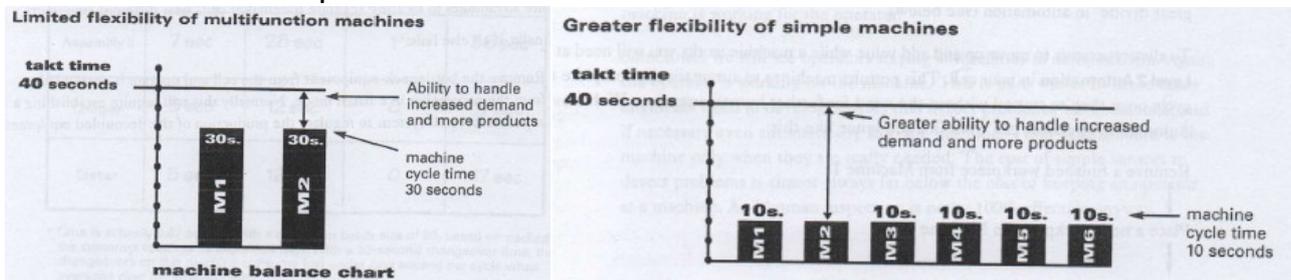


FIG-2.04 E FIG-2.05

6-CHE LIVELLO DI AUTOMAZIONE?

L'automazione è importante, e può essere determinante per aumentare il flusso snello, ma se usata male può anche peggiorarlo.

Levels of automation

| | Load Machine | Machine Cycle | Unload Machine | Transfer Part |
|-------------------------|--------------|---------------|----------------|---------------|
| 1 | ☔ | ☔ | ☔ | ☔ |
| 2 | ☔ | Auto | ☔ | ☔ |
| 3 | ☔ | Auto | Auto | ☔ |
| The Great Divide | | | | |
| 4 | Auto | Auto | Auto | ☔ |
| 5 | Auto | Auto | Auto | Auto |

LEVEL

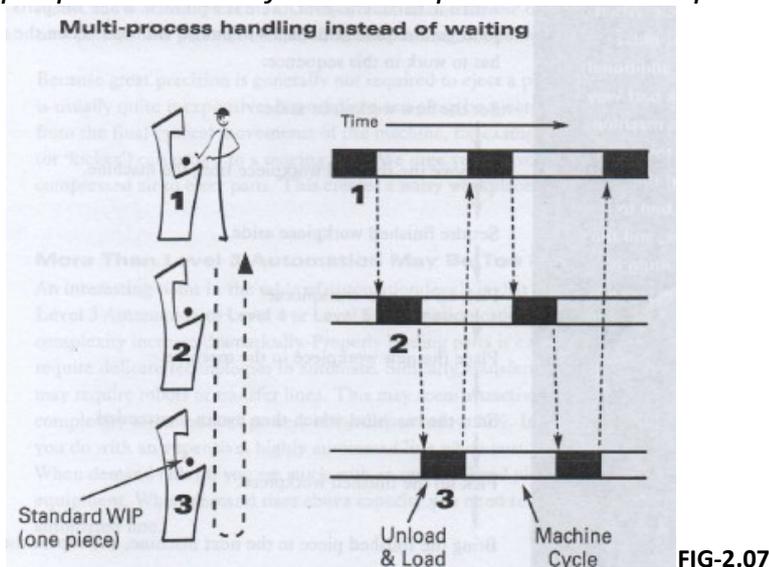
FIG-2.06 Livelli di automazione

Avere una buona automatizzazione della macchina significa permettere all'operatore di fare altre operazioni mentre la macchina svolge il suo ciclo, in questo modo è come se la macchina lavora per l'operatore, piuttosto che il contrario che non andrebbe bene, cioè che l'operatore sia in piedi ad aspettare che la macchina processi.

Nel caso si tratti di un problema di controllo, si possono sempre introdurre dei sensori per segnalare gli eventuali problemi, in modo che l'operatore torni alla macchina solo quando serve.

Il giusto livello di automazione è il 3, o meglio esso è il “massimo” possibile, perché 4 o 5 significherebbe andare su mezzi troppo costosi che tra l'altro non garantirebbero un'efficiente variazione di quantità prodotta in seguito all'oscillazione della domanda dei clienti

Il livello 2 di automazione generalmente va sempre bene, perché è la macchina che compie da sola il suo ciclo. Tuttavia quando l'operatore deve usare entrambe le mani per scaricare il pezzo finito e caricare il pezzo nuovo, è più utile un livello 3 con la macchina capace di scaricare il pezzo, così l'operatore caricherà solamente il pezzo e poi può andare a fare altre operazioni senza spreco di tempo FIG-2.07.



7-COME PUO' ESSERE DISPOSTO UN PROCESSO FISICO IN MODO CHE UAN PERSONA POSSA FARE UN PEZZO PIU' EFFICIENTEMENTE POSSIBILE?

Il modo migliore di disporre una stazione, cioè il layout della stazione stessa è quello di immaginare che un solo operatore debba compiere tutte le operazioni della stazione stessa. Ci sono a tal proposito varie linee guida

Linee guida per la disposizione della cella

- Piazzare le macchine e le stazioni vicine tra di loro per minimizzare le distanze da percorrere
- Rimuovere gli ostacoli per rendere più efficiente il percorso a piedi dell'operatore

- Cercare di tenere la larghezza interna della cella intorno ai 5 piedi per permettere flessibilità nel ricollocare le operazioni tra i membri del team: i membri in questo modo potranno infatti camminare facilmente all'interno della cella durante il ciclo di lavoro
- Eliminare spazi e superfici nei quali si accumula l'inventario di processi in lavorazione
- Mantenere altezze costanti per le superfici di lavoro e i punti di utilizzo.
- Collocare vicini i processi iniziale e finale: questo minimizza gli spostamenti dell'operatore verso il ciclo successivo
- Evitare il trasferimento del pezzo in lavorazione sopra-sotto o avanti-dietro, meglio avere di fianco le macchine, e processare orizzontalmente (da destra a sinistra per esempio, o da sinistra a destra)
- Sfruttare la gravità per aiutare l'operatore a posizionare parti e muovere i materiali ovunque possibile
- Installare flexible utility drops dal soffitto per agevolare le regolazioni dei layout
- Disporre gli utensili manuali quanto più vicini possibile al punto di utilizzo e orientati nella direzione in cui verranno usati
- Utilizzare utensili manuali dedicati invece di quelli che devono essere reimpostati, e combinare due o più utensili ove possibile
- Assicurare la sicurezza e la buona ergonomia
- Gli step dei lavori manuali o comunque svolti dall'operatore devono essere vicini per permettere una distribuzione flessibile del lavoro e lavoro a valore aggiunto
- Mettere il livello 5 di automazione e le operazioni a ciclo continuo a parte dal lavoro manuale o comunque svolto dall'operatore. In particolare in questo modo

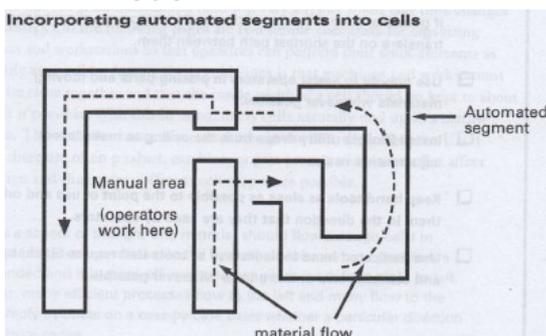


FIG-2.08 Segmenti automatizzati nella cella

Linee guida per le macchine

- Usare macchine che svolgono un solo compito, piuttosto che multifunzione
- Introdurre il livello 3 di automazione, con i pezzi espulsi automaticamente dalla macchina, ovunque gli operatori avessero bisogno di entrambe le mani per maneggiare il pezzo
- Introdurre one-touch automation dove possibile: operatore piazza il pezzo sulla macchina, fa partire la macchina, che poi fa da sola
- Evitare la produzione a lotti

- Incorporare sensori che segnalino anomalie e che stoppino automaticamente le macchine se necessario, cosicché gli operatori non debbano guardare le macchine durante il ciclo.
- Progettare nell'ottica della manutenzione le macchine, in modo che esse possano essere aggiustate agevolmente
- Al processo Pacemaker, sforzarsi di programmare il set-up delle macchine tra i differenti prodotti finiti, tenendolo sotto il takt time

Linee guida per la gestione dei materiali

- Posizionare le parti più vicino possibile al punto di utilizzo, ma non nel percorso dell'operatore
- Posizionare le parti in modo che l'operatore possa usare simultaneamente entrambe le mani
- Cercare di lasciare a portata di mano dell'operatore tutte le parti necessarie al set-up al fine di ridurre le tempistiche
- Non lasciare agli operatori il compito di rifornirsi dei componenti necessari, ma lasciarlo fare ad un apposito operatore che gestisce i materiali
- Non portare più di due ore di materiale al punto di utilizzo
- Non mettere parti stoccate aggiuntive nel processo o vicino ad esso, poiché le operazioni della cella diventerebbero difficile da capire e porterebbero l'operatore a prendersi i componenti da solo
- Utilizzare i kanban per regolare il rimpiazzo dei componenti
- Dimensionare i container per facilitare gli operatori o come multipli dei prodotti finiti (in quantità da spedire)
- Non interrompere mai il lavoro di ciclo dell'operatore per rifornire le parti

Alcuni dei pacemaker potranno essere configurati per avere un rapido processo a lotti piuttosto che di flusso continuo. Poi successivamente posso gradualmente introdurre il flusso continuo.

Nel caso nel frattempo si utilizzi un sistema a lotti le opzioni sono le seguenti

a) Separare i processi orientati a lotti dal flusso continuo con un sistema supermarket o una corsia FIFO

b) A volte alcuni processi come il riscaldamento, il raffreddamento o la polimerizzazione possono essere mantenuti all'interno di un flusso continuo, quando sono processi del trasloco, purché gli operatori riescano a lasciare il pezzo finito e prendere quello nuovo entro il takt time

c) A volte è possibile ignorare la capacità a lotti dell'attrezzatura e utilizzarla in modalità pezzo unico. Il tempo di ciclo effettivo dell'attrezzatura per la lavorazione di un solo pezzo deve comunque rientrare nel takt time

d) A volte con un po' di creatività è possibile sostituire una macchina orientata a lotti con un metodo di lavorazione a pezzo singolo poco costoso

IV-DISTRIBUIRE IL LAVORO

Ormai i processi sono “arrangiati” e il lavoro può essere fatto nel modo migliore, ora si dovranno “reintrodurre” gli operatori e i clienti nel progetto complessivo

8-DI QUANTI OPERATORI SI HA BISOGNO PER RIENTRARE NEL TAKT TIME?

Divido il tempo totale per compiere le operazioni (dopo aver applicato i kaizen e quindi eliminato gli sprechi) per il tempo di takt time, per vedere quanti operatori occorrono

$$\frac{\text{Total Work Content (after paper kaizen)}}{\text{Takt Time}} = \text{Number of Operators}$$

(Nel caso di numero non intero di operatori si sceglierà di prendere il numero intero inferiore o superiore di operatori nel seguente modo:

Per esempio da 2 a 3: 2 operatori nel caso ho $2 < \text{operatori} < 2.3$, da 2.3 a 2.5 valuto dopo due settimane che ho tenuto 2 operatori, sopra a 2.5 metto il terzo operatore ***Se si sceglie il numero di operatori inferiore non sarà facile, un team disposto ad impegnarsi in un intenso miglioramento può solitamente raggiungere l'80% dell'output richiesto all'inizio, in 2 settimane il 90% del target in output, poi con kaizen continui si potrà arrivare al 100%***)

L'approccio lean evidenzia gli sprechi in questo modo

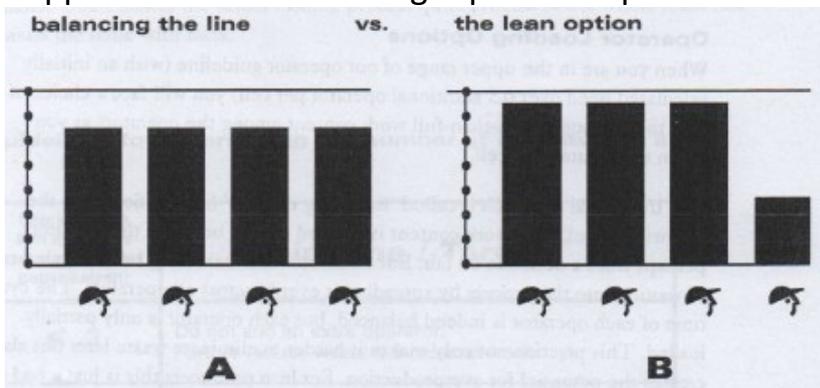


FIG-2.09

Opzione A: operatori bilanciati ma non completamente carichi, bilanciare la linea dividendo le operazioni ripartendole in modo bilanciato tra gli operatori nasconderà gli sprechi di tempo

Opzione B: approccio lean, distribuisce il lavoro in modo da caricare completamente ogni operatore tranne uno, questo mostrerà chiaramente lo spreco e renderà più facile il miglioramento

9-COME DISTRIBUIRE LE OPERAZIONI TRA GLI OPERATORI?

Le operazioni possono essere collocate nella cella produttiva in diversi modi.

Alcuni approcci da considerare sono:

- Dividere il lavoro tra gli operatori in modo che ognuno performi un takt time di valore rispetto al contenuto totale di lavoro, spesso muovendosi tra le diverse macchine
- Il circuito dove un operatore fa tutte le operazioni completando un circuito nella stessa direzione in cui “scorre” il materiale, un secondo operatore segue alcune stazioni dietro
- Flusso contrario, nel quale gli operatori fanno un circuito nella direzione opposta a quella in cui fluisce il materiale
- Combinazione tra suddivisione del lavoro, circuito e flusso inverso
- Un operatore per stazione, ogni operatore sta su una sola stazione
- Il ratchet, ogni operatore lavora su due macchine e sviluppa il pezzo avanti ogni volta che l’operatore si muove sulla macchina a valle

1-Suddividere il lavoro

Suddividere il contenuto di lavoro tra gli operatori è importante, il modo migliore nel caso di una cella produttiva a U è quello in questa figura dove il primo operatore è quello che fa la prima e l'ultima operazione, il secondo la seconda e la penultima, il terzo quelle centrali FIG-2.10

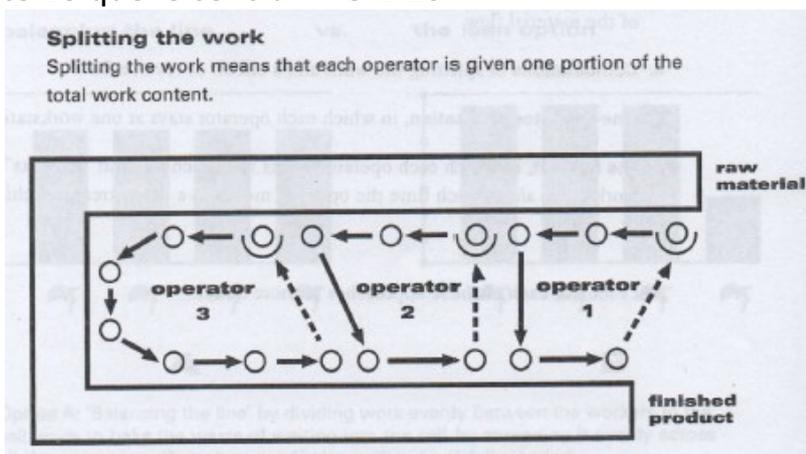


FIG2.10

2-Circuito

Il circuito è comodo per massimo due operatori, tra l'altro ben qualificati, poiché devono saper compiere tutte le operazioni e come vantaggio hanno tutto molto vicino e devono camminare poco, in casi diversi non converrebbe, FIG-2.11.

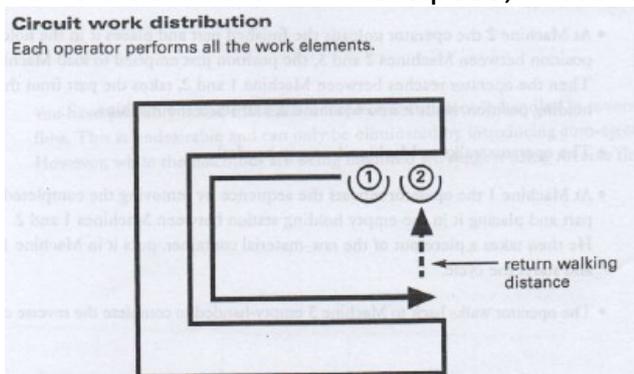


FIG-2.11

3-Flusso inverso

Si usa il flusso contrario (dell'operatore) rispetto al prodotto quando stiamo aspettando di introdurre il terzo livello di automazione, con le macchine che scaricano da sole il prodotto finito.

Nel frattempo che non si introduce questo livello è appunto vantaggioso far fare all'operatore il percorso inverso rispetto al prodotto, perché crea in queste situazioni una più naturale sequenza di lavoro/cammino FIG-2.12

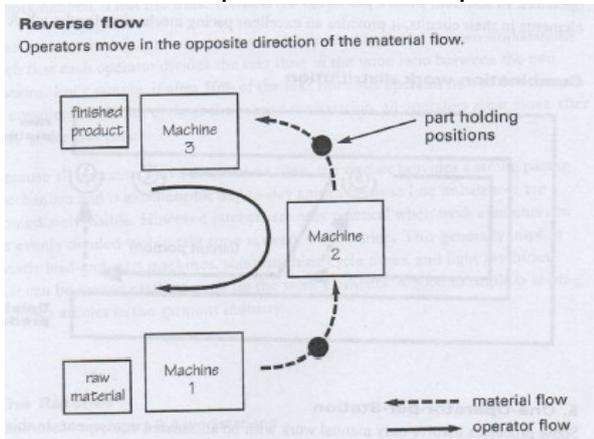


FIG-2.12

4-Combinazione

Combinazione delle tre precedenti a volte è vantaggiosa FIG-2.13

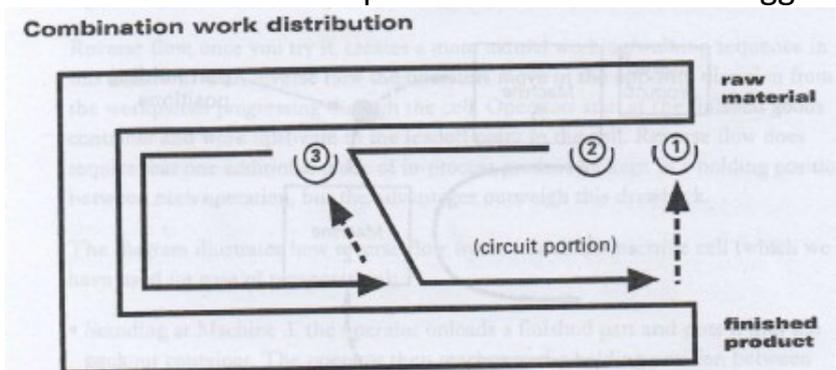


FIG-2.13

5-Un operatore per stazione

Nel caso di 0 automazione, conviene avere un operatore che fa tutte le operazioni di quella stazione e poi passa alla successiva FIG-2.14

Spesso è importante avere un trasportatore mobile per trasferire il pezzo

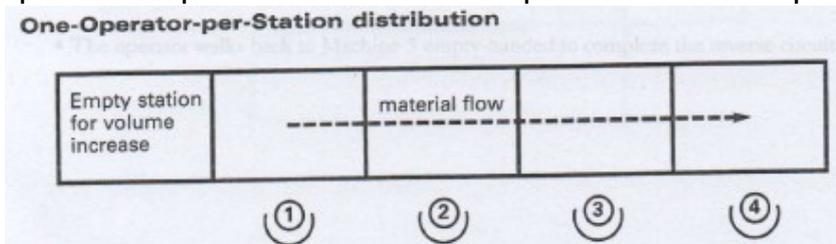


FIG-2.14

6-Ratchet

Si assegnano più stazioni ad un operatore, in generale 2 stazioni ad ogni operatore, questo ci permette di adottare miglioramenti giornalieri per il fatto che gli sbilanciamenti sono immediatamente visibili, questo modello non si usa quando non si rientra nel takt time in almeno tutte le stazioni FIG-2.15

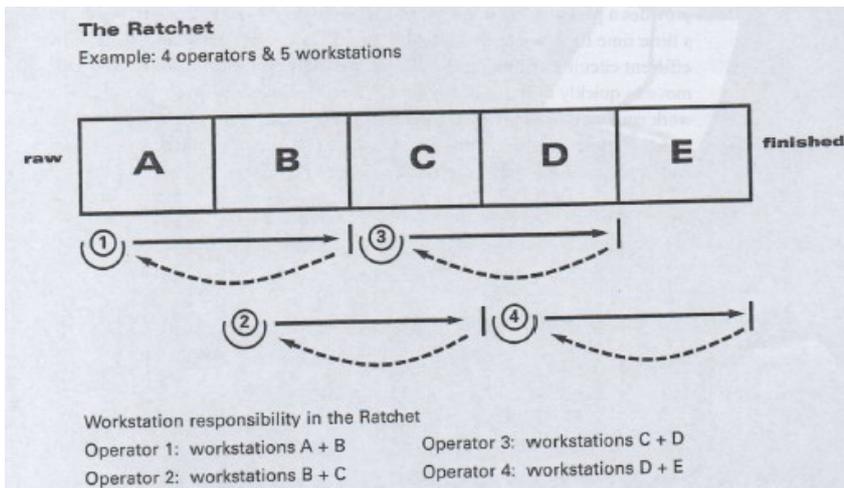


FIG-2.15

V-CONNESSIONE COL CLIENTE E REGOLAZIONE DEL FLUSSO

Finora sono state integrati persone, materiale, macchine, e metodi per creare un flusso continuo efficiente, ma ora si deve decidere come programmare il pacemaker, di conseguenza le celle produttive e poi anche come reagire in seguito ai cambiamenti nella domanda del cliente

10- COME PROGRAMMARE IL PACEMAKER?

Si dovrà realizzare un adatto flusso dell'informazione che supporti la domanda del cliente

***Non ci si può aspettare una domanda completamente regolare da parte del cliente
Per raggiungere e mantenere un flusso continuo e un flusso di Valore in ottica lean si programma e gestisce una cella, in particolar modo quando c'è un processo pacemaker con il più piccolo volume di fluttuazione possibile.***

Si livella il volume della produzione.

Similarmente si decide la dimensione più appropriata del lotto prima di passare al set up dell'altro prodotto. Quindi si ***livella*** poi anche ***il mix produttivo***.

