

POLITECNICO DI MILANO
FACOLTÀ DI INGEGNERIA INDUSTRIALE
CORSO DI STUDI IN INGEGNERIA MECCANICA-IMPIANTI INDUSTRIALI

Applicazione dei concetti Lean ad un reparto della Parker ITR

Relatore :

Prof. Marco Garetti

Tesi di:

Davide Cucinella

Matr. 720741

AA 2010/2011

INDICE

1 Introduzione	1
2 Descrizione azienda	3
2.1 Tubi industriali	4
2.2 Tubi idraulici	5
2.2.1 Reparto Trecciato	6
3 La storia della Lean	11
2.1 Obiettivi della lean	13
2.2 Strumenti LEAN	18
4 Descrizione progetto	51
4.1 Evento Kaizen	51
4.1.1 Takt Time	60
4.1.2 Finished Goods Strategy	62
4.1.3 FIFO	65
4.1.4 Supermarket	75
4.1.5 Single Point Schedule	88
4.1.6 EPEI	96
5 Conclusioni	97
6 Indice figure	104
7 Indice tabelle	107
8 Abstract	108
9 Bibliografia	111

1

1 Introduzione

Con questa trattazione si vuole dimostrare che, applicando gli strumenti che la LEAN fornisce, si possono migliorare le performance di un reparto produttivo. Si intende ottimizzare le scorte di materie prime, standardizzandone la gestione, creare un flusso di informazioni ideale minimizzando le quantità di semilavorati all'interno del processo produttivo.

Presso il reparto trecciato della Parker ITR di Veniano è stato iniziato un progetto focalizzato sul miglioramento delle performance globali.

La logica LEAN basa il suo successo su un processo chiamato PDCA: Plan Do Check Act (Pianifica Fai Controlla Attua). Per seguire questo percorso, la LEAN fornisce vari strumenti che permettono di centrare dei sostanziali miglioramenti nelle performance aziendali. A loro volta ognuno di questi mezzi deve seguire il medesimo processo PDCA per giungere al proprio intento.

Per affrontare un progetto LEAN è indispensabile un approccio di gruppo; questo deve essere formato da un certo numero di persone che rappresentano le funzioni aziendali compatibili con gli scopi a cui si mira. In questo caso il progetto ha toccato un po' tutto ciò che ruota intorno a un reparto produttivo: dalla parte produttiva alla schedulazione della produzione, dalla manutenzione alla parte di gestione informatica; è stato quindi necessario coinvolgere le persone di quasi tutti gli uffici dell'azienda.

Durante il progetto sono stati toccati tutti i passaggi che sono alla base della logica LEAN basata sul miglioramento continuo:

- Training alle persone coinvolte riguardo gli strumenti LEAN che sono stati utilizzati durante il progetto
- Costruzione mappatura del reparto con relativo calcolo del Lead Time
- Analisi delle priorità in base al loro peso rispetto al Lead Time
- Realizzazione attività scelte con l'obiettivo della riduzione del Lead Time
- Stesura di "standard work" focalizzati alla costruzione di un sistema produttivo basato su regole o metodi di lavoro standardizzati
- Training alle persone in merito agli standard work emessi
- Creazione di un sistema di controllo del rispetto delle nuove regole
- Implementazione dei nuovi metodi ad altre fasi produttive.

Si è cercato di intavolare ogni attività seguendo i passi appena elencati, con l'obiettivo di ricostruire la mappa verificando gli effettivi benefici dovuti all'applicazione di questo metodo.

2

2 Descrizione azienda

La Parker ITR di Veniano è l'headquarter della divisione HPDE (Hose Product Division Europe) della Parker Hannifin, leader mondiale nella produzione di tecnologie per la movimentazione e il controllo e fornitore di soluzioni di massima precisione, progettate per i mercati dei settori commerciale, mobile, industriale e aerospaziale. La divisione conta 6 stabilimenti tra Italia, Germania, Olanda e Repubblica Ceca. Fondata nel 1918 a Cleveland (Ohio) dall'ingegner Arthur Parker, Parker Hannifin oggi conta circa 55000 dipendenti in 48 paesi in tutto il mondo.



Figura 1: Logo Parker Hannifin

Lo stabilimento di Veniano copre 39425 m² di cui 31774 m² solo di produzione e conta 414 dipendenti. È diviso in due diverse Value Stream: Idraulica e Industriale. Entrambe le Value Stream producono tubi con diverse caratteristiche strutturali e quindi prestazionali.



Figura 2: Stabilimento di Veniano

2.1 Tubi industriali

I tubi industriali standard sono composti principalmente da gomma rinforzata con del filo di materiale sintetico. Nonostante offrano delle buone prestazioni le pressioni di esercizio non sono delle più elevate. A Veniano sono presenti due reparti che producono questo tipo di tubo: il reparto Long Length e il Mandrell Made.



Figura 3: esempio di un tubo industriale

Il Long Length produce grandi volumi di tubi di diametri medio-piccoli; ha un processo molto veloce infatti con un solo macchinario viene assemblato il prodotto senza la produzione di semilavorat. Una volta uscito dal ciclo, il tubo necessita solo di essere vulcanizzato, per poi essere misurato e quindi avvolto in rotoli di lunghezze variabili in base alla richiesta del cliente. I volumi produttivi di questo reparto si attestano sui 50000 metri giorno.



Figura 4: particolare di un macchinario nel reparto Long Length

Il reparto Mandrell Made produce tubi di medie-grandi dimensioni. Il tubo viene assemblato su un'anima d'acciaio; il primo passaggio del processo consiste nello stendere il sottostrato di gomma attraverso il passaggio del mandrino in una trafila. Successivamente il sottostrato, il semilavorato viene inserito in un macchinario dove possono avvenire diverse lavorazioni. In base al tipo di tubo richiesto, si possono stendere sul sottostrato tessuti gommati, spirali di filo metallico e una spirale di rame (per la conduttività elettrica). Infine, sempre la stessa macchina, applica lo strato superficiale di gomma e la benda necessaria alla vulcanizzazione. Il passaggio successivo è quindi la vulcanizzazione che precede la sbendatura, l'estrazione del mandrino e quindi il taglio e l'avvolgimento. La lunghezza massima del tubo è di 40 metri a causa dei limiti dati dai mandrini e dalle dimensioni dei capannoni. I volumi produttivi del reparto Mandrell Made si attestano invece sui 4000 m giorno.

2.2 Tubi idraulici

I tubi idraulici sono formati da due strati di gomma, uno interno e uno esterno, e da un rinforzo formato da un numero variabile di trecce o spirali di filo d'acciaio. I tubi idraulici garantiscono delle pressioni di esercizio superiori a quelli industriali. Come nel caso dei tubi industriali ci sono due reparti dedicati a quelli idraulici: lo Spiralato e il Trecciato.

Come lo dice la parola stessa, il reparto Spiralato produce tubi rinforzati da spirali di filo d'acciaio.



Figura 5: esempio di tubo spiralato

Il processo produttivo inizia con due fasi in parallelo: la bobinatura e la trafila sottostrato. La bobinatura consiste nell'avvolgere intorno ad apposite bobine delle nappe di filo d'acciaio. Per fare ciò si usano apposite macchine che, partendo da bobine di filo singolo (chiamate B60), permettono di raggruppare fino a un massimo di 4 fili sulla bobina che poi verranno caricate sulle macchine spiralatrici. La trafila sottostrato, applica, attraverso un estrusore, il primo strato di gomma che andrà a formare il tubo sopra un'anima d'acciaio. Bobine e sottostato si "uniscono" sulle macchine spiralatrici che depositano gli strati di spirali di filo d'acciaio sul sottostrato di gomma. Tra una spirale e l'altra viene inserito uno strato di gomma sottile detta foglietta che rende più omogenea la superficie di deposizione delle spirali. Terminata la spiralatura si passa alla trafila di copertura dove, appunto un altro estrusore applica lo strato di

gomma esterno del tubo. La fase successiva è la bendatura dove il tubo viene avvolto in una benda di nylon necessaria a mantenere intatta la forma del prodotto durante la vulcanizzazione. Questa è l'ultima fase prima della finitura, che consiste nell'estrazione del mandrino d'acciaio che precede la sbendatura del tubo e l'avvolgimento dello stesso.

In questo reparto viene prodotto anche un altro tipo di tubo: il trecciato rigido. Questo come ciclo produttivo è molto simile allo spiralato ma invece di spirali di filo è composto da trecce di filo. Una delle differenze tra i due processi sta nella bobinatura; infatti, questa fase non avviene all'interno del reparto spiralato. Al trecciato rigido sono state dedicate due macchine nella cella di bobinatura del reparto trecciato in quanto per questo tipo di tubo sono necessari più di 4 fili per nappa.

La lunghezza massima di un tubo spiralato è di 40 metri a causa dell'anima d'acciaio che non essendo flessibile ne limita le dimensioni. Attualmente si sta iniziando con la produzione del "Flex Spiral" che è a tutti gli effetti un tubo spiralato ma prodotto su mandrino flessibile. Questo è formato da un cavo d'acciaio flessibile ricoperto di gomma; in questo modo il limite alla lunghezza del tubo viene eliminato.

I volumi del reparto spiralato si attestano intorno agli 8000-10000 metri giorno.

2.2.1 Reparto Trecciato

Il reparto su cui si basa tutto il progetto è il Trecciato. Il tubo in questione è composto da uno strato interno ed esterno di gomma che racchiudono 1 o 2 trecce di fili d'acciaio.

La prima fase del processo riguarda la produzione del mandrino. Questo è composto di polipropilene e viene prodotto con un'apposita trafila. Per produrre un mandrino è necessario effettuare più passaggi in trafila in modo da aumentarne il diametro gradualmente. Questo metodo garantisce una perfetta cilindricità del mandrino che è necessario per avere un livello qualitativo ottimale del prodotto finale. Il mandrino in polipropilene è riutilizzabile più volte per la produzione del tubo fino a un massimo di 5 volte.

Il secondo passo è rappresentato dalla bobinatura e dalla trafila sottostrato.

La cella di bobinatura è composta da 24 macchine che non sono tutte simili tra loro. Ogni macchina presenta nella parte posteriore un certo numero di cantre; le

cantre sono le postazioni dove vengono inserite le bobine (chiamate B60) formate da un filo unico di filo d'acciaio. Il numero di cantre può cambiare da macchina a macchina; 21 macchine ne hanno 12, 2 ne hanno 24 e 1 18. La maggior parte delle strutture di tubo richiedono delle nappe di filo che varia da 4 a 12 fili mentre un numero molto minore di strutture necessitano di nappe formate da 12 a 24 fili. I fili vengono fatti passare attraverso una serie di rinvii per poi essere inseriti in un pettine che li tiene distanziati l'uno dall'altro per evitare degli intrecci tra i fili stessi. Infine i fili vengono fatti passare sul cabestano per poi essere infilati nel guidafili che permette una deposizione omogenea della nappa sulla bobina. Nella parte anteriore invece c'è la postazione di lavoro dell'operatore che deve caricare una alla volta le bobine da lavorare e settare la macchina. Ci sono due tipi diversi di bobine: le A2 e le RB2. Ci sono bobinatrici che sono predisposte principalmente nel produrre una tipologia rispetto all'altra. Questo è comunque un discorso che verrà ripreso in dettaglio più avanti.

Il reparto trecciato è fornito di due trafilere per la produzione del sottostrato. Il mandrino viene fatto passare attraverso a un estrusore che stende il primo strato di gomma. Ogni tubo ha una sua specifica che riporta il tipo di mescola da utilizzare e lo spessore dello strato. Il processo è controllato da un sistema a raggi X che verifica lo spessore e l'eventuale ovalizzazione della gomma.

Completati i carrelli con le bobine di filo d'acciaio e completata la bobina di sottostrato, questi vengono portati nella fase di trecciatura, il cuore del reparto. In questo reparto ci sono 35 trecciatrici di due case costruttrici differenti: De Angeli e Magnatech (RB2). Le prime sono più numerose (21) ma sono più datate e garantiscono una velocità di trecciatura che è la metà rispetto a quella delle RB2. Su entrambi i tipi di macchine vengono caricate le bobine di filo d'acciaio su apposite postazioni, chiamate fusi, che a loro volta sono applicate alle cosiddette teste delle macchine. Queste "teste" possono essere una o due per macchina e possono essere provviste da un minimo di 20 a un massimo di 36 fusi. Tuttavia le macchine presentano anche due tipologie di lavorazione completamente diversa. Le De Angeli hanno sulla testa dei fusi su cui sono montate le bobine; i fusi girando relativamente tra l'uno e l'altro creano una treccia perfetta sul sottostrato. Invece i fusi delle RB2 sono bloccati sulla "testa" della macchina; infatti è proprio la testa che ruotando forma la treccia di filo.



Figura 6: Macchina RB2 (a sinistra) e macchina De Angeli (a destra)

Le RB2 garantiscono maggior produttività e minor scarto di produzione: l'obiettivo del futuro sarà quello di sostituire le De Angeli con le RB2. Come già detto, la trecciatura è il cuore del reparto: infatti la produzione viene schedata proprio in questa fase. Il pianificatore del reparto decide, in base alle date di consegna da rispettare e all'ottimizzazione dei set up delle macchine, quali tracciatrici fanno determinate strutture. Tutto ciò che è a monte della trecciatura (bobinatura e trafilatura sottostrato) viene richiamato dalla stessa trecciatura con richieste cartacee dette proposte. La lavorazione in questa fase ha una grande variabilità in termini di tempo: in base alla struttura e alla macchina si ha un range di lavorazione che va dalle 2.5 ore alle 55 ore. Questo è dovuto al fatto che si hanno circa 70 strutture diverse di tubo ognuna con una tipologia di filo diversa (può cambiare il tipo di filo o il numero di fili) o un diametro diverso; essendo depositata la treccia con un passo ben preciso ed essendo i giri della macchina standard, diametri diversi significa tempi di processo differenti. Inoltre più grande è il tubo e meno se ne può produrre per batch. Quindi i tubi grandi hanno batch piccoli e velocità di produzione elevate contrariamente ai diametri piccoli; è per questo motivo che si hanno queste differenze di tempo di ciclo. Un'altra questione riguarda i set up: queste macchine richiedono dei tempi di attrezzaggio abbastanza lunghi relativamente ad alcune lavorazioni: infatti se si deve trecciare un diametro di 25mm con due trecce, che richiede dei tempi di lavorazione di circa 3 ore per completare il batch, i tempi di caricamento macchina vanno dall'ora e mezza alle 2

ore; inoltre se oltre al carico macchina si cambia anche struttura di tubo, va aggiunta un'altra ora per cambio ingranaggi e molle per il tensionamento del filo.

Completata la fase di trecciatura il tubo è pronto per essere coperto con il secondo strato di gomma: è in questa fase che il tubo passa da essere una struttura a un codice prodotto. Inoltre a questo livello avviene una separazione di flussi di prodotto. In reparto sono presenti due diversi estrusori: uno per il tubo standard (quello che poi verrà bendato) e un altro, che in serie ha, a sue volta, un altro estrusore per il polipropilene che crea una copertura (chiamata white lead) sulla gomma con la funzione di proteggere il tubo durante la vulcanizzazione. Il tubo prodotto su questa linea quindi salta la fase successiva: la bendatura.

La fase a valle della copertura è la bendatura. Qui il tubo viene bendato e "bandellato". La bendatura è necessaria per vulcanizzare il tubo, quindi per mantenerlo nella sua forma durante la cottura. La bandella invece serve come identificativo; infatti la bandella riporta le caratteristiche del tubo: nome tubo, diametro, pressione massima raggiungibile e qualsiasi altra informazione o scritta o colore in base alle richieste del cliente. Per il tubo con la copertura in polipropilene la bandella viene applicata durante il passaggio in trafila.

Il tubo bendato viene messo in caldaia per essere vulcanizzato: questa è l'ultima fase di produzione del tubo. Inoltre durante la vulcanizzazione la bandella aderisce definitivamente allo strato di gomma superficiale.

Il tubo bendato viene quindi sbendato e il tubo "white lead" viene "strippato" per poi passare alla fase di finitura. Durante la finitura vengono effettuate due diverse attività: l'estrazione del mandrino e il taglio del tubo delle lunghezze desiderate dal cliente. Innanzitutto l'operatore inserisce la "testa" del tubo in una morsa e inserisce l'altro capo del tubo in una pompa; la pompa inietta acqua ad una pressione abbastanza elevata da distaccare il mandrino dal tubo in modo da spingerlo fuori. Una volta estratto il mandrino il tubo viene avvolto in rotoli di lunghezze prefissate o di lunghezze stabilite dal cliente. I rotoli così finiti vengono inseriti in scatoloni di varie dimensioni in base alle dimensioni del tubo; una volta riempito lo scatolone l'operatore stampa il "*packing list*" dove sono segnati i codici del tubo, il cliente, le lunghezze di ogni rotolo e il numero d'ordine. Infine l'operatore mette la scatola piena fuori dalla propria postazione in modo che possa essere ritirata dagli addetti alle spedizioni.

La fase finale è proprio quella di spedizione; l'operatore prende lo scatolone e lo pone sulla bilancia, poi controlla che il contenuto corrisponda a quanto riportato sul "*packing list*", quindi chiude lo scatolone, lo registra e lo mette nell'area spedizione dove viene o preso in carico dal magazzino o spedito direttamente.

3

3 La storia della Lean

Il precursore della Lean Production fu Frederick Winslow Taylor da cui deriva il termine *Taylorismo*. Taylor pensava che studiando il lavoro e facendo cooperare la dirigenza e gli operai specializzati, fosse possibile ottenere dei vantaggi sia per quanto riguarda il processo produttivo che per la gestione dello stesso. La sua ipotesi consisteva nel supporre l'esistenza di un solo metodo con cui compiere una certa operazione. Taylor inizialmente si concentrò sulla produzione, studiando i singoli movimenti degli operatori, determinandone il tempo necessario e cercando un nuovo metodo più veloce ed efficiente eliminando tutti gli spostamenti e le operazioni inutili. Tuttavia il metodo di Taylor venne criticato a causa della sua eccessiva analiticità e scarsa sinteticità, in quanto guardava poco al coordinamento delle attività tra gli operai. Le sue idee vennero comunque utilizzate da Henry Ford nel *fordismo*. Con il termine *fordismo* si indica una forma di produzione basata principalmente sull'utilizzo della tecnologia della catena di montaggio al fine di incrementare la produttività. Questo processo consisteva nel ridurre operazioni complesse a compiti più piccoli e semplici da far svolgere anche a lavoratori non necessariamente specializzati. L'innovazione maggiore introdotta da Ford fu la catena di montaggio nel 1913 che ridusse drasticamente il tempo di assemblaggio di una automobile da 20 ore a 1.5 ore. Questo comportò un aumento della produzione e una grande riduzione dei costi di produzione che rese il prodotto più accessibile al pubblico; fu così che nacque la produzione di massa.

Lo step successivo avvenne in Giappone dove, nei primi anni 30, Sakichi Toyoda introdusse, nella sua fabbrica tessile, il primo sistema automatico che arrestava la macchina in caso di rottura di un filo.

Successivamente Kiichiro Toyoda, il fondatore di Toyota, produsse la sua prima automobile ma si accorse che nel suo processo produttivo persistevano troppi problemi. Decise quindi, che ogni qualvolta si presentasse un livello qualitativo inferiore al suo standard, di fermare la linea e studiare una soluzione al problema. Nel 1936 quando la Toyota firmò il suo primo contratto per fornire camion al governo Giapponese, trovò altri problemi nel processo produttivo, quindi decise di creare i *Kaizen Teams*.

Nel dopo guerra il livello di domanda era molto basso e la produzione di massa non aveva molto senso. Negli anni '50 una delegazione della Toyota, capeggiata dal giovane ingegnere Taiichi Ohno, si recò negli USA per visitare gli stabilimenti della Ford a Michigan. Nonostante la Ford all'epoca fosse leader mondiale nella produzione di automobili, i giapponesi trovarono molti punti di inefficienza nel processo produttivo. Rimasero soprattutto impressionati dalla quantità di materiale stoccato in giro per lo stabilimento, da come i reparti avevano un carico di lavoro sbilanciato e dalla grande quantità di rilavorazioni che i prodotti necessitavano a fine processo. Abbastanza delusi dalla visita presso gli stabilimenti Ford, successivamente i giapponesi visitarono il supermercato Piggly Wiggly dove rimasero colpiti da come venivano riordinati e ristoccati i prodotti ogni volta che il cliente li comprava. Taiichi Ohno quindi ripropose il metodo applicato da Piggly Wiggly nella fabbrica Toyota riducendo gli inventari dando agli operai la quantità di materiale necessario a coprire solo un piccolo periodo di tempo di produzione.