Entrambi il livellamento del volume di produzione e del mix produttivo devono essere parte del processo di design della cella

Livellare il volume di produzione

Generalmente la domanda del cliente su un lungo periodo oscilla, ma è più o meno stabile di fatto perciò basterebbe introdurre dei supermarket, se non fosse che la produzione varia anche a causa di problemi interni allo stabilimento, tipo rotture ecc.

Si può scegliere se rispondere velocemente a questi problemi per mantenere la produzione adatta alla domanda o aggiungere più inventario di prodotti finiti a valle o a monte della cella

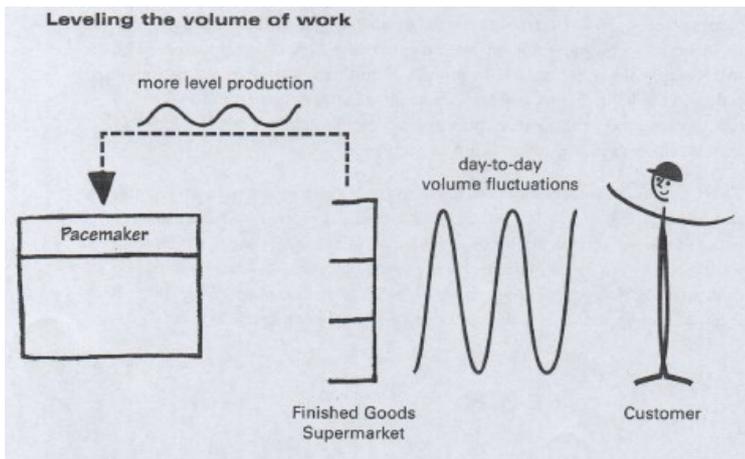


FIG-2.16 Livellamento volume produttivo

Sicuramente la scelta migliore è quella di rispondere prontamente a questi problemi, per risolverli rapidamente c'è bisogno di scovare i problemi appena occorrono, per fare ciò si dovrà avere un breve "management time frame", cioè un ammontare di lavoro che si rilascia al pacemaker e l'ammontare di lavoro che viene prelevato.

Riducendo questo time frame e rispondendo velocemente ai problemi, diventerebbe possibile non avere molti accumuli di scorte, potendo rispondere immediatamente ai problemi.

Il problema infatti è che non si può rilasciare e prelevare ogni takt time, perché si dovrebbe avere a disposizione moltissimi operatori.

Ecco perché si utilizzerà il pitch come tempo di gestione un multiplo del takt time, cioè il takt time moltiplicato per un certo numero di pezzi, per esempio 30 pezzi x 40 s = 1200 secondi (20min), quindi 30 pezzi ogni 20 min, controllo problemi ogni 20 min ed eventualmente si affida a qualche operatore il compito di sistemare le parti difettose, ogni 20 min qualcuno porta la scheda di produzione dal pacemaker alla cella produttiva e porta via i 20 min di prodotti finiti.

Riuscendo a mettere in atto quindi una rapida risposta ai problemi è possibile riuscire a ristabilire la normale produzione senza usare troppo tempo extra.

I managers gestiscono realmente la loro cella produttiva al pitch se:

- 1) conoscono il target
- 2) controllano regolarmente il progresso per individuare le anomalie
- 3) rispondere velocemente ad esse

Gli operatori lavorano molto vicino al full takt time, perciò non potrebbero risolvere i problemi rimanendo nel pitch, quindi o il team leader risolve il problema oppure affida i pezzi difettosi ad un altro operatore.

Il pitch e il ritiro cadenzato servono solo per una maggiore efficienza di controllo dei problemi, non per far lavorare più duramente o velocemente gli operatori, in genere si parte con un pitch più lungo e in seguito si va ad accelerarlo.

Livellare il mix produttivo

Livellare anche il mix produttivo per rispondere meglio alla domanda del cliente, quindi per avere nello stabilimento dei lotti più piccoli, possibilmente portandolo almeno ad una parte ogni turno, per far fronte meglio alla variazione della domanda cliente

Load levelling Box (Cassetta di livellamento)

Un ottimo strumento per livellare il volume e il mix produttivo è la Load Leveling Box questo semplice device ha una colonna di slot con tutti i kanban per ogni intervallo di pitch e una riga di slots per i kanban in base al tipo di prodotto finale, FIG-2.17.

Quando un ordine parte per la spedizione verso il cliente dal supermarket dei prodotti finiti, i bigliettini kanban sono rimossi dai box e piazzati nella load leveling box per la cella pacemaker per ogni ship window. Il gestore dei materiali che serve la cella quindi ritira i kanban dalla scatola ad ogni pitch di incremento e li consegna alla cella per avviare la produzione

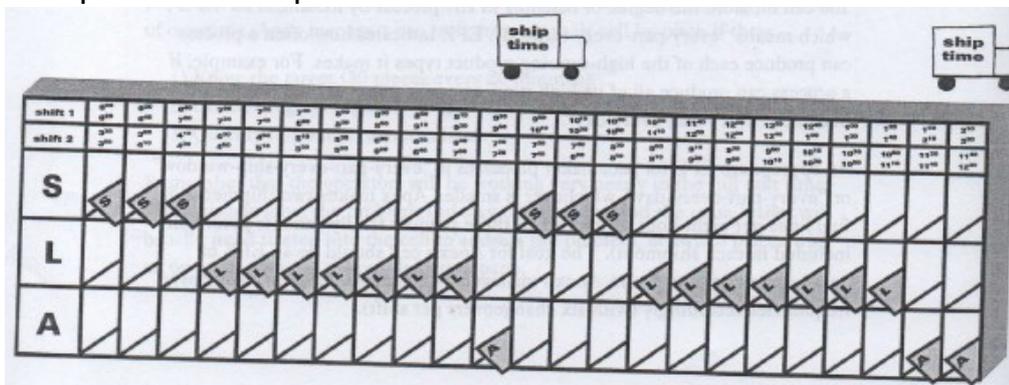


FIG-2.17

Kaizen the Ship Frequency

Se l'every part every eguaglia la frequenza di vendita allora tutto l'intero value stream funzionerà perfettamente

11-COME REAGIRA' IL PACEMAKER AL CAMBIO DI DOMANDA DA PARTE DEL CLIENTE?

Il processo di kaizen non finisce mai perché il miglioramento in generale non deve mai fermarsi, e inoltre la domanda del cliente varia sempre.

La domanda cambia giornalmente, ma è generalmente stabile sul lungo periodo, ecco perché una soluzione di supermarket di prodotti finiti è l'ideale.

Il supermarket permette ai managers di programmare il takt time e il numero di operatori e rende possibile gestire il flusso per lunghi periodi.

Se il volume medio di produzione tuttavia varierà, il pacemaker dovrà rispondere.

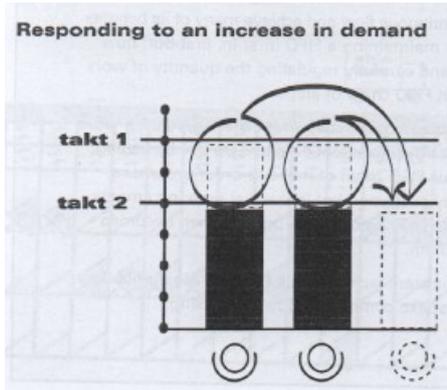


FIG-2.18 Risposta ad un incremento della domanda

A volte per rispondere efficacemente alla variazione della domanda c'è bisogno di introdurre un nuovo operatore o lavorare con uno in meno, perciò gli ingegneri disegneranno le disposizioni della cella a U tenendo presente che potranno esserci queste variazioni nel tempo.

Bisognerà variare anche l'incremento e il decremento di lavoro degli operatori per tenere costante la stabilità nel produrre cosa e quanto richiesto

In generale non conviene puntare a cambiare tutto giornalmente, anzi sarebbe bene minimo ogni due settimane se non mensilmente, per permettere a quel tipo di disposizione e progettazione lean di mostrare i benefici e dar spazio a tutti i kaizen possibili.

In generale nelle celle produttive i materiali sono mossi dagli operatori, ma si può alternativamente anche usare un nastro trasportatore.

Quando c'è un nastro trasportatore le stazioni sono più o meno tutte uguali e sono simili alle celle senza movimentazione il che significa che la maggior parte delle considerazioni sono le stesse.

La differenza sta nel fatto che si dovrà cambiare, aumentando o riducendo, il numero di operatori in base alla variazione della domanda. Si può raggiungere una buona flessibilità anche con i nastri trasportatori. In generale quindi bisogna saper bene redistribuire il numero di operatori.

VI-IMPLEMENTARE, MANTERNERE, MIGLIORARE

A questo punto dopo tutti gli sforzi fatti, è possibile che i tempi degli operatori siano, ancora, più alti del takt time, questo perché non tutto può essere sistemato con i kaizen. Ci sono alcuni sprechi che devono essere eliminati prendendo il processo in esame direttamente nella struttura.

Togliere questi ultimi sprechi in questo modo è chiamato "**debugging**".

Questo è necessario perché non tutto può essere reso perfetto su un foglio, esaminando quindi realmente il processo attuale emergeranno dettagli non visti e sprechi ancora da eliminare.

Inoltre andare nella struttura significa anche puntare a **“implementare”** lo sforzo di ogni persona che lavora su questo processo.

Bisognerà motivare il team dicendo **“cosa potremmo fare, tutti noi, per mettere a punto questo processo, per “riuscire in questa impresa”?**

Introdurre la prima cella è sicuramente molto più difficile dell'introdurre le successive, ma conviene impegnarsi molto in ciò, in quanto una volta inserita questa cella si potrà meglio concretizzare l'idea del miglioramento e le altre celle prenderanno spunto da essa.

PIANO DI IMPLEMENTAZIONE

Esso dovrebbe contenere le ragioni di migliorare il processo, un sommario dei target e un programma di implementazione, e un posto per registrare i risultati ottenuti e i target: dobbiamo realizzarlo prima di implementare

Alla fine di tutto non è detto che gli operatori lavoreranno sotto al takt time ed è normale, a quel punto, perciò si punterà poi all'implementazione dello shop floor, sostanzialmente si creerà un piano di miglioramento, basato su 5 punti, alla fine del quale verranno presentati una serie di obiettivi che serviranno poi da paragone con quanto verrà raggiunto per vedere se si può migliorare ed eventualmente eliminare ancora qualche problema

I 5 punti sono:

- 1) Background/Business case
- 2) Initial condition
- 3) Target condition
- 4) Implementation,
- 5) Indicators

Buona norma è fare una revisione mensile degli obiettivi e del plan in base a come sta andando la produzione.

Infatti la conseguenza più importante di creare un piano di implementazione è la revisione che ci permette di tenere sempre sotto controllo il flusso, regolarizzarlo e provvedere ad individuare e risolvere eventuali problemi, ecco quindi che il piano di implementazione diventa un importante fonte di confronto con i nostri risultati.

Quindi:

1-Conoscere il target o gli obiettivi

2-Rivedere regolarmente il processo per eliminare eventuali problemi che impediscono il raggiungimento del target

3-rispondere prontamente a questi problemi e tornare quanto prima possibile in carreggiata.

IMPLEMENTAZIONE DEL FLUSSO

Appena pronto il piano di implementazione è possibile subito iniziare a lavorarci
Procedo con 4 step

1-Processo iniziale di design

Creare con un piccolo team, formato da managers e ingegneri e qualcuno del team produttivo, il design iniziale, basato sui dati e tempi raccolti nella struttura, usando il modello dettagliato presentato precedentemente

2-Mock up

Coinvolgere il production team e appuntare i processi fisici e una SWC, cioè una carta dove c'è scritta la sequenza di tutte le operazioni da seguire in una certa stazione, il tempo necessario, i punti chiave tipo qualità controllo ecc.

Lo scopo del mock up quindi fondamentale è quello di illustrare il lavoro all'operatore e vedere dove possono esserci miglioramenti

3-Debugging

Nel quale in 2-4 settimane si metterà in atto tutto il design produttivo, quindi inserire prima un operatore che svolga tutte le operazioni da solo per un tempo di circa due ore e far dare eventuali suggerimenti, poi si metteranno due operatori in circuito e infine tutti gli operatori necessari, come da design stabilito, a quel punto, il primo giorno, bisognerà supervisionare tutta la produzione e come sta andando in modo da migliorare subito gli aspetti fondamentali, eliminare il waste time, e ridurre al minimo gli incidental works

Posso fare una debugging checklist per aiutarmi.

Praticamente in questa fase si tratta di applicare miglioramenti continui che portino il sistema a funzionare così come è stato progettato, quindi riducendo o eliminando i problemi, confrontando sempre la produzione con il target richiesto, cioè la domanda del cliente

4-Sostenere il flusso

Non meno importante degli altri anche se spesso tende ad essere sottovalutata è la necessità sostenere il flusso creato, infatti tre strumenti ci aiuteranno nel farlo:

- a) Una rapida risposta ad eventuali problemi che possono venir fuori giornalmente, settimanalmente, mensilmente e cercare di risolverli immediatamente in modo da sostenere il ritmo prefissato
- b) Le revisioni, ovvero un controllo spesso giornaliero da parte di tutti i membri e livelli dell'impianto produttivo di aver fatto i loro compiti giornalieri, o all'operatore di aver controllato se tutte le macchine sono pronte a funzionare correttamente come sempre, una sorta di checklist del pilota al decollo
- c) Migliorare ulteriormente, infatti solo in questo modo si può essere sicuri di continuare a tenere il flusso raggiunto, poiché si starà addirittura puntando a renderlo più efficiente, se possibile addirittura, liberare un operatore, prendendo il più esperto per promuoverlo a team leader o comunque a qualcosa di più alto anche come premio e incentivazione a far vedere che si punta tutto sul migliorare il processo e non sul tagliare fuori le persone che ci lavorano.

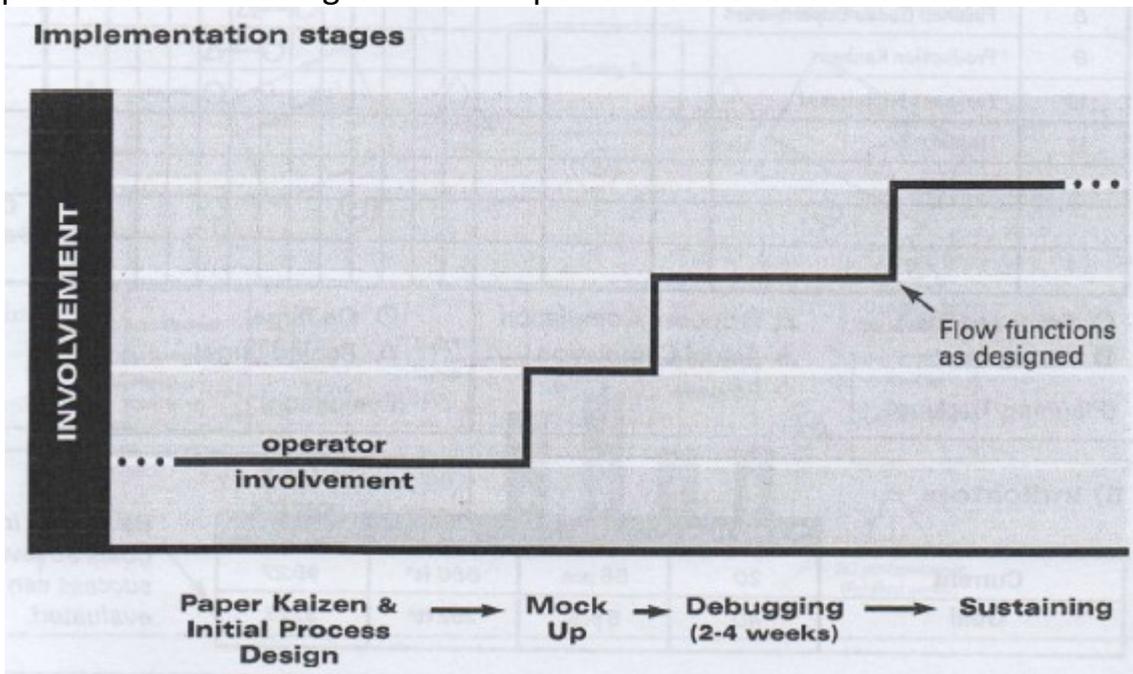


FIG-2.19 Fasi implementazione del flusso

CONCLUSIONE

Spostarsi da macchine raggruppate per funzioni o compiti, per programmarle a lotti e infine a flusso continuo. Arrivare al flusso continuo richiede spesso di sfruttare i dettagli.

In particolare ci sono varie tecniche per disegnare, implementare, sostenere e migliorare il flusso continuo. Ma la cosa più importante è comunque sempre puntare a fare passi avanti continuamente.

Creare, far procedere e implementare il flusso richiede che operatori, ingegneri e managers lavorino in collaborazione. Raggiungere il flusso continuo presuppone che le persone coinvolte siano pronte a cambiare il modo in cui fanno le cose, siano quindi plasmabili e flessibili al cambiamento, dopotutto ognuno riceve benefici da celle ben progettate e gestite.

Il flusso continuo dovrebbe essere visto come un punto chiave di una strategia volta a migliorare la competitività dell'organizzazione.

Creare il flusso continuo nel processo pacemaker è un buon modo per partire, per l'implementazione in ottica lean, perché è chiaramente visibile, cioè riscontrabile, come cambiamento di cui beneficeranno i clienti esterni sia i processi interni dell'azienda. Per implementare il flusso non è possibile rimanere fermi in un ufficio, bisogna percorrere lo stabilimento e i leaders devono partecipare al design e all'implementazione. Quindi aiuto nel creare una mappa dello stato futuro, imparare a leggere e fare una OBC, condurre le riunioni programmate e rispondere velocemente per aiutare a risolvere i problemi

Realizzare un flusso continuo in un processo pacemaker è solo una parte del percorso lean.

L'ottica lean coinvolge il progettare, introdurre e implementare completamente l'intero flusso di valore, dalla materia prima al cliente finale, (concepito per essere spedito) e pronto alla consegna, che fornisce il valore come richiesto dal cliente. Con un processo pacemaker che funziona bene saremo in una posizione molto migliore a sviluppare il nostro flusso del valore lean

CASE STUDY I

ACME STAMPING

DISEGNARE LA CURRENT STATE MAP

Lo sviluppo di uno Stato Futuro inizia con l'analisi della situazione attuale del processo produttivo. Vedremo come si costruisce una current state map utilizzando l'azienda Acme Stamping

Per cominciare, si fa riferimento ai dati dell'Acme Stamping mentre si costruisce la current state map.

La famiglia di prodotto Acme da mappare è la staffa sterzo stampata.

Questo componente sostiene la colonna del volante al corpo dell'auto ed è prodotto in due versioni, una per le auto con la guida a sinistra e l'altra per quelle con la guida alla destra.

I confini di questa prima mappa sono il flusso di prodotto interno allo stabilimento Acme, includendo il rifornimento di materie prime (bobine di lamiera) e la spedizione di staffe finite al cliente, nel nostro caso l'azienda di assemblaggio State Street Automotive.

La mappatura inizia con la richiesta del mercato.

Rappresenteremo l'azienda cliente di assemblaggio con un'icona a forma di fabbrica, ponendola sulla mappa in alto a destra. Sotto a quest'icona disegneremo un Data Box in cui vanno registrate le richieste del cliente della Acme.

La State Street Assembly opera su due turni. Questo cliente utilizza 18400 staffe sterzo al mese e richiede spedizioni giornaliere. Tipicamente sono richiesti ogni mese 12000 staffe per guida a sinistra e 6400 per guida a destra. La State Street Assembly richiede una pallettizzazione su contenitori a rendere da 20 staffe l'uno e 10 contenitori per pallet. Il cliente ordina in multipli di contenitori, così l'unità di spedizione è sempre un contenitore intero da 20 pezzi. Le staffe su ciascun pallet sono tutte o per guida a destra o per guida a sinistra

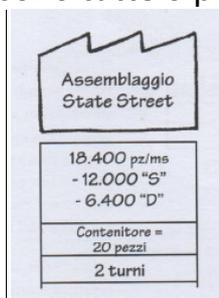


FIG-3.01 Data box con le richieste del cliente

La prima vista della current state map mostra il cliente.

All'Acme Stamping troviamo sei processi nel flusso del materiale della staffa sterzo, che avvengono nel seguente ordine: **Stampaggio, postazione Saldatura 1, postazione Saldatura 2, stazione di assemblaggio 1, stazione di assemblaggio 2 e spedizione.**

Ciascuna delle postazioni di saldatura e di assemblaggio della Acme è un processo separato poiché, come si può vedere nel layout dello stabilimento, i prodotti non si muovono a flusso da uno all'altro.

Le scorte vengono movimentate in contenitori e stagnate tra le postazioni. Sulla mappa ciascuna di questi processi è rappresentato da un process box da sinistra a destra nella metà inferiore della pagina.

All'Acme Stamping, abbiamo le seguenti informazioni da registrare nei Box Dati sotto ciascun passo del processo: **il tempo ciclo, il tempo di set up, il numero di persone, il tempo di lavoro disponibile per turno per i vari processi, Up Time** (affidabilità delle macchine).

Nel Box "Stampaggio" mostriamo anche l'**EPE every part every ...**, misura delle dimensioni del lotto produttivo.

Va notato che il tempo ciclo è il tempo che intercorre tra le uscite dei pezzi alla fine del processo e non il tempo di ciclo totale necessario ad un pezzo per attraversare tutti i passi del processo.

Va inoltre notato che il tempo di lavoro disponibile diviso il tempo ciclo moltiplicato per la percentuale di affidabilità è una misura della capacità produttiva corrente, se non vengono effettuati set up.

Alla Acme Stamping ci sono scorte di materie prime, prodotti finiti e scorte tra un processo e l'altro. L'ammontare delle scorte osservate è registrato sotto ai triangoli, in quantità e o tempo FIG-3.02.