Figura 7: Taiichi Ohno

Inoltre, vista la situazione economica in cui versava il Giappone nel dopoguerra, si resero conto che la quantità di pezzi da produrre non si doveva basare su dei target prefissati di produzione, bensì sull'attuale livello di domanda; infatti la sovrapproduzione era assolutamente da evitare, quindi venne introdotto il concetto di *pull*, cioè produzione "tirata" dal cliente. Fu così che nacque il *Toyota Production System*. Il TPS è stato sviluppato quindi tra gli anni '50 e gli anni '70 ma ancora oggi è un concetto in continua evoluzione. Nel 1973 l'economia mondiale e giapponese fu colpita dalla crisi del petrolio che ne causò il collasso; tuttavia in questo periodo la Toyota continuò a crescere e guadagnare; questo portò molte aziende ad avvicinarsi alla filosofia della Toyota. L'industria dell'automobile americana ci mise un po' ad avvicinarsi a questo metodo di lavoro. Solo negli anni novanta dopo un'analisi riguardante gli stabilimenti di

assemblaggio auto americani europei e giapponesi; quest'analisi evidenziò i risultati raggiunti da Toyota e l'enorme divario tra la qualità e la produttività dei giapponesi rispetto agli americani. Fu in questo periodo che fu coniato il termine *Lean Manufacturing* ovvero produzione snella in quanto Toyota stava facendo di più con tutto di meno (spazio, persone, capitali, magazzini). I concetti Lean si sono dimostrati superiori rispetto alla produzione di massa e oggi la maggior parte delle grandi aziende (anche non nel mondo automotive) si stanno adeguando. Toyota ogni anno chiude con un profitto pari a quello di GM, Chrysler e Ford messe insieme; dal 2007 ha eguagliato i volumi di vendita di GM ma con un profitto netto di 8 volte maggiore. Lo sviluppo di un nuovo prodotto in Toyota richiede 12 mesi contro una media dei suoi concorrenti di 24-36 mesi. Oggi Toyota è senza dubbio l'azienda di riferimento per quanto riguarda l'applicazione dei concetti Lean, un esempio che molti cercano di imitare.

2.1 Obiettivi della lean

L'obiettivo principale del Lean è quello di realizzare un processo capace di produrre solo le quantità necessarie richieste dal cliente eliminando tutti i possibili sprechi.

I cinque principi guida su cui si basa la filosofia Lean sono:

- Stabilire il valore dal punto di vista del cliente
- Definire il flusso di valore (*value stream*)
- Produrre in modo che il materiale passi da una fase all'altra del processo con un flusso continuo senza interruzioni
- Avere il processo produttivo "tirato" dal cliente; l'obiettivo è non produrre ciò che non è necessario
- Perseguire la perfezione

Come detto in precedenza l'unico modo per avere un sistema veramente Lean è l'eliminazione degli sprechi. Lo spreco è tutto ciò oltre la quantità minima di attrezzature, materiali, spazio, e tempo necessari per aggiungere valore ad un prodotto o servizio.

In particolare gli sprechi sono 7:

- **Movimentazioni**

La movimentazione del prodotto non costituisce "valore aggiunto" per il cliente finale.

Apparentemente la movimentazione potrebbe apparire la stessa cosa del trasporto ma in questo caso si parla di movimentazione all'interno del ciclo di lavorazione.

In altri termini si fa riferimento al trasporto quando si tratta del trasferimento di un pezzo/materiale da un'area (work station, reparto, linea) ad un'altra; invece si parla di

movimentazione quando tale trasferimento avviene all'interno del medesimo ciclo di lavorazione in una postazione definita.

Rientrano quindi in questa categoria tutti i movimenti e spostamenti eseguiti ad esempio sia dall'operatore sia dal prodotto in un ciclo di lavorazione.

Detto questo si può perciò affermare che questo potrebbe essere un compito specifico da affidare ad un dipartimento (qualora esista) di Industrial Engineering o ad un ufficio Tempi e Metodi.

Obiettivo di questa analisi è ovviamente minimizzare le movimentazioni necessarie (uomo, macchina, prodotto) all'interno del ciclo di lavorazione, in taluni casi ottenendo anche un miglioramento di produttività.

- **Attese da parte di operatori e/o macchine**

Costituiscono spreco tutti i tempi di attesa "non strettamente necessari" al ciclo di fabbricazione del prodotto; in pratica si tratta della differenza fra il tempo totale di attraversamento (Lead Time) del flusso produttivo di un bene/servizio e il suo "tempo di fabbricazione" (somma di tutti i tempi ciclo "vivi", necessari per il processo tecnologico).

Fra le cause più comuni:

- errori di sincronizzazione delle fasi dei processi (lavorazioni)
- ritardo di arrivo dei materiali
- code improvvisate
- ritardi dovuti a guasti degli impianti
- mancanza operatore
- attese per attrezzaggio macchina

Molto spesso questi tempi di attesa nascondono vari aspetti, talvolta interagenti, ad esempio:

- errori di progettazione delle linee o del prodotto
- mancanza di addestramento adeguato
- mancanza di controllo

Rimuovere tutte le cause che provocano ritardi e attese lungo può essere talvolta difficile e in alcuni casi molto costoso; tuttavia va considerato che ogni unità di prodotto "ferma" nel ciclo produttivo equivale ad un valore immobilizzato che spesso genera inefficienza del processo. Ad esempio: operatori o impianti attivi ma sostanzialmente "non operativi" non sono saturati nella loro potenzialità e quindi causano ulteriori costi (talvolta neppure facilmente quantificabili).

In conclusione deve essere fatta una attenta valutazione dei tempi di attesa dei prodotti/materiali, ove possibile tradotta in "costi" e, in virtù del risultato, definire la migliore strategia "possibile" per eliminare o quantomeno ridurre tutti i ritardi.

Non bisogna dimenticare che nell'ottica del cliente finale questi "tempi di attesa" impattano direttamente sul "tempo di consegna" del bene/servizio

- **Giacenze a magazzino**

La presenza di pezzi/materiali nel processo genera, come già ricordato, una quantità di "valore intrappolato" nel processo, proporzionale alla numerosità dei pezzi stessi e funzione dello stato di avanzamento nel flusso produttivo.

Deve quindi essere considerata attentamente l'opportunità di ridurre al minimo possibile la scorta dei materiali e dei pezzi (WIP) fra una fase e la successiva del processo per minimizzare il "capitale fermo".

Anche in questo caso le difficoltà non mancano, soprattutto organizzative, che talvolta coinvolgono anche enti esterni; ad esempio è possibile che si debba ri-discutere con un fornitore la quantità minima di un dato materiale da consegnare.

In questo caso però tutto il "capitale" non "intrappolato nel processo" e quindi "liberato" possa essere disponibile per altri usi o per ridurre i costi con benefici per tutti: azionisti, dipendenti e il cliente finale che potrebbe avere una riduzione di prezzo.

- **Carenze nei processi produttivi**

Un'ulteriore forma di sprechi che si può ritenere "intrinseca" al processo di fabbricazione; rientrano in questa categoria tutte le inefficienze che provocano:

- Rallentamenti del flusso produttivo: code, ritardi, ecc.
- Difettosità o scarto sul prodotto
- Incremento di costi
- Variabilità e instabilità dei risultati

Le cui cause più comuni possono essere:

- Inefficienze organizzative:
 1. Mancanza o indisponibilità di risorsa (operatore, macchina)
 2. Carenza o mancanza di formazione adeguata per gli addetti
 3. Carenza o mancanza di informazioni essenziali
 4. Carenza o mancanza di Leadership

- 5. Eccessiva complessità del processo decisionale
- 6. Procedure operative (SOP) carenti, mancanti o imprecise
- Bassa performance degli impianti: guasti frequenti, carenze manutentive, impianti inadeguati o obsoleti, ecc.
- Eccessiva variabilità dei parametri di processo: variabili critiche e parametri di processo non "in-controllo".
- Eccessiva variabilità dei materiali: materiali e materie prime non stabili (fuori tolleranza ammessa).
- Attrezzature o strumenti inadeguati o di difficile utilizzo

Queste sono soltanto alcune delle cause possibili, ve ne potrebbero essere molte altre legate alla peculiarità e specificità di ogni processo produttivo.

In conclusione è di fondamentale importanza il costante monitoraggio, analisi e miglioramento del processo per garantirne la stabilità e la ripetitività nel tempo.

- **Trasporti:**

Sono tutte le operazioni di trasporto da un posto ad un altro, da un reparto ad un altro, che indubbiamente hanno un costo soprattutto in termini di risorse ma non solo; talvolta generano scarti legati alle operazioni di movimentazione stessa (che a tutti gli effetti è una lavorazione aggiuntiva).

Abitualmente vi sono due aspetti da investigare e su cui intervenire :

- Analizzare la causa (motivo) per cui è necessario il trasporto, eliminando o riducendo i vincoli che rendono necessario il trasporto stesso (ad esempio: modificando il lay-out della linea).
- Analizzare e migliorare (ottimizzare) il metodo del trasporto, in termini di:
 1. Frequenza
 2. Distanza da percorrere
 3. Tempo necessario
 4. Attrezzatura disponibile
 5. Procedura operativa

L'obiettivo prioritario è l'eliminazione di tutti i trasporti ma talvolta potrebbero esserci impedimenti insormontabili come: essere oltremisura costoso, avere vincoli "fisici" (ad esempio: muri) o altro.

- **Scarti:**

Chiunque abbia operato su una linea di produzione ha dimestichezza con il termine "scarto" inteso come la realizzazione di un pezzo non-conforme alle specifiche e in alcuni casi il rigetto da parte del cliente finale.

Ciò che spesso sfugge all'analisi è la valorizzazione economica di tutte le ri-lavorazioni dei pezzi lungo il processo causate da difettosità generate dal processo, ritenute talvolta normali e/o inevitabili.

Nella filosofia Lean viene ritenuto spreco la realizzazione di un pezzo difettoso sia esso scarto o che necessiti di lavorazioni aggiuntive (o ri-lavorazioni) rispetto allo standard.

Nella realtà non sempre è semplice individuare e risolvere tutti i problemi che possono dare luogo a scarti e pezzi difettosi; tuttavia è innegabile che scarti, lavorazioni aggiuntive e rilavorazioni costituiscano una parte rilevante nella struttura dei costi e quindi una ghiotta opportunità.

Deve essere analizzato a 360° il pezzo da produrre, coinvolgendo, se necessario, anche enti esterni alla produzione con lo scopo di minimizzare le opportunità di difetto "intrinseche" al pezzo.

Non va inoltre dimenticato infine il cliente finale che in questo caso potrebbe essere direttamente coinvolto, ricevendo pezzi non conformi e quindi provocando ritorni dal mercato.

In conclusione: deve essere posta la necessaria attenzione ai pezzi non conformi siano essi difettosi, scarti o rilavorabili provenienti sia dall'interno (produzione) sia dall'esterno (mercato); tali pezzi andranno accuratamente analizzati per individuarne ed eliminarne le cause che li hanno generati.

- **Sovraproduzione:**

Questo metodo di produzione è tipico soprattutto della produzione tradizionale a lotti, ove la quantità di pezzi da produrre viene definita e pianificata secondo una logica a-sincrona rispetto agli ordini ricevuti dai clienti finali e spesso comporta, al netto del venduto, la rimanenza (e lo stoccaggio) di una quantità variabile di prodotti finiti (o semilavorati).

Nella logica Lean questo costituisce uno spreco, un aggravio di costi (il valore del prodotto invenduto) e lo stoccaggio di una quantità di prodotti non richiesti con il conseguente spreco di spazio.

E' quindi auspicabile produrre solo il necessario evitando di sprecare risorse e materiali per realizzare prodotto per i magazzini.

Naturalmente questo è un presupposto teorico e non sempre realizzabile nella pratica; produrre con piccoli lotti presuppone importanti investimenti in infrastrutture e organizzazione per orientare la produzione (e tutti gli attori che interagiscono con essa) alla massima flessibilità.

I principali presupposti irrinunciabili per il funzionamento di questo sono:

- Pianificazione della produzione: è fondamentale che venga calcolato in modo preciso la quantità di prodotti da realizzare in funzione degli ordini ricevuti tenendo in debito conto le variabili dei processi di produzione.
- Flessibilità dei processi: tutti i processi devono essere progettati e realizzati per consentire la massima flessibilità operativa in termini di: impianti, operatori, codici, riducendo al minimo i tempi "morti" di cambio lavoro (ad esempio con l'utilizzo di tecniche SMED)
- Controllo e stabilità dei processi: i risultati di tutte le fasi dei processi devono essere conosciuti, ripetitivi e stabili nel tempo.
- Efficienza dell'organizzazione: massima efficienza organizzativa in termini di gestione delle risorse umane, gestione dei processi/materiali a supporto della produzione.

Alla luce dei concetti sopra citati appare evidente che fra tutti gli sprechi questo è probabilmente quello più difficile da eliminare o comunque da ottimizzare perchè presuppone una serie di interventi strutturali sull'organizzazione, sulle linee produttive, possibile solo con il coinvolgimento e la sponsorizzazione dei massimi vertici aziendali. La sovrapproduzione è anche il peggiore degli sprechi; questo perché producendo di più aumentano di conseguenza anche tutti gli altri sprechi (scorte, WIP, scarti, trasporti,...)

Tornando al cliente finale non sarà certamente disponibile a sborsare un euro in più per coprire il valore dei nostri pezzi invenduti. Però ai manager farà certamente piacere sapere che parte del "valore immobilizzato" può essere convertito in maggiore profitto per l'azienda stessa.

2.2 Strumenti LEAN

Per raggiungere l'obiettivo di eliminare gli sprechi appena descritti, la Lean utilizza degli strumenti che sono riassunti nella "Casa della Lean":

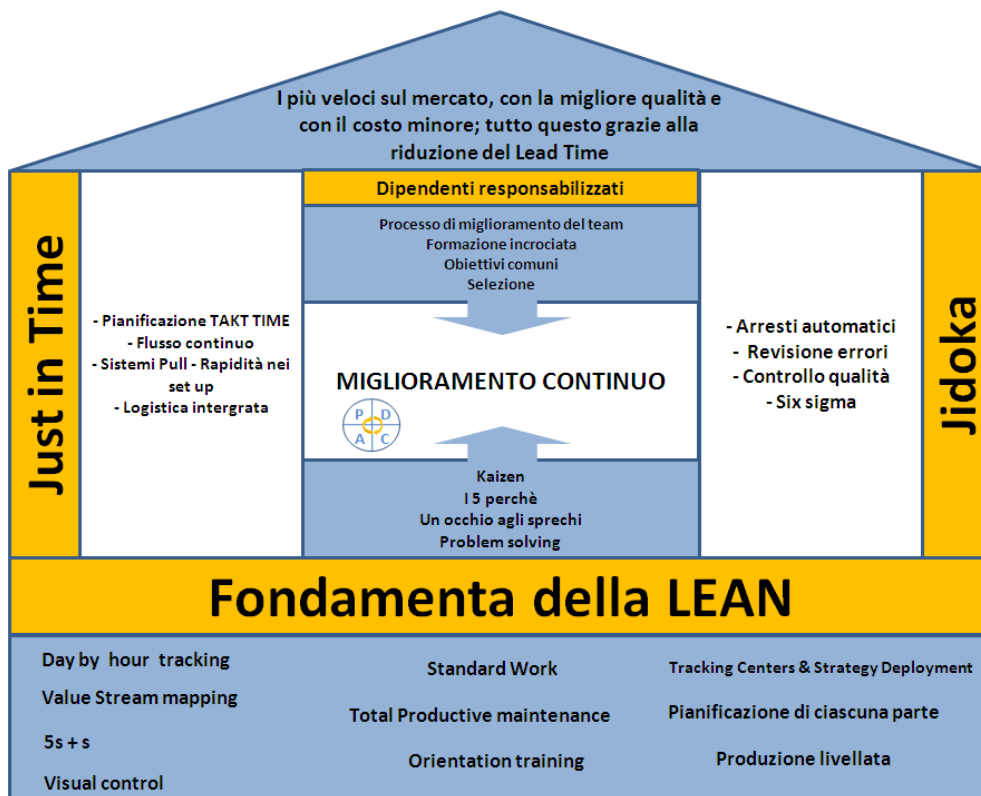


Figura 8: La casa della Lean

Nella “casa della Lean” sono elencati molti strumenti che, se ben applicati, aiutano al raggiungimento dell’obiettivo finale che è rappresentato dalla tetto della casa: essere i più veloci sul mercato, con la migliore qualità e al costo minore. Le fondamenta della casa contengono molti strumenti utili; tra questi i più importanti sono:

- **5 S + Sicurezza:** lo scopo è fornire un sistema continuo e auto-regolato che diffonda una disciplina per creare, mantenere e migliorare un ambiente di lavoro pulito, ordinato, organizzato e sicuro. Si pensa che più l’ambiente è pulito e confortevole, di conseguenza migliore sarà la qualità e la sicurezza dell’operatore
 - Prima S: Seiri. Questo termine giapponese significa separare, inteso come dividere le cose necessarie da quelle non necessarie all’attività che si sta svolgendo. Rimuovendo ciò che è superfluo alla fase si riesce a vedere meglio il processo senza essere distratti dalla confusione dovuta a cumuli di materiale, scarti e utensili. In questo modo osservando bene il processo è anche più facile rendersi conto dove è possibile mettere mano per portare un miglioramento. Associata a questa “prima S” c’è una procedura chiamata “cartellino rosso”. L’operatore applica un cartellino rosso ad ogni oggetto a lui non necessario con indicata la data e l’area da cui arriva l’oggetto. Successivamente questo viene spostato in una zona dedicata alle attrezzature scartate dove vengono

analizzate e in seguito viene valutato se possano avere un altro utilizzo in qualche altro processo. In caso non venga trovato un impiego alternativo, l'oggetto viene buttato.

- Seconda S: Seton. Questo termine giapponese significa mettere in ordine. In pratica

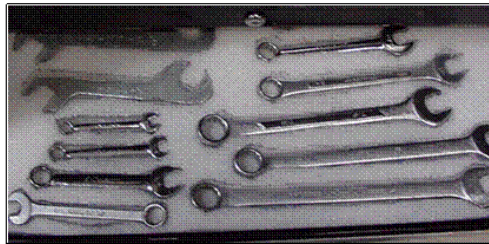


Figura 9: Esempi di buona applicazione della seconda S

consiste nell'aver le cose giuste al posto giusto trovandole velocemente, quindi rese ben visibili all'operatore. L'obiettivo è quindi quello di ridurre il tempo di ricerca degli utensili necessari alla lavorazione avendoli sempre a portata di mano

- Terza S: Seiso. Questo termine significa pulire cioè eliminare la sporcizia, i rifiuti, verniciare macchine e muri. Se si pulisce la propria area di lavoro, è meno probabile essere disturbati dalla sporcizia e le persone iniziano ad apprezzare e rispettare la propria postazione. Inoltre se l'area vicino ai macchinari è ben pulita, è anche più facile rendersi conto di eventuali perdite d'olio della macchina stessa, cosa impossibile in un ambiente sporco.

- Quarta S: Seiketsu. Questo termine significa standardizzare, nel senso di replicare la procedura delle prime “3 S” a tutte le altre aree dell’azienda. In pratica consiste nell’utilizzare gli strumenti per addestrare, monitorare, controllare il processo.