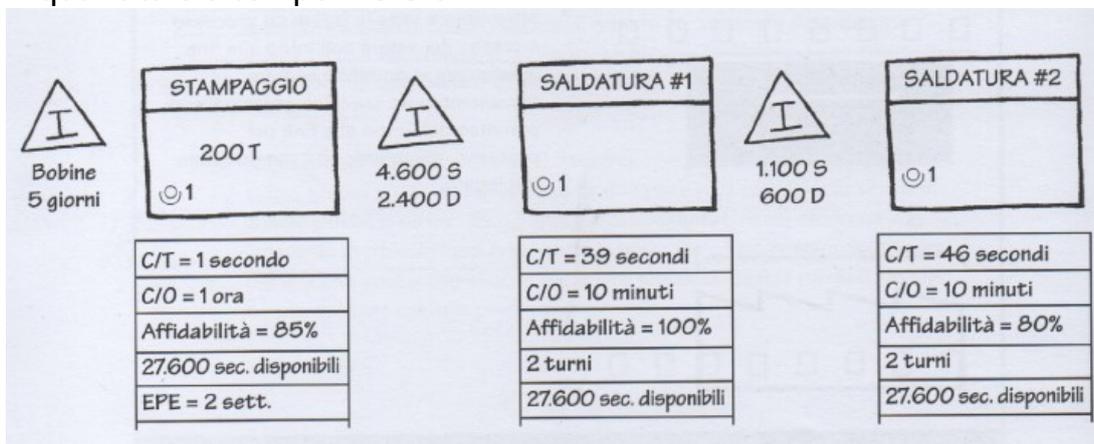


FIG-3.02

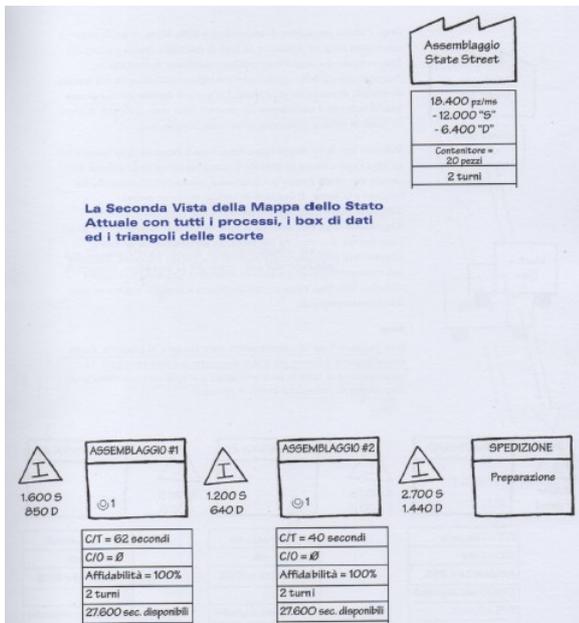


Fig-3.03 Mappa dello stato attuale con tutti i processi i box di

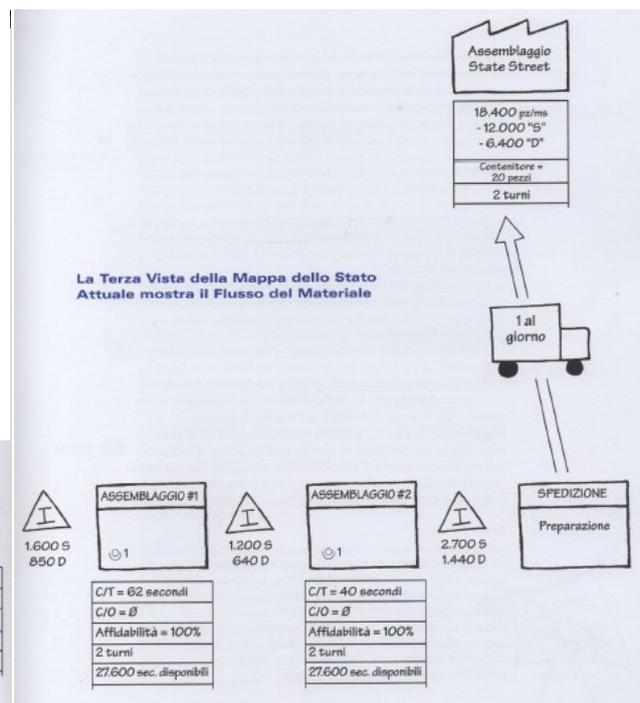
dati ed i triangoli delle scorte

Dopo l'ultima postazione di assemblaggio della Acme le staffe sterzo in contenitori, vengono riposte in un'area di stoccaggio (icona a triangolo). Esse vengono poi organizzate nell'area spedizioni, in base alla programmazione delle spedizioni e consegnate giornalmente via camion all'azienda di assemblaggio cliente. Un'icona di camion ed una grossa freccia indicano il movimento dei prodotti finiti verso il cliente. Sull'altro lato della mappa rappresenteremo il fornitore della lamiera con un'icona a forma di fabbrica. Con un'icona di camion e una grossa freccia mostreremo il movimento del materiale dal fornitore all'Acme.

Il fornitore della lamiera riceve un ordine settimanalmente e consegna due volte alla settimana. Registriamo in un Box Dati che la dimensione dell'imballo del fornitore è una bobina di acciaio da 500 piedi. (Da un lato il fornitore non può consegnare meno di una bobina completa, dall'altra può consegnare qualsiasi numero richiesto). Una volta consegnata all'Acme la bobina viene portata in un'area stoccaggio come mostrato dall'apposito triangolo



FIG-3.04 Terza vista della mappa dello stato attuale che mostra il flusso del materiale



Dobbiamo ora aggiungere il secondo aspetto della nostra value stream map: il flusso delle informazioni.

Il flusso delle informazioni è disegnato da destra a sinistra nella metà superiore della mappa.

Nella Acme Stamping disegniamo il flusso delle informazioni che vanno indietro dall'azienda di assemblaggio State Street all'ufficio programmazione della produzione della Acme e da questo al fornitore di bobine. Ci sono linee separate per le previsioni e per gli ordini giornalieri come se fossero differenti flussi informativi. L'ufficio di programmazione della produzione dell'Acme è disegnato come un process box ed include l'annotazione che la Acme utilizza un sistema MRP (Material Requirements Planning) per programmare il reparto.

La programmazione della produzione della Acme collega le informazioni tra i clienti ed il reparto, le consolida, le processa ed invia specifiche istruzioni a ciascun processo manifatturiero su quello che dovrebbe produrre e quando. La programmazione della produzione inoltre invia un programma giornaliero all'ufficio spedizioni

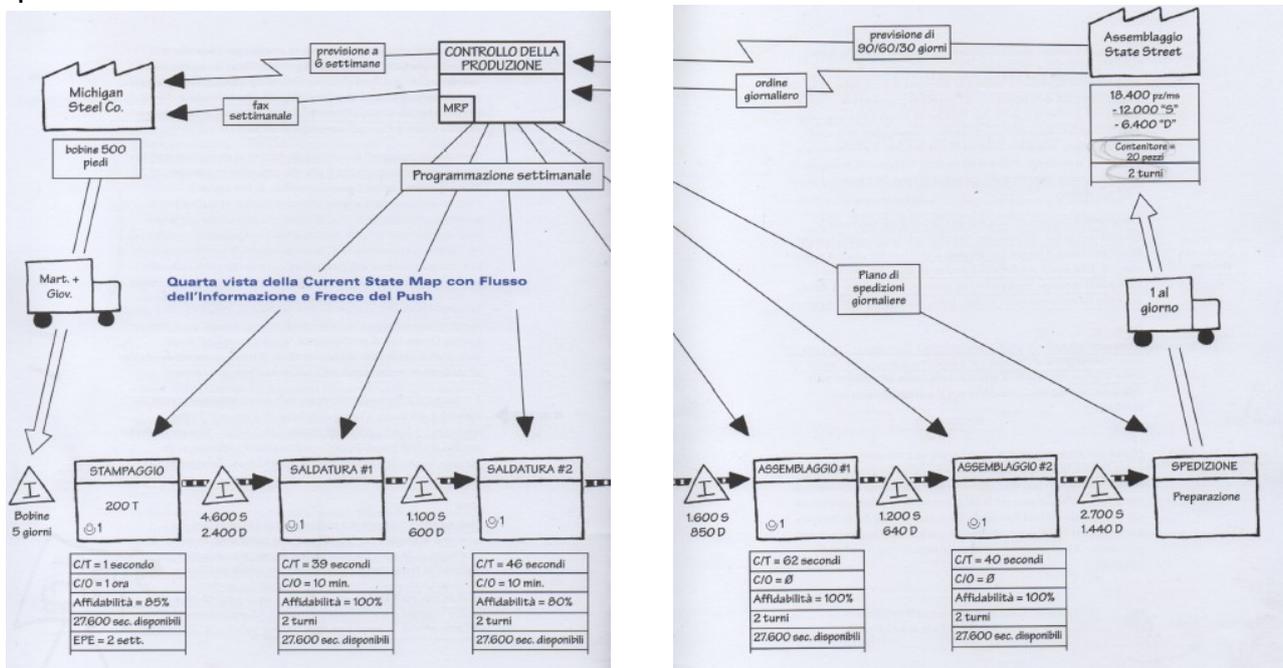


FIG-3.05 Current State Map con flusso dell'informazione e frecce del push

Guardando la mappa quasi completa ora è possibile vederne la struttura di base di tutte le Value Stream Map ed in particolare un flusso del prodotto fisico da sinistra a destra che attraversa la parte bassa della mappa ed un flusso di informazioni riguardanti il prodotto da destra a sinistra che attraversa la parte alta.

La Value Stream Map rende la sequenza degli eventi mostrati nel layout di stabilimento, immediatamente comprensibile dal punto di vista del flusso del valore e del suo cliente.

I **Lead Time** (in giorni) vengono calcolati per ogni triangolo in questo modo: dividi la quantità in scorta per la richiesta media giornaliera del cliente. Sommando i lead time attraverso ogni processo ed attraverso ogni triangolo di scorte presente nel flusso del materiale, possiamo arrivare ad una buona stima del lead time totale di produzione.

Alla Acme stamping questo numero è 23,6 giorni.

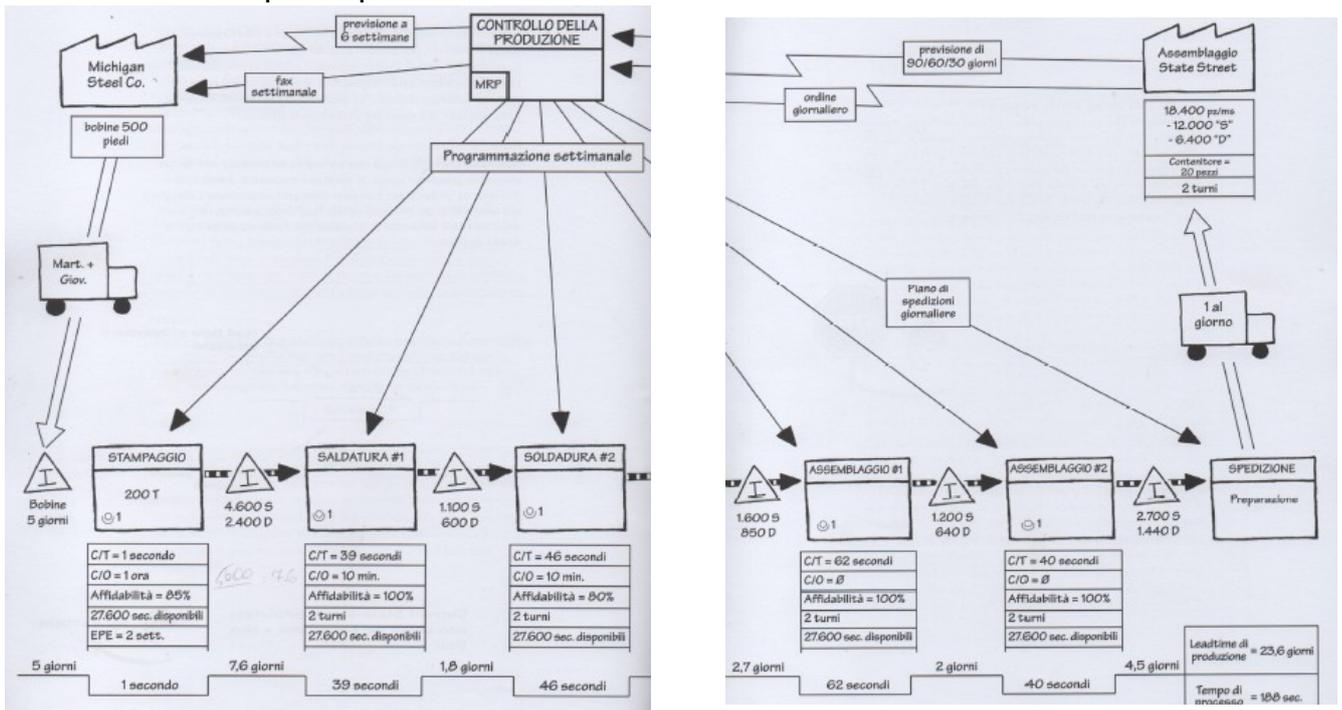
A questo punto non resta che sommare i tempi a valore aggiunto o i tempi di processo, per ogni processo del flusso del valore.

Confrontando i tempi a valore aggiunto o i tempi di processo con il lead time si può notare la notevole differenza.

Alla Acme stamping il tempo di processo totale per realizzare un pezzo è solo 188 secondi, mentre il pezzo impiega 23,6 giorni per attraversare la fabbrica.

All'Acme il lead time attraverso un processo e il tempo ciclo sono grandezze uguali.

Current State Map completata con linee dei Lead Time e con dati FIG-3.06



Ci si aspetta che ora si riesca a vedere il flusso del valore ed iniziare a riconoscere eventuali aree di sovrapproduzione.

Comunque, una mappa dello stato attuale e lo sforzo richiesto per crearla costituiscono muda a meno che tu non vengano usate per creare ed implementare rapidamente una mappa dello stato futuro che elimini le sorgenti di sprechi ed aumenti il valore al cliente.

Sovrapproduzione

Si può vedere qual è il problema fondamentale legato alla produzione di massa (o produzione a lotti o code) nel current state della Acme Stamping: ciascuno dei processi nel Value Stream opera come un processo isolato, producendo spingendo i suoi prodotti in avanti secondo i programmi che riceve dalla programmazione invece di produrre secondo i reali bisogni del processo cliente che sta a valle. Dal momento che tale produzione non è realmente necessaria, essa necessita di essere movimentata, conteggiata, stoccata e così via: puro muda.

I difetti rimangono nascosti nelle code fino a quando il processo a valle non utilizza il semilavorato e fa emergere il problema.

Il risultato è che, mentre il tempo necessario per aggiungere il valore a ciascun prodotto è molto breve il tempo totale impiegato dello stesso prodotto per attraversare lo stabilimento è molto lungo.

DISEGNARE LA FUTURE STATE MAP

Quando riguardiamo la Current State Map relativa alle staffe dello sterzo della Acme, quali problemi notiamo?

Forse i più evidenti sono la grande quantità di scorte, i processi scollegati (ciascuno produce secondo un suo programma) che spingono il loro output verso il processo successivo e il lungo lead time confrontato con il breve tempo di processo
Cosa possiamo fare per risolvere questi problemi?

Ci facciamo guidare dalle 8 domande chiave.

1-Qualè il takt time della famiglia di prodotto che è stata presa in considerazione?

Il calcolo del Takt time inizia con il tempo lavorativo disponibile per un turno nell'area di assemblaggio della Acme che è pari a 28800 secondi (8 ore).
Da questo tempo si deve sottrarre ogni periodo di non lavoro che è pari a due pause di 10 minuti per turno.

Il tempo di lavoro disponibile viene quindi diviso per la richiesta del cliente di 460 pezzi a turno e quindi risulta un takt time pari a 60 secondi

Takt Time di assemblaggio delle staffe dello sterzo Acme = 60 secondi

Il significato del Takt Time è che per incontrare la domanda del cliente entro il suo tempo lavorativo disponibile, l'Acme deve produrre nel suo processo di assemblaggio una staffa dello sterzo ogni 60 secondi. Questo numero non tiene conto del tempo perso per i fermi macchina, dei tempi di set-up per passare dalla versione a guida sinistra alla versione a guida destra, oppure del tempo in cui sono stati prodotti scarti. L'Acme può sempre decidere di produrre con un ritmo più sostenuto del Takt Time (se non può, ad esempio, eliminare immediatamente i problemi di fermo macchina) ma il Takt Time resta sempre un tempo di riferimento definito dal cliente e quindi non può essere cambiato dalla Acme.

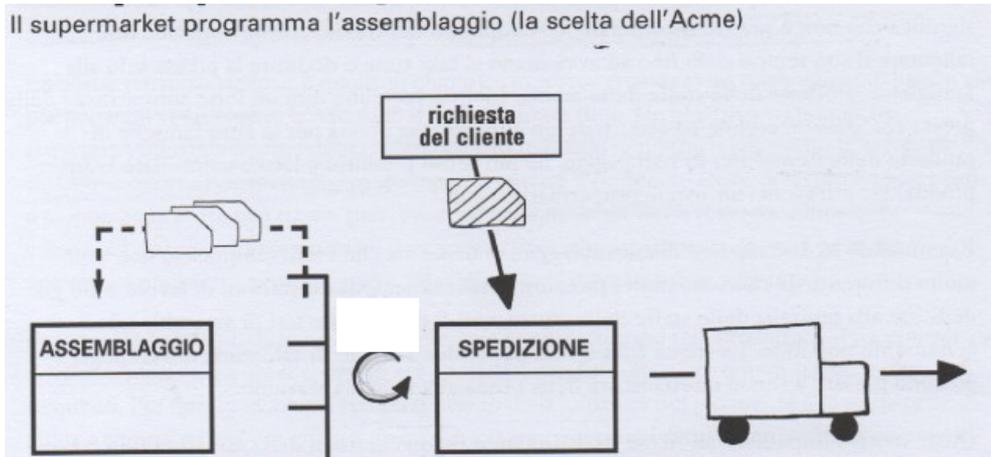


FIG-3.07 Nella Acme il supermarket programma per l'assemblaggio

2-L'Acme deve costruire le staffe dello sterzo per un supermarket prodotti finiti o direttamente per la spedizione al cliente?

Le staffe dello sterzo della Acme sono parti di piccole dimensioni (quindi facili da tenere a magazzino) e che hanno solo due versioni. La domanda del cliente sale e scende in maniera abbastanza imprevedibile, e la Acme non è certa dell'affidabilità dei cambiamenti previsti dal Future-State. Così l'Acme ha deciso di iniziare a realizzare un supermarket di prodotti finiti e, solo in un secondo momento, di avvicinarsi alla produzione per la spedizione.

L'Acme può usare la previsione dei clienti a trenta giorni per stabilire la capacità produttiva necessaria nel periodo immediatamente successivo. (Le aziende lean periodicamente cambiano il numero di operatori in assemblaggio -ridistribuendo fra di loro le operazioni – per adeguare la produzione grazie al numero di kanban che ritorneranno indietro alla cella di saldatura e assemblaggio dal supermarket di prodotti finiti. Poiché il cliente acquista quantità multiple di contenitori da 20 staffe sterzo, questa è la soluzione più semplice per la dimensione del kanban. Il che vuol dire che ciascun contenitore di 20 staffe per guida a sinistra o a destra presente nel supermarket prodotti finiti avrà allegato un kanban di produzione. Non appena il reparto spedizioni preleva i contenitori dal supermarket prodotti finiti per spedirli, invia i kanban allegati a monte all'assemblaggio. Ciascuno di questi kanban essenzialmente dice: "il cliente ha appena consumato 20 staffe per guida a sinistra (oppure destra), per favore produrcene altri 20"

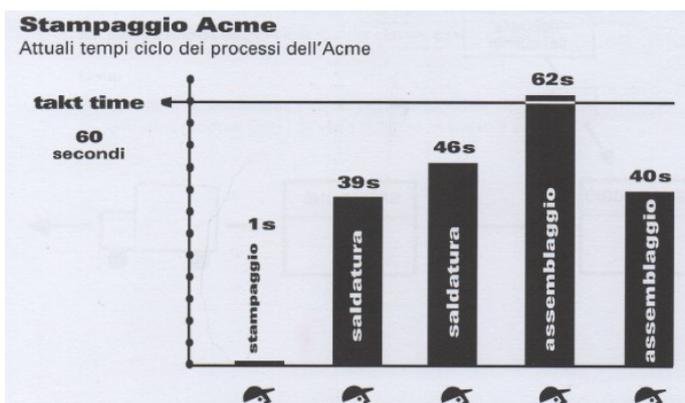


FIG-3.08 Confronto takt time di processi della Acme

3-Dove l'Acme può introdurre il flusso?

Il grafico di bilanciamento degli operatori, riportato sotto FIG-3.09, mostra l'attuale tempo ciclo di ciascun processo. Il processo di stampaggio ha un tempo ciclo estremamente veloce (1 secondo al pezzo), inoltre sono richiesti dei set-up per servire diversi flussi produttivi. Il che significa che non è pratico incorporare lo stampaggio nel flusso, poiché vorrebbe dire rallentare il suo tempo ciclo fino ad avvicinarlo al takt time e dedicare la pressa solo alla famiglia di prodotto delle staffe dello sterzo. Inoltre, vorrebbe dire un forte sottoutilizzo della pressa che costringerebbe ad acquistare un'altra costosa pressa per le altre famiglie di prodotto della Acme. Per lo stampaggio, ha più senso produrre a lotti e controllare la sua produzione attraverso un sistema supermarket-pull. Esaminando le due stazioni di assemblaggio, notiamo sia che i loro tempi di ciclo non sono molto differenti sia che sono molto prossimi al takt time. Queste stazioni di lavoro sono già dedicate alla famiglia delle staffe dello sterzo, così il flusso nelle fasi di assemblaggio è certamente possibile. La stessa cosa è vera per le due stazioni di saldatura, dove i pezzi possono passare a flusso direttamente dalla prima alla seconda stazione. Nessun motivo impedisce all'Acme di realizzare il flusso continuo dalla saldatura fino all'assemblaggio, senza alcuna scorta intermedia fra i vari processi. L'approccio lean è quello di posizionare questi quattro processi uno a fianco dell'altro (tipicamente disposti secondo una cella), avere gli operatori che caricano una macchina oppure passano il pezzo da una stazione alla successiva, e distribuire le operazioni elementari in modo che il contenuto di lavoro di ciascun operatore stia poco sotto il takt time.

Dividendo il contenuto di lavoro totale della saldatura e dell'assemblaggio per il takt time (187 secondi diviso 60 secondi) si vede che sarebbero necessari 3.12 operatori per far funzionare questi processi a flusso entro il takt. Quattro operatori sarebbero non pienamente impegnati, ma una semplice redistribuzione delle operazioni elementari non sarebbe sufficiente ad eliminare la necessità di un quarto operatore. La nostra prossima opzione è quella di eliminare lo spreco attraverso un miglioramento per portare il contenuto di lavoro sotto il limite del takt time.