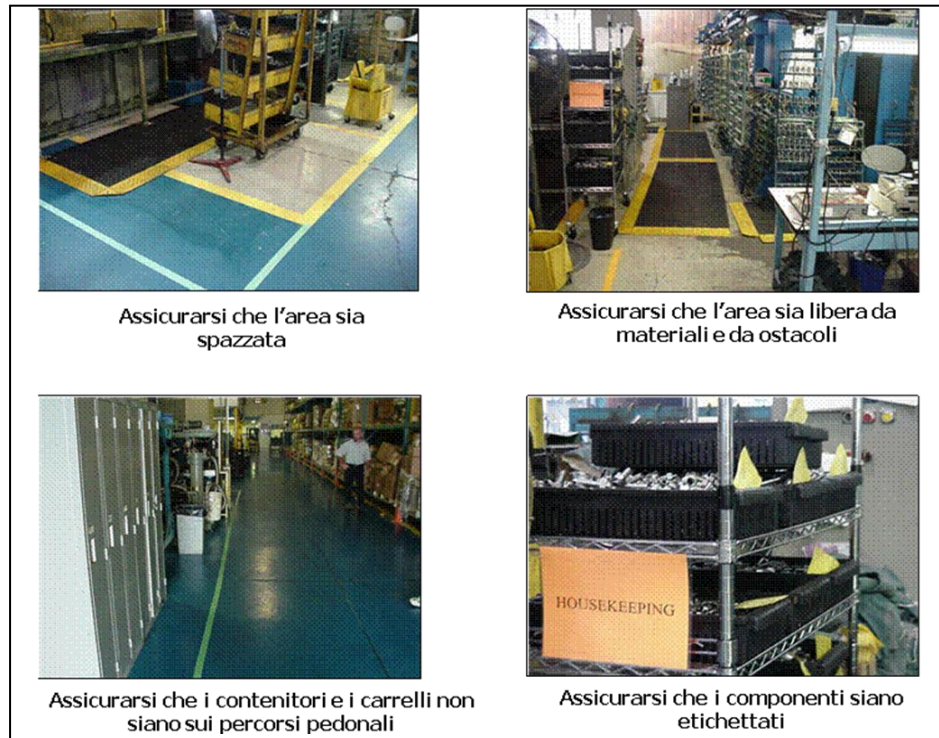


Figura 10: esempi per il controllo del processo

- Quinta S: Shitsuke. Questo termine significa mantenere, cioè ci si concentra nel rendere permanente nella cultura aziendale i principi delle prime 4 S
- Sesta S: Sicurezza. Questa “S” non rientra in questo capitolo del Lean production. Tuttavia Parker Hannifin l’ha aggiunta alle altre 5 in quanto far lavorare i propri dipendenti in un ambiente sicuro è il primo obiettivo

dell'azienda



Scivoloso



Mal di schiena



Affaticamento



Urti o danni alla schiena

Figura 11: esempio di situazioni di rischio possibile di infortunio

Oltre alla sicurezza sul lavoro si tiene conto anche dell'ergonomia delle postazioni di lavoro. Infatti molti infortuni possono essere causati da movimenti ripetitivi che a lungo andare possono essere debilitanti per il fisico. L'ergonomia è relativa a forza, ripetitività e durata. Per quanto riguarda la forza bisogna ridurre al minimo le attività in cui si deve effettuare uno sforzo fisico, migliorando lo spostamento dei materiali utilizzando strumenti adeguati. Parlando di posizione, bisogna evitare di sollevare oggetti e trasportarli sforzando la schiena, quindi piegando le ginocchia e evitando di trasportare oggetti con le braccia tese. Infine per quanto riguarda la durata si deve ridurre al minimo la ripetibilità delle operazioni critiche in modo da non applicare sempre lo stesso tipo di forza per un lungo periodo di tempo. Ad esempio tutti possono usare una tastiera per poco tempo ma se lo si fa per 8 ore se non si è abituati si potrebbe sentire dolore alle dita.

- **TPM (Total Productive Maintenance):** la TPM è uno strumento creato per migliorare la produttività cercando di rendere il processo più affidabile e con meno sprechi. Gli obiettivi della TPM sono sostanzialmente tre: zero difetti nei prodotti, zero fermate non pianificate dei macchinari, zero incidenti. Attraverso la TPM il singolo operatore viene addestrato per fare da sé i semplici interventi manutentivi sul suo macchinario. Questo perché un macchinario lungo la sua vita utile subisce due differenti tipologie di deterioramento; il primo, quello naturale, non

è altro che l'usura dovuta al tempo che, nonostante un'accurata manutenzione, farà sentire il suo peso sulla macchina. Il secondo, quello indotto, riguarda un'usura eccessiva dovuta all'incuria umana che non ha pulito, ispezionato e lubrificato adeguatamente la macchina nel corso degli anni. Per capire dove applicare la TPM è necessaria una raccolta dati preventiva relativa ai fermi macchina e alle loro cause. Queste possono essere molteplici; ad esempio: set up, piccole fermate, rallentamenti, scarti, rilavorazioni. Una volta raccolti i dati, si passa a calcolare due coefficienti che misurano l'efficienza della macchina. Uno è l'OA (*Operational Availability*) che rapporta il tempo operativo con il tempo totale di disponibilità. L'altro è l'OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) che è il risultato del prodotto tra quattro percentuali: percentuale di fermate pianificate, percentuale di tempo perso per rotture e riparazioni macchinario, percentuale di rallentamenti o piccole interruzioni e percentuale di tempo perso per rilavorazioni o produzione di scarti. Una volta calcolati questi indicatori si può passare all'implementazione della TPM. Innanzitutto bisogna identificare un team di lavoro coinvolgendo persone adeguate alla lavorazione che si sta andando ad analizzare (operatori, manutenzione, progettisti, qualità,...). Successivamente si passa alla pulizia del macchinario ristabilendo le condizioni iniziali della macchina.



Una volta pulita la macchina si stendono gli "Standard Work" relativi alle operazioni da effettuare sul macchinario :

- Procedure di avviamento e spegnimento
- Conduzione della macchina
- Standardizzazione dei Set up

- Informazioni di sicurezza
- Operazioni di corretto bloccaggio delle parti mobili

Determinare quindi le attività necessarie alla manutenzione in base alle specifiche del costruttore e all'esperienza. Infine si stabilisce quali sono le operazioni affidate regolarmente all'operatore e quali alla manutenzione straordinaria effettuata direttamente dagli operatori della manutenzione, definendo chiaramente chi fa cosa e quando. In conclusione è necessario addestrare il personale e monitorare l'andamento dell'attività segnalando i problemi e le relative cause che si riscontrano in modo da poter migliorare in maniera continua la TPM.

- **Velocità dei set up:** i primi concetti relativi al set-up rapido hanno le radici sempre in Toyota; infatti, spinti dall'obiettivo di ridurre le dimensioni dei lotti, cercarono di ridurre al minimo i tempi di cambio lavoro. Per operare lo switch in produzione da una tipologia di pezzo all'altro, nello stesso impianto, ci volevano diverse ore, a causa di tempi di set-up elevatissimi; questi rappresentavano e tuttora rappresentano attività a valore zero. Introdussero così uno strumento mirato come lo SMED (Single Minute Exchange of Die) che permise a Toyota di raggiungere l'obiettivo di ridurre le dimensioni dei lotti mantenendo standard di efficienza elevatissimi. Ridurre i tempi significa eliminare una componente fondamentale che non dà valore aggiunto al prodotto finito: i tempi morti di attrezzaggio macchina. Una produzione diversificata con lotti di dimensioni ridotte, alla base del JIT, ha infatti lo svantaggio che non appena un'operazione inizia a prendere slancio, la produzione deve passare ad un diverso lotto ed ad un nuovo set-up. Con l'utilizzo dello SMED il passaggio tra un lotto ridotto e un altro non rappresenta un problema, con la necessaria conseguenza di poter produrre Just in Time.

Le operazioni di messa a punto hanno due componenti fondamentali:
 1 - Messa a punto interna dell'impianto (IED), ovvero attività come installare e rimuovere attrezzature ed apparecchiature e attività che possono essere fatte solo quando l'impianto o la linea è ferma.

2 - Messa a punto esterna dell'impianto (OED), ovvero attività come trasportare le attrezzature da e verso il magazzino, o pre-riscaldare uno stampo prima dell'installazione; tutte le attività che possono essere fatte mentre l'impianto o la linea sono in funzione. I passi che solitamente si seguono sono:

- Individuare i set-up interni e gli esterni
- Convertire i set-up interni che non sono tali in esterni
- Ridurre i set-up interni

- Ridurre i set-up esterni
- Ripetere i passi cercando di ridurre sempre di più i set-up

L'obiettivo è di controllare tutte le fonti di variazione e le sequenze a non valore aggiunto, eliminando la necessità di regolazioni su attrezzature, strumenti, macchine e impianti.

- **Produzione livellata (Heijunka):** Heijunka è il termine giapponese che indica il livellamento della produzione. E' una tecnica per prevenire gli sprechi ed è di vitale importanza nelle aziende lean. L'idea generale è di produrre i beni nei processi a monte a un ritmo costante, per permettere lo stesso ritmo costante e prevedibile anche alle operazioni a valle. Tenendo un piccolo inventario di prodotto finito alla fine del processo produttivo, può essere livellata la domanda per l'intera produzione e anche per i fornitori, rendendo così più efficace utilizzo delle risorse lungo l'intero flusso di valore soddisfacendo al contempo i requisiti del cliente.

Idealmente la produzione può essere livellata facilmente se la domanda è costante, ma nel mondo reale non è così e vengono adottati due approcci per affrontarla:

1. Livellamento del volume di produzione

2. Livellamento del mix di produzione

Il "volume di produzione livellato" è dato dalla distribuzione uniforme della produzione su un dato periodo di tempo. Il volume di produzione livellato dipende dalla: "varietà di produzione livellata", che è la distribuzione uniforme del mix/varietà di produzione su un dato periodo di tempo. Il controllo produzione Heijunka assicura la distribuzione uniforme di manodopera, materiali e movimenti.

La stabilità è uno dei pilastri portanti del sistema. Senza la stabilità e senza le procedure definite e standardizzate non si può riuscire ad avere un sistema funzionante. E il heijunka è lo strumento da utilizzare per raggiungerla.

- **KANBAN:** il nome è giapponese e significa cartellino. È una fra le tecniche di gestione Pull più utilizzata e consiste nel gestire le priorità di avanzamento fra le celle. La tecnica permette di autoregolare il lavoro delle celle a fronte di variazioni del ritmo produttivo. Il Kanban può essere di qualsiasi forma: un cartellino (Kanban tradizionale), contenitori (pieni e vuoti), spazi per terra pieni o vuoto. Il funzionamento del Kanban classico può essere illustrato in questo modo: ogni cella dispone di due cassette: una per i Kanban-prelievo e l'altra per i Kanban-produzione. Guardando le cassette l'operatore capisce quantità e tipo di prodotti da produrre o

da approvvigionare. A valle e a monte della cella si trovano i contenitori che formano le scorte. Quelli a monte hanno appeso un Kanban-prelievo. L'operatore della cella preleva il contenitore con i prodotti da lavorare, stacca il Kanban-prelievo e lo inserisce nella cassetta dei Kanban-prelievi che evidenzia la quantità e tipologia di prodotti di cui approvvigionarsi per ripristinare la scorta di prodotti da lavorare. I contenitori delle scorte di prodotti già lavorati, invece, hanno ognuno appeso un Kanban-produzione. Quando si ritira un contenitore di questi ultimi, il Kanban-produzione viene staccato e posto nella cassetta corrispondente. Il Kanban-prelievo viene appeso al contenitore portato nella cella a valle. Alcune regole basilari per l'uso del Kanban:

- l'operatore può produrre solamente quando è disponibile un segnale Kanban; Se non è giunto alcun segnale all'operatore o se il contenitore delle aree Kanban ha raggiunto la massima quantità stabilita l'operatore deve fermarsi.
- Una volta stabilito il numero di prodotti nelle aree kanban, questi non possono aumentare
- I responsabili devono costantemente criticare il sistema di produzione incoraggiando la riduzione delle aree/cartellini Kanban. L'obiettivo è di ridurre o eliminare gli stock al più presto. Man mano che le restrizioni vengono eliminate, gli stock dovrebbero diminuire e alla fine essere sostituiti quanto più possibile da un "flusso a pezzo unico" alla fine essere sostituiti quanto più possibile da un "flusso a pezzo unico".

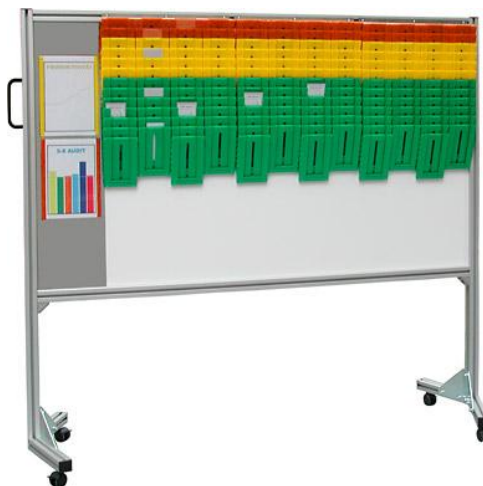


Figura 12: Esempio di Kanban Board

Il Kanban, se ben applicato, porta ai seguenti benefici:

- riduzione notevole delle scorte (fino al 90%)
- risposte veloci ai cambiamenti di domanda

- miglioramento dell'accuratezza della scorta
- semplificazione della programmazione, non è più necessario schedulare la cella a monte del Kanban.

Un'applicazione corretta del Kanban parte con l'analisi e gestione dei cosiddetti vincoli, che si definiscono come la parte del processo che costringe il flusso o blocca il processo dal poter lavorare con la massima efficienza. I passi per la gestione dei vincoli sono:

- collegare i processi, creando interdipendenza
- Individuare i vincoli
- analizzare i vincoli nel breve termine
- rompere i vincoli (Ottenimento del miglioramento)
- procedere al vincolo successivo
- stressare il sistema riducendo le giacenze in stock al fine di creare interdipendenza.

Per individuare ed analizzare i vincoli, ad esempio, si può effettuare un'osservazione visiva, durante una settimana e usare un sistema di registrazione per determinare quante volte vengono riempiti i contenitori delle scorte di un processo.

Di cruciale importanza sono le dimensioni del supermarket a cui si attinge attraverso il sistema Kanban. Bisogna bilanciarlo attentamente per minimizzare le scorte ponendo comunque attenzione a eliminare il pericolo di possibili mancate produzioni e quindi di cattivo customer service. Un esempio di come effettuare il dimensionamento del numero dei kanban in funzione del consumo medio dei pezzi da lavorare, calcolati sullo storico, del tempo di copertura, cioè il tempo in cui la macchina resta alimentata con i soli pezzi presenti nei contenitori, e dell'aggiunta di una scorta di sicurezza, indispensabile per coprire eventuali aumenti della domanda.

$$\# \text{ Kanban} = \frac{M * T * (1+SS)}{Q}$$

M= consumo medio giornaliero
 T= tempo di copertura
 SS=scorta di sicurezza (percentuale)
 Q= numero di pezzi presenti in un contenitore

Equazione 1: Esempio di calcolo per il dimensionamento del Kanban

Questo è un calcolo un po' semplicistico per il dimensionamento di un sistema Kanban; infatti il più delle volte si tiene conto anche della deviazione standard della richiesta da parte del processo a valle, del costo dei prodotti che vengono "immobilizzati" nel supermarket. Nel nostro caso è stato applicato un metodo più accurato che verrà mostrato durante il capitolo successivo.

- **Arresti automatici (Poka Yoke):** È uno strumento formidabile per raggiungere lo zero difetti e finalmente eliminare le ispezioni di controllo qualità. Poka significa errore involontario, Yoke deriva dal verbo Yokeru, evitare. La responsabilità di raggiungere un processo a zero difetti è nelle mani dei manager. I responsabili aziendali devono creare la cultura e fornire supporto in termini di tempo e risorse.

I Responsabili devono altresì riconoscere l'innata esperienza delle persone che svolgono il lavoro e creare il canale attraverso cui queste possano esprimere tale conoscenza.

Poka-Yoke è in grado di liberare il tempo e la mente di un dipendente per perseguire quelle attività con un valore aggiunto maggiore e che può controllare.

Poka-Yoke è una tecnica per evitare semplici errori umani. Dietro al Poka-Yoke vi è la convinzione che non è accettabile produrre anche un solo pezzo difettoso. Un livello di scarto del 0,1% indica che un cliente su mille riceverà un prodotto difettoso. Per tale cliente, però, il prodotto è difettoso al 100%. Le fonti principali dei difetti nelle celle sono, solitamente:

- Omessa lavorazione
- Errori di lavorazione
- Errore nel mettere a punto i pezzi da lavorare

- Parti mancanti
- Parti errate
- Lavorazioni del pezzo errate
- Errore nella regolazione e calibratura
- Attrezzature messe a punto non correttamente
- Strumenti e maschere approntati non adeguatamente

I progettisti di prodotto e di processo devono ideare nelle prime fasi del progetto tali sistemi, ad esempio analizzando il prodotto ed il processo tramite la D-FMEA (Failure Model and Effect Analysis) e la P-FMEA, l'FTA. Oggi, con la possibilità di utilizzare meccanismi automatici di segnalazione, Poka Yoke si sviluppa sempre di più tramite segnali luminosi (gestione a vista Andon) o sonori, o di blocco linea e tramite la progettazione di particolari attrezzature per la cella.

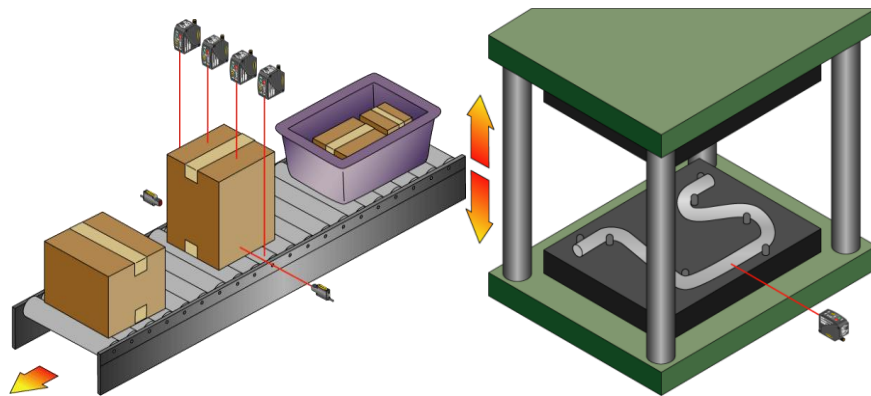


Figura 13 Esempi di sistema Poka Yoke

Quando una soluzione di tipo Poka Yoke non si può adottare, Jidoka è la migliore alternativa; Jidoka è un termine giapponese che descrive una tecnica che consiste nel fermare la linea produttiva e risolvere gli errori. Questo si ottiene progettando i processi manifatturieri, le attrezzature, gli utensili così che l'operatore venga avvisato in presenza di un errore/difetto.

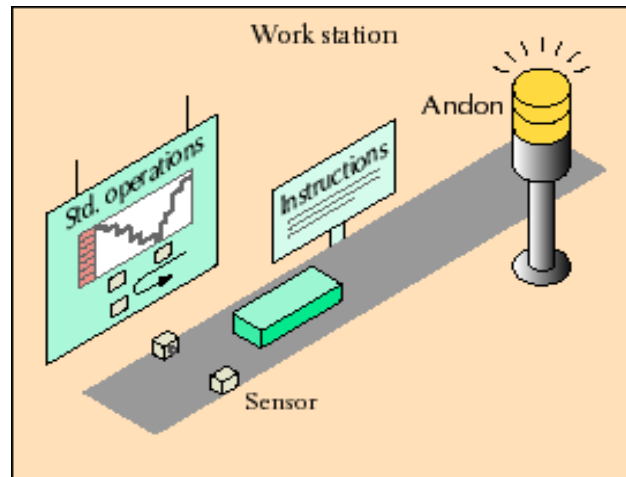


Figura 14: Esempio di un sistema Jidoka

- **Six Sigma:** è un programma di gestione della qualità basato sullo studio della varianza (sigma). L'obiettivo per cui si applica questa metodologia è raggiungere un elevato livello qualitativo dei prodotti riducendo allo stesso tempo i costi. L'output di qualsiasi processo è soggetto ad una variabilità sia naturale che operativa all'interno di un range deciso dai progettisti o dai clienti che stabiliscono le specifiche contrattuali. Il compito degli uomini che gestiscono il processo è quello di mantenere il processo stesso in una condizione di variabilità naturale, ovvero una condizione nella quale ogni causa di variazione è casuale, comune, di tipo statistico, evitando cause di variabilità speciali.

Attraverso indicatori di capacità si può mettere a confronto il range stabilito per il target (spesso citato come tolleranze o limiti di specifica) e la variabilità attorno al target. Statisticamente per misurare l'ottenimento del target si usa un rapporto del tipo:

$$\text{TARGET} = \frac{T}{2 \cdot n \cdot \sigma}$$

T= tolleranza
 σ = deviazione standard
 n=numero di volte che σ è contenuta in T

Equazione 2: calcolo dell'obiettivo con il metodo six sigma

Si dimostra che al crescere di n la difettosità scende fino a giungere a 3,4 output difettosi ogni milione prodotto per n=6. Lavorare in condizioni contrattuali di "SIX SIGMA" significa fissare i limiti di specifica contrattuali a ± 6 sigma per cui, il valore che sigma deve assumere è stabilito contrattualmente ed è pari a 1/6 della tolleranza specificata. Questo comporta un Cpk maggiore di 2; il Cpk è un indice di capacità del processo, il cui valore determina l'accuratezza

del processo; un Cpk con un valore di 1.3 è già indice di un buon livello di precisione del processo.

$$Cpk = \frac{\bar{x} - \text{limite tolleranza più vicino}}{3 * \sigma}$$

\bar{x} = media
 σ = deviazione standard

Equazione 3: Calcolo del parametro Cpk

Il Cpk maggiore di 2 è un obiettivo perseguibile solamente se il prodotto è adeguatamente progettato e l'azienda ha messo in essere determinate metodologie di SPC (controllo statistico di processo).

L'analisi statistica è applicabile a qualsiasi processo aziendale, il metodo 6 sigma impone di applicarla a tutti i processi critici (ovvero che danno un valore aggiunto). Quello che Six Sigma fornisce però non è un metodo statistico per fotografare il livello qualitativo dei processi; le applicazioni più interessanti sono inerenti al miglioramento dei processi.