Un obiettivo raggiungibile attraverso un kaizen potrebbe essere quello di ridurre il contenuto di lavoro di ciascun operatore a 56 secondi o meno (oppure portare il contenuto totale di lavoro a 168 secondi o meno). Se la prova non riesce, può diventare indispensabile del lavoro straordinario. In entrambi i casi, il quarto operatore e il movimentatore, che attualmente sposta i pezzi fra le stazioni ancora isolate, possono essere spostati ad altre attività a valore aggiunto. Per consentire una produzione al takt time e un livellamento del mix produttivo, il pacemaker dovrebbe idealmente avere tempi di set-up bassi o meglio nulli e fare quindi set-up molto frequenti. Per questo motivo, il tempo di set-up della saldatura per passare da una staffa per guida a sinistra ad una per guida a destra deve essere ridotto dai dieci minuti attuali fino a pochi secondi. Sarà anche necessario focalizzare l'attenzione a migliorare l'affidabilità del secondo macchinario di saldatura (magari migliorando l'approccio alla manutenzione).

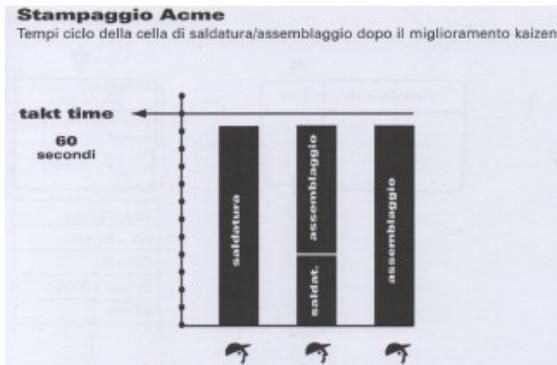
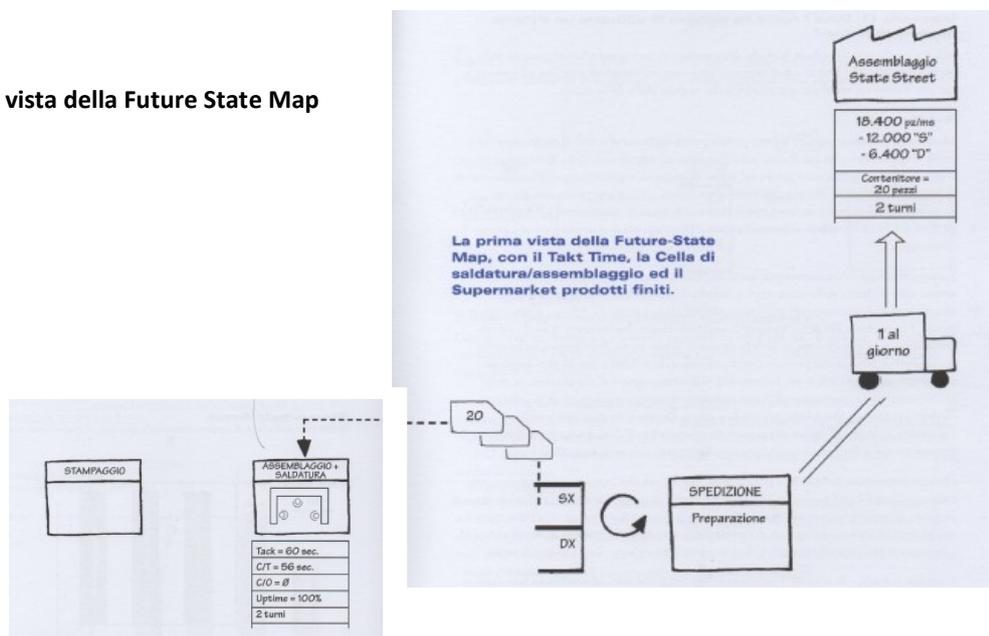


FIG-3.09

Su questa Future-State Map i quattro processi di saldatura ed assemblaggio sono uniti in un'unica casella per indicare l'esistenza di un flusso. Il piccolo schizzo di una cella all'interno della casella indica l'idea di una disposizione di questo tipo dei macchinari.

FIG-3.10 Prima vista della Future State Map



4-Dove l'Acme ha bisogno di utilizzare un sistema supermarket-pull?

L'Acme ha deciso di produrre le staffe dello sterzo per un supermarket di prodotti finiti. Due ulteriori supermarket (uno per i prodotti stampati ed uno per le lamiere) sono necessari per completare il flusso delle staffe dello sterzo.

La progettazione di un sistema pull inizia dalla conoscenza dei bisogni del cliente; in questo caso il cliente dello stampaggio è la cella di saldatura/assemblaggio. La cella attualmente richiede circa 600 pezzi stampati per guida a sinistra e 320 per la guida a destra al giorno. I contenitori dei pezzi stampati dovrebbero essere dimensionati in modo tale da consentire una disposizione nella cella prossima al loro punto di impiego (per esempio contenitori in plastica che possono essere posizionati in rulliere a gravità che scendono vicino agli operatori), e non per la comodità dello stampaggio o di chi alimenta la cella. Piccoli contenitori consentono all'Acme di tenere contemporaneamente nella cella sia modelli per guida a sinistra che per guida a destra.

Questo, presso la cella pacemaker, il tempo di set-up per passare da un modello all'altro, dove set-up molto frequenti (cioè il livellamento del mix) sono l'obiettivo chiave di un sistema lean. Ciascun contenitore nella cella – per esempio una scatola che contiene 60 pezzi stampati, ossia una quantità pari a circa un'ora di assemblaggio di staffe- avrà unito a sé un kanban di prelievo. Quando un operatore della cella inizia a prendere dei pezzi da un'altra scatola, il suo kanban di prelievo viene dato al movimentatore in modo che sappia di dover andare a prelevare al supermarket dei prodotti stampati e di dover prendere un'altra scatola di questi pezzi.

Il kanban di prelievo fa scattare il movimento dei pezzi. Il kanban di produzione fa scattare la produzione dei pezzi. L'Acme può attaccare un kanban di produzione a ciascun contenitore di 60 pezzi nel supermarket. Ogni volta che un alimentatore di linea preleva una scatola dal supermarket, un kanban verrà mandato alla pressa. Questo kanban autorizza lo stampaggio a produrre 60 pezzi, a metterli in un contenitore, e a posizionarli in un posto specifico (il suo "indirizzo") nel supermarket dello stampaggio.

Adesso lo stampaggio non riceve più alcun ordine di lavoro dalla programmazione della produzione. Mediante la mappatura con le icone, il flusso appare in questo modo (FIG-3.11):

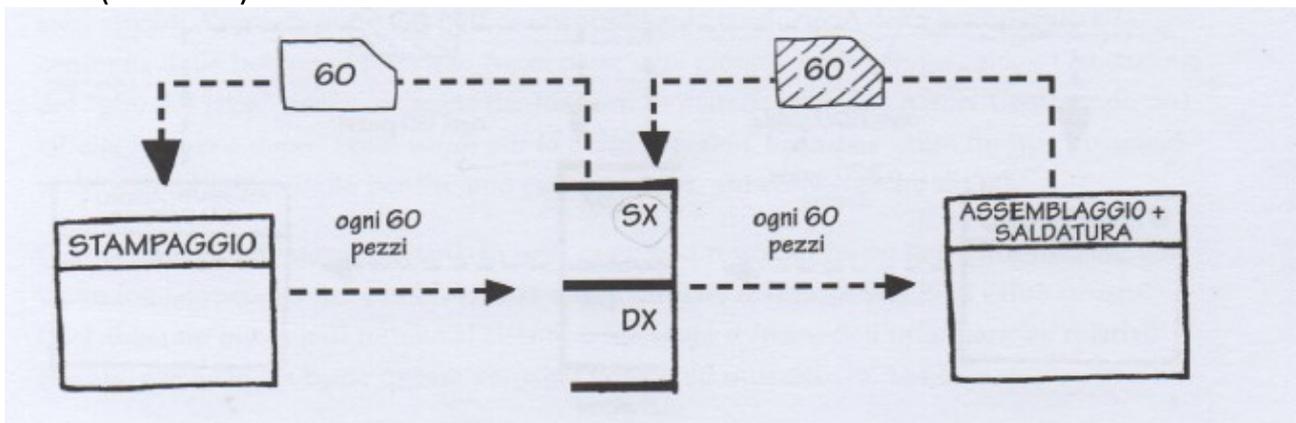


FIG-3.11

Si nota facilmente un problema con questo sistema pull. Con un tempo ciclo pari a 1 secondo a pezzo ed un tempo di set-up di 1 ora, lo stampaggio impiegherebbe 1 ora di set-up per produrre solo 60 secondi (60 pezzi), tempo necessario alla produzione richiesta. Finché il tempo di set-up dalla pressa di stampaggio non sarà fortemente ridotto è chiaramente non praticabile rimpiazzare ciò che è stato prelevato dal supermarket a valle dello stampaggio, con il principio del ripristino contenitore vuoto per quello pieno. A causa del tempo di set-up, lo stampaggio dovrà produrre lotti più grandi dei 60 pezzi tra i diversi attrezzaggi con un obiettivo iniziale di "ogni parte ogni giorno" (every part every day), la dimensione del lotto delle staffe sterzo sarebbe approssimativamente di 600 pezzi guida sinistra e 320 guida destra (di cui sarà a loro volta necessario ridurre il tempo di set-up). Il supermarket a valle dello stampaggio avrà una copertura di 1,5 giorni, di cui mezza giornata di sicurezza in caso di eventuali ritardi di rifornimento e problemi di stampaggio.

Acme userà quindi un kanban “signal” per programmare lo stampaggio. In questo caso il cartellino kanban (spesso un triangolo in metallo) per i pezzi guida sinistra e guida destra è portato dal supermarket alla pressa di stampaggio quando il numero di contenitori residui a supermarket scende al di sotto di un valore minimo. Quando il kanban arriva al tabellone di programmazione della pressa, attiva un attrezzaggio e la produzione di un lotto di dimensione predeterminata di un codice specifico. Lo stampaggio quindi non riceverà più ordini di lavoro dalla programmazione della produzione.

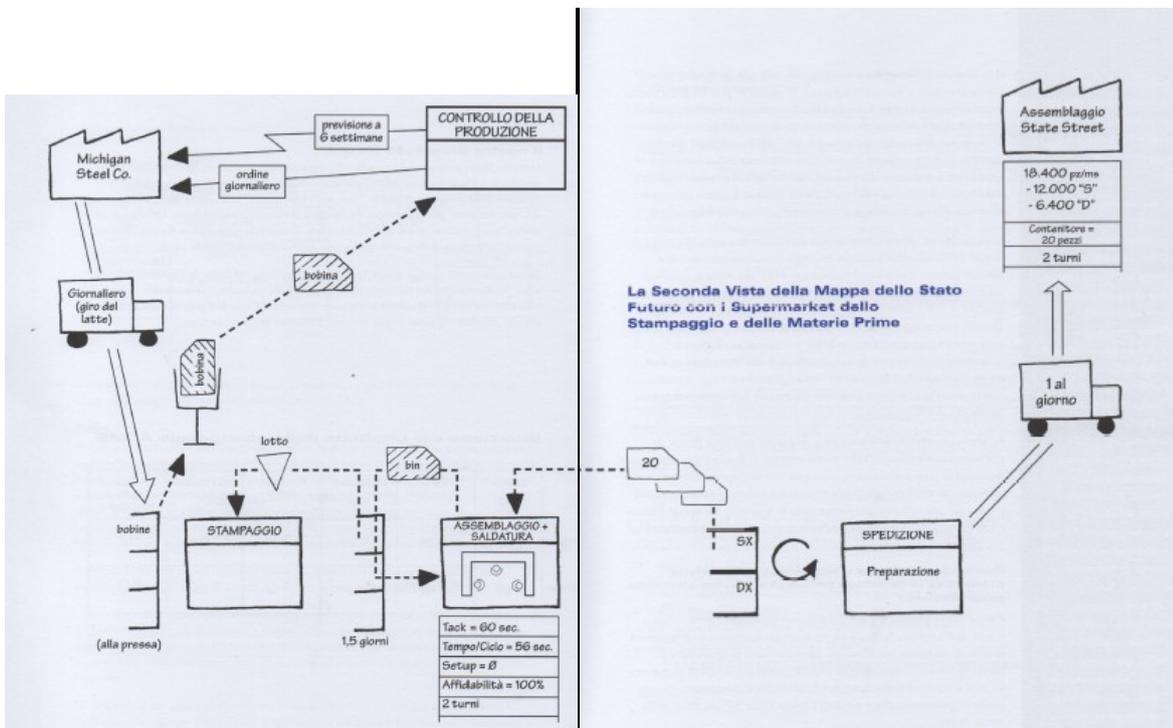
Il Nostro Programma Fin Qui:

abbiamo fin ora presentato un tipo di cella che molte aziende hanno implementato negli anni recenti, l'introduzione del pull per controllare la produzione dello stampaggio e la consegna delle bobine, il principio “ogni parte ogni giorno” nello stampaggio, e l'istituzione del “giro del latte” per la consegna dai fornitori di materia prima ad Acme. Costruendo una tabella “prima e dopo” per lo Stato Attuale e lo Stato Futuro fin qui, possiamo vedere che il grosso delle perdite può essere rimosso attraverso queste azioni. In ogni caso, se il resto del flusso dell'informazione non viene fondamentalmente cambiato, sarà molto difficile realizzare una lean value stream. Così abbiamo bisogno di tornare al cliente e ripensare il flusso dell'informazione relativo alle sue esigenze e a come vengono inviate ed utilizzate in Acme

| | Bobine | Parti stampate | Saldatura/ assemblaggio WIP | Prodotti finiti | Lead time di produzione | Rotazione totale di magazzino |
|--------|--------|----------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|
| Prima | 5 gg. | 7,6 gg. | 6,5 gg. | 4,5 gg. | 23,6 gg. | 10 |
| adesso | 2 gg. | 1,5 gg. | Ø gg. | 4,5 gg. | 8 gg. | 30 |

FIG-3.12 a fianco, Confronto tempi prima con quelli attuali

FIG-3.13 sotto, Seconda vista della mappa dello stato futuro con i supermarket dello stampaggio e delle materie prime



Attualmente il cliente invia mediante fax una previsione a 90 giorni, rivista una volta al mese e congelata a 30 giorni. In più, invia durante la notte mediante EDI (Electronic Data Interchange mediante linea telefonica) una richiesta giornaliera di spedizione del giorno successivo al computer della programmazione Acme. Alla fine ci sono revisioni occasionali delle richieste di spedizioni sulla base delle urgenze. Queste sono dichiarate telefonicamente dall'ufficio gestione materiali del cliente all'ufficio spedizioni di Acme durante il giorno quando il cliente si accorge di avere pezzi mancanti per l'assemblaggio.

Cosa accade all'informazione inviata dal cliente una volta che arriva in Acme? Nella situazione attuale, la programmazione settimanale è inserita durante il week-end nel sistema MRP che invia le istruzioni relative alla produzione da effettuare durante la settimana dal lunedì mattina ai vari reparti, stampaggio, I & II saldatura ed assemblaggio. Quindi, poiché ogni notte sono ricevute informazioni ulteriori e poiché ogni reparto aggiorna il sistema MRP in relazione a ciò che ha veramente prodotto ogni giorno (poiché in realtà la produzione non segue il programma), le programmazioni giornaliere sono continuamente riviste per sincronizzare ciò che Acme produce con quello che il cliente vuole.

5-Quale unico punto nella catena produttiva (il processo pacemaker) Acme dovrebbe programmare?

Poiché tutti i processi a valle del processo pacemaker lavoreranno a flusso, nell'esempio Acme, il punto di programmazione è chiaramente la cella di saldatura/assemblaggio. Non possiamo programmare a monte (processo di stampaggio) perché stiamo pensando di introdurre un pull system tra lo stampaggio e la saldatura/assemblaggio. Questo punto di programmazione regolerà l'intero Value Stream delle staffe sterzo Acme.

Come possiamo assicurare che i kanban provenienti dalla cella di saldatura/assemblaggio, che sono le istruzioni per la produzione, tornino nella sequenza che livelli il mix dei prodotti sul turno? Alla Acme ci sono 2 posti dove si raccolgono i kanban e può quindi essere realizzato il livellamento. (Assumeremo che Acme abbia deciso di usare una cassetta di livellamento per aiutare a mantenere il livellamento del mix di produzione, prelievi cadenzati e pull puro).

Opzione A (FIG-3.14). La programmazione della produzione può piazzare i kanban “di prelievo” corrispondenti agli ordini cliente nella cassetta di livellamento presso l’area spedizioni in una sequenza mista sinistri/destri. Un movimento estrae questi kanban dalla cassetta di livellamento uno ad uno ad ogni pitch (20 minuti in questo caso), e sposta uno a uno i contenitori di staffe sterzo dal supermarket di prodotti finiti alla area di spedizione in accordo al kanban prelevato.

Nel momento in cui ogni contenitore è prelevato dal supermarket, il kanban “di produzione” su quel contenitore è condotto verso la cella produttiva con un andamento destra/sinistra che rispecchia esattamente il mix e l’incremento di pitch che la programmazione della produzione aveva pre -settato. (Questa opzione di livellamento è quella mostrata nella Future-State Map completa di Acme).

Opzione B (FIG-3.15). la programmazione della produzione può mandare in blocco gli ordini cliente del giorno al movimentatore che preleva i contenitori corrispondenti dal supermarket di prodotti finiti e li allestisce per la spedizione. Prelevando i contenitori, produce una raccolta di kanban di “di produzione”, che vengono piazzati nella cassetta di livellamento uno alla volta all’incremento di pitch e, come risultato, l’assemblaggio produce in una sequenza mista di staffe sinistre/staffe destre.

Lo svantaggio nell’Opzione B rispetto all’Opzione A è quella che in B ogni volta un intero lotto di prodotti finiti è spostato verso la spedizione. La Lean Manufacturing si sforza di evitare o minimizzare i lotti, avvicinandosi per quanto possibile al flusso continuo. Inoltre, se Acme un giorno potrà ridurre il supermarket di prodotti finiti a meno di un giorno di copertura, non sarà possibile il prelievo di tutta insieme una quantità pari al giorno intero. Comunque l’Opzione A richiede qualcuno che ripetutamente sposti un contenitore per volta (all’incremento del pitch) non solo dalla cella di saldatura/assemblaggio al supermarket di prodotti finiti, ma anche dai prodotti finiti all’area di spedizione.

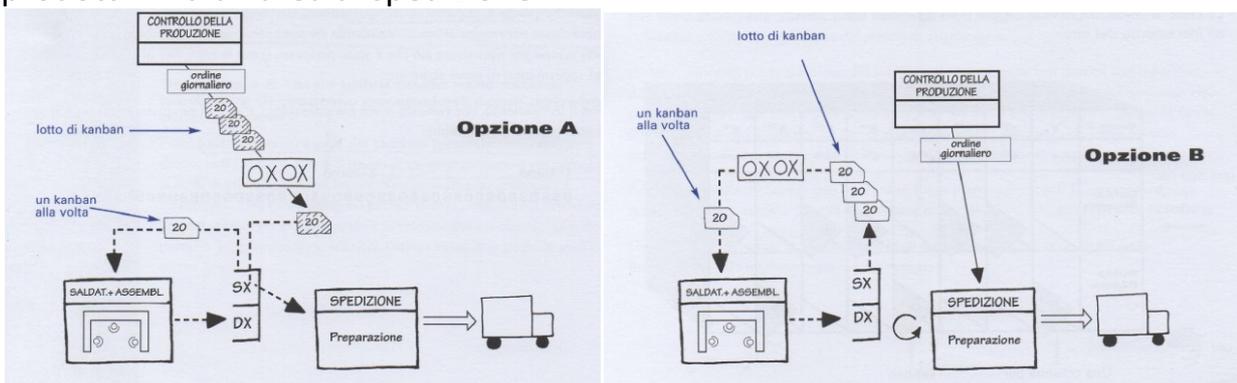


FIG-3.14 E FIG-3.15

7-Quale dovrebbe essere l'incremento di lavoro da rilasciare e portare via al processo pacemaker di Acme?

Come fornirà Acme il segnale del takt alla cella di saldatura/assemblaggio, e con che frequenza controllerà la produzione? Fornire alla cella contemporaneamente tutti i 46 kanban (corrispondenti a 2 turni di lavoro) non permette alla cella di farsi un'idea del takt da adottare. Occorre quindi evitare di raccogliere le produzioni da effettuare in un unico batch di tale grandezza. Un incremento naturale del lavoro nel caso della saldatura/assemblaggio di Acme è il takt time da 60 secondi x 20 pezzi a contenitore = 20 minuti. Questo è il pitch delle staffe sterzo, che quindi corrisponde ad un kanban per un contenitore di 20 pezzi.

Questo significa che ogni 20 minuti qualcuno andrà verso la cella e domanderà "Come vanno le cose?". Non proprio. Il significato del pitch è che Acme rilascerà ordini di lavoro cadenzati, un kanban per volta, ed effettuerà con la stessa cadenza prelievi di prodotti finiti alla cella di saldatura/assemblaggio.

Ogni colonna nella cassetta di livellamento rappresenta un incremento di pitch pari a 20 minuti. Le due righe sono relative ai kanban guida destra e guida sinistra. Ogni 20 minuti, un movimento porta il kanban (successivo incremento di lavoro) alla cella di saldatura/assemblaggio e sposta le staffe sterzo appena lavorate verso dei prodotti finiti. Se un contenitore non è ultimato nei 20 minuti dell'incremento del pitch, Acme sa che c'è un problema di produzione (per esempio un problema con l'attrezzatura di saldatura) che richiede attenzione.

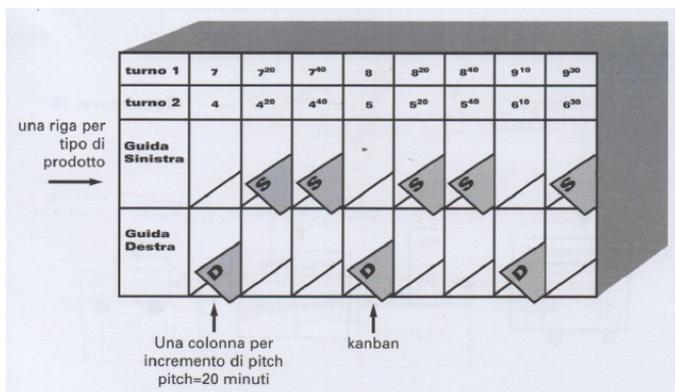


FIG-3.16 Cassetta di livellamento della Acme Stamping

8-Quali miglioramenti al processo di Acme saranno necessari per ottenere il flusso del Value Stream descritto dal Future-State?

Per ottenere i flussi di materiale e di informazione previsti sono richiesti i seguenti miglioramenti nel processo di stampaggio di Acme:

- riduzione del tempo di attrezzaggio e della dimensione dei lotti sulla pressa, per consentire risposte più veloci a valle. Gli obiettivi sono passare a "ogni parte ogni giorno" e successivamente a "ogni parte ogni turno".

- eliminazione del lungo tempo (10 minuti) richiesto per cambiare da guida destra a guida sinistra in saldatura, per rendere possibile il flusso continuo e la produzione one-piece dalla saldatura all'assemblaggio.

- miglioramento dell'efficienza della seconda macchina di saldatura, poiché sarà legata ad altri processi nel flusso continuo
- eliminazione degli sprechi nella cella di saldatura/assemblaggio, per ridurre il contenuto totale di lavoro sotto i 168 secondi. (Cosa che consentirà l'utilizzo di 3 operatori, dati i livelli attuali della domanda).

Evidenziamo queste voci sulla nostra Future-State Map con l'icona kaizen.

Dovremmo anche pensare a come utilizzare l'esistente tecnologia di stampaggio – progettata per produrre in volumi molto più elevati di quelli che il cliente richiede per questi prodotti- con meno sprechi possibili. Il segreto qui è avere una pressa, che realizza particolari anche per le altre famiglie di prodotto nello stabilimento, fare lotti più piccoli per i due componenti presenti nella nostra Value Stream e produrli più frequentemente. Ciò richiederà un'ulteriore riduzione del tempo di attrezzaggio.

Di fatto, i metodi per la riduzione dei set-up nelle presse sono ben noti ed una riduzione del tempo a meno di 10 minuti può essere raggiunta velocemente. Una volta realizzato ciò possiamo immaginare che la pressa produrrà solo 300 pezzi guida sinistra e 160 guida destra (la produzione necessaria per un turno) e produrrà inoltre parti per altri Value Stream; stamperà quindi altri pezzi guida sinistra e guida destra nel turno successivo.

Adesso l'EPE diventa every part every shift (ogni parte ogni turno). In questo modo le scorte tra lo stampaggio e la cella di saldatura/assemblaggio si ridurranno di circa l'85%. Ora possiamo disegnare la Future-State Map completa di Acme (FIG-3.17), con i flussi della informazione ed i miglioramenti kaizen necessari.

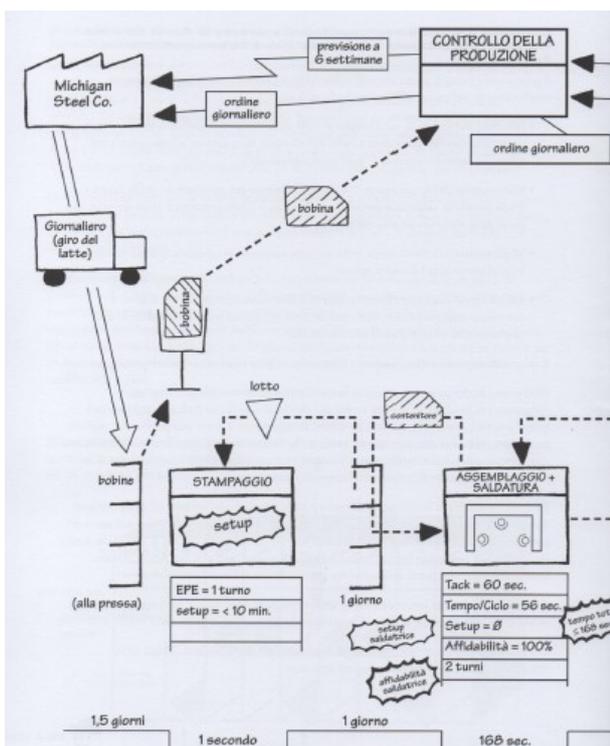
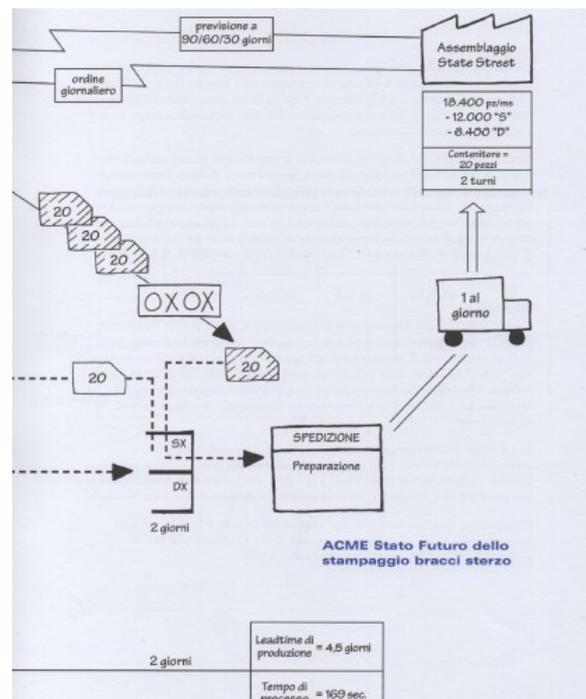


FIG-3.17



RIEPILOGO

Quando compariamo le sommarie statistiche tra lo Stato Attuale e lo Stato Futuro della ACME, i risultati sono piuttosto lampanti. In particolare, a causa del livellamento della produzione nella cella di saldatura e assemblaggio e dello sviluppo dell'abilità a stampare ogni parte ad ogni turno, Acme può ulteriormente ridurre l'ammontare di bobine e parti stampate tenute nel supermarket. Naturalmente, ciò pone una grande pressione sul mantenimento dell'affidabilità dell'attrezzatura e sulla consistenza della produzione secondo il takt.

Con il tempo di attraversamento ridotto, con il processo pacemaker che opera consistentemente secondo il takt time e con risposte veloci ai problemi, Acme può ridurre agevolmente la qualità di prodotti finiti a due giorni. (Se i clienti della Acme livellassero il loro piano di lavoro, il magazzino dei prodotti finiti potrebbe essere ulteriormente ridotto).

Paragonati con i miglioramenti provvisori mostrati nella tabella, il livellamento della produzione alla Acme ha ulteriormente ridotto di altri 3,5 giorni il lead time di produzione e quasi raddoppiato la rotazione del magazzino, come mostrato in FIG-3.18.

Miglioramento del Lead-Time alla Acme Stamping

| | Bobine | Parti stampate | Saldatura/ assemblaggio WIP | Prodotti finiti | Lead time di produzione | Rotazione totale di magazzino |
|----------------------------|---------|----------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|
| Prima | 5 gg. | 7,6 gg. | 6,5 gg. | 4,5 gg. | 23,6 gg. | 10 |
| Con flusso continuo e pull | 2 gg. | 1,5 gg. | Ø gg. | 4,5 gg. | 8 gg. | 30 |
| Con livellamento | 1,5 gg. | 1 gg. | Ø gg. | 2 gg. | 4,5 gg. | 53 |

FIG-3.18

Nelle Future-State Map della Acme Stamping ci sono **3 loop (pacemaker, stampaggio e fornitore)**. Con questi 3 loop in mente, il Value Stream Manager delle Staffe Sterzo Acme può dividere la realizzazione in fasi, secondo i loop.

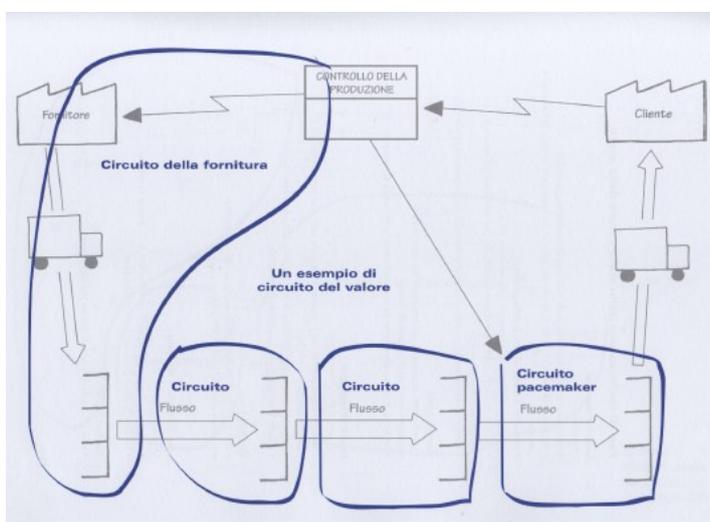


FIG-3.19 Loop della Acme

Fasi di realizzazione dello stato futuro della Acme

Loop 1: Pacemaker

Obiettivi:

- sviluppare il flusso continuo dalla saldatura all'assemblaggio (cella)
- migliorare (kaizen) i metodi di lavoro per ridurre il tempo ciclo totale a 168 secondi o meno
- eliminare il tempo di set-up della saldatrice
- migliorare l'affidabilità (uptime) sulla saldatura #2 al 100%
- sviluppare il pull system con il supermarket dei prodotti finiti (eliminare il programma di produzione)
- migliorare i percorsi del movimentatore dei materiali tra i supermarket e le celle

Risultati Attesi:

- solo 2 giorni di scorte di prodotti finiti nel supermarket
- nessuna scorta tra le stazioni di lavoro
- far funzionare la cella con tre persone (all'attuale domanda di mercato)

Loop 2: stampaggio

Obiettivi:

- stabilire il pull system con il supermarket delle parti stampate (eliminare il programma di stampaggio)
- ridurre la dimensione del lotto di stampaggio a 300 (sx) e 160 (dx)
- ridurre il tempo di set-up a meno di 10 minuti

Risultati attesi:

- solo 1 giorno di scorte di stampe stampate nel supermarket
- le dimensioni del lotto di 300 e 160 pezzi

Loop 3: fornitore di bobine

Obiettivi:

- sviluppare il pull system con il supermarket delle bobine di acciaio
- istituire la consegna giornaliera delle bobine

Risultati attesi:

- solo 1,5 giorni di scorte di bobine nel supermarket

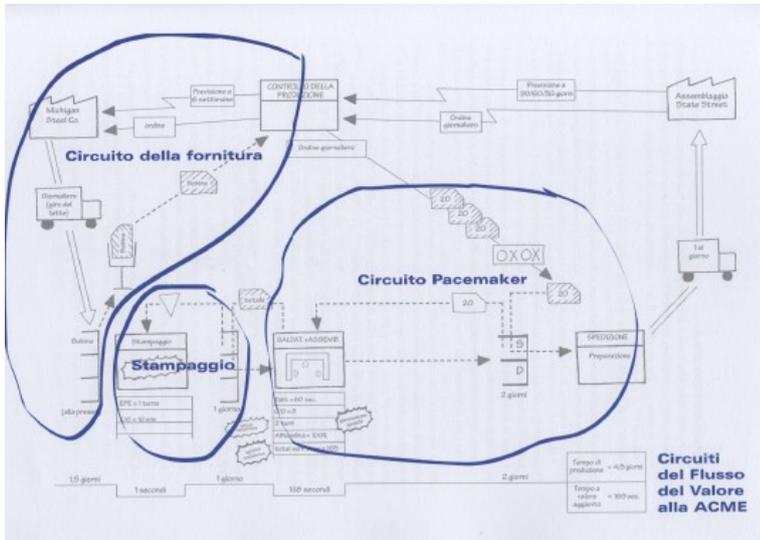


FIG-3.20 Circuiti del Flusso del Valore alla Acme

Il modello per il piano di Value Stream è illustrato con l'esempio della Acme Stamping nella seguenti FIG-3.21 e FIG-3.22

| OBIETTIVI DI BUSINESS PER FAMIGLIA DI PRODOTTO | Circuito v.s. | Obiettivo del Value Stream | OBIETTIVI (quantificabili) | 1998 | | | | SCHEDULAZIONE MENSILE | | | | | | | | | | | | PERSONA RESPONSABILE | PERSONE E DIPARTIMENTI INVOLTI | RIEPIANIMENTO DELLA SCHEDULAZIONE | |
|--|-----------------|---|---|----------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|---|----|----|----|---------------|------|--|--|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | REGOLATORE | DATA | | | | | | |
| Migliorare la redditività della staffa per lo sterzo | 1 PACEMAKER | <ul style="list-style-type: none"> * Flusso continuo da saldatore ad assemblaggio * miglioramento a 180 sec. * eliminare c/o saldatura * affidabilità saldatrice #2 * pull prodotti finiti * percorsi del movimentatore | zero wip ≤ 100 a c/s < 30 a top affidabilità 100% 2 giorni PT+ programmazione pull | → | → | → | → | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 STAMPAGGIO | <ul style="list-style-type: none"> * pull stampaggio * setup di stampaggio | 1 giorno di scorte + programmazione pull dimensione lotto 500/160 pezzi c/o < 10 min | → | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 FORNITORE | <ul style="list-style-type: none"> * pull sui coll con consegna giornaliera | consegna giornaliera & ≤ 1,5 giorni di stampaggio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | FAMIGLIA DI PRODOTTO | | | | | | | | | | | | Staffa sterzo | | | | | | | |

| DATA | | VALUE STREAM REVIEW | | | | | FIRME | |
|---------------------------|-----------|----------------------|---|-------------|-----------------|----------------------------------|-------|--|
| RESPONSABILE STABILIMENTO | | | | | | | | |
| VS MANAGER | | | | | | | | |
| OBIETTIVO | V.S. 1998 | OBIETTIVO MISURABILE | CONDIZIONI PER L'AVANZAMENTO DEI LAVORI | VALUTAZIONE | PROBLEMI APERTI | PUNTI E IDEE PER L'ANNO A VENIRE | | |
| | | | | | | | | |

○ = OBIETTIVO IN LINEA CON IL TARGET
 △ = OBIETTIVO LEGGERMENTE AL DI SOTTO DEL TARGET
 ✕ = OBIETTIVO NON RAGGIUNTO

FAMIGLIA DI PRODOTTI

FIG-3.21 e FIG-3.22

CASE STUDY 2

APEX TUBE

Benvenuti in Apex Tube

Apex Tube Company è un tipico produttore di parti discrete che utilizzeremo per illustrare il processo di creazione del flusso continuo. Apex produce una varietà di prodotti tubolari per applicazioni automobilistiche, camion e attrezzature pesanti. Apex ha risposto alle richieste dei suoi clienti per prezzi più bassi, qualità più elevata, consegne più frequenti e risposta più rapida al cambiamento della domanda, prendendo parte alle sue operazioni di produzione.

Per molti anni l'azienda aveva organizzato i suoi processi di fabbricazione e assemblaggio per reparto con ogni prodotto che visitava ogni reparto secondo necessità. Il risultante labirinto di movimenti di prodotti era difficile da gestire e ancora più difficile da migliorare. I manager Apex hanno quindi compiuto il primo passo consigliato (nel capitolo Learning to See) e condotto un'analisi dei loro prodotti per trovare famiglie di prodotti che potessero essere gestite individualmente.

I responsabili di Apex hanno elaborato una matrice della famiglia di prodotti che raggruppava i prodotti in base a sequenze simili di fasi e macchine di elaborazione finale (pacemaker) FIG-4.01.

Apex's Product Family Matrix

| | | Assembly Steps and Machines | | | | | | | |
|----------|-----------------|-----------------------------|--------|-------|------|--------------|----------------|-------|------|
| | | end form | pierce | braze | bend | sub-assembly | final assembly | crimp | test |
| PRODUCTS | automotive | X | | | | X | X | X | X |
| | truck S | X | | | X | X | X | X | X |
| | truck L | X | | | X | X | X | X | X |
| | truck A | X | | | X | X | X | X | X |
| | heavy truck | | X | X | X | | | | X |
| | heavy equipment | X | X | X | X | | X | | X |

FIG-4.01

La famiglia di prodotti per autocarri leggeri ha apportato il maggior contributo in termini di entrate ad Apex ed è stata sottoposta alla maggiore pressione sui prezzi. Apex ha nominato un Value Stream Manager per questa famiglia di prodotti, che ha disegnato una mappa del flusso di valori dello stato corrente.

Questa famiglia di prodotti viene spedita allo stabilimento di assemblaggio di State Street in tre varianti: un tubo corto (S) per il camion a passo corto, un tubo lungo (L) per il modello a passo lungo e un assemblaggio di carburante alternativo (etanolo) (A) offerto come opzione su questo veicolo.

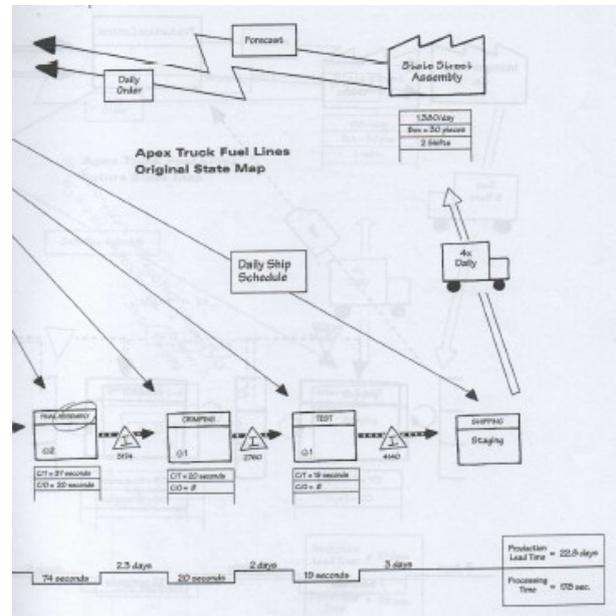
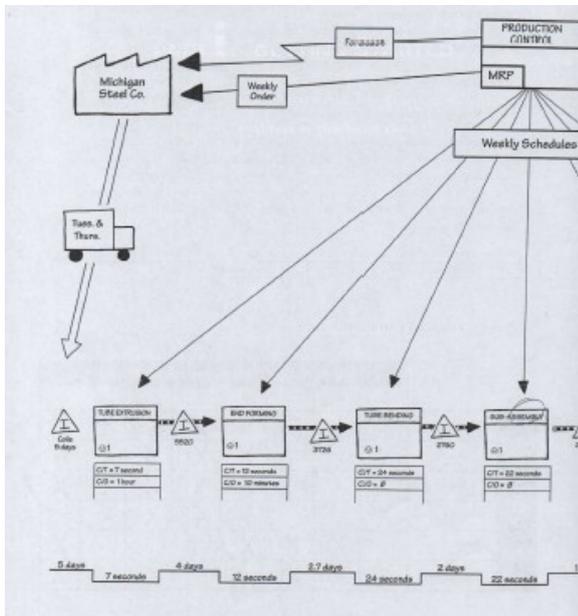


FIG-4.02 La original State Map della Apex Tube

Con il loro sistema di produzione in batch e in coda basato su un layout di villaggio di processo, i manager di Apex non sono troppo sorpresi di apprendere che il tempo di elaborazione effettivo era inferiore allo 0,01% del tempo di consegna e che gran parte della superficie dedicata a questo prodotto era destinata alla conservazione dell'inventario o per fornire l'accesso tra le fasi del processo. In breve, non scorreva nulla ed era molto difficile per Apex rispondere alle mutevoli esigenze dei clienti anche con scorte in corso di lavorazione molto grandi.

I manager di Apex hanno deciso rapidamente di creare una cella a flusso continuo per le cinque fasi finali di elaborazione della linea del carburante. (Prima di fare questo si sono assicurati, ovviamente, che fossero ancora disponibili macchine sufficienti nei villaggi di processo per sostenere la produzione per gli altri prodotti nello stabilimento.) Poco dopo hanno anche sviluppato sistemi pull-supermarket tra la nuova cella e le due celle a monte passaggi che continuerebbero a funzionare in modalità batch condivisa in diverse famiglie di prodotti. Questi sistemi pull hanno sostituito i programmi precedentemente utilizzati per regolare questi processi. Attraverso un duro lavoro e sospendendo le tradizionali regole pratiche sulla rapidità con cui il cambiamento potrebbe avvenire, Apex è stata in grado di progettare e implementare lo stato futuro mostrato qui FIG-4.03.

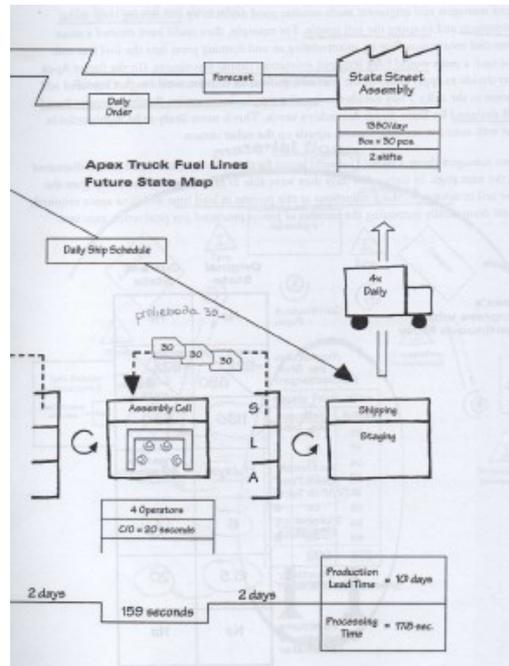
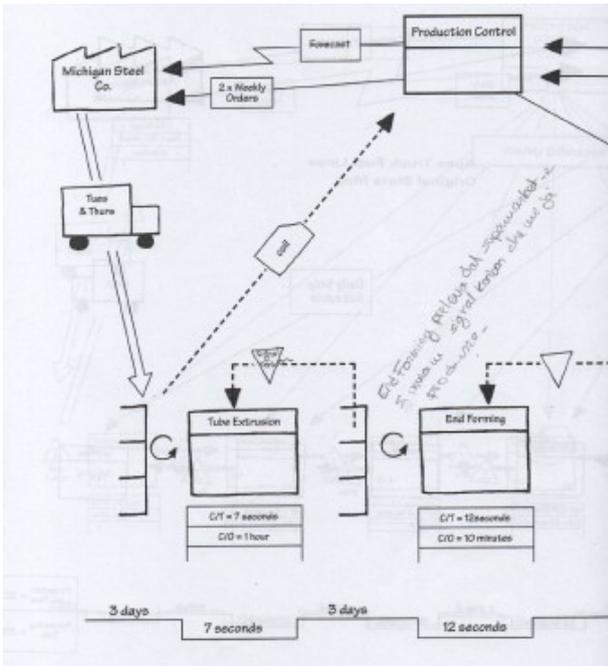


FIG-4.03

Apex ha avviato il miglioramento del flusso di valore della linea del carburante nel posto giusto: il processo "pacemaker". Il pacemaker prevede fasi di produzione dedicate a una particolare famiglia di prodotti e risponde agli ordini dei clienti esterni. Un pacemaker ben gestito invia segnali di domanda fluidi a monte dei processi, che rispondono alle esigenze dei clienti interni ai cicli di pull della rimanente fabbricazione in batch.

I gestori e gli ingegneri di Apex hanno preso un'altra buona decisione riducendo al minimo il loro investimento iniziale e mantenendo la cella semplice. Hanno deciso di installare una cella semplice, economica e flessibile progettata per le esigenze di State Street Assembly basata su operatore. È più probabile che sia altamente affidabile e adatta per inviare segnali fluidi lungo il flusso di valore.