Partendo da un'analisi dell'esistente ed applicando un'adeguata metodologia di Problem Solving strutturato, le aziende che hanno introdotto questo approccio hanno lanciato una campagna di progetti di miglioramento, con l'obiettivo di ottenere incrementi nel valore del sigma, ossia una riduzione esponenziale del numero di difetti. In termini concreti: semplificazione dei processi, grazie all'eliminazione delle attività che aggiungono burocrazia e non valore dal punto di vista del cliente. Infine la corretta e costante applicazione delle metodologie six sigma garantisce maggiore velocità e riduzione significativa degli errori.

- **Standard Work:** strumento Lean che stabilisce e documenta l'interazione tra gli operatori o impiegati con il loro ambiente di lavoro. Lo standard work consiste nel fissare una successione di operazioni e movimenti che la persona in questione deve effettuare in un tempo definito. L'obiettivo degli standard work è quello di ridurre al minimo gli sprechi in fatto di movimenti e operazioni inutili. I requisiti necessari per fare uno standard work è che l'operazione su cui si sta lavorando sia osservabile, ripetitiva ed effettuata da una persona. Lo strumento che si deve utilizzare per la stesura di uno standard work è il Takt Time in quanto il tempo delle operazioni deve essere compatibile con la quantità di lavoro necessaria per soddisfare il cliente. Il primo

passo è quello di osservare l'operatore come lavora inizialmente segnando tutte le attività che svolge con i relativi tempi. Per fare ciò si utilizzano degli appositi moduli per la raccolta dei tempi (Time observation form) e dei movimenti (spaghetti chart form). Per avere una raccolta dati veritiera bisogna effettuare più di una misurazione fino ad avere un campione di risultati adeguato, osservando anche più di un operatore effettuare le stesse azioni. Fatto ciò per capire quale sia la misurazione su cui lavorare si calcola il minimo tempo ripetibile che consiste nella somma dei minimi tempi che risultano ripetuti almeno due volte per ogni azione svolta dall'operatore.

Modulo osservazione tempi													Data	Operatore/Processo: Operatore n. 2		
#	Operazione	Turno 1												Tempo	Osservazioni	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Scaricare pressa, prelevare tappo e mettere su manica	3	21	37	54	14	33	52	9	28	45	4	21	3	Non seguendo la stessa sequenza	
2	Prelevare batteria e posizionare sopra la manica	7	22	40	57	17	37	55	13	31	48	7	24	3	Accumuli	
3	Prelevare la vite, serrare la batteria a mano alla manica	4	1	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	Parti oblique nel contenitore	
4	Testare la parte, prelevare e posizionare l'etichetta sulla parte	16	30	48	8	25	47	2:03	21	38	58	15	32	5		
5	Imballare le parti nello scatolone	5	5	5	6	5	6	5	5	4	6	5	5	3		
Tempo ciclo operatore		19	16	17	20	17	21	17	19	17	19	17	17	17		← Minor tempo ciclo ripetibile

Idee per il miglioramento del processo:

Figura 15: Time Observation Sheet

Come si può vedere dalla Figura 9 il minimo tempo è 16 secondi ma non viene preso in considerazione in quanto non viene mai ripetuto; infatti il minimo tempo ripetibile risulta essere 17. Una volta finita la fase di raccolta dati si passa allo studio di un nuovo metodo di lavoro. Coinvolgendo anche l'operatore in questione si eliminano tutte le operazioni non necessarie o che possono essere fatte da qualcun altro in modo da ridurre al minimo il numero di azioni affidate all'operatore. Dopo di che si cerca di riorganizzare la postazione di lavoro in modo che tutti gli strumenti e parti necessarie alla fase siano a portata di mano e facilmente raggiungibili dall'operatore. A questo punto si prova la nuova configurazione raccogliendo gli stessi dati presi in precedenza (tempi e movimenti). Se dal test emergono risultati quantomeno soddisfacenti si passa alla stesura del vero e proprio documento di Standard Work in cui vengono elencate tutte le operazioni con i relativi tempi, la spaghetti chart con i movimenti e i DPI obbligatori.

FOGLIO DI LAVORO STANDARDIZZATO		FLUSSO DI VALORE		LOCALITÀ LAVORO		DOCUMENTO NON CONTROLLATO SOLO PER CONSULTAZIONE		DATA	
Operatore isola ISR		Corpo rotondo		1545A ISR Isola assemblaggio		LAYOUT SEQUENZA LAVORO/AIUTI VISIVI			
Tipo di operazione di assemblaggio		PROCESSO		APPROVAZIONE		N. operatori			
Assemblaggio e test		Assemblaggio ISR		1°		1			
TAKT TIME		49,8		STILE MODELLO 1.545A		2°		Operatore n.	
TEMPO CICLO		40,0		Parte n. ISR 442 A-1108		3°		1	
CHIAVE STOCK IN PROCESSO		SICUREZZA ED ERGONOMIA		CONTROLLI QUALITÀ		CONTROLLI ERRORI			
PASSO		SEQUENZA LAVORO		TEMPI ELEMENTO		Percorso		Attesa	
PUNTI CHIAVE									
1		Prendere manica, applicare etichetta. Prendere molla e stantuffo. Inserire molla in stantuffo, inserire stantuffo in manica. (X1)		5,0					
2		Aprire pressa, scaricare e caricare attrezzo destro pressa. (X1)		7,0					
3		Scaricare e caricare attrezzo sinistro pressa. Chiudere pressa per avviare. (X1)		4,0					
4		Prendere o-ring e piazzarlo sul gruppo manica. (X2)		6,0					
5		Scaricare e caricare gruppo manica nel tester, avviare ciclo. (X1)		3,0					
6		Prelevare tappo e manica testata con tappo. (X1)		3,0					
7		Prendere etichetta e batteria, batteria test ohm, applicare su batteria. (X1)		5,0				Deve passare test continuità	
8		Prelevare vite, posizionare batteria su manica, avvitare a mano collegando batteria a manica. (X1)		3,0					
9		Imballare parte in confezione (X1)		3,0		1,0			
Tempo totale				39,0		1,0			
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PERSONALE				40,0		Tempo ciclo in secondi		AUTORE: Eric Noack	

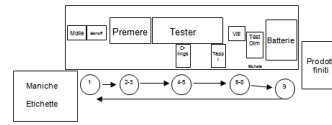


Figura 16: Standard Work Sheet

L'ultimo passo è stampare il documento, affiggerlo in prossimità della fase analizzata e formare tutte le persone che dovranno attenersi alla sequenza descritta.

- **PDCA (Plan-Do-Check-Act):** è il principio usato per infondere un metodo di pensiero e di azione che includa la pianificazione, lo svolgimento, il controllo e la standardizzazione.

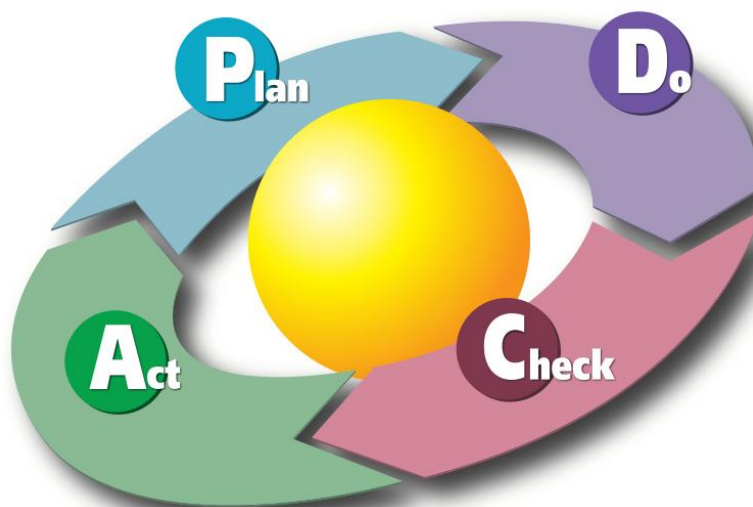


Figura 17: PDCA

Il primo passo è **pianificare**; bisogna chiedersi quali siano i problemi che si vogliono affrontare, come migliorare le attività e infine come risolvere i problemi; i passi da seguire in questa fase sono:

- Descrivere il problema: consiste nell'esaminare l'andamento attuale dell'attività e i relativi risultati, includendo la voce del cliente, valutando il problema in modo quantitativo. Per fare ciò è necessario misurare le attività leggendo in maniera adeguata gli indicatori che monitorano le prestazioni dell'attività. Il primo obiettivo è proteggere il cliente quindi se dall'analisi dovesse scaturire un rischio si deve procedere con un'azione temporanea e immediata che non deve essere necessariamente la cura definitiva.
- Capire le necessità e le richieste: bisogna capire cosa fare in base a quanto richiesto dal cliente nell'ordine di requisiti di prodotto e processo, determinandone anche i possibili vincoli che non è possibile scavalcare.
- Usare il lavoro di gruppo: in base ai risultati dei punti precedenti si deve creare un team con persone di funzioni e livelli differenti che possono dare il loro contributo alla risoluzione del problema in quanto interessati all'obiettivo finale. La filosofia da seguire è che la persona che esegue normalmente l'attività è la più esperta sull'argomento e probabilmente vuole essere coinvolta nell'attività.
- Identificare le possibili cause: effettuando l'analisi bisogna identificare le cause alla radice dei problemi facendo attenzione a non identificare solo i sintomi. Uno degli strumenti più utili in questo caso è il "diagramma Ishikawa" (o *Fishbone diagram*) che associa all'effetto (il problema iniziale) le varie cause suddivise per categoria (cause ambientali, dovute ai materiali, dovute alle macchine, dovute al metodo di lavoro o alle persone).

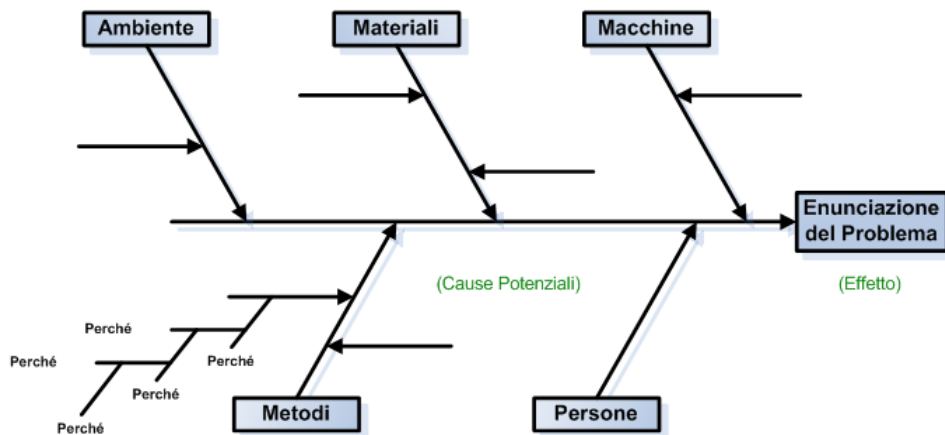


Figura 18: Esempio di grafico Ishikawa

Una volta compilato questo tipo di diagramma è necessario decidere con il team quali siano le 3 cause principali procedendo con una votazione. Scelte le 3 priorità si passa all'analisi dei "5 perché" che consiste nel chiedersi 5 volte perché il tal evento sia successo; si parte da quanto emerso dall'Ishikawa e ci si domanda perché sia accaduto quel particolare caso; ne scaturirà un'altra causa su cui ci si chiederà ancora come possa essersi verificata e così via. In questo modo si riesce a trovare veramente la causa alla radice del problema. Una volta risposto ai "5 perché" si ripercorre la strada a ritroso per controllare se il ragionamento fila con il test dei "5 quindi".

Problema	Perché?	Perché?	Perché?	Perché?	Perché?
I cilindri sono stati danneggiati durante l'operazione di assemblaggio	Errore dell'operatore! L'operatore usa il proprio metodo di installazione utilizzando una attrezzatura sbagliata	Perché non aveva realizzato che c'era solo uno strumento omologato per eseguire l'operazione	Perché l'attrezzo omologato non appariva scritto nello std operation (istruzioni operative)	Perché l'industrializzatore non aveva codificato l'attrezzatura	Perché la politica di preparazione delle istruzioni operative non prevede che sia inclusa la lista delle attrezzature da utilizzare
quindi	quindi	quindi	quindi	quindi	problema
I cilindri sono stati danneggiati durante l'operazione di assemblaggio	Errore dell'operatore! L'operatore usa il proprio metodo di installazione utilizzando una attrezzatura sbagliata	Perché non aveva realizzato che c'era solo uno strumento omologato per eseguire l'operazione	Perché l'attrezzo omologato non appariva scritto nello std operation (istruzioni operative)	Perché l'industrializzatore non aveva codificato l'attrezzatura	Perché la politica di preparazione delle istruzioni operative non prevede che sia inclusa la lista delle attrezzature da utilizzare

Figura 19: Esempio di analisi dei "5 perché" e dei "5 quindi"

- Raccogliere ed analizzare i dati: è importante saper analizzare i dati supportando l'enunciazione del problema con fatti ed evidenze oggettive. Condurre il lavoro

considerando i fatti piuttosto che intuizioni o esperienze passate. Per raccogliere un campione di dati che sia significativo bisogna:

1. Osservare più volte l'operazione
 2. Decidere quali siano i dati importanti da raccogliere
 3. Sapere come possono essere utilizzati questi dati
 4. Raccoglierli in modo adeguato con strumenti adeguati
 5. Analizzare i dati utilizzando strumenti della qualità
 6. Esaminare i risultati per dedurre le azioni correttive
- Identificare le alternative e selezionare le soluzioni: bisogna fare una lista delle possibili alternative assicurandosi che la soluzione scelta risolva alla radice la causa del problema.
 - Preparare dei piani d'azione: un piano d'azione ben compilato deve saper rispondere a queste domande: Chi? Cosa? Dove? Quando? Come? Quanto?
 - Ottenere l'appoggio dei responsabili delle attività, dei clienti e delle risorse di supporto

Il secondo passo è il **fare** che consiste nell'implementare le attività pianificate precedentemente minimizzando l'impatto che le azioni possono avere sul lavoro quotidiano in quanto in questo momento non si sa ancora se le soluzioni siano effettivamente valide; i passi sono:

- Eseguire le azioni pianificate
- Seguire i piani compilati al punto precedente rispettandone le tempistiche
- Guidare il cambiamento

Il terzo passo è il **controllo** cioè verificare che le soluzioni attuate diano i risultati preventivati, monitorando in maniera continua le attività principali anche per identificare nuovi problemi.

L'ultimo step è lo **standardizzare** cioè coinvolgere tutti e implementare il cambiamento su larga scala.

Per raggiungere l'obiettivo che ci si è posti all'inizio del progetto PDCA si deve assumere un approccio a gradini; in pratica non si può attaccare il problema attuando contemporaneamente tutte le azioni correttive scaturite durante l'attività di studio ma procedere passo passo. Infatti si

può predire l'impatto delle azioni programmandone una alla volta, valutandone il singolo effetto per poi sommarli giungendo all'impatto che ci si aspetta le azioni correttive possano portare.

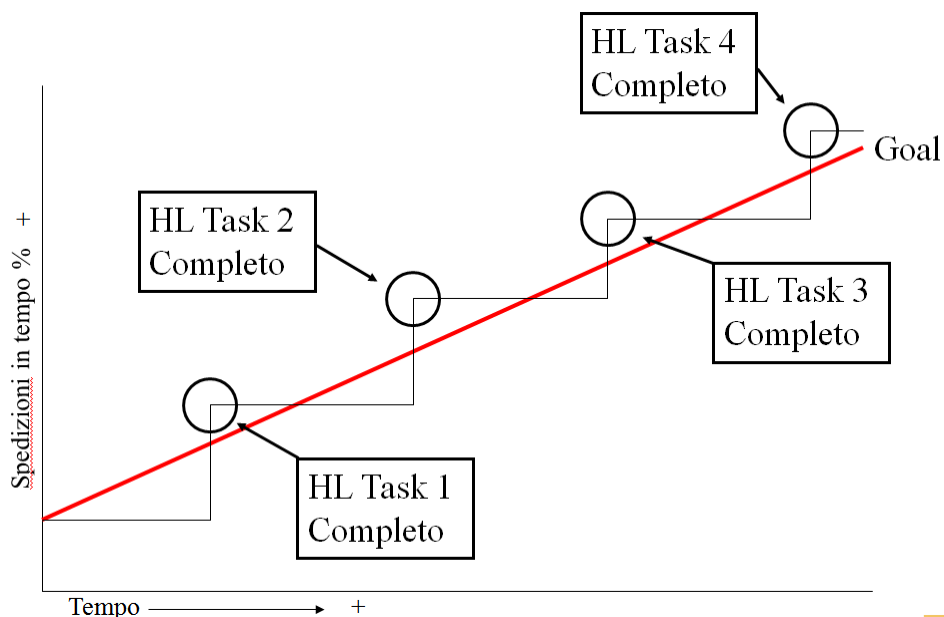


Figura 20: Esempio di approccio step by step

Una volta disegnato un grafico come quello mostrato in figura 14 è possibile anche monitorare l'andamento del progetto. Infatti nel momento in cui il periodo dedicato alla prima attività è esaurito e l'impatto che ne è scaturito non è in linea con le aspettative si può ragionare sui motivi che hanno portato al mancato raggiungimento dell'obiettivo fissato per il primo step. I problemi in questo caso possono essere due: l'attività è semplicemente in ritardo o le iniziative intraprese non erano adatte al conseguimento di quanto ci si aspettava all'inizio; si passa quindi alla revisione delle attività programmate per il periodo in questione.

Una volta completate tutte le attività pianificate si è stabilito un nuovo metodo di lavoro stabile avendo standardizzato il processo. Tuttavia in base alla filosofia del miglioramento continuo il lavoro non è finito; infatti si deve procedere con un nuovo "Kaizen" che porterà a nuove attività che permetteranno di raggiungere un nuovo livello di ottimo.

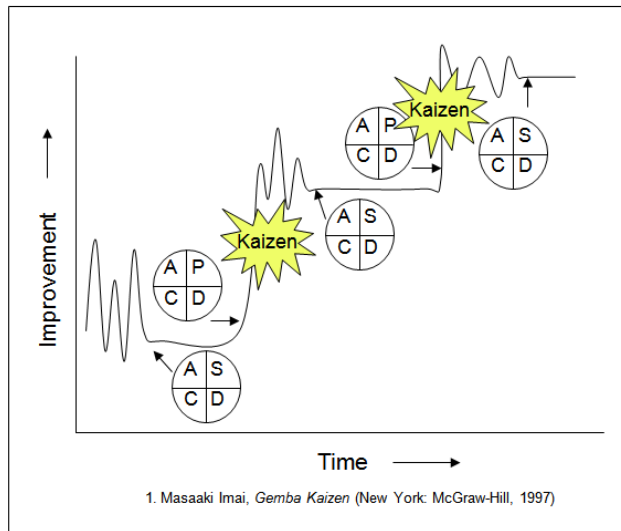


Figura 21: andamento del miglioramento in seguito ad un approccio di tipo PDCA

Il documento che racchiude tutti il PDCA è l’**A3 report** (il nome deriva dal formato del foglio su cui viene scritto) che è uno strumento di comunicazione creato da Toyota. Il risultato è la chiara dichiarazione del problema e delle soluzioni che è comprensibile non solo alle persone all'interno del progetto particolare, ma anche a chi lavora su altri progetti. Il “flusso” di un A3 è: descrizione del problema, analisi dello stato attuale e verifica delle cause, definizione obiettivo, esposizione delle azioni correttive e misurazione delle prestazioni. Come si può vedere dalla Figura 16, l’A3 contiene tutti gli strumenti descritti in precedenza: analisi dati iniziali, diagramma Ishikawa, descrizione obiettivo, piani d’azione e misura dei risultati.