I manager di Apex hanno scelto un layout classico a forma di U per la loro nuova cella. In pochi giorni sono stati in grado di spostare le macchine e configurare la nuova cella per ottenere riduzioni sorprendenti in questo processo dei tempi di consegna e dello spazio richiesto, aumentando notevolmente il numero di pezzi prodotti per addetto alla produzione.

Apex's Progress with Continuous Flow

| | Original State | Current State |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Continuous Flow | No | No |
| Production per Shift (actual/target) | unstable ≈622 690 | unstable ≈622 690 |
| Space (sq. feet) | 1130 | 580 |
| Assembly Lead Time (WIP x Takt) | 11 days | 37 min |
| Number of Operators | 6 | 4 |
| Productivity (pieces/associate/hr) | 13.5 | 20 |
| Functions Effectively as Pacemaker | No | No |

FIG-4.04 Confronto tra Original State e Current State ottenuto attraverso il

flusso continuo

I Managers di Apex, gli ingegneri e gli addetti alla produzione erano entusiasti della loro nuova cella. Dopo tutto, hanno rapidamente aumentato la produttività del 50%, dimezzando i requisiti di spazio e riducendo drasticamente i tempi di consegna. Tuttavia, quando guardi la cella Apex con "occhi per il flusso" una persona dovrebbe effettivamente essere delusa.

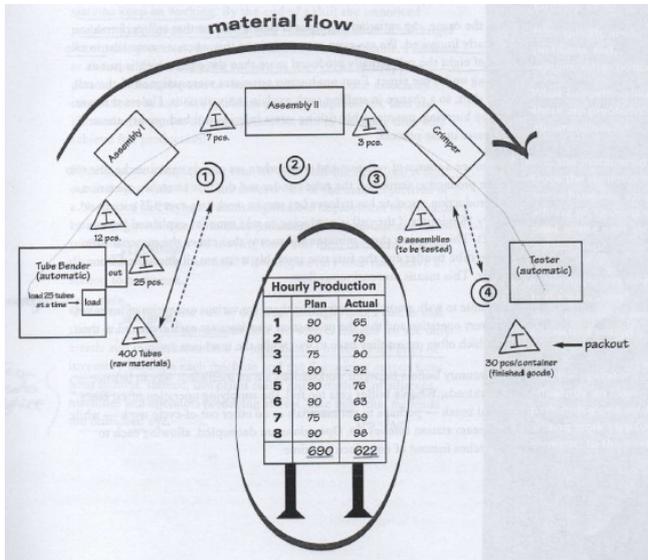


FIG-4.05 Flusso del materiale

Il primo passo quando visitiamo una struttura è in genere quello di andare a vedere la situazione attuale con i nostri occhi e chiedere: "Qual è il problema?" In Apex, la prima cosa che notiamo è il grafico dell'output di produzione all'ingresso / uscita della cella che mostra la produzione pianificata ed effettiva. Guardando i dati sulla produzione ci chiediamo: "Perché c'è così tanta variazione e perché la produzione totale è inferiore alla produzione pianificata?" Più specificamente, "Perché la cella raggiunge solo i due terzi della produzione pianificata durante molte ore del turno?" Il problema è nelle macchine che producono pezzi difettosi? Sono macchine che non funzionano? Un fornitore sta spedendo parti difettose o mancano parti? E chi reagisce quando si verificano questi problemi?

Qualunque sia la causa, la variazione dell'output è una chiara prova che le prestazioni delle celle possono essere notevolmente migliorate. Ne siamo ancora più certi quando notiamo che in due ore su otto la cellula ha effettivamente prodotto più del piano, il che è altrettanto negativo quanto l'essere sotto l'obiettivo. Quattro collaboratori di produzione sono stati assegnati alla cella per l'intero turno, quindi un cambiamento nel personale non può spiegare le variazioni. A meno che ciò non sia stato ottenuto affrettandosi, rischiando in modo inaccettabile lesioni da stress e cattiva qualità, ci devono essere sprechi nel processo.

Cominciamo a vedere una fonte di variazione e spreco quando esaminiamo da vicino le prime due fasi della sequenza di produzione: la curva tubi e la prima operazione di assemblaggio. Il primo addetto alla produzione deve lasciare la sua normale area di lavoro ogni 25 pezzi, o circa ogni 16 minuti se la cella sta producendo a tempo (come spiegato di seguito nella Domanda 2). Ciò richiede tre minuti e significa che il flusso del materiale si interrompe e che la piegatura dei tubi e i primi due step di assemblaggio sono disaccoppiati tra di loro. Ciò significa assenza di flusso continuo.

Continuando a camminare notiamo che ci sono varie quantità di inventario tra ogni operazione e che gli addetti alla produzione sono ancorati ciascuno alla propria macchina, il che spesso significa che devono aspettare mentre le macchine svolgono il ciclo.

Buffer di inventario variabili tra le workstation sono un modo inefficiente per bilanciare carichi di lavoro irregolari. Quando un buffer diventa troppo pieno, l'operazione di fornitura spesso prende una pausa non ufficiale - forse per ottenere materiali o fare altri lavori fuori ciclo - nel frattempo la stazione a valle raggiunge. Le operazioni sono disaccoppiate, consentendo a ciascuna di produrre lotti anziché un pezzo alla volta.

Le operazioni disaccoppiate, che chiamiamo "isole", producono gli scarti della sovrapproduzione e gli sprechi dell'attesa in una cella, facendoli ripetere molte volte ogni turno, giorno, settimana, mese e anno. Piccoli sprechi spesso non sembrano significativi per i manager che visitano solo il processo, ma pensateci dato che si sommano più di 600 volte per turno!

Anche le operazioni disaccoppiate rendono difficile notare i problemi di produzione nel momento in cui si verificano. Quando si verifica un problema, il resto delle stazioni continua a funzionare. Alla fine di un turno i problemi inosservati si sommano e il volume di produzione è inferiore all'obiettivo.

I processi pacemaker, in particolare, devono essere gestibili. Problemi o anomalie devono essere individuati non appena si verificano e il personale dell'assistenza deve rispondere rapidamente. Gli addetti alla produzione non possono reagire e risolvere problemi di produzione significativi, trovare ed eliminare le cause di tali problemi e, allo stesso tempo, ottenere la piena produzione!

Infine, mentre completiamo il nostro tour, notiamo che la cella Apex è disposta in una "U" molto ampia. Ciò sconfigge uno degli obiettivi principali di una disposizione delle celle a forma di U: consentire la distribuzione flessibile degli operatori spostando le aree di lavoro in stretta vicinanza. Sia il primo che l'ultimo addetto alla produzione si muovono avanti e indietro su distanze considerevoli per movimentare i materiali. Il flusso si interrompe ogni volta che lasciano una stazione per tornare sui propri passi.

La nostra conclusione, alla fine della nostra passeggiata attraverso la cella di Apex, è che non c'è effettivamente nessun flusso continuo da nessuna parte.

Invece vediamo solo un flusso irregolare e intermittente come indicato dalle piccole pile di inventario tra ogni macchina e la produzione fluttuante di ora in ora. In effetti, questa cella è in realtà solo un "modulo" di macchine e operatori adiacenti che producono nella migliore delle ipotesi un "flusso falso" che inganna l'occhio inesperto.

Sebbene le nuove prestazioni della cella di Apex siano molto migliori rispetto al layout di processo originale, un attento sforzo per ottenere un vero flusso continuo attraverso una corretta progettazione e funzionamento del processo può raddoppiare la produttività del lavoro, dimezzare lo spazio necessario, ridurre i tempi di consegna di un ulteriore 90% e drasticamente migliorare sia la qualità che la capacità di risposta alle esigenze dei clienti.

Gli obiettivi realistici per questa cella sono i seguenti (FIG-4.06 sotto)

Targets for Apex's Fuel Line Cell

| | Original State | Current State | Target |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|-----------|
| Continuous Flow | No | No | Yes |
| Production per Shift (actual/target) | ? / 690 | unstable ≈ 622 / 690 | 690 / 690 |
| Space (sq. feet) | 1130 | 580 | 252 |
| Assembly Lead Time (WIP x Takt) | 11 days | 37 min | 200 sec |
| Number of Operators | 6 | 4 | 2 |
| Productivity (pieces/associate/hr) | 13.5 | 20 | 40 |
| Functions Effectively as Pacemaker | No | No | Yes |

FIG-4.06

Per raggiungere questi obiettivi ci aiuteremo attraverso delle domande chiave

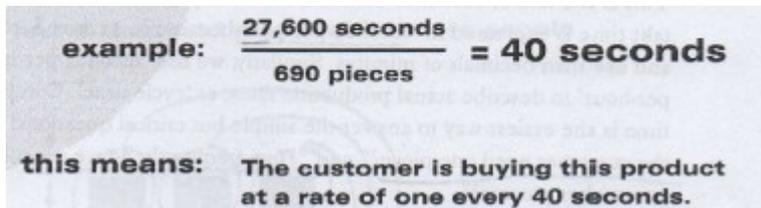
1-Hai i prodotti finali giusti?

Apex ha già determinato le loro famiglie di prodotti e assegnato tre articoli finali alla sua cella.

2-Qual è il tempo impiegato?

Avendo deciso quali prodotti produrre nel pacemaker, il compito successivo dei manager Apex è determinare il takt time, un numero di riferimento utilizzato per aiutare ad abbinare il tasso di produzione in un processo di pacemaker al tasso di vendita. Utilizzato per sincronizzare il ritmo di produzione con il ritmo delle vendite. Le vendite vengono solitamente calcolate su base giornaliera o settimanale, ma la maggior parte dei processi di pacemaker sono effettivamente attivi e in esecuzione solo per una frazione del giorno o della settimana. Poiché il punto del takt time è stimolare la produzione effettiva, la cosa più sensata da fare è dividere il numero di prodotti richiesti giornalmente o settimanalmente nel numero di turni operati in quel periodo di tempo per determinare la domanda per turno di produzione.

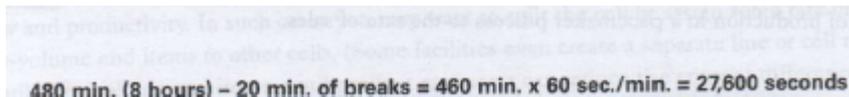
Ad esempio, la domanda del cliente per le linee di carburante per autocarri leggeri di Apex è attualmente di 6900 unità a settimana e Apex gestisce le sue celle a combustibile per dieci turni uguali a settimana. Pertanto la domanda per turno è di 690 unità.



example: $\frac{27,600 \text{ seconds}}{690 \text{ pieces}} = 40 \text{ seconds}$

this means: The customer is buying this product at a rate of one every 40 seconds.

Apex opera su due turni di 8 ore dal lunedì al venerdì. Sono previste due pause di 10 minuti per turno, ma non sono previsti tempi di fermo per manutenzione. Ciò significa che Apex dispone di 27.600 secondi di tempo di lavoro effettivo in ogni turno.



480 min. (8 hours) - 20 min. of breaks = 460 min. x 60 sec./min. = 27,600 seconds

C'è un altro punto che potrebbe essere molto importante nelle misurazioni in tempo reale, la quantità di variazione negli ordini dei clienti. Nel caso di Apex, la domanda di 6900 unità settimanali è stata relativamente facile da determinare perché Apex sta fornendo un enorme stabilimento di assemblaggio automobilistico i cui documenti takt time non cambiano frequentemente.

Qual è il lavoro?

Ora abbiamo esaminato e risposto alle prime due domande. Abbiamo specificato i prodotti appropriati per il pacemaker e determinato il takt time.

Sebbene i manager di Apex in realtà avevano già risposto abbastanza bene, le prestazioni della cella che hanno creato sono molto inferiori a ciò che è possibile. Questo ci porta quindi agli aspetti più dettagliati della progettazione delle celle, che un minor numero di manager hanno imparato: concentrarsi sugli elementi di lavoro effettivi, cronometrare ciascuno di essi ed eliminare immediatamente gli evidenti sprechi nel lavoro. In questa fase della progettazione a flusso continuo è necessario dimenticare i layout fisici o il numero di operatori e concentrarsi semplicemente sul contenuto del lavoro che deve essere svolto dalle persone.

3-Quali sono le operazioni necessarie a fare un pezzo?

Di seguito abbiamo le operazioni per l'Assemblaggio 1 e 2, FIG-4.07

| Process Steps | OPERATOR | | | | | Times | Lowest Repeatable | MACHINE Cycle Time | Notes |
|---------------|------------------------------------|---|---|---|---|-------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | Work Element | 6 | 6 | 5 | 4 | | | | |
| Assembly I | Get bent tube & press into fixture | 6 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | | Operator has to hammer to fit |
| | Get connector; place & clamp | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | | |
| | Get hose & place to fixture | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | | Operator stacks own hoses (parts) |
| | Start cycle | | | | | | 1 | 4 | |
| | Unclamp & remove | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | | |
| | Attach convolute | 8 | 6 | 7 | 6 | 7 | 5 | 6 | |
| Assembly II | Get tube & place to fixture | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | | |
| | Get hose & RH ferrule, assemble | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | | Parts far away. Lots of walking |
| | Place to fixture & clamp | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | Get LH ferrule, assemble to hose | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | | |
| | Place to fixture & clamp | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | Get valve & place to fixture | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | Start cycle | | | | | | 1 | 7 | |
| | Unclamp & remove | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | | Quality check needed? |

FIG-4.07

Elementi di lavoro per la cella Apex

Usando le linee guida per il paper kaizen, diamo un'altra occhiata alla cella di Apex. Abbiamo elencato gli elementi di lavoro della linea sotto il layout della cella. Si noti che le attività correnti dell'operatore eliminate da Paper Kaizen sono barrate.

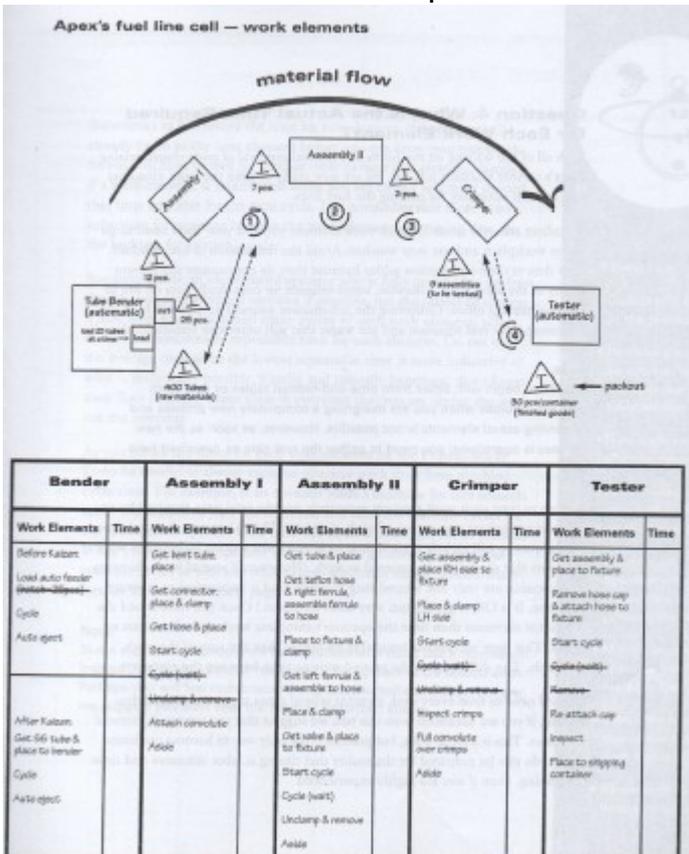


FIG-4.08 Operazioni nelle varie stazioni della Apex

4-Qual è l'attuale tempo richiesto per ogni operazione?

Tempi degli elementi di lavoro per la cella Apex.

Quando guardiamo l'elenco di tutti i tempi degli elementi di Apex e dei tempi di ciclo della macchina, salta fuori una scoperta importante. Gli operatori di assemblaggio 1 e 2, piegatura e Tester attendono alle loro macchine per un totale di 21 secondi ogni volta che viene prodotta una linea di carburante.

21 secondi potrebbero non sembrare molto tempo sprecato, ma moltiplicati per 690 pezzi per turno equivalgono a quattro ore di tempo trascorso dall'operatore a guardare le macchine in ciclo. Nessun cliente penserebbe che questo crei valore ed è completamente evitabile perché ogni macchina deve funzionare solo una volta ogni 40 secondi (takt time).

L'operatore non guadagna nulla rimanendo sulla macchina e ricaricandola non appena ha terminato il suo ciclo, può invece eseguire altri lavori di creazione di valore durante il ciclo e tornare alla macchina per ricaricarla un po' di tempo dopo che ha terminato il ciclo.

Esaminando i tempi nell'elenco, abbiamo stimato il tempo necessario per caricare la piegatrice in un unico pezzo perché il lavoro non è attualmente svolto in questo modo. Tutti i tempi di scarico e carico delle altre macchine sono stati misurati in cinque secondi, quindi ora useremo quella cifra per la piegatrice. Questa stima verrà sostituita con dati reali una volta che la nuova cella sarà in funzione.

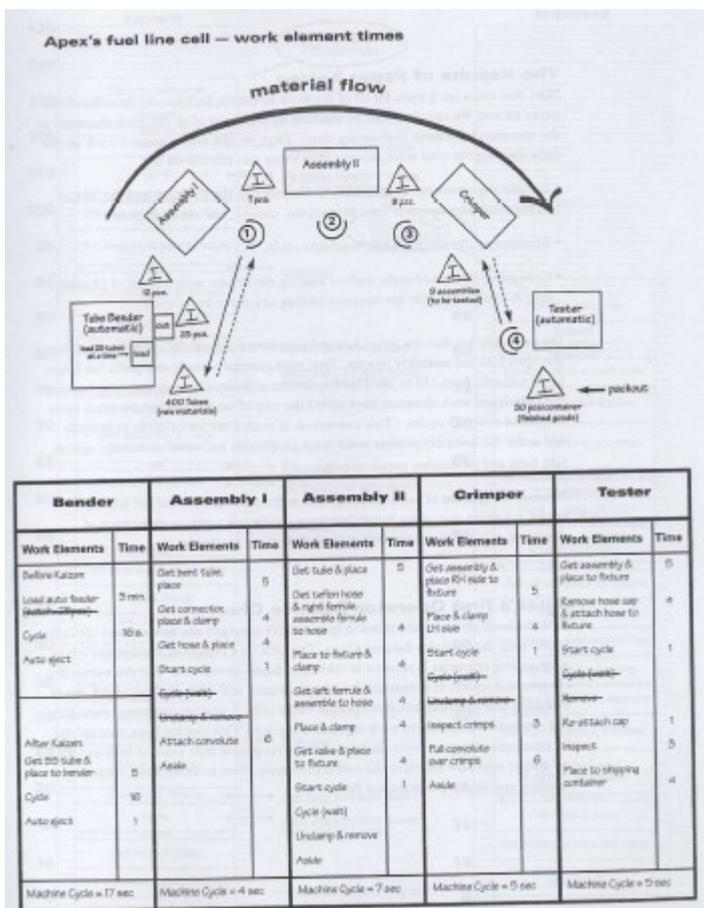


FIG-4.09 Tempo per compiere le varie operazioni

I risultati del paper kaizen

Ora che i tempi sono noti per tutti gli elementi di lavoro, vediamo i vantaggi del nostro paper kaizen. Possiamo dimostrarlo impilando i tempi di tutti gli elementi di lavoro così come li hanno eseguiti gli operatori. Quindi possiamo disegnare una seconda pila sulla destra che mostra il contenuto totale del lavoro dopo che gli sprechi sono stati eliminati:

- Introducendo all'Assembly I, Assembly II, Crimper e Tester, macchine che scaricano autonomamente il pezzo. (Ciò elimina il tempo dell'operatore per sbloccare, rimuovere e mettere da parte le parti.)
- Eliminando l'attesa durante il ciclo delle macchine.
- Attraverso la conversione del lavoro fuori ciclo di carico della piegatrice con un lotto di 25 pezzi in lavoro in ciclo con l'operatore che carica un pezzo ad ogni ciclo. Si può facilmente vedere che il kaizen ha eliminato lo sforzo sostanziale dell'operatore dal processo di assemblaggio della linea del carburante Apex. Il contenuto totale di lavoro per realizzare un pezzo è diminuito di 30 secondi, da 118 a 88. Questo miglioramento è in realtà più importante perché gli elementi di lavoro ridisegnati hanno aggiunto la fase di caricamento della piegatrice ogni ciclo invece che ogni 25 cicli. (Questa conversione del lavoro da fuori ciclo a in ciclo renderà il processo di assemblaggio molto più prevedibile e più facile da gestire rispetto ai tempi necessari e ai requisiti di produzione.)

Poiché la quantità di lavoro che crea valore è la stessa sia nella pila sinistra che in quella destra, ne consegue che in futuro gli operatori possono dedicare una percentuale maggiore del loro tempo alla creazione effettiva di valore senza lavorare più duramente.

APEX OBC

Con gli elementi di lavoro e tempi a portata di mano, i manager di Apex possono ora creare uno strumento estremamente utile, l'operator balance chart.

L'OBC è un'immagine della distribuzione del lavoro tra gli operatori in relazione al takt time, basata su dati reali che osservi e registri personalmente. È quantitativo, semplice, visivo e elimina le congetture dalla progettazione e dal funzionamento di celle basate sull'operatore in modo efficiente. Consente a ingegneri, manager e addetti alla produzione di collaborare utilizzando i fatti. Questo strumento è stato molto utile per sviluppare i nostri "occhi per il flusso". Ogni volta che le persone iniziano a lavorare con OBC, notiamo sempre quanto sia efficace lo strumento nell'aiutarle a capire, creare, gestire e migliorare il flusso continuo.