ABC		Date: 12/5/2005	A3 REPORT - PROBLEM SOLVING																													
I. Theme						Approval: V.P. G.M. GLM DLM Mgr. Orig.																										
Reduce lost time incidents by 50% in the upcoming year with special focus on hand injuries due to cuts from sheet metal.																																
II. Background																																
<ul style="list-style-type: none"> > 33 Total plantwide lost time accidents for last year resulted in 250 hours of lost time. > Company objective is to reduce by 75% to 63 hours. > Hand injuries (cuts) cost our group \$152,000 in Worker's Comp claims in 2005 and \$10,000 in lost man-hours. > Employee safety is one of our key values. 																																
III. Current Condition																																
<p>Body Part Injury Pareto</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Body Part</th> <th>Avg # of man hours lost per accident</th> <th># of incidents resulting in lost days</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Hand</td><td>19.2</td><td>19</td></tr> <tr><td>Back</td><td>37.6</td><td>13</td></tr> <tr><td>Eye</td><td>15.4</td><td>2</td></tr> <tr><td>Arm</td><td>17.5</td><td>1</td></tr> <tr><td>Leg</td><td>19.3</td><td>1</td></tr> <tr><td>Foot</td><td>8.3</td><td>0</td></tr> <tr><td>Head</td><td>24.5</td><td>2</td></tr> <tr><td>Neck</td><td>85</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>		Body Part	Avg # of man hours lost per accident	# of incidents resulting in lost days	Hand	19.2	19	Back	37.6	13	Eye	15.4	2	Arm	17.5	1	Leg	19.3	1	Foot	8.3	0	Head	24.5	2	Neck	85	1
Body Part	Avg # of man hours lost per accident	# of incidents resulting in lost days																														
Hand	19.2	19																														
Back	37.6	13																														
Eye	15.4	2																														
Arm	17.5	1																														
Leg	19.3	1																														
Foot	8.3	0																														
Head	24.5	2																														
Neck	85	1																														
IV. Cause Analysis																																
V. Target Condition																																
> Reduce lost time incidents from 33 to 9 in FY06																																
VI. Countermeasure																																
<ul style="list-style-type: none"> > Develop & institute monthly safety training program with follow-up safety dialogs. > Purchase gloves for all team members and change policy to make them mandatory throughout the plant. > Develop and institute management layered audit system for PPE. 																																
VII. Cost/Benefit Analysis																																
Personal Protective Equipment costs are approximately \$150 per person per year versus \$152,000 in Worker's Comp claims.																																
VIII. Implementation Plan																																
What?	Where?	Who?	When?																													
Change policy to mandatory gloves.	HR/Shop Floor	Karen	12/10/2005																													
Purchase Gloves for all plant personnel	Purchasing	John T.	12/15/2005																													
Train all team members on PPE	Shop Floor	Jenny	12/15/2005																													
Develop Monthly Safety Training/Schedule	Office & Shop Floor	Jenny	1/30/2006																													
Develop Management Audit for PPE	Shop Floor	Jim B.	12/31/2005																													
Institute Management Audit Program for PPE	Shop Floor	Jim B.	12/31/2005																													
IX. Follow-Up																																
Plan			Actual Results																													
<ul style="list-style-type: none"> > Track Worker's Comp costs and number of incidents each month. > Verify that layered audits are occurring each month. 																																

Figura 22: Esempio di A3 report

- **Value Stream Mapping:** documenta l'intero flusso di materiali, informazioni e prodotto finito a partire dal cliente fino al fornitore; al suo interno sono presenti tutte le attività a valore aggiunto e quelle a non valore aggiunto necessarie per portare un prodotto dallo stato di materia prima fino al cliente. È uno strumento Lean molto utile in quanto permette di "vedere" il flusso, identifica gli sprechi e la loro origine rendendo evidenti i possibili miglioramenti.

Per costruire una Value Stream Map bisogna seguire un metodo rigoroso:

- Definizione della famiglia di prodotto di cui viene identificato il flusso: una famiglia di prodotto è formata da prodotti simili che attraversano gli stessi processi produttivi; per separare le famiglie di prodotto è possibile creare una "matrice delle famiglie di prodotto" dove vengono incrociati prodotti e processi in modo da raggruppare codici simili. Una volta compilata la matrice e definite le varie famiglie, si passa a calcolare il tempo ciclo per ogni prodotto, anche per quelli che fanno parte della stessa famiglia. In caso che i tempi ciclo di due codici all'apparenza simili si differenzino di più del 30%, si può pensare di creare una nuova famiglia.
- Mappatura dello stato attuale: si sceglie quindi la famiglia di prodotto su cui lavorare in base a dove sono le maggiore opportunità di miglioramento per quanto riguarda i costi, la qualità, il customer service e la sicurezza.
- Sviluppare uno stato futuro: anche in questo caso viene effettuato un approccio di tipo PDCA. Per costruire lo stato futuro c'è una linea guida chiamata "8 points criteria" che permette di trovare più facilmente le soluzioni:

1. **Takt Time:** è la cadenza con cui bisogna produrre per poter soddisfare la domanda cliente. Si calcola dividendo il tempo disponibile alla produzione per la domanda cliente:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo disponibile}}{\text{Domanda cliente}} \quad [\text{min}]$$

Equazione 4: calcolo del Takt Time

Calcolando il Takt Time e conoscendo il tempo ciclo è possibile bilanciare la capacità produttiva del reparto con le richieste dei clienti:

$$\text{\#operatori o macchine} = \frac{\Sigma \text{tempi di processo}}{\text{Takt Time}}$$

Equazione 5: calcolo del numero di operatori o macchine necessari a soddisfare la domanda cliente

Per poter “andare a Takt” il tempo ciclo deve essere necessariamente minore del Takt Time, altrimenti si incorrerebbe sicuramente in ritardi. La situazione ottimale è quella in cui tempo ciclo risulta uguale al Takt Time perché si utilizzerebbero esattamente le risorse necessarie senza sprecare energie che possono causare problemi di sovrapproduzione; purtroppo avere Takt Time e tempo ciclo uguali è molto rischioso in quanto basterebbe un piccolo contrattempo per non riuscire più a seguire il ritmo produttivo imposto dal cliente. L’ottimo sarebbe bilanciare la capacità con il Takt Time in continuazione (tutti i turni)

2. **Finished Goods Strategy:** è la strategia che si adotta per servire il cliente: si può produrre su ordine o per il magazzino che viene ripristinato ogni volta il cliente preleva un pezzo. La strategia è determinabile in base a un’analisi sui volumi produttivi dei singoli codici: come si può vedere dall’esempio in Figura 17 i prodotti dalla A alla E sono denominati runner in quanto da soli coprono l’80% del volume totale; poi ci sono i repeaters che coprono con 5 codici il 10 % e il restante è completato da molti codici con bassissimi volumi (strangers). In questo caso si possono attuare diverse strategie: di primo impatto la più sensata è quella di produrre i runner in MTS (make to stock) gli strangers in MTO (make to order) e valutare come comportarsi con i repeaters anche in base al valore del prodotto quindi se conviene o meno tenerlo a scorta. Infatti questa analisi deve tener conto di tanti fattori che cambiano da caso a caso

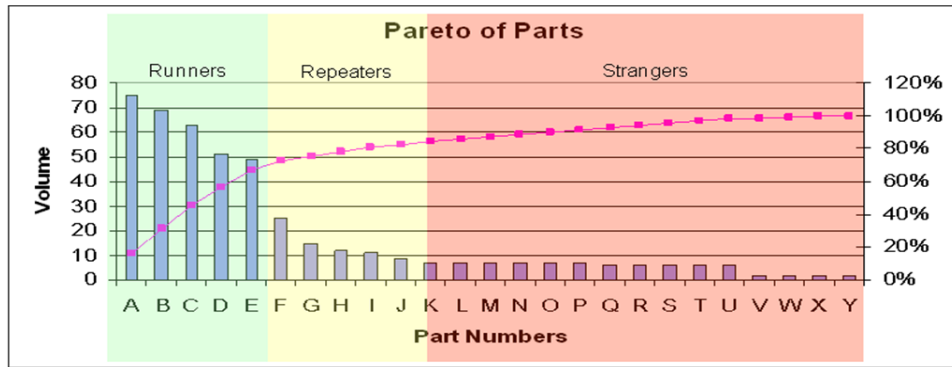


Figura 23: Esempio di analisi effettuata sui volumi produttivi

3. **Flusso continuo:** si tratta di impostare il flusso produttivo in modo che il WIP abbia un flusso continuo eliminando tutti in “magazzini” tra una fase produttiva e l’altra. In questo modo non si produce più a lotti ma “one piece flow” quindi si è anche più reattivi e flessibili rispetto al mercato.

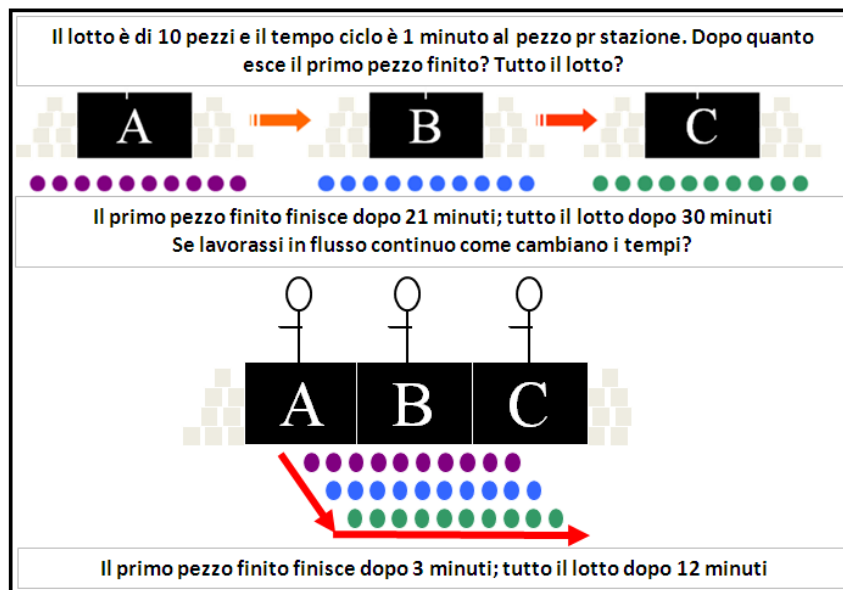


Figura 24: Esempio di come può cambiare un processo lavorando in flusso continuo

4. **FIFO:** è un metodo per regolare le code tra due celle produttive contigue quando il supermarket o il flusso continuo non sono possibili. Una coda FIFO è riempita dal processo “fornitore” e svuotata dal processo “cliente”. Quando la FIFO è piena il processo a monte deve fermare la produzione fino a che il processo a valle non usa parte dell’ inventario a sua disposizione. In questo modo la FIFO previene il rischio di sovrapproduzione garantendo massimo servizio al processo “cliente”. Tutte le linee FIFO devono essere dimensionate

con criterio in modo da non farle diventare un “piccolo magazzino”; devono presentare necessariamente un visual control per identificare il livello massimo di WIP che può entrare nella coda. È necessario ricalcolare con una certa frequenza le dimensioni della linea per mantenere il più basso possibile la quantità di materiale presente nella coda.

5. **Sistema PULL:** consiste nell’inserire tra due fasi produttive un “supermarket” contenente un numero definito di pezzi organizzato in modo che quando un pezzo viene prelevato dalla fase a valle parte automaticamente un segnale verso la fase a monte per la produzione di un altro pezzo (Kanban); in questo modo non è necessario programmare entrambi i processi. È importante calcolare in maniera corretta le dimensioni del supermarket in modo che ci sia sempre del materiale da lavorare per la fase a valle cercando comunque di mantenere basse la quantità di WIP nel sistema.

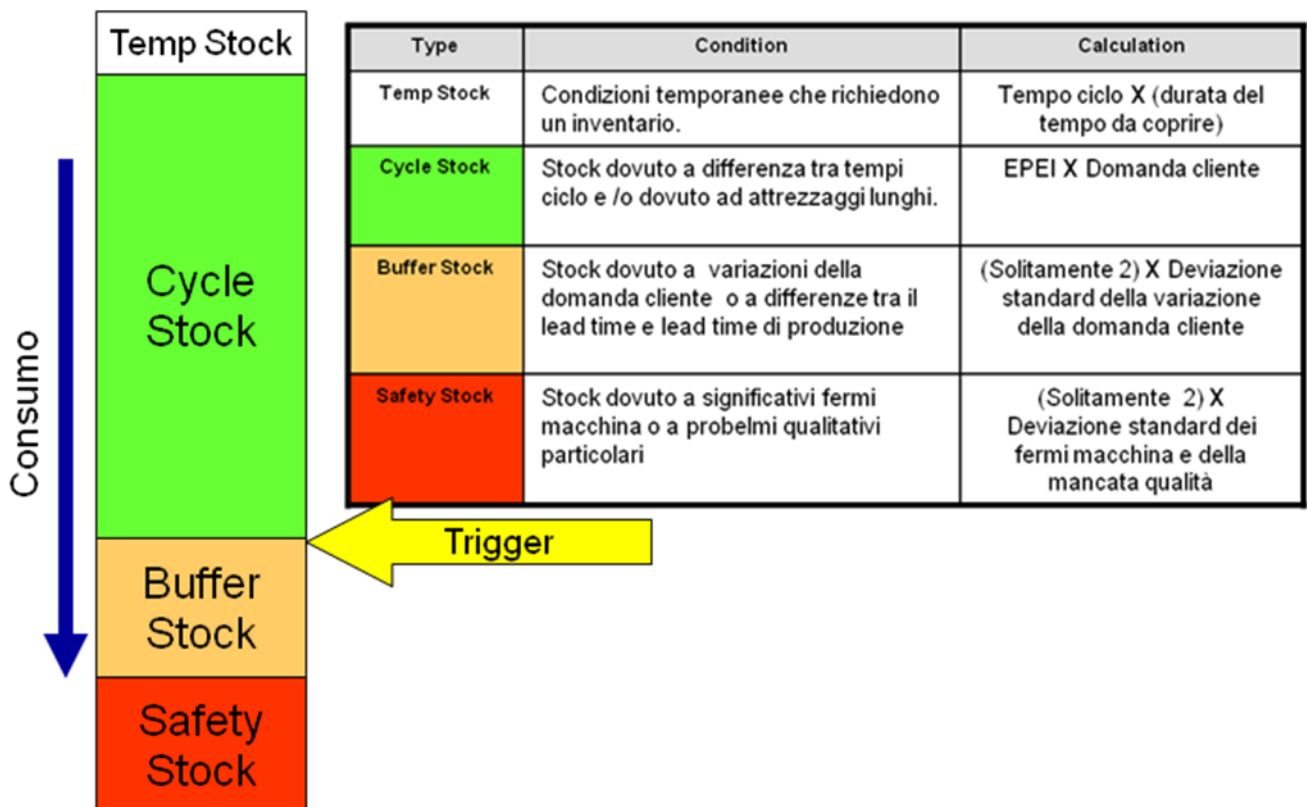


Figura 25: calcolo delle dimensioni del Supermarket in un sistema PULL

6. **One Point Schedule:** consiste nel programmare tutta la produzione del reparto in un’unica fase del processo. Il punto scelto è lo spartiacque tra i sistemi PULL e i sistemi PUSH all’interno del reparto; infatti prima del punto di schedulazione

il reparto deve essere organizzato con dei supermarket quindi con il materiale sempre pronto per la fase successiva. Dopo è tutto organizzato con linee FIFO che implica una minima quantità di WIP nel sistema. Scegliere il punto di schedulazione in maniera corretta è fondamentale nell'economia del reparto; infatti scegliere un punto molto a valle nel processo assicura un ottimo customer service in quanto il materiale è sempre disponibile e, una volta effettuato l'ordine, il tempo di risposta risulta minimo. Tuttavia questo causa un livello altissimo di WIP nel processo (soprattutto nel caso in cui si abbia un mix produttivo molto ampio), cosa economicamente non favorevole. Esattamente opposto è lo scenario se il punto di schedulazione è una delle prime fasi del processo: basso WIP e difficoltà nel servire il cliente in maniera tempestiva. Ovviamente l'ottimo è avere basso WIP e un ottimo customer service; questo porta il più delle volte a scegliere un punto di schedulazione una delle fasi all'inizio del processo, cercando di migliorare il più possibile il resto del sistema.

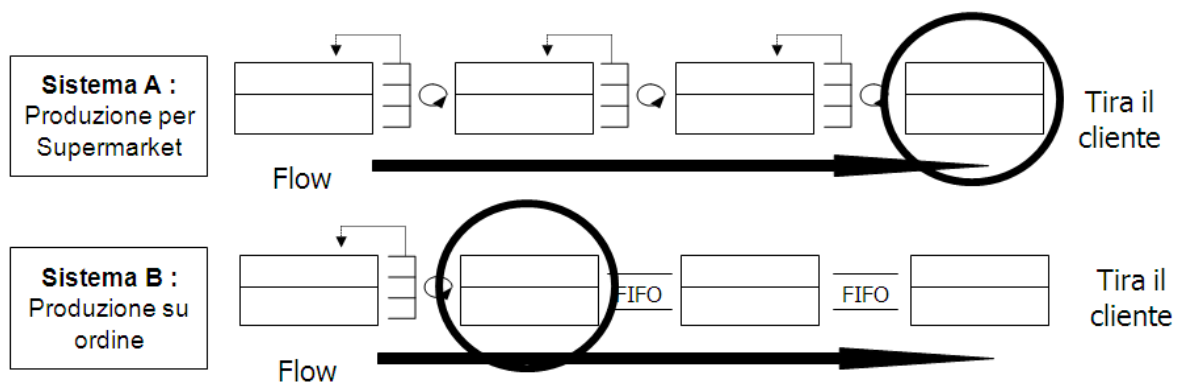


Figura 26: esempio di sistemi con due punti di schedulazione diversi

In alcuni casi si può pensare di mantenere una gestione mista, cioè avere sia FIFO che supermarket nello stesso punto; ovviamente in questo caso alcuni codici, in base ai volumi produttivi, entrano nella FIFO line, altri nel supermarket. Questa alternativa è interessante quando i volumi produttivi variano molto da codice a codice, in modo da avere una gestione MTS per i codici "runner" e MTO per i codici "strangers".

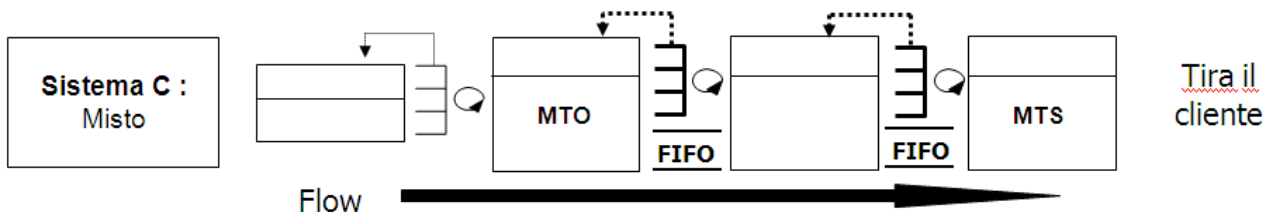


Figura 27: Schema relativo a una gestione mista

7. **EPEI (Every Part Every Interval):** è la dimensione del lotto di produzione espresso in unità di tempo. Per esempio se un'azienda produce 5 diversi prodotti, il prodotto A viene processato il lunedì, il B il martedì e così via fino a venerdì dove viene prodotto il codice F. In questo modo si avrebbe un EPEI di una settimana; infatti l'EPEI dice ogni quanto un determinato codice viene processato. In pratica attraverso l'EPEI si sa quanti pezzi si devono fare di un articolo nella finestra di produzione dedicata. Ovviamente l'obiettivo è avere un EPEI più piccolo possibile per ridurre scorte di prodotto finito e per avere maggiore reattività sul mercato. La causa di un EPEI alto sono i lunghi tempi di set up; infatti l'EPEI viene calcolato anche per ottimizzare i tempi di set up in modo che non pesino troppo sul tempo totale di produzione.

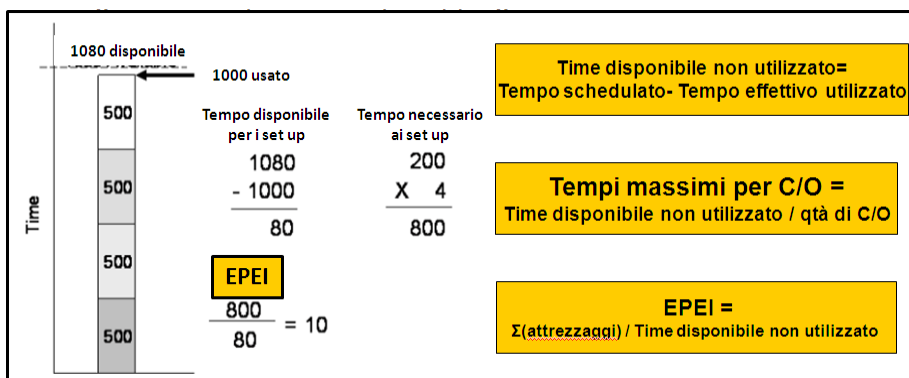


Figura 28: Esempio di calcolo dell'EPEI

Talvolta di fronte a un valore elevato dell'EPEI si procede con delle attività SMED mirate a ridurre i tempi di set up. Elaborare un EPEI è un calcolo che necessita un regolare aggiornamento. Si tratta di equilibrare la domanda con le risorse strumentali, i tempi di ciclo, e le ore di lavoro.

8. **Pitch:** è la quantità che viene programmata in produzione di un singolo articolo; in pratica non è altro che le dimensioni del lotto di produzione. Ci fornisce un arco di tempo di gestione; si tratta di una misura di quanto il pacemaker sta seguendo il programma stabilito. Ovviamente si tende ad avere un pitch più piccolo possibile in modo da reagire con maggior prontezza a eventuali problemi o richieste dei clienti
- Si passa quindi ad analizzare le azioni correttive scaturite dall'analisi della current state attraverso il passaggio negli "8 points criteria". Si inseriscono le varie attività in una matrice 2x2 in base al grado di impatto che l'azione correttiva può avere e alla difficoltà nell'attuarla.

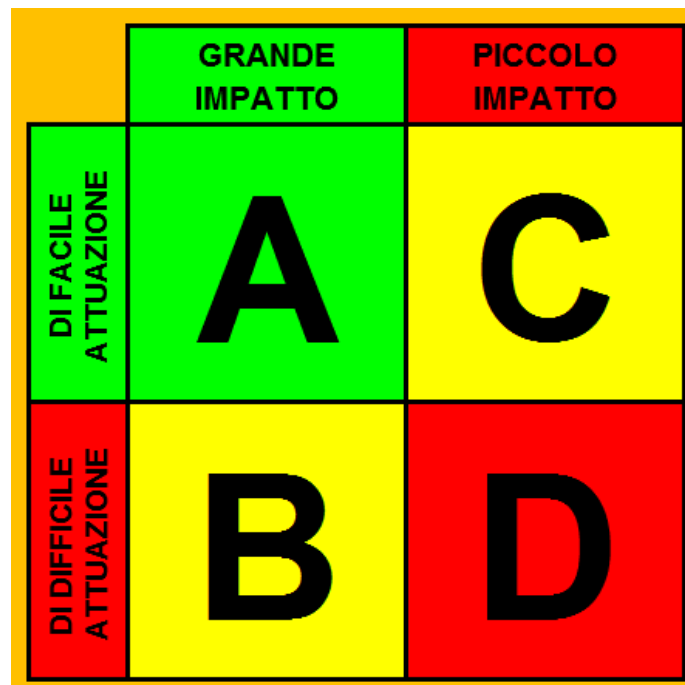


Figura 29: Matrice per l'analisi delle attività

A ogni attività viene associata una lettera (ABCD) che ne descrive il relativo grado di impatto/difficoltà. Quindi si passa a stendere una lista con le priorità, dando la precedenza a quelle attività che rientrano nella categoria A.

- L'ultima fase è disegnare fisicamente lo stato futuro includendo le attività pianificate con orizzonte temporale trimestrale. Infine si calcola il Lead Time che deriva dalla nuova mappatura; questo numero è l'obiettivo che ci si pone di raggiungere in 3 mesi. Passato un trimestre si ricalcola il WIP e gli stock di materie prime per aggiornare la current state e per vedere se si è allineati con il Lead Time obiettivo. Si riprendono quindi tutte quelle attività che non erano ancora state pianificate e in base anche a

nuovi possibili sviluppi si decide quali di queste è il caso implementare. Infine si stende un altro stato futuro sempre con scadenza trimestrale. Ogni tre mesi bisogna sempre rivedere e aggiornare le mappature.

La mappatura del reparto è uno documento vivo che deve essere modificato ogni 3 mesi, dal quale partono tutte le attività necessarie al raggiungimento dell'obiettivo prefissato: la riduzione del Lead Time. È incredibile come gente espertissima che conosce in tutto e per tutto un reparto, che può raccontare le particolarità di ogni processo, attraverso questo strumento si rende conto di sprechi o inefficienze di cui prima non ne conosceva l'esistenza. Questo perché vedere tutto il processo, a partire dal fornitore fino al cliente, disegnato su un foglio fa intravedere opportunità che neanche la vita di reparto può mostrare con più chiarezza. Di contro opportunità che inizialmente sembra possano avere un grande impatto, una volta provate in reparto non si rivelano così importanti; oppure, con molta più frequenza, attività a cui si è data priorità perché valutate semplici da attuare possono risultare in realtà molto complicate, sia per reticenza degli operatori o anche per barriere architettoniche dovute alla conformazione dello stabilimento. Un altro problema che il più delle volte si riscontra è l'implementare le soluzioni a tutte le famiglie di prodotto che si processano nel reparto analizzato. Questo perché se è presente una grande variabilità in fatto di mix produttivo è complicato trovare delle soluzioni comuni a tutti i tipi di prodotto anche se magari hanno processi simili tra loro.

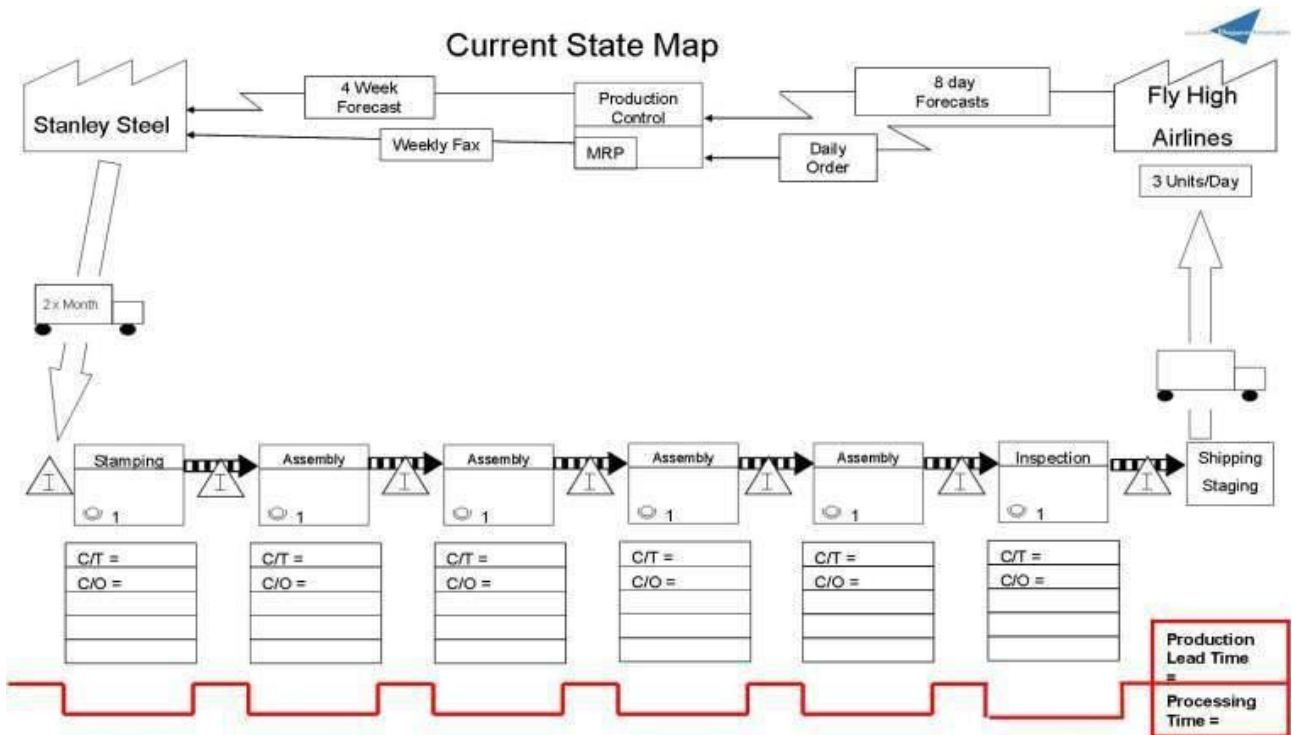


Figura 30: esempio di current state map

- **Evento Kaizen:** tutti gli strumenti Lean presentati vengono utilizzati all'interno di un evento Kaizen. Kaizen è filosofia giapponese che significa cambiamento per migliorare. Un Kaizen event può durare da 1 giorno a una settimana in base al progetto che si vuole sviluppare.

Quando si inizia un evento Kaizen bisogna tener presente che si deve conservare un approccio sistematico di tipo PDCA per implementare un rapido cambiamento mirato all'eliminazione degli sprechi.

Il primo passo è decidere in che ambito andare a lavorare e con quali obiettivi. In base a questo si deve creare un team adeguato alle esigenze; sicuramente devono essere inseriti nella lista dei partecipanti il responsabile del reparto e il Lean coordinator; il più delle volte è necessaria la presenza di un rappresentante della supply chain, del customer service, della logistica, della qualità, della manutenzione e qualche rappresentante tra gli operatori di reparto. È importante che vengano invitati diversi livelli della scala gerarchica in quanto il punto di vista sul processo cambia da livello a livello e da ogni persona possono venire proposte e considerazioni differenti; infatti quando si prende parte ad un evento Kaizen nessuno è il capo di nessuno, si è tutti allo stesso livello. Il secondo passo da fare verso l'evento è la raccolta dei dati che possono essere utili durante lo svolgimento dell'attività: volumi produttivi, clienti, fornitori e ogni altro dato importante alle analisi che si andranno poi a fare. Infine si deve creare l'agenda dell'evento dove si determinano le tempistiche per ogni attività che si programma.

Si può quindi iniziare il vero e proprio evento Kaizen. Le regole da tenere tassativamente sono:

- Tutti i componenti del team partecipano a tutte le attività: da pulire a terra a muovere componenti fino ad analizzare i dati
- La sicurezza viene prima di tutto: capita che tra i partecipanti ci siano persone non abituate alla vita in reparto quindi non a conoscenza dei possibili pericoli presenti in un processo produttivo
- Rispettare le tempistiche presenti nell'agenda dell'evento
- Ascoltare e aprire la mente
- Rispettare le idee e opinioni di tutti, interessandosi a ogni proposta senza scartarla a priori perché va contro a capisaldi derivati dall'esperienza
- Decidere attraverso il consenso di tutti
- Tenere SEMPRE conto delle richieste dei clienti

- Raccogliere i dati sul campo, non basarsi sull'esperienza.
- NON usare i computer durante l'evento ma carta e penna!

È compito del Lean Coordinator spiegare in maniera dettagliata il progetto che si sta intraprendendo in modo da chiarire le idee a tutti i partecipanti. È importante inizialmente provvedere ad effettuare dei training in modo da illustrare gli strumenti Lean che si utilizzeranno durante l'evento; la maggior parte dei membri del team il più delle volte sono già a conoscenza di questi strumenti ma una revisione periodica può sempre risultare utile per rinfrescare concetti che potrebbero essere stati dimenticati o mal compresi. Questo è un momento abbastanza delicato dell'evento perché nei membri del team potrebbero già iniziare un processo di "calo di interesse". Infatti durante un Kaizen il fattore "emozionale" è importante ed è complicato tenerlo a livelli elevati per tutto l'arco dell'evento. In generale si parte da un livello di interesse medio che cala fino a metà dell'evento; avviene ciò perché inizialmente la maggior parte delle persone sono restie al cambiamento, vedono tutte le idee come se fossero inattuabili e inutili al miglioramento. Successivamente di fronte a buoni risultati teorici basati sulle idee scaturite dall'evento, il team inizia a ricredersi ed è attivo nel provare le soluzioni nella pratica. Infine dopo il conseguimento di buoni risultati pratici ci si rende conto che il miglioramento è effettivamente possibile e quindi l'entusiasmo dei partecipanti cresce ancora. È compito del Lean coordinator quello di mantenere un livello di entusiasmo elevato.

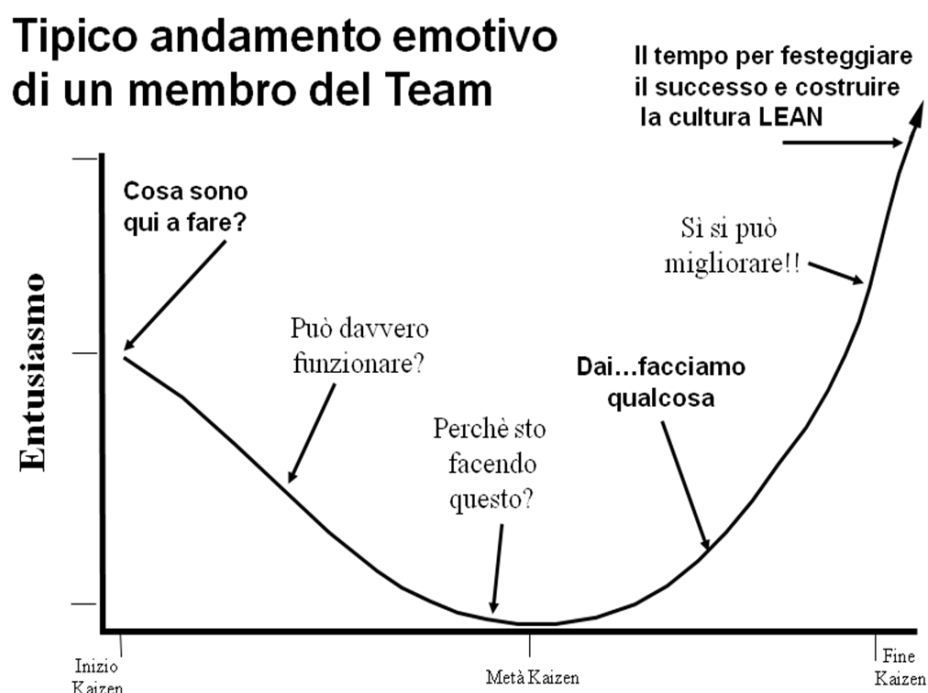


Figura 31: Andamento emotivo dei membri del Team

Dopo un periodo iniziale di formazione e informazione, l'evento può entrare nel vivo. Il primo step è stendere con tutto il team il flusso di materiali, materie prime e prodotto finito. Disegnato il flusso si inseriscono i numeri relativi alla domanda giornaliera, ai fornitori, specificando ogni quanto spediscono e le quantità che mandano, alla logistica, etc. Fondamentale è ora recarsi in reparto per calcolare fisicamente le quantità di stock di materie prime, il WIP presente tra le varie fasi di processo e le dimensioni di stock di prodotto finito. Infine per completare lo stato attuale della mappatura bisogna solo inserire i numeri relativi ai macchinari: tempo ciclo, tempi di set-up, downtime e numero di turni con cui si lavora su quella determinata macchina. Ora in base alla domanda del cliente si possono calcolare tutte le voci per compilare le linee del "valore aggiunto" e "non valore aggiunto": il valore aggiunto è ovviamente formato da tutti i processi che conferiscono valore al prodotto, mentre quelle a non valore aggiunto sono quelle fasi in cui il prodotto è in attesa di essere lavorato o prelevato da magazzino, sia esso prodotto finito o materia prima. WIP, stock di materie prime e scorta di prodotto finito devono essere tutti tradotti in unità di tempo per essere confrontato con i tempi di processo. Si parte dalla quantità di materiale utilizzata per un'unità di prodotto (solitamente si ricava dalle distinte base) e si rapporta con la domanda cliente per unità di tempo; in questo modo si passa da un'unità di misura di massa a un'unità temporale. La somma del "valore aggiunto" e "non valore aggiunto" restituisce il Lead Time totale.

Si prosegue con l'analisi della mappatura dello stato attuale. Si effettua inizialmente un brainstorming dove vengono evidenziate tutte le problematiche che il team ha riscontrato sul campo o sulla mappatura. È importante esprimere ogni minimo dubbio senza paura di dire sciocchezze perché talvolta da idee che inizialmente sembrano assurde vengono i risultati migliori. Discusse le problematiche e stese sulla carta le prime azioni correttive si torna in reparto per verificare se le attività ipotizzate siano effettivamente fattibili; in caso che queste attività non richiedano dei lavori impegnativi per essere implementate (cambio layout o installazione di dispositivi ausiliari,..) si può pensare a di misurare se effettivamente il miglioramento è reale.

Il passaggio successivo è disegnare la mappatura dello stato futuro che contenga tutte le attività pianificate. Si devono infine stimare le quantità di materie prime a magazzino e il WIP che ci si pone come obiettivo di raggiungere alla fine delle attività.

A questo punto con la mappatura dello stato futuro l'evento Kaizen volge quasi al suo termine. L'ultima cosa da fare è selezionare le azioni correttive; questo significa dividerle in gruppi in quanto risulterebbe impossibile attuarle tutte contemporaneamente perché:

- Più attività richiedono l'impegno delle stesse risorse quindi si cerca di dividere i carichi di lavoro
- Alcune attività possono essere propedeutiche ad altre quindi hanno la precedenza
- Si creerebbe solo confusione passando in continuazione a lavorare da un'attività all'altra senza concentrarsi specificatamente su una; meglio fare una sola cosa e farla bene.
- Cambiare troppe cose contemporaneamente in un processo produttivo può causare confusione negli operatori in quanto gli si cambierebbero i riferimenti e i metodi di lavoro ormai consolidati da tempo. Questo potrebbe causare diffidenza nelle attività da parte degli operatori che è uno dei problemi più pericolosi che si possono incontrare durante l'implementazione delle azioni correttive.

È quindi consigliato dividere in gruppi le attività in base soprattutto ai carichi di lavoro delle varie risorse e al fatto che alcune azioni richiedono l'attenzione di persone che fanno parte di uffici diversi e quindi risulta difficile incastrare gli impegni di tutti. Solitamente si creano piani di lavoro con orizzonte temporale trimestrale. Questo significa che bisogna disegnare la mappatura dello stato futuro a step di tre mesi con l'obiettivo di raggiungere lo stato futuro finale che è stato disegnato durante l'evento. Ovviamente alla fine di ogni trimestre è necessario ricalcolare il Lead Time per controllare se la strada intrapresa porta ad un effettivo miglioramento. È utile riunire tutto il team per questa attività così da poter discuterne l'andamento, i problemi riscontrati durante la loro implementazione e i nuovi piani per i tre mesi successivi.

È sbagliato pensare che l'evento Kaizen duri uno, due giorni o una settimana perché l'evento di per sé rappresenta solo l'inizio del miglioramento, quell'attività che permette di aprire gli occhi su alcuni problemi che prima non si pensava minimamente ci fossero.

4

4 Descrizione progetto

Parker è un'azienda che crede molto nei risultati ottenibili con l'applicazione degli strumenti LEAN; è per questo che periodicamente i manager LEAN visitano gli stabilimenti di tutto il mondo per controllare le attività in corso e, in caso, aiutare a migliorare. Presso lo stabilimento di Veniano durante l'agosto 2010 è avvenuta una visita di uno dei maggiore esponenti LEAN del mondo Parker; dopo un'analisi dei vari reparti è stato deciso di iniziare un'attività focalizzata sul reparto trecciato.

Per questo motivo è stato organizzato un evento Kaizen tenuto tra il 13 e il 17 dicembre 2010 a Veniano.

4.1 Evento Kaizen

L'evento Kaizen in questione aveva questi come obiettivi principali:

1. Rivedere il metodo di calcolo del LEAD TIME.
2. Aggiornamento della mappatura dello stato attuale.
3. Effettuare un training riguardante gli "8 punti di criterio".
4. Ricostruire la mappatura dello stato futuro.

5. Definire i piani con le attività da intraprendere nei trimestri successivi.

Come già illustrato precedentemente per costruire una mappatura di un reparto è necessario scegliere tra tutti il codice prodotto più rappresentativo. Una volta deciso il codice bisogna documentarsi su tutto ciò che concerne questo tipo di tubo: distinta base, clienti, tipo di processo, metodo di riordino. Questa analisi è stata svolta prima dell'evento

Come prima cosa sono state prese le 6 strutture più prodotte in un periodo di osservazione di 6 mesi e confrontate più nello specifico.

PRODUZIONE STRUTTURE RUNNER				
STRUTTURA	SC2-9,5	R2-09	SC2-06	R2-06
QUANTITÀ [m]	178019	152813	142925	112384

Tabella 1: metri prodotti per struttura in 3 mesi

Sono stati presi i dati di produzione dal programma con cui vengono schedate le macchine tracciatrici; sono stati sommati tutti i metri prodotti in quei mesi per vedere quale struttura è stata quella con maggiori volumi produttivi. Come si può vedere dalla Tabella 1, la struttura più rappresentativa, che è diventata la "protagonista" della mappatura è stata l'SC2-9,5: è un tubo con 9,5 mm di diametro interno, con due trecce di filo metallico di tipo 0.25 HHT con mescola di sottostrato PK1124 e copertura PK636. Si è quindi passati a valutare quale tra i codici appartenenti a questa struttura era, a sua volta, il più significativo, sempre in base ai volumi prodotti: il risultato è stato il codice 462-6.

PRODUZIONE CODICI STRUTTURA SC2-9,5				
CODICE	462-6	SC2-6	471TC-6	461-6PH2
QUANTITÀ [m]	124440	37566	12791	3222
PERCENTUALE	70%	21%	7%	2%

Tabella 2: metri prodotti per codice prodotto relativi alla struttura SC2-9,5

Una volta completata la fase di analisi in preparazione all'evento kaizen, si è passati a scegliere i membri del team che avrebbe poi portato avanti il progetto. I componenti del team sono:

- Value stream manager
- Responsabile Lean di reparto

- Pianificatori di stabilimento
- Personale ufficio tempi e metodi
- Lean coordinator di stabilimento

Ad aggiungersi al team, Parker ha voluto affiancare una figura con grande esperienza in fatto di applicazione di strumenti LEAN: il Lean coordinator di Chomutov, uno stabilimento Parker in Repubblica Ceca.

L'evento è iniziato con un'analisi delle vecchie mappature anche per far comprendere bene all' "ospite" le dinamiche del reparto. Inoltre tutto il team ha preso parte a un tour (chiamato GEMBA walk) del reparto trecciato per stabilire un primo approccio al progetto.