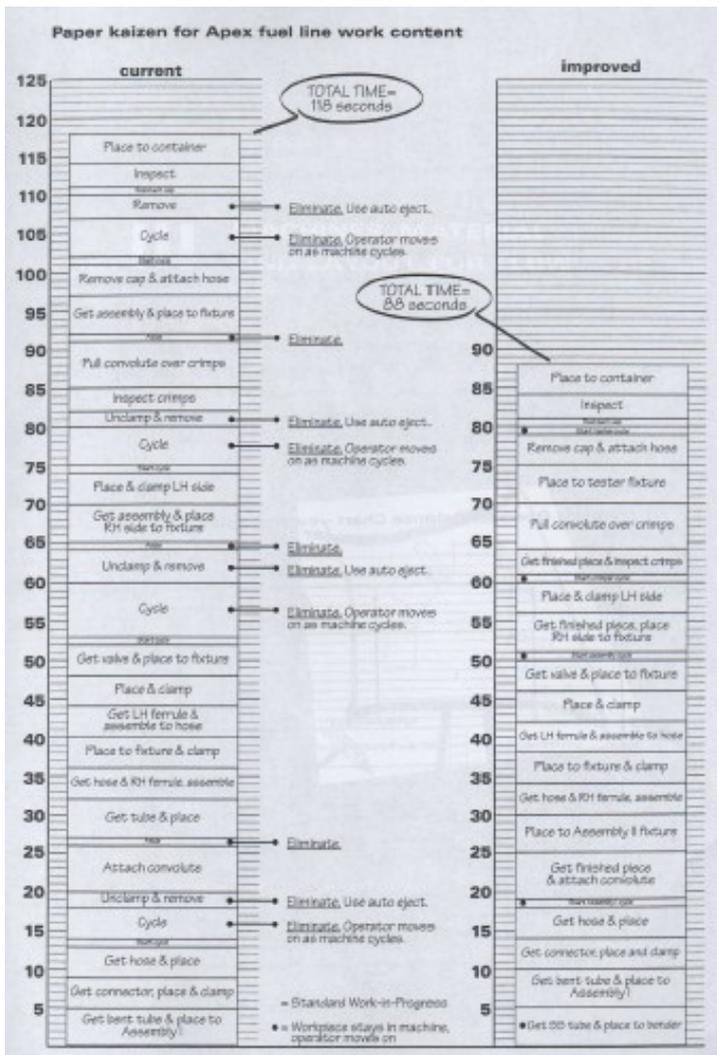


FIG-4.10 tempi prima e dopo il paper kaizen

Nella OBC ogni linea orizzontale equivale a un secondo, con il takt time della linea del carburante di Apex tracciato al livello di 40 secondi. Gli elementi di lavoro per ogni operatore sono impilati uno sopra l'altro (motivo per cui l'OBC a volte è chiamato "grafico a pila"). L'altezza di ogni scatola nella pila rappresenta il tempo per quell'elemento. I tempi di carico e scarico dell'operatore sono inclusi ma non i tempi di ciclo della macchina, perché l'OBC riassume il lavoro umano e non il lavoro della macchina.

I manager di Apex pensavano di aver capito il design delle celle, ma guardando la linea del carburante OBC si vede che ogni operatore ha molto meno contenuto di lavoro rispetto al takt di 40 secondi. In due casi il lavoro dell'operatore termina in meno della metà del takt time. Abbiamo già visto che il materiale non scorre attraverso la cella e che l'output è altamente instabile. Ora è evidente anche che Apex utilizza troppi operatori per produrre linee di carburante. Ciò aggiunge costi al prodotto e minaccia il lavoro di tutti. Ma ricorda che stiamo analizzando il processo e non le prestazioni dell'operatore. In effetti, i rifiuti che abbiamo trovato hanno le loro radici nella progettazione e gestione di questo processo. Fortunatamente, l'OBC può aiutare Apex a trovare un modo migliore.

Situazione attuale del grafico di bilanciamento dell'operatore di Apex, FIG-4.11:

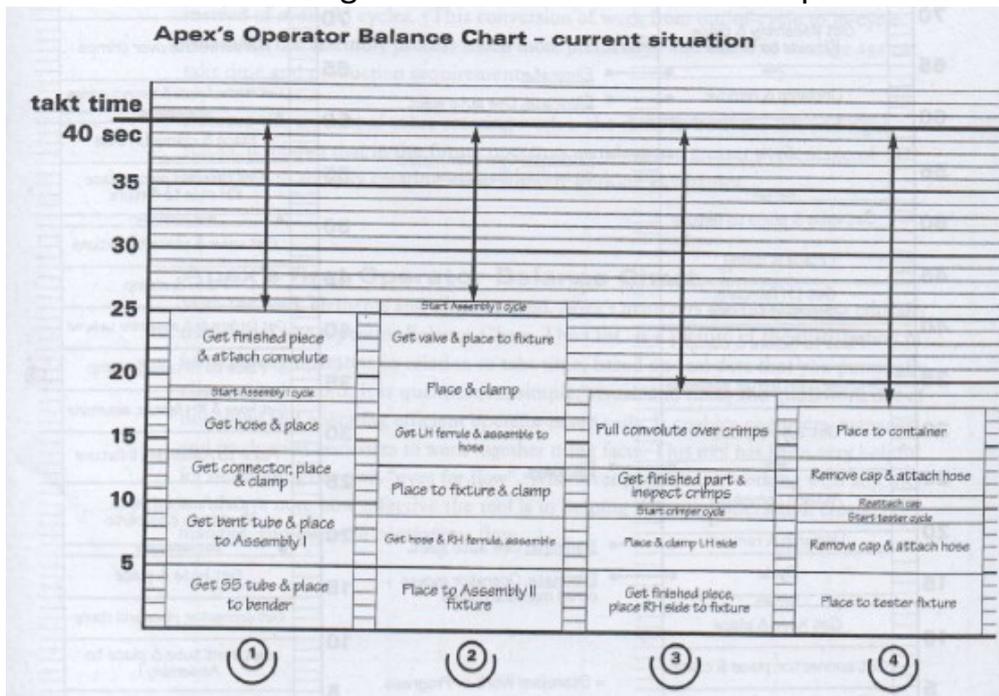


FIG-4.11

5-L'attrezzatura può soddisfare il tempo richiesto?

Una volta che i responsabili Apex hanno determinato i prodotti da realizzare nella loro prima cella (linee di carburante per autocarri leggeri in tre varianti) e calcolato il takt time (40 secondi), hanno dovuto chiedere se le macchine che stavano muovendo insieme per creare una cella potessero effettivamente soddisfare il takt time. Per fare ciò ogni macchina deve essere in grado di completare il proprio ciclo su ogni parte entro il tempo necessario. Il "tempo di ciclo effettivo" di ciascuna macchina dovrebbe essere notevolmente inferiore al takt time se si vuole ottenere un flusso continuo.

Mentre i manager e gli ingegneri di Apex hanno esaminato le cinque macchine che avevano spostato nella cella, hanno riassunto le loro operazioni come segue:

1) Piegatura: I tubi in acciaio inossidabile del processo precedente vengono piegati alla forma finale in una macchina piegatubi, che esegue cicli ed espulsione automaticamente fintanto che la sua tramoggia di alimentazione contiene tubi grezzi. Poiché la tramoggia contiene 25 pezzi, dovrebbe essere riempita circa ogni 16 minuti se la cella funziona con un tempo di ciclo di 40 secondi.

2) Assemblaggio I: In questa macchina un connettore e un tubo di gomma sono assemblati al tubo. Un operatore carica e scarica questa macchina, che esegue l'operazione di inserimento e aggraffatura.

3) Assemblaggio II: In questa macchina un tubo in teflon, boccole (anelli metallici per collegare i tubi ai tubi) e una valvola sono assemblati al tubo. Un operatore carica e scarica la macchina che esegue automaticamente le operazioni di inserimento e aggraffatura. Questa macchina è cambiata per eseguire le due diverse lunghezze di tubo richiesto dalle varianti di prodotto che attraversano la cella. Ciò comporta che l'operatore sganci e faccia scorrere un dispositivo di bloccaggio in un'altra posizione e lo riporti lì. Il cambio tubo corto / tubo lungo richiede circa 20 secondi, ovvero la metà del tempo necessario.

4) Crimper: Questa macchina piega i lati sinistro e destro del gruppo della linea del carburante. Viene caricato e scaricato da un operatore.

5) Tester di pressione: Il gruppo della linea del carburante finito viene testato in un'attrezzatura di prova automatizzata, che viene caricata e scaricata da un operatore.

I manager di Apex hanno quindi preparato la seguente tabella per riepilogare le caratteristiche del tempo di ciclo, o tempi di ciclo effettivi di ogni macchina.

Per 'tempo di ciclo macchina effettivo' si intende:

tempo di ciclo macchina per pezzo

+ tempo di carico e scarico (durante il quale la macchina non può eseguire il ciclo)

+ tempo di set-up diviso per il numero di pezzi tra i cambi

Quando il team di Apex ha esaminato questi dati ha notato che il tempo di ciclo di base di ciascuna macchina era ben al di sotto del takt time, il caso più lungo era di soli 16 secondi.

Effective Cycle Times of machines in Apex's cell

| Machine | Machine Cycle | Load, Start & Unload Time | c/o Time/ Batch Size | Effective Machine Cycle |
|-------------|---------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| Bender | 16 sec | 5 sec | 0 | 21 sec |
| Assembly I | 4 sec | 16 sec | 0 | 20 sec |
| Assembly II | 7 sec | 28 sec | 1* | 36 sec |
| Crimper | 5 sec | 12 sec | 0 | 17 sec |
| Tester | 5 sec | 12 sec | 0 | 17 sec |

FIG-4.12 Tempo effettivo di ciclo delle macchine nella cella Apex

Tuttavia rivedendo i tempi di ciclo macchina effettivi ci si rende conto che la macchina di Assemblaggio II solleva un problema.

Se la domanda dovesse aumentare (cioè il takt time è diminuito) o se le macchine non fossero completamente affidabili o completamente disponibili, allora l'Assemblaggio II potrebbe facilmente diventare un collo di bottiglia.

Apex potrebbe dover considerare di migliorare i tempi di carico e scarico dell'operatore in questa fase.

Sulle altre macchine non ci sono colli di bottiglia che inibiscono il flusso continuo. In effetti, ci aspetteremmo che queste macchine rimangano inattive per diversi secondi durante ogni intervallo takt di 40 secondi.

E i nuovi macchinari? - Incrementi di capacità

Nell'azienda Apex ci sono già le macchine di cui si ha bisogno e si vuole andare avanti con la sua cella rapidamente per tagliare i costi e migliorare la reattività.

6-Che livello di Automazione dovremmo introdurre?

Gli sprechi si verificano perché l'operatore deve gestire due volte sia il pezzo finito che il nuovo pezzo. Questa è la situazione nella cella di Apex, dove sono necessarie entrambe le mani per maneggiare le lunghe linee del carburante, ed è uno dei motivi per cui gli operatori di Apex stanno ciascuno su una macchina.

Invece di avere operatori che gestiscono ogni linea del carburante due volte mentre attraversano la cella di Apex, sembra più efficiente farli rimanere in una posizione e rimuovere semplicemente una parte finita, appenderla su uno scaffale per l'operatore successivo, quindi prendere e caricare una nuova parte.

I pezzi, infatti, sono ancora a doppia movimentazione, ma i rifiuti vengono nascosti perché distribuiti su due operatori. I manager di Apex hanno anche pensato che mantenendo gli operatori sulle macchine, gli operatori potevano ricaricare le macchine non appena vengono riaperte, il che si traduce in un elevato utilizzo della macchina e quindi grande efficienza. Ma ovviamente, questo ignora completamente il takt time, causa sprechi e distrugge il flusso.

Questo si tradurrà nell'inserimento di un livello 3 di automazione cioè con la macchina che scarica automaticamente il pezzo finito a fine ciclo

7-Come può essere disposto fisicamente il processo in modo che una persona può produrre un pezzo nella maniera più efficiente possibile?

Applicazione delle linee guida alla cella Apex

Quando esaminiamo la cella Apex corrente attraverso la lente delle nostre linee guida, vediamo quanto segue:

- Troppa distanza percorribile dall'inizio alla fine.
- L'interno della cella è troppo ampio.
- Le operazioni di lead off e finali sono molto distanti, con la conseguenza che un solo operatore dovrà percorrere una lunga strada per arrivare all'inizio del ciclo successivo.
- Tra ogni macchina vi è ampio spazio per l'accumulo del lavoro in corso.
- La curvatubi necessita di modifiche per caricare un pezzo ad ogni ciclo.
- Il vassoio di "uscita" della piegatrice ostruisce il percorso di marcia dell'operatore.

Attuale layout del modulo della linea del carburante Apex 580 piedi quadrati, 56 pezzi in lavorazione, FIG-4.13.

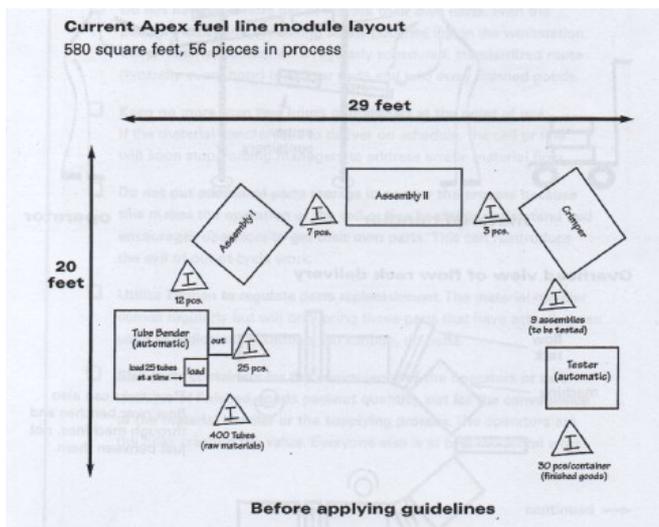


FIG-4.13

Apex è stata in grado di creare il layout delle celle perché l'attrezzatura del pacemaker esistente è stata progettata per elaborare un pezzo alla volta, ma alcune delle apparecchiature attuali del pacemaker potrebbero essere configurate per elaborare rapidamente i lotti invece di funzionare in un flusso continuo . Chiamiamo questo tipo di apparecchiature orientate a lotti "monumenti" e spesso implicano processi come la verniciatura, il trattamento termico e la placcatura. In futuro si potrebbe essere in grado di sostituire i tuoi monumenti con apparecchiature più semplici a flusso unico.

Ma cosa è possibile fare oggi?

- È possibile separare un processo orientato a lotti dal flusso continuo con un sistema pull per supermercati o buffer FIFO.
- Il riscaldamento, il raffreddamento, la polimerizzazione e processi simili a volte possono essere mantenuti all'interno di un flusso continuo quando si tratta di processi con trasportatore in movimento, a condizione che gli operatori possano lasciare un singolo pezzo non polimerizzato e prelevare un singolo pezzo polimerizzato una volta entro ogni takt time. Le distanze a piedi dovrebbero essere ridotte al minimo.
- A volte è possibile ignorare la capacità di lotto dell'attrezzatura e utilizzarla in modalità pezzo unico. Tuttavia, il tempo di ciclo effettivo dell'apparecchiatura per la lavorazione di un solo pezzo deve comunque rientrare nel takt time.
- A volte, con un po' di creatività, una macchina orientata a lotti può essere sostituita immediatamente da un metodo di lavorazione a pezzo unico poco costoso. Ad esempio, le pistole a spruzzo manuali posizionate in linea a volte possono svolgere il lavoro di una linea di verniciatura trasportata orientata in lotti.

DISTRIBUZIONE DEL LAVORO

Con il processo fisico ora riorganizzato in modo che il lavoro possa essere eseguito nel modo più efficiente, è tempo di riportare gli operatori e il cliente nel processo di progettazione della cella.

8-Quanti operatori sono necessari per soddisfare il tempo impiegato?

Il tempo di lavoro totale dell'operatore per realizzare una linea del carburante dopo il paper kaizen è di 88 secondi. Se questo fosse uguale o inferiore al takt time, la cella potrebbe soddisfare le esigenze del cliente con un solo operatore. Tuttavia, il cliente attualmente richiede una linea del carburante finita ogni 40 secondi, quindi sarà necessario più di un operatore.

Il numero appropriato di operatori non dovrebbe essere determinato mediante stima o negoziazione tra i diversi membri della squadra, ma piuttosto in questo modo:

The image shows a hand-drawn calculation on a grid background. At the top, it says 'Total Work Content (after paper kaizen) = Number of Operators'. Below this, 'Takt Time' is written. A horizontal line separates the top section from the bottom section. Below the line, it says 'In the Apex example this works out as follows:'. Then, '88-seconds work content' is written above an equals sign, and '40-second takt time' is written below the equals sign. To the right of the equals sign, '2.2 Operators' is written.

$$\frac{88\text{-seconds work content}}{40\text{-second takt time}} = 2.2 \text{ Operators}$$

Non essendoci due decimi (0,2) di un operatore, ciò significa che saranno necessari 3 operatori se Apex vuole soddisfare la domanda dei clienti senza ulteriori miglioramenti nei metodi operativi. Sebbene questo sia già un operatore in meno rispetto a quello attualmente utilizzato da Apex, due decimi non sono molto superiori a due, il che significa che l'utilizzo di tre operatori comporterebbe una bassa produttività. Questa cella può essere eseguita con due operatori se l'intero team è disposto a prenderlo come obiettivo.

Come può Apex raggiungere l'obiettivo dei 2 operatori? Impegnando l'intero team di manager, ingegneri e addetti alla produzione in un processo di risoluzione dei problemi e debug di 2-4 settimane presso la cella.

Quando si inizia a gestire la cella con due operatori, si potrà raggiungere solo il 65% della produzione target ed essere tentato di aggiungere un altro operatore. Questo sarà un momento critico della decisione perché aggiungendo un terzo operatore ora la pressione per eliminare più rifiuti è probabile che scompaia. Invece meglio eseguire la cella con due operatori per un tempo extra alla fine del turno o nel fine settimana per ottenere l'obiettivo di output necessario mentre si continua con il kaizen.

9-Come distribuirete il lavoro tra gli operatori?

Il team di Apex ha deciso di far funzionare la cella con due operatori, ciascuno caricato con un contenuto di lavoro pari a circa il 95% del takt time. Apex ora deve decidere quali elementi di lavoro dare a quale operatore.

L'allocazione degli elementi di lavoro in una cella può essere eseguita in molti modi. I manager e gli ingegneri devono essere consapevoli della gamma di possibilità, sia per il nostro esempio di cella Apex sia per i diversi tipi di celle che potrebbero costruire in futuro. Ecco alcuni approcci da considerare:

- 1. Dividi il lavoro**
- 2. Il circuito**
- 3. Flusso inverso**
- 4. Combinazioni**
- 5. Un operatore per stazione**
- 6. Il ratchet**

Selezioniamo una distribuzione del lavoro per Apex:

Con questi approcci di base in mente, possiamo ora chiederci quale sarà la migliore distribuzione del lavoro per Apex. Osservando la situazione è evidente che un ratchet non è appropriato perché sarebbe molto difficile dividere il tempo di ciclo su ciascuna macchina in, diciamo, metà del tempo takt. La distribuzione di un operatore per stazione non è adatta a questa applicazione perché tutte le macchine sono in una certa misura automatizzate, consentendo agli operatori di spostarsi ed eseguire altri elementi di lavoro mentre le macchine eseguono il ciclo.

Inoltre, notiamo che questa è una piccola cella con un obiettivo di due operatori, quindi non è necessaria una combinazione di divisione del lavoro e dei circuiti o flusso inverso.

Questo lascia le prime tre scelte sulla nostra lista: suddivisione del lavoro, circuito e flusso inverso. Preferiamo l'idea di due operatori che si muovono attraverso tutta la cella durante ogni intervallo di takt, che rende più facile mantenere un flusso continuo. Gli operatori che si muovono fino in fondo forniscono un meccanismo di stimolazione e aggiunge varietà al lavoro.

Poiché Apex impiegherà un po' di tempo per progettare e installare i dispositivi di espulsione automatica essenziali per una distribuzione efficiente del circuito in questo caso, inizieremo con un flusso inverso e ci sposteremo il più rapidamente possibile su un circuito. Il flusso inverso implica un po' più di contenuto di lavoro per la doppia manipolazione delle parti, quindi ci sarà bisogno di un po' di straordinario ad ogni turno. Ciò dovrebbe creare pressione per eliminare più rifiuti e introdurre l'espulsione automatica il prima possibile.

10-Come pianificare il pacemaker?

Per ottenere e mantenere un flusso continuo e un flusso di valore snello, dobbiamo programmare e far funzionare una cella, in particolare quando si tratta di un processo pacemaker come nel caso Apex, con la minore fluttuazione di volume possibile. Chiamiamo questo "livellamento del volume" del lavoro. Allo stesso modo, dobbiamo decidere le dimensioni del lotto più appropriate da eseguire prima di passare a un altro tipo di prodotto. Lo chiamiamo "livellamento del mix produttivo". Sia il livellamento del volume che il livellamento del mix devono far parte del processo di progettazione della cella.

Idealmente, il controllo della produzione di Apex rilascerebbe un valore di produzione (una linea di carburante) alla cella del pacemaker ogni 40 secondi. Allo stesso tempo, la movimentazione del materiale porterebbe via una linea di carburante finita. Questo sarebbe un vero flusso continuo.

Apex sarebbe in grado di rilevare eventuali problemi di produzione "istantaneamente" in un unico takt time.

Il problema, ovviamente, è che il rilascio e la rimozione di un takt alla volta in ciascuno dei processi del pacemaker richiederebbe un esercito di gestori di materiali. Apex dovrà impiegare un approccio più pratico basato sul concetto di "pitch". Il pitch è il takt time moltiplicato per un certo numero di pezzi che dà un pratico incremento di tempo per rilasciare e togliere il lavoro nella cella. Un moltiplicatore utilizzato spesso è la quantità di imballaggi dei prodotti finiti. Ad Apex la quantità di imballaggio per la cella è di 30 pezzi per contenitore. Otteniamo dalla quantità di packout di Apex a un pitch con la seguente formula:

$$\text{Pitch} = \frac{30 \text{ pieces per container} \times 40 \text{ seconds per piece (takt time)}}{1200 \text{ seconds or 20 minutes}}$$

20 minuti sarebbero l'incremento di programmazione di base, o "battito", per la cella pacemaker di Apex. Sulla base di questo pitch, Apex può stabilire un percorso per il movimentatore di materiali attraverso l'impianto. Ogni 20 minuti egli porterà i successivi 20 minuti di programma per la cella e simultaneamente porterà via 20 minuti di produzione - un contenitore di 30 pezzi. Questa tecnica di "ritiro cadenzato" consentirà ai manager di Apex di sapere sempre entro 20 minuti se hanno un problema.

Se è in atto un meccanismo di risposta rapida ai problemi, dovrebbe essere possibile correggere i problemi e riportare la produzione in carreggiata senza la necessità di grandi quantità di straordinari. I manager Apex possono veramente gestire la loro cella con il pitch se:

- 1) Conoscono l'obiettivo (30 pezzi ogni 20 minuti).
- 2) Controllano regolarmente i progressi per individuare anomalie (ogni 20 minuti).
- 3) Rispondono rapidamente alle anomalie.

Da ricordare che gli operatori lavoreranno quasi a tempo pieno. Non potrebbero risolvere il problema e restare nel pitch. Invece il team leader di solito dovrà entrare nella cella per risolvere il problema o cambiare posizione con un operatore che può rielaborare le parti difettose.

La gestione di una cella in questo modo è più fattibile quando i tempi di set-up sono molto brevi. Idealmente il tempo di set-up sarà inferiore al takt time. Questo obiettivo dovrebbe essere affrontato dagli ingegneri che progettano le macchine per la cella.

Fortunatamente, questo è il caso della cella Apex in cui il tempo di cambio più lungo è di 20 secondi. Ogni volta che si incontrano tempi di cambio che sono significativamente maggiori del takt time, sarà necessario assegnare i cambi a incrementi di pitch specifici e saltare uno o più passi ogni volta che si verifica un cambio.

Livellamento della mix:

Un EPE appropriato per i processi di pacemaker è "ogni parte-ogni-ondata di spedizione" o "ogni parte-ogni-giorno", a seconda di quale sia il più piccolo. Apex effettua due spedizioni di linee di carburante per turno di otto ore (con tutte e tre le varianti della famiglia di prodotti potenzialmente incluse in ciascuna spedizione). L'obiettivo per la cella di Apex dovrebbe essere un EPE di ogni parte ogni quattro ore. I manager di Apex dovranno calcolare di conseguenza le frequenze di cambio (con sei cambi per turno).

La cassetta di livellamento

Nella casella di livellamento di Apex le colonne rappresenterebbero incrementi di 20 minuti. Contiene tre file di slot per le varianti della linea del carburante S, L e A. Su ogni box delle linee del carburante finito nel supermercato dei prodotti finiti della cella ci sarebbe una carta kanban che indica quanto segue:

- Tipo di linea del carburante (S, L o A)
- Quantità nella scatola (30 pezzi)
- Indirizzo del supermercato
- Indirizzo della cella

Mentre il controllo della produzione estrae un ordine del cliente dal supermercato dei prodotti finiti per prepararlo per la spedizione, le carte kanban vengono rimosse dalle scatole e collocate nella cassetta di livellamento per la cella del pacemaker in un mix di livelli per ogni spedizione (quattro ore). Il gestore del materiale che serve la cella, quindi, ritira i kanban dalla scatola al momento del lancio (20 minuti) e li consegna alla cella per avviare la produzione.

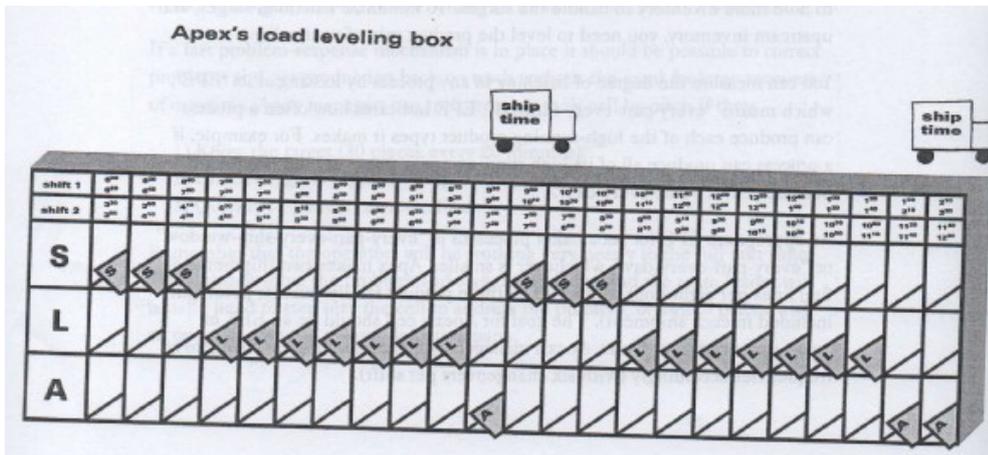


FIG-4.14 Cassetta di livellamento della Apex

11-Come reagirà il pacemaker ai cambiamenti nella domanda dei clienti?

Abbiamo ora prestato molta attenzione alla cella della linea di carburante Apex al fine di integrare uomo, macchine, materiali e metodi. Dopo tutto questo lavoro sarebbe fantastico finire di migliorare il processo durante la fase di implementazione e poi eseguirlo come previsto

Sfortunatamente, sarà impossibile ottenere un risultato definitivo per due motivi. In primo luogo, il kaizen non è mai finito e in secondo luogo, la domanda dei clienti cambia sempre. In particolare, la variazione della richiesta di volume produttivo è qualcosa che chiunque stia progettando un processo di pacemaker deve considerare dall'inizio delle operazioni in modo che possa essere pronto a rispondere.

Nei successivi 18 mesi di funzionamento della cella presso Apex, la domanda dei clienti, il numero di operatori e la produzione per operatore (produttività del lavoro) potrebbero apparire come segue, FIG-4.15.

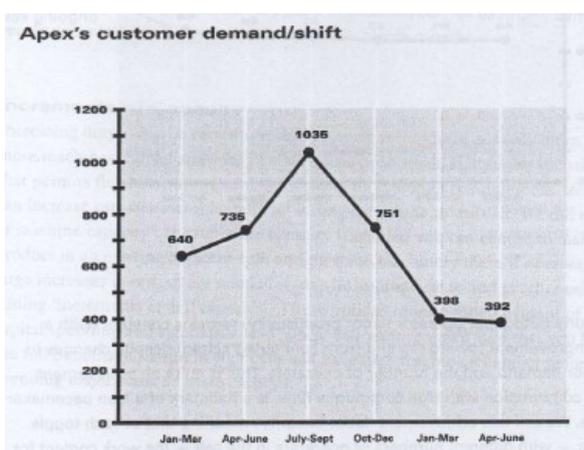


FIG-4.15

La produzione oraria per operatore (produttività del lavoro) rimane costante (con un leggero miglioramento verso la fine dal continuo kaizen) nonostante i cambiamenti nella domanda dei clienti e nel numero di operatori. Questo è un bel risultato e, in combinazione con un vero flusso continuo, è un segno distintivo di un processo di pacemaker snello. Chiamiamo questo risultato "linearità del lavoro", nel senso che ad ogni posizione di commutazione con diversi numeri di operatori nella cella il contenuto di lavoro per ogni operatore rimane molto vicino al takt time.

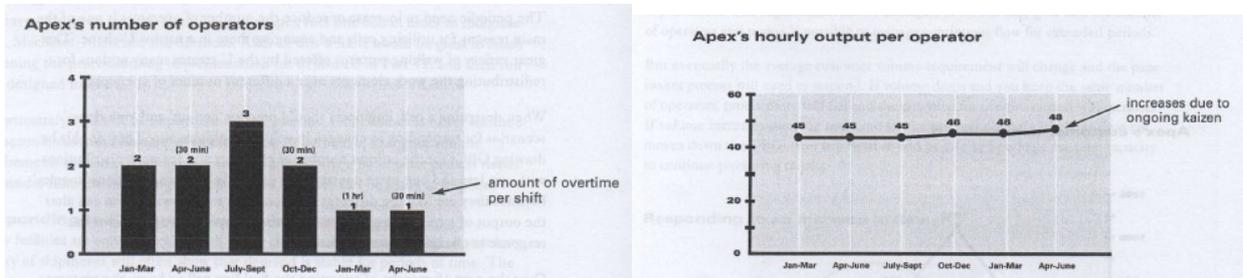


FIG-4.16 e FIG-4.17 numero di operatori della Apex e output orario per operatore

Apex ha tre opzioni per reagire ai cambiamenti nella domanda dei clienti, elencate in ordine crescente di variazione del volume:

- Assorbire le fluttuazioni quotidiane dei clienti con un supermarket di prodotti finiti.
- Eseguire un po' di straordinario ogni turno (che può essere fatto solo se c'è un intervallo di tempo tra i turni, rendendo questo difficile in tre turni di lavoro). È meglio fare un po' di straordinario piuttosto che interrompere la produzione un po' in anticipo perché la produttività dell'operatore rimane alta.
- Alterna il numero di operatori.

Questo elenco di opzioni corrisponde anche alla frequenza con cui si dovrebbe ricorrere ad esse. È meglio cercare di affrontare la variazione della domanda attraverso gli straordinari e l'uso di un supermarket di prodotti finiti. Queste due opzioni possono essere utilizzate quotidianamente. E quando si avvia una cella nuova o ridisegnata, come presto Apex, si deve cercare di mantenere il takt time ancora più a lungo, diciamo tre mesi, per dare il tempo attraverso i kaizen di migliorare il processo e sviluppare le tue routine di gestione del processo.

Implementare, sostenere, migliorare

Utilizzando l'esempio Apex come nostra guida, ora abbiamo elaborato undici domande per introdurre il flusso continuo in un processo di pacemaker. Per la nuova cella di Apex abbiamo l'obiettivo di operare con due associati di produzione. Tuttavia, il contenuto totale del lavoro per ogni operatore è ancora più del tempo necessario. Questo è normale a questo punto perché non tutti i rifiuti possono essere eliminati durante il paper kaizen. Per fare ciò dovrai lavorare sul processo effettivo in officina.

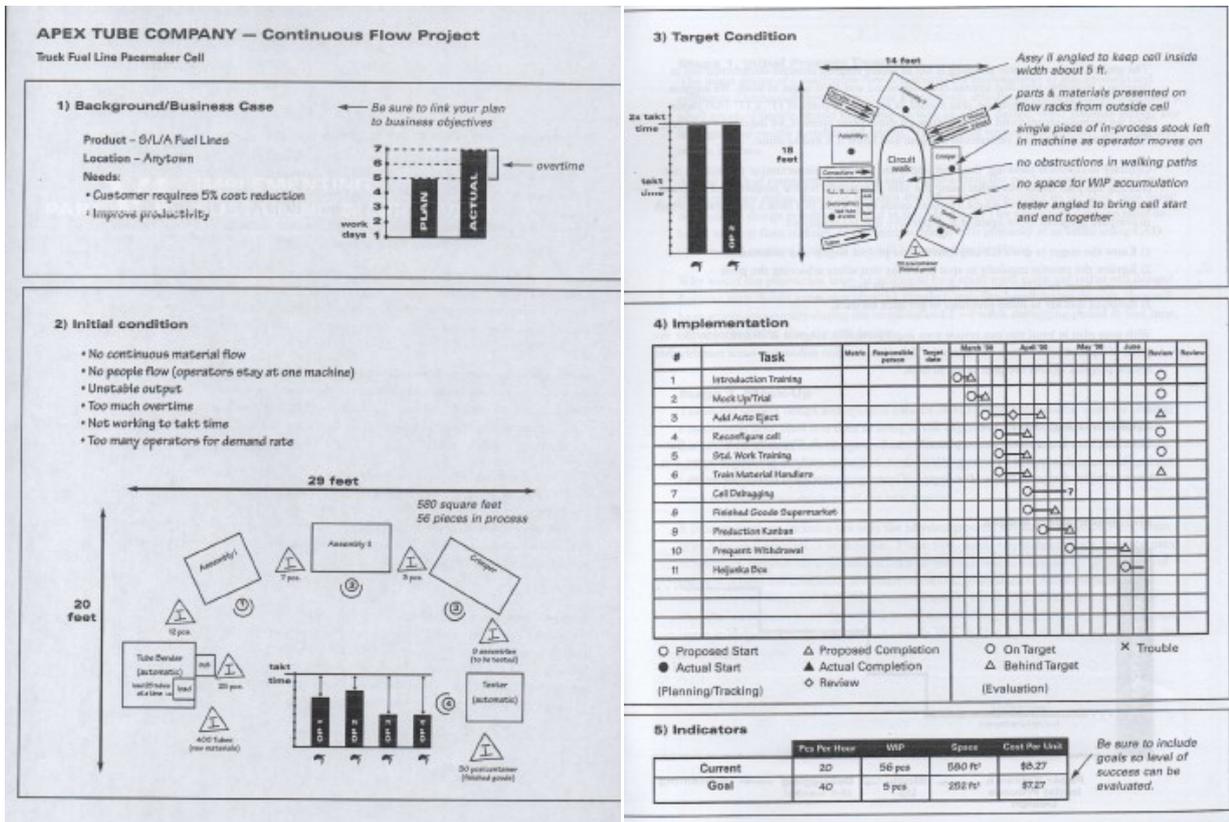
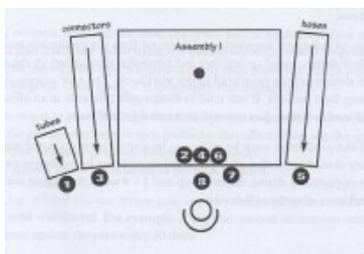


FIG-4.18 progetto per il flusso continuo

Ad esempio, un punto chiave su un Apex SWC sarebbe, dopo aver posizionato il tubo del carburante nel dispositivo, ruotarlo di 20 gradi per ottenere un buon adattamento. Un esempio di SWC per la cella della linea di alimentazione Apex è mostrato nelle pagine seguenti.



Esempi problematiche e idee per risolverle FIG-4-19, FIG-4-20 e FIG-4.21

FIG-4.19

| No. | Job Element | Time | Comments |
|---|-------------------------------------|------|-------------|
| 1 | Get bent tube | >5 | |
| 2 | Press into fixture | >4 | |
| 3 | Get connector | >4 | |
| 4 | Place & clamp | >4 | |
| 5 | Get hose | >4 | |
| 6 | Place to fixture | 1 | Rotate 20° |
| 7 | Start cycle | 1 | |
| 8 | Get finished part, attach convolute | 6 | |
| Total Time | | 20 | |
| IMPROVEMENT IDEA | | | Shift Check |
| | | | 1 2 3 |
| WORKSHEET: Team Leader _____ Supervisor _____ | | | |
| Product changes _____ Operator _____ | | | |

Example problem awareness board

| Line | Fuel Line Cell | Team Leader | | | |
|-------------------|----------------|-------------|--------------------|----------|--|
| Quantity Required | | Barb Smith | Takt Time 40 sec. | | |
| 690 | 690 | | | | |
| Time | Plan/Actual | Plan/Actual | Problems/Causes | Sign-off | |
| 6-7 | 90/90 | 90/90 | | | |
| 7-8 | 90/85 | 180/178 | tester failure | | |
| 8-9 | 90/90 | 270/266 | | | |
| 9-10 | 90/85 | 360/353 | tester failure | | |
| 10-11 | 90/90 | 450/443 | | | |
| 11-12 | 90/90 | 540/533 | | | |
| 12-1 | 90/86 | 630/619 | bad parts (valves) | | |
| 1-2 | 90/90 | 690/679 | | | |
| O.T. | 11/11 | 690/690 | (8 minutes) | | |

remember → breaks

← supervisor signs hourly

← area manager signs at lunch and end of shift

hourly cumulative

FIG-4.20 e FIG-4.21

RISULTATI DEL DEBUG DI APEX

L'obiettivo del debug di Apex è ridurre le esigenze dell'operatore da 2,2 a 2, con il caricamento dell'operatore al 95% del tempo di takt. Ciò significa ridurre l'attuale contenuto di lavoro totale di 88 secondi a circa 76 secondi. Osservando la cella durante il periodo di debug, il team è stato in grado di individuare una varietà di elementi di lavoro accidentali in cui il tempo potrebbe essere ridotto:

- Lo scivolo di carico per la piegatrice è stato spostato più vicino al processo di Assemblaggio II e il rack di flusso dei pezzi per i tubi grezzi in acciaio inossidabile è stato posizionato a destra accanto allo scivolo di carico della piegatrice. Sono stati eliminati due secondi dal tempo di caricamento.
- Lo scivolo di espulsione automatica della curvatubi è stato spostato in modo che i tubi finiti scivolino automaticamente verso la stazione di lavoro Assemblaggio I, che è la fase di lavorazione successiva. Anche questo ha eliminato due secondi.
- Con l'espulsione automatica aggiunta, gli ingegneri Apex sono stati in grado di portare avanti il loro piano per passare dal flusso inverso al circuito. Ciò significava che le tabelle di lavoro standardizzate e le tabelle di bilanciamento dell'operatore dovevano essere rifatte e il debug appropriato eseguito, per ottenere un movimento e un ritmo naturali e fluidi da parte degli operatori.
- L'operazione Assemblaggio II coinvolge la maggior parte delle parti, quindi il team ha prestato particolare attenzione alla presentazione e alla gestione delle parti qui.
- Il dispositivo Assemblaggio II è stato migliorato per ridurre il tempo di caricamento di un secondo per due dei quattro elementi caricati in questo dispositivo. Riduzione totale: due secondi.
- Assemblando prima la boccia sinistra al tubo, l'operatore potrebbe quindi afferrare la boccia destra con la mano destra e la valvola con la mano sinistra contemporaneamente. La valvola viene semplicemente fatta cadere in un punto del dispositivo. Ci sono voluti due secondi.
- Durante l'operazione di confezionamento, la scatola dei prodotti finiti è stata sollevata e inclinata verso l'operatore, riducendo il tempo di confezionamento di un secondo.

La riduzione del tempo totale per queste modifiche è stata di nove secondi, un ottimo risultato. Tuttavia, il team ha modificato nuovamente gli elementi di lavoro e ha scoperto che il tempo di percorrenza totale nel nuovo layout della cella, con la posizione dello scivolo della curvatubi già migliorata, è di sei secondi. Il contenuto di lavoro totale è $88 + 6 = 94$ secondi e l'obiettivo di debug è 76 secondi. La riduzione del tempo di nove secondi ha portato il tempo di lavoro totale a 85 secondi, ma è ancora di nove secondi di troppo.

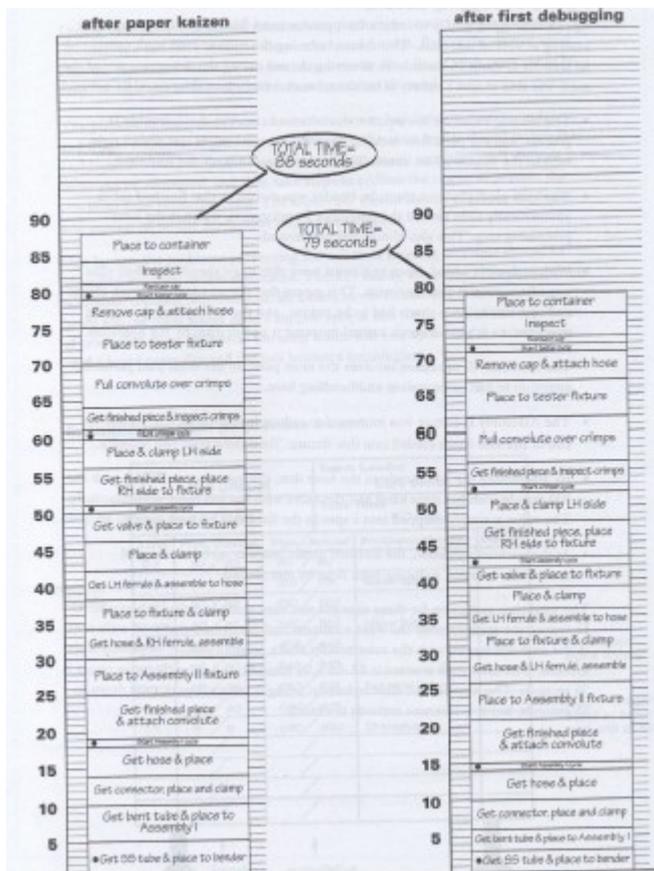


FIG-4.22 Confronto del dopo Paper Kaizen col dopo il primo Debug

Dopo aver osservato attentamente il flusso nella cella per lungo tempo, il team di Apex ha fatto una scoperta interessante. Alla piegatrice, l'operatore impiega cinque secondi per premere la linea del carburante quasi completata nell'attrezzatura per un ciclo di crimpatura semplice e veloce.

Quindi, nella fase di lavorazione successiva, l'operatore impiega cinque secondi per premere il gruppo finito nel dispositivo di prova per un ciclo di prova di pressione semplice e veloce (altri cinque secondi).

Con questi tempi di caricamento significativi e cicli macchina veloci, il team ha deciso di combinare il processo di prova nell'operazione di crimpatura, utilizzando un dispositivo invece di due. Ciò ha eliminato una fase di caricamento e altri cinque secondi di tempo per l'operatore. Questo ha anche eliminato un secondo di tempo di percorrenza, perché c'è una macchina in meno nella cella. Il team di Apex ha effettuato un rapido controllo per assicurarsi che questa modifica non aumentasse il contenuto di lavoro dell'operatore in questa stazione fino al 40% o più del totale e che il tempo di ciclo della macchina effettivo rientri comunque nel tempo takt.

La riduzione del tempo di debug totale è ora di 15 secondi, con un contenuto di lavoro totale risultante di 79 secondi. Apex farà eseguire a ciascuno dei due operatori di cella tutti questi elementi di lavoro in una distribuzione di lavoro a circuito.

Il team ha ridotto il contenuto di lavoro a un secondo al di sotto del takt time, che funziona in Apex perché l'intervallo di un'ora tra i turni consente un piccolo straordinario ogni turno. Tuttavia, un ritiro stimolato funziona meglio quando il tempo di ciclo dell'operatore è di pochi secondi inferiore al takt time. Ciò lascia spazio a variazioni minori del ciclo, singhiozzi e cambi rapidi senza sconvolgere il ritiro del ritmo all'incremento del tono.

Il team di Apex continuerà a lavorare per rimuovere almeno altri tre secondi e portare il tempo di ciclo dell'operatore al target del 95% del takt time. Alcune idee che hanno sono di automatizzare il bloccaggio delle parti nel ciclo della macchina durante l'Assemblaggio II e di utilizzare un distributore di parti che fa cadere automaticamente due ghiera nella mano dell'operatore. Entrambi sono cambiamenti tecnici che richiederanno un paio di settimane per realizzarsi.

Il team ha anche preso in considerazione il compito di estrarre la convoluta sulle tacche (cinque secondi) dalla cella e spostarla all'operatore presso l'impianto di assemblaggio del cliente che installa la linea del carburante nel veicolo. Ma hanno deciso invece di mantenere il valore aggiunto al lavoro in Apex e di capire come farlo meglio.

L'ottica lean coinvolge il progettare, introdurre e implementare completamente l'intero flusso di valore, dalla materia prima al cliente finale, (concepito per essere spedito) e pronto alla consegna, che fornisce il valore come richiesto dal cliente

Dovunque c'è un prodotto per un cliente lì c'è un flusso di valore. La sfida consiste nel vederlo.

BIBLIOGRAFIA

- **Creating continuous flow**, an action guide for managers, engineers & production associates, by **Mike Rother & Rick Harris**
- **Learning to see**, la mappatura del flusso del valore per creare valore ed eliminare i muda, di **Mike Rother** e **John Shook**