La seconda giornata è stata spesa per un training riguardante gli "8 punti di criterio", a cui hanno preso parte anche persone degli uffici qualità e ricerca e sviluppo. Questo corso è stato necessario perché, a parte le persone che hanno preso parte a corsi di formazione sugli strumenti Lean, tutti avessero le basi per intraprendere un progetto come quello che si andava ad affrontare. Sono stati illustrati tutti gli 8 punti di criterio ed è stata fatta una prova pratica con un "gioco" ideato per far comprendere meglio l'utilità di tale approccio.



Figura 32: una fase del training riguardante gli "8 punti di criterio"

Il "gioco" consisteva nel simulare una catena di montaggio di aeroplani costruiti con il Lego; ognuno aveva un compito: operai, responsabili di produzione, movimentatori di materie prime e semilavorati, clienti, magazzinieri, etc. Si sono fatte due simulazioni: la prima con regole prefissate, la seconda con le modifiche apportate in base alle osservazioni sollevate dal team rispetto alla teoria degli "8 punti di criterio". I risultati sono stati ottimi e tutte le persone coinvolte hanno potuto apprezzare la bontà del metodo.

Il giorno seguente si è iniziato il vero e proprio progetto con la creazione della mappatura dello stato attuale del reparto trecciato. Il team è stato diviso in sottogruppi che sono andati attraverso il reparto e i magazzini a calcolare le quantità di stock di materie prime e semilavorati necessari alla stesura della mappatura dello stato attuale. Le voci che sono state calcolate sono:

- Stock di mescole (di sottostrato e copertura) relativi alla struttura scelta in kg
- Stock di foglietta relativo relativo alla struttura scelta in kg
- Stock di acciaio in magazzino centrale relativo alla struttura scelta in kg
- Stock di acciaio in reparto relativo alla struttura scelta in kg
- I semilavorati della struttura scelta prima della trafilatura di copertura in metri
- I semilavorati del codice prodotto scelto dopo la trafilatura di copertura
- I metri di tubo relativi al codice prodotto scelto a magazzino nei 3 diversi punti di stoccaggio

Tutti questi dati sono poi stati valorizzati in giorni considerando la domanda cliente relativa o alla struttura o al codice prodotto.

Giorni lavorativi	21		
Ore effettive di lavoro giornaliero	22,5 hrs		
Domanda mensile per il codice 462-6	47287 metres		
Domanda mensile per la struttura SC2-9,5	84000 metres		
Consumo giornaliero di acciaio 0,25 HHT	4557 kg		
Consumo giornaliero di mescola PK1124	4544 kg		
Consumo giornaliero di mescola PK636	3952 kg		
Domanda giornaliera della struttura SC2-9,5	4000 metres		
Domanda giornaliera del codice 462-6	2182 metres		
Lotto	950 metres		
WORK IN PROCESS	data in	UM	Giorni
Mescola PK1124	8408	kg	1,9
Mescola pk636	7415	kg	1,9
Foglietta 0,30 x 0,60	6000	m	1,5
Acciaio B80 0,25 HHT in magazzino centrale	97500	kg	21,4
Acciaio B80 0,25 HHT in reparto	10000	kg	2,2
WIP- Acciaio 0,25 HHT già bobinato	0	m	0,0
WIP - sottostrato della struttura	2100	m	0,5
WIP - tubo già trecciato della struttura	1050	m	0,3
WIP-tubo coperto prima della vulcanizzazione (codice)	0	m	0,0
WIP -Tubo da strappare (codice)	1759	m	0,8
WIP - tubo da sfilare (codice)	1025	m	0,5
WIP - Tubo da spedire ma non ancora versato (codice)	490	m	0,2
FG of P/N - Tubo in area spedizione (codice)	4600	m	2,1
FG of P/N - Tubo in magazzino CEVA (codice)	4300	m	2,0
FG of P/N - Tubo in magazzino EDCN (codice)	8878	m	4,1
FG of P/N - Tubo in magazzino EDCS (codice)	6705	m	3,1
LEAD TIME			days
Inventario materie prime			23,6
WIP			2,3
Inventario prodotto finito			11,2
Tempo di processo			0,7
Lead Time totale			37,8
			perc.
			62%
			6%
			30%
			2%

Tabella 3: calcolo del Lead Time totale

Quindi si è passati al calcolo dei tempi che conferiscono valore al prodotto. Per il calcolo si è considerato un lotto di produzione della struttura R2-09 di 850 metri. Questa quantità deriva dalla necessità di ottimizzare tutte le fasi a monte della trecciatura e di ridurre l'incidenza dei set up sulla produttività. Si è passati al calcolo delle velocità di produzione delle macchine.

Fase	m/min	min/m	P/T [min]	P/T [h]
trafila plastici	27	0,04	35,19	0,59
Bobinatura BW5	4	0,25	237,50	3,96
trafila sottostrato 1	30	0,03	31,67	0,53
RB2 24F	2,1	0,48	452,38	7,54
Trafila copertura 3	26	0,04	36,54	0,61
vulcanizzazione 1	72,7	0,01	150,00	2,50
stripper	42,5	0,02	22,35	0,37
sfilamento 1	10	0,10	95,00	1,58
packaging	166	0,01	5,72	0,10
LOTTO DI PRODUZIONE = 950m			TOTALE	17,77 ore
				0,7 giorni

Tabella 4: calcolo dei giorni di valore aggiunto per il Lead Time

Il tempo totale in cui viene effettivamente aggiunto valore al prodotto è di 0.7 giorni contro i 37.1 di "tempo perso"

Il risultato totale del Lead Time è di 37,8 giorni. Questo valore è dato dalla somma di quattro diversi numeri:

- Inventario di materie prime
- WIP di reparto
- Il magazzino di materie prime
- Tempo di lavorazione

Questa suddivisione è stata fatta per valutare quale tra questi valori era preponderante sugli altri e quindi quale aveva priorità di intervento. Come si vede il problema maggiore si ha negli stock di materie prime che da sole ricoprono il 62% di tutto il Lead Time (Tabella 5).

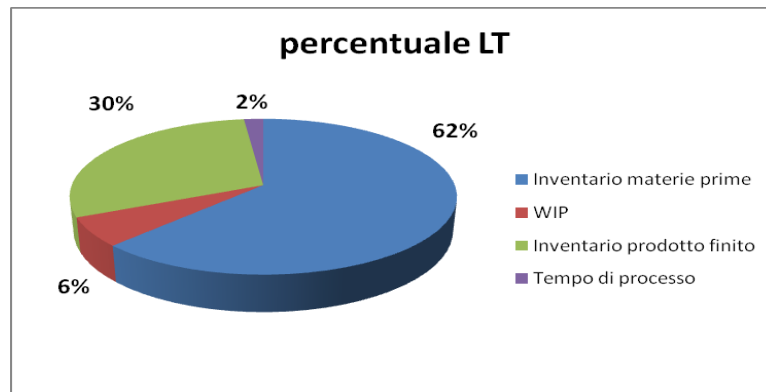


Tabella 5: Suddivisione del Lead Time nelle 4 parti di cui è composto

Si è quindi passati alla costruzione della mappatura dello stato futuro. Come prima cosa è stato analizzato il grafico in Tabella 5 e si è deciso di concentrarsi soprattutto sulla riduzione e sulla gestione dei magazzini di materie prime

Come si può vedere dalla Tabella 3 anche gli stock di prodotto finito ricoprono buona parte del Lead Time totale. Per questa voce però bisogna fare un discorso diverso. Le scorte dei tubi idraulici sono soprattutto collocate presso i due magazzini EDCs, da dove i clienti si riforniscono. Ogni anno il marketing di Parker decide quali tubi sono standard o non standard in base alle vendite dell'anno precedente e a previsioni. Per i tubi standard viene garantita una spedizione istantanea dal momento dell'ordine, quindi è necessario avere un magazzino che ricopra almeno parte del Lead Time di produzione dei codici standard.

Il vero problema era più che altro focalizzato sugli stock di mescole, sia di sottostrato che di copertura, ma soprattutto sulle scorte di acciaio. Durante la stesura delle mappature precedenti a questa, si è visto come il valore del Lead Time totale fosse influenzato in particolar modo dal livello del magazzino acciai; infatti se questo era basso il Lead Time era di conseguenza basso e viceversa. Il punto è che la mappatura è una fotografia del momento che se viene fatta in un certo istante può catturare una certa situazione, mentre se viene fatta anche solo poche ore dopo può catturarne un'altra anche molto diversa. Questo è quello che avveniva con gli acciai, a causa della gestione non accurata del riordino.

L'approccio seguito è stato quello degli "8 punti di criterio" illustrato precedentemente. Sono stati passati in rassegna tutti e otto i punti cercando un modo per apportare il miglioramento relativamente al punto analizzato.

- 1- Takt Time: è stato visto che in reparto non veniva calcolato il takt time, quindi non si aveva un'idea di quanta manodopera fosse necessaria a soddisfare la domanda cliente. Si è quindi deciso di procedere al calcolo settimanale del Takt Time.
- 2- Finished good strategy: le quantità di prodotti finiti presso i magazzini non erano eccessivamente alte. Il calcolo del Lead Time di produzione a sistema, che comanda il livello di scorta, non era particolarmente recente; questo provocava delle differenze tra Lead Time effettivo e il Lead Time con cui i clienti facevano gli ordini. Inoltre portando modifiche al processo e ai vari WIP tra le fasi, si è visto come il Lead Time a sistema sarebbe stato possibile modificarlo.
- 3- Flusso continuo: il processo non ha delle fasi a flusso; infatti tra due fasi contigue è sempre presente del WIP. Questo è dovuto a differenti velocità delle macchine; infatti se ad esempio si mettessero in serie una tracciatrice e una trafila di copertura, questo causerebbe una drammatica

perdita di produttività da parte di quest'ultima che è decisamente più veloce della trecciatura. Inoltre si creerebbero problemi qualitativi in quanto se il tubo trecciato passasse troppo lentamente nella trafila di copertura la qualità mescola risulterebbe non adeguata agli standard. Un altro problema riguarda lo spazio; infatti sarebbe complicato affiancare le macchine in quanto sono alquanto ingombranti. Dal brain storming era scaturita l'idea di mettere in serie la sbendatura e la cella di sfilamento di bendatura; tuttavia dopo un'analisi degli spazi ma soprattutto dei benefici che avrebbe portato questa soluzione, si è deciso di accantonare l'idea.

- 4- FIFO: all'interno del reparto trecciato la gestione dei semilavorati non era di tipo FIFO. I problemi maggiore di gestione dei WIP riguardava la bobinatura verso la trecciatura e la trafila sottostrato sempre verso la trecciatura. Questo causava molte ore perse da parte della trecciatura per mancanza di bobinato e sottostrato. Si è lavorato in questo senso per migliorare il servizio delle fasi a valle della trecciatura. Per quanto riguarda tutte le altre fasi, installare delle linee FIFO, sarebbe stato complicato sempre per motivi di spazio; inoltre il loro beneficio sarebbe da verificare in quanto i set up avrebbero un impatto considerevole sulla produttività.
- 5- Supermarket: la gestione degli stock di materie prime (in particolare acciaio e mescole) non era a Kanban. Si è quindi pensato di introdurre dei sistemi Kanban o dei metodi migliorativi per livellare i magazzini di materie prime. Inoltre si è anche pensato di cambiare il punto di schedulazione per i codici "runner"; infatti lo schedulatore di reparto pianificava la produzione sulle tracciatrici che a loro volta richiama bobinatura e trafila di sottostrato.
- 6- Single point Schedule: consiste nello schedulare la produzione in un unico punto. Dopo un'analisi dei flussi di informazioni in reparto si è visto come all'interno di ogni fase avveniva un cambiamento della sequenza di produzione. Si è deciso di intraprendere un progetto complicato con l'obiettivo di portare il punto di schedulazione solo in trafila copertura creando dei supermarket per le strutture "runner", in modo da rendere sempre disponibile il semilavorato di trecciatura per la trafila copertura. Questo sistema implica l'installazione di supermarket anche per quanto riguarda le bobine d'acciaio e il tubo con sottostrato. Questi supermarket sono necessari per rendere il sistema più reattivo alle richieste dei clienti. Senza dubbio, a causa del gran numero di strutture di tubo, creare dei kanban per il semilavorato è un compito arduo, ma che alla fine dei conti può portare grossi benefici in termini di servizio al cliente.
- 7- EPEI: il calcolo dell'EPEI è utile per il dimensionamento dei supermarket di materie prime e di semilavorati.
- 8- Pitch: nessuna attività è stata presa in considerazione per questo punto in quanto in reparto si utilizza già: il pitch è uguale al batch di produzione.

Queste attività, richiedevano un impegno importante da parte di tutti i membri del team; si è quindi deciso di approcciarle per gradi. Si sono analizzati tutti i lavori e si è scelto di partire da attività che sarebbero risultate poi vincolanti all'implementazione di altre.

Sono stati stesi dei piani d'azione su base trimestrale; ogni attività è stata pianificata in una serie di sottoattività volte a raggiungere l'obiettivo finale.

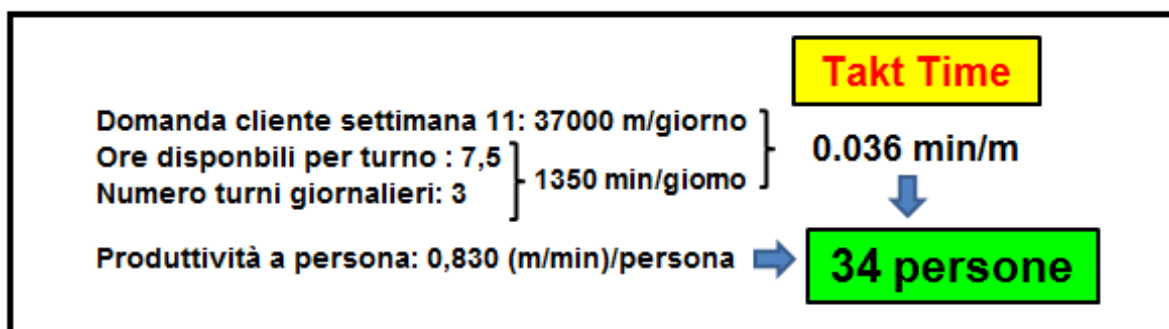
4.1.1 Takt Time

La prima attività che si è deciso di affrontare è stata quella relativa al calcolo del Takt Time. Come già spiegato il Takt Time è un numero che indica la cadenza con cui un prodotto deve uscire dal processo per soddisfare la domanda cliente.

È stato deciso come primo passo quello di calcolare il Takt Time totale del reparto. I dati necessari al calcolo sono:

- Ore disponibili giornaliere
- Domanda cliente

Con questi due dati il calcolo è immediato; tuttavia questo numero, per essere in qualche modo utile, deve essere confrontato con qualche altro indicatore. Partendo dal fatto che il reparto è settato per produrre una certa quantità di metri di tubo in base alla manodopera che è pianificata, si è deciso di partire dal Takt Time per arrivare al dato relativo a quanta manodopera sarebbe necessaria per produrre i metri richiesti dal cliente. Ad esempio:



Equazione 6: Calcolo del numero di risorse necessarie a soddisfare la domanda cliente

È stato calcolato che una persona "vale" 0.830 m/min che, con una domanda cliente di 37000 m a settimana, rende necessario avere 34 operatori per turno. Avere questo dato disponibile settimanalmente permette di poter verificare se il numero di operatori che attualmente lavorano

nel reparto è necessario oppure no. Nel caso in cui le risorse risultassero essere inferiori al necessario, si può correre ai ripari effettuando dei cambi reparto; è per questo che il calcolo del Takt Time è stato esteso anche all'altro reparto della Value Stream Idraulica: lo spiralato.



Figura 34 :Takt Time Board

4.1.2 Finished Goods Strategy

Come già detto in precedenza, le quantità di prodotti finiti a magazzino non erano particolarmente elevate.

Come primo passo si è deciso di lavorare su quella parte di WIP presente a Veniano.

La situazione attuale si presentava così: una volta completato lo sfilamento del mandrino e l'avvolgimento del tubo, il rotolo veniva posizionato dentro a scatoloni di cartone. Una volta riempito lo scatolone, veniva stampato il cartellino rappresentativo del contenuto dello scatolone e infine veniva messo in attesa poco fuori dalla macchina avvolgitrice. A questo punto l'operatore addetto alle spedizioni passava a prendere i pallet e li portava nell'area spedizioni. Qui l'operatore doveva controllare se quanto riportato sul cartellino corrispondeva al contenuto della scatola, chiudere lo scatolone e registrarlo sul "viaggio". Il viaggio era formato da 28 pallet, quindi quando l'operatore completava un foglio da 28 scatoloni, tutti per la stessa destinazione, chiudeva il viaggio, trasformando quindi il WIP in prodotto finito. A questo punto l'operatore portava fuori tutte i pallet nell'area spedizioni di Veniano in attesa che il magazzino CEVA o direttamente il camion li prendesse in carico. Il problema era che questa gestione causava aumento di WIP prima della cella spedizione e uno stock mediamente ampio di prodotto finito.

La soluzione è la seguente: i prodotti finiti per i clienti diretti (per quei pochi che sono rimasti diretti) non vanno ad aumentare le scorte, quindi si è deciso di attaccare sugli scatoloni a scorta delle etichette verdi in modo che quei pallet abbiano la precedenza nella cella spedizioni. Inoltre si è deciso, come primo passo, di ridurre il numero di pallet per viaggio da 18 a 25. È stato fatto con l'obiettivo di ridurre il tempo di attesa dei pallet già processati, quindi ridurre il WIP nel reparto e la quantità di prodotto finito in attesa fuori dal reparto. Questa è stata la prima azione che ha portato qualche miglioramento ma non ha risolto il problema. Per quanto riguarda il WIP di tubo finito prima della cella spedizione, si è pensato di eliminare il controllo finale e fare chiudere direttamente gli scatoloni dagli operatori della cella di finitura. L'operazione non è semplice ma permetterebbe di eliminare completamente una fase del processo che oltretutto non conferisce nessun valore al prodotto.

Per quanto riguarda invece i prodotti finiti presso i magazzini la questione risultava più complicata.

Parker per i propri prodotti standard garantisce un numero minimo di giorni di consegna dal momento dell'ordine; questo significa che per questi codici è necessario avere una magazzino di scorta. Avendo scelto come codice da seguire per la stesura della mappatura il tubo con più

richiesta ci troviamo in questa situazione. L'obiettivo è quindi non quello di eliminare lo stock di prodotto finito, ma provare quantomeno a ridurlo.

Per ridurre lo stock bisogna ridurre il Lead Time da quando viene fatto l'ordine a quando il prodotto arriva al cliente. La nostra attenzione si è focalizzata sul flusso di informazioni proprio da quando l'ordine parte a quando l'ordine stesso arriva in fabbrica.

Il giro delle informazioni al momento della mappatura funzionava così:

- Il cliente prelevava una certa quantità di tubo da uno dei nostri EDCs
- Conseguentemente il pianificatore del magazzino, nel momento in cui andava a vedere se quel codice era stato prelevato, faceva partire degli ordini verso Veniano per una quantità pari a quella consumata.
- L'ufficio di Veniano, addetto all'elaborazione degli ordini, vedeva gli ordini in arrivo e li inseriva nel sistema una volta al giorno, senza alcun segnale che indicasse la presenza o meno di un ordine da processare.
- Una volta inserito l'ordine a sistema, il pianificatore della fabbrica di Veniano, inseriva lo stesso nel programma del reparto
- Infine lo schedatore di reparto inseriva l'ordine nel programma che viene utilizzato per schedulare le macchine. Questo programma si aggiornava automaticamente con il sistema una volta al giorno alle 4 del mattino.

Il problema di questo sistema era che non esistevano dei segnali che avvertivano i diretti interessati della presenza o meno di un ordine. Durante la mappatura è stato calcolato che si può arrivare fino a 3,5 giorni da quando viene inserito l'ordine a quando l'ordine stesso viene visto dallo schedatore di reparto.

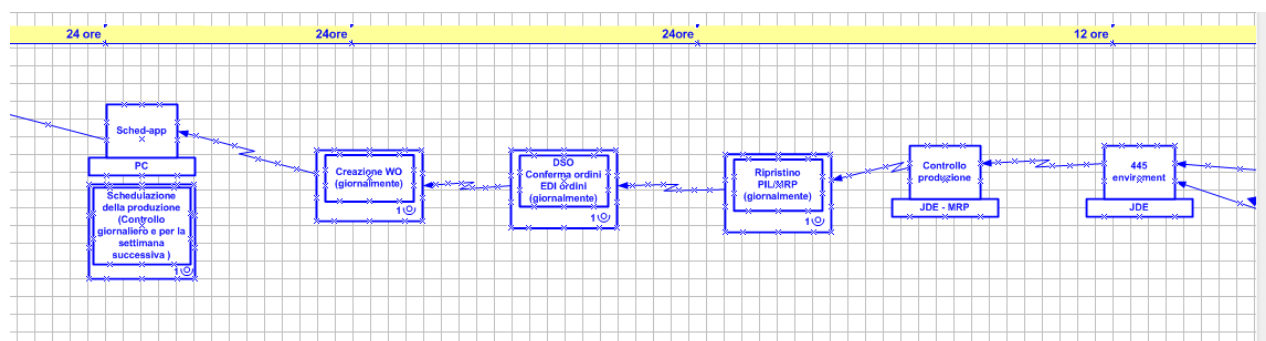


Figura 35: Estratto della mappatura che mostra il flusso di informazioni

Si è quindi pensato a come poter ridurre questi 3,5 giorni. La soluzione è stata quella di automatizzare tutto; cioè eliminare tutti i passaggi da quando l'ordine parte a quando arriva in reparto. Una volta al giorno un programma gira presso il magazzino centrale e registra la quantità prelevata per codice, quindi inserisce l'ordine tenendo conto di tutti i vincoli presenti (minimum batch quantity, lead time,...). L'ordine non viene più visto da nessuno se non che dallo schedatore che, aumentando la frequenza di aggiornamento tra il programma di schedulazione e il sistema, vede gli ordini in ingresso ogni fine turno. È stato calcolato che si passerebbe da 3.5 a un solo giorno

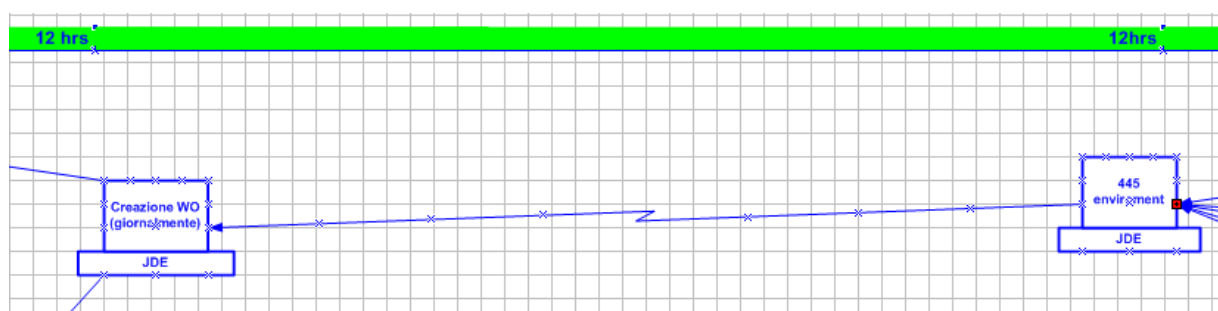


Figura 36: estratto della mappatura che indica lo stato futuro del flusso di informazioni

Installare un sistema del genere non è facile in quanto ogni persona che elaborava l'ordine necessitava di alcune informazioni che talvolta venivano inserite al passo precedente manualmente.

Dopo parecchi tentativi e modifiche dovute alla mancanza di informazioni che il sistema automatico non registrava, si è riusciti a partire per una prova pratica, solo sul codice in questione. Attualmente si sta ancora testando bene il sistema prima di implementarlo su tutti i codici standard. Questo perché, una volta cambiati i lead time a sistema e di conseguenza il livello di scorte a magazzino, anche solo un piccolo errore può causare una rottura di stock, con ripercussioni drammatiche sul customer service, punto cruciale della politica Parker. La soluzione per ora non dà problemi e sembra poter garantire quella riduzione di 2,5 giorni di flusso di informazioni. Questo fatto porterà a diminuire di 2,5 giorni la scorta a magazzino per i codici standard. Solitamente per i codici standard che però non richiedono lavorazioni particolari il lead time a sistema è di 14 giorni: ridurre di 2,5 giorni significherebbe ridurre le scorte di circa il 20% da cui deriverebbe un grosso beneficio in termini economici.

4.1.3 FIFO

Questo punto riguarda più che altro la gestione del semilavorato all'interno del reparto. Se si va a guardare la tabella dei tempi di non valore aggiunto si nota come la quantità di WIP nel reparto è quella che ha impatto minore sul lead time. Tuttavia è stato analizzato un altro dato importante per il quale si è deciso di intraprendere un'attività importante in questo senso: il downtime delle tracciatrici. Il downtime è la percentuale di tempo, rispetto a quello pianificato, in cui la macchina sta ferma per manutenzione, problemi qualitativi, mancanze materie prime, set up, etc. Analizzando il downtime delle tracciatrici si è visto come le fermate dovute alla mancanza di acciaio avevano una percentuale rilevante rispetto al totale delle ore disponibili: le percentuali oscillavano tra il 4% e l'8% del tempo totale schedulato (tabella 1).

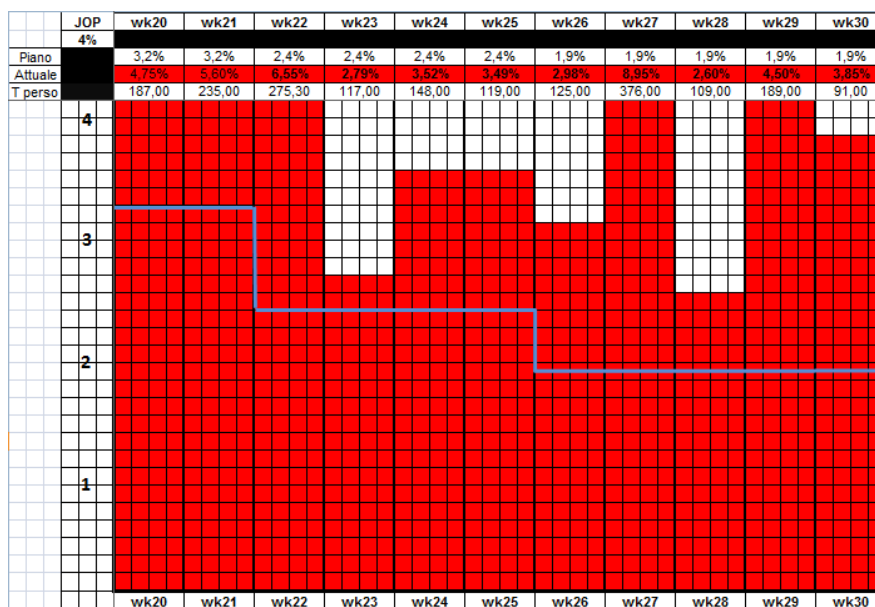


Tabella 6: percentuale di tempo di fermo macchine rispetto al totale, dovuto a mancanza acciaio

Si è voluto quindi lavorare sulla cella di bobinatura e sulla gestione dei carrelli di bobine vuote per migliorare il servizio alla trecciatura.

Situazione iniziale

Come primo passo si è voluto analizzare la situazione iniziale per capire la modalità di gestione dei carrelli e i relativi problemi.

Le macchine bobinatrici, come già spiegato in precedenza servono per creare una nappa di fili partendo da più bobine a filo singolo, le B60. Gli alloggi delle B60 sono chiamati cantre e sono nella parte posteriore della macchina.

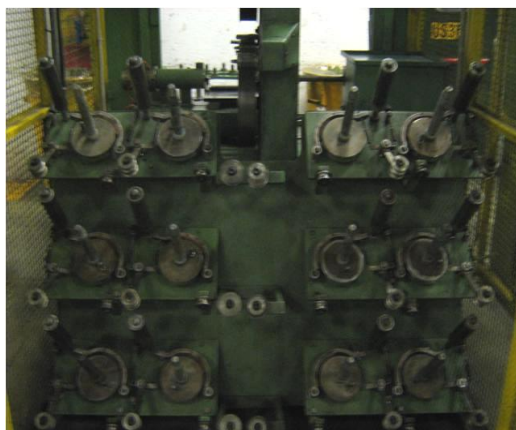


Figura 37: Parte posteriore di una bobinatrice: le cantre

Inizialmente il reparto contava 24 bobinatrici: 2 a 24 cantre, 1 a 18 e le restanti 21 a 12 cantre. Queste 21, a loro volta erano divise in due famiglie: le Sacamo e le BW5. Le Sacamo erano più adatte a lavorare in funzione delle tracciatrici RB2, mentre le BW5 per le tracciatrici De Angeli. Il layout della cella era come in Figura 38.



Figura 38: vecchio layout della cella di bobinatura

Da segnalare anche la varietà di diametri e tipi di fili d'acciaio utilizzati in bobinatura:

- diametro 0.15
- diametro 0.25 HT e HHT
- diametro 0.28 HT
- diametro 0.30 HT e HHT
- diametro 0.38 HT

La schedulazione delle macchine veniva fatta in base alle priorità. Quando l'operatore in trecciatura finiva di caricare la macchina, portava il carrello, con le bobine vuote, in un'area adiacente alla cella di bobinatura. Sul carrello metteva una "proposta di bobinatura" come quella in Figura 39


Giorno			 QUALITA		CODICE: SPB000 REV.00																																										
Consegnata da trecciatura	ORDINE BOBINATURA N°				DATA																																										
Prelevata da bobinatura	TIPO TUBO R2-13 DN 13,00 0.28 HT (2750-3050)																																														
Consegnata da bobinatura	N° FILI 8	N° BOBINE 24	MT. FILO 1282																																												
	KG. 119.18	MT. TUBO 750																																													
	CALZA N° 1	TIPO BOBINE A2																																													
	TRECCIATRICE N° 10																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RINTRACCIABILITÀ</th> </tr> <tr> <th colspan="3">FORNITORE</th> </tr> <tr> <th colspan="3">N° LOTTO</th> </tr> <tr> <th>MACCH.</th> <th>N° BOBINE</th> <th>OPERATORE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					RINTRACCIABILITÀ			FORNITORE			N° LOTTO			MACCH.	N° BOBINE	OPERATORE																														
RINTRACCIABILITÀ																																															
FORNITORE																																															
N° LOTTO																																															
MACCH.	N° BOBINE	OPERATORE																																													
	ETICHETTE BOBINA																																														

Figura 39: Proposta di bobinatura

Sulla proposta di bobinatura erano presenti tutti i dati necessari all'operatore per lavorare:

- Diametro e tipo di filo
- Numero di fili
- Numero di bobine da produrre
- Tipo di bobine da utilizzare
- Metri di filo per bobina
- Macchina tracciatrice per cui si lavora

I carrelli quindi rimanevano in attesa (Figura 40) fino a quando a un operatore non si liberava una macchina e quindi era autorizzato a prendere il carrello. Il sistema basato sulle priorità, in teoria poteva anche funzionare ma era troppo basato sulla sensazione e sul volere dell'operatore, cosa inaccettabile per un sistema che vuole essere standardizzato.



Figura 40: Zona di attesa carrelli vuoti

Si è quindi pensato di gestire i carrelli vuoti con una linea FIFO.

Nuovo metodo di gestione cella bobinatura

Per prima cosa è stata fatta un'analisi dei consumi dei vari tipi di acciai. È stato necessario per capire come sarebbe stato possibile creare una certa divisione delle macchine in sottocelle. Dall'analisi è scaturito che i due fili di maggior utilizzo erano lo 0,28 HT e lo 0,25 HHT, mentre gli altri tipi di fili si ritagliavano una fetta minore del consumo totale.

È stata fatta un'analisi che ha incrociato il numero di fili con il tipo di acciaio per capire per quali strutture erano necessarie o meno le "multifilo" (macchine con più di 12 cantre). Si è visto che, per quanto riguarda i due acciai "runner", nessuna struttura richiedeva le multifilo; quindi, per questi tipi di acciai, si potevano creare delle celle fatte da bobinatrici standard.

Dopo queste considerazioni è stato preso in mano il layout attuale della cella di bobinatura e si è visto che per creare una situazione ideale alle esigenze, si sarebbero dovute spostare 4 macchine, introducendo un'ulteriore multifilo proveniente dal reparto spiralato.

In questo modo si è potuta dividere la cella di bobinatura in 6 sottocelle ciascuna formata da 4 macchine. Ogni cella è stata dedicata a una specifica lavorazione:

- Cella A: acciaio 0,28 HT per De Angeli. Tutte bobinatrici a 12 cantre BW5
- Cella B: acciaio 0.25 HHT per De Angeli. Tutte bobinatrici a 12 cantre BW5
- Cella C: cella jolly; dedicata a 0,30 HT e 0,38 HT. Inoltre può aiutare altre celle in caso di cambio di mix produttivo. De Angeli o RB2 indifferentemente. Composta da due bobinatrici a 12 cantre BW5 e 2 bobinatrici a 18 cantre.
- Cella D: cella jolly; dedicata a 0.25 HT e 0.30 HHT. Inoltre può aiutare altre celle in caso di cambio di mix produttivo, soprattutto per strutture a 0,28 HT su RB2. Composta inizialmente da 2 multifilo a 24 cantre e due Sacamo da 12 cantre, è stata poi spostata una bobinatrice standard per far spazio a un'altra multifilo da 18 cantre. Questo cambio è stato dovuto al fatto che c'è stato un cambiamento di mix produttivo con un'impennata di ordini di strutture a multifilo; questo ha richiesto di aumentare la produttività in tal senso.
- Cella E: acciaio 0.25 HHT per RB2. Tutte bobinatrici a 12 cantre Sacamo
- Cella F: acciaio 0.25 HHT per RB2. Tutte bobinatrici a 12 cantre Sacamo

La divisione in celle aveva un obiettivo ben preciso: ridurre l'incidenza dei tempi di set up. Con il vecchio metodo gli operatori prendevano i carrelli da lavorare in base alle priorità della trecciatura. Questo significa che se un operatore ha caricato la bobinatrice, per esempio, a 10 fili di acciaio 0,28 HT e ha concluso un carrello, sulle cantre ci sono bobine ancora quasi piene. Il problema è che se il carrello successivo necessitasse un altro tipo di acciaio, l'operatore dovrebbe scaricare delle bobine quasi piene per caricarne delle altre. Questo significa perdere molto tempo, quindi produttività, a causa dei set up. Dividere le macchine in celle dedicate a un filo d'acciaio specifico, permette di scaricare le bobine solo una volta finite, riducendo drasticamente i cambi lavoro.

Una volta completato il layout era necessario creare un sistema per la gestione dei carrelli vuoti. Si è pensato che il metodo migliore fosse quello di creare una linea FIFO divisa per tipo di acciaio, quindi una corsia per cella. Purtroppo il reparto non ha così tanto spazio da poter ospitare 6 corsie; infatti è stata creata una zona per i due acciai runner (Figura 41) e una zona per gli altri tipi di filo. Le corsie per gli acciai runner, sono state collocate vicino alle macchine tracciatrici, quindi di facile accesso per i trecciatori; questa zona presenta 4 corsie: 2 dedicate al filo 0,25 HHT mentre le altre 2 al filo 0,28 HT. Sono state previste 2 corsie per acciaio per differenziare i tipi di bobina: De Angeli o RB2. Le altre postazioni sono state ricavate nei pressi della cella di bobinatura al posto della vecchia area "priorità"(Figura 40).



Figura 41:FIFO per la gestione carrelli di bobinatura.

È stato introdotto anche uno strumento utile agli operatori di bobinatura per gestire meglio il lavoro. Si è calcolato per ogni tipo di macchina trecciatrice (RB2 o De Angeli, 20 o 24 o 32 o 36 fusi) la velocità di ogni struttura di tubo; in questo modo, sapendo i metri di tubo da produrre con una sola carica della macchina, si può avere un'idea del tempo di totale di trecciatura. Sono stati introdotti dei cartelli da applicare sulla macchina trecciatrice, in cui si sono riportati i dati

relativi alla caratteristica della macchina, la struttura del tubo e il tempo di lavorazione della macchina.

Parker		BRAIDER CELL
Emissione: Davide Cucinella		Approvato: Franco Fumagalli
TIPO MACCHINA	STRUTTURA IN LAVORAZIONE	16-SC2
DA	VELOCITÀ MACCHINA	1,33 [m/min]
24 FUSI	QUANTITÀ TUBO SU BOBINA	750 [m]

Tempo carica

Pagina 44

9 h

Figura 42: cartello indicante il tempo di lavorazione della macchina trecciatrice

È stata quindi modificata anche la proposta di bobinatura. È stato affidato all'operatore di trecciatura, prima di inserire il carrello vuoto nella linea FIFO, il compito di segnalare l'orario di consegna del carrello e l'orario previsto di fine lavoro della macchina. In questo modo l'operatore di bobinatura nel momento in cui preleva il carrello dalla linea FIFO, sa quanto tempo ha per lavorare e consegnare il carrello in modo da servire perfettamente la trecciatura.

Parker QUALITÀ		CODICE: SP8000 REV:00	
ORDINE BOBINATURA N°		DATA	
TIPO TUBO R2-13 DN 13,00			
0.28 HT (2750-3050)			
N° FILI 8	N° BOBINE 24	MT. FILO 1282	
KG. 119.18	MT. TUBO 750		
CALZA N° 1	TIPO BOBINE A2		
TRECCIATRICE N° 10			
RINTRACCIABILITÀ FORNITORE			
N° LOTTO			
MACCH. 1	MACCH. 2	N° BOBINE	OPERATORE
ETICHETTE BOBINA			
Giorno	Consegna carrello a FIFO line	Fine carica trecciatura	Ritiro carrello da bobinatura
	h	h	h
			Consegna carrello a trecciatura
			h

Figura 43: Nuova proposta di bobinatura

È stato introdotto anche un sistema per controllare l'andamento del nuovo metodo. In base agli orari segnati dagli operatori è infatti semplice capire se la proposta di bobinatura è stata compilata correttamente dai trecciatori (orario di fine carica trecciatura), e se la cella di

bobinatura ha consegnato il carrello in ritardo o meno (confronto orario fine carica trecciatura e consegna carrello alla trecciatura).

È stata inoltre fatto evento 5S+S con l'obiettivo di rendere l'area più pulita vivibile e sicura. Si è creato un team di lavoro comprendente responsabili di produzione, di manutenzione, di Lean e infine gli operatori.

Si è deciso di iniziare col pulire la cella "A" per standardizzare il metodo, per poi implementare l'attività su tutte le macchine.

Per quanto riguarda la pulizia sono state smontate le gabbie di protezione delle macchine in modo da facilitare l'accesso alle stesse. Successivamente sono state completamente pulite con particolare attenzione sulle parti cruciali della macchina bobinatrice.

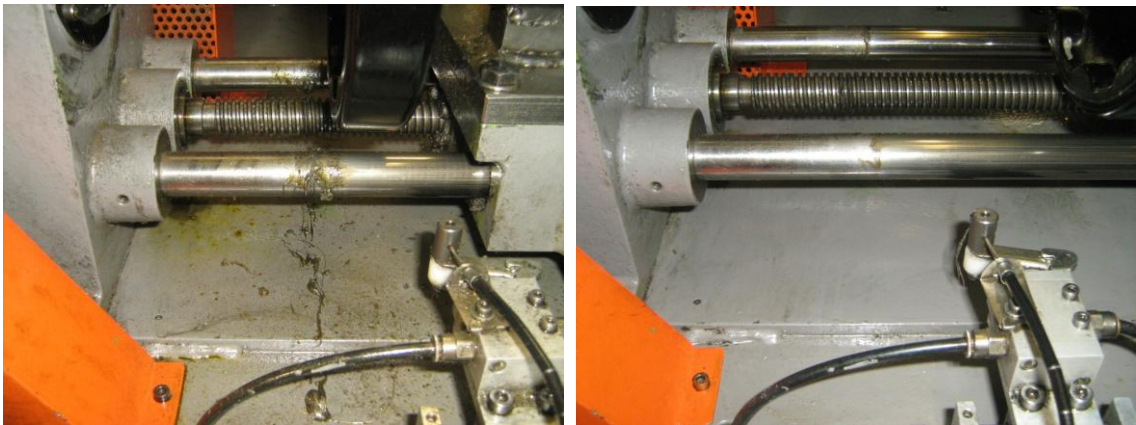


Figura 44: particolare di una bobinatrice prima e dopo la pulizia

Ci si è poi posti il quesito di come rendere più sicura e vivibile la cella. Si è visto che all'interno del corridoio tra le due file di macchine stazionavano gli scatoloni delle bobine d'acciaio anche quando non erano utilizzati. Il corridoio non è particolarmente largo quindi può capitare di toccare le gabbie di protezione delle macchine con il trans pallet a causa della presenza degli scatoloni. Si è quindi pensato di creare delle zone apposite per parcheggiare gli scatoloni quando non servono. Queste aree devono accogliere almeno uno scatolone per tipo d'acciaio, e degli scatoloni da riempire con le bobine vuote in base al fornitore dell'acciaio. Le aree sono state ricavate all'ingresso e sul fondo della cella di bobinatura.



Figura 45: Prima e dopo la creazione delle aree per gli scatoloni

Infine è stato creato uno standard work riguardante la pulizia delle macchine e dell'area a ogni fine turno. Inoltre gli operatori e i capi turno sono stati muniti di un modulo, creato appositamente, per controllare se gli standard vengono rispettati o meno.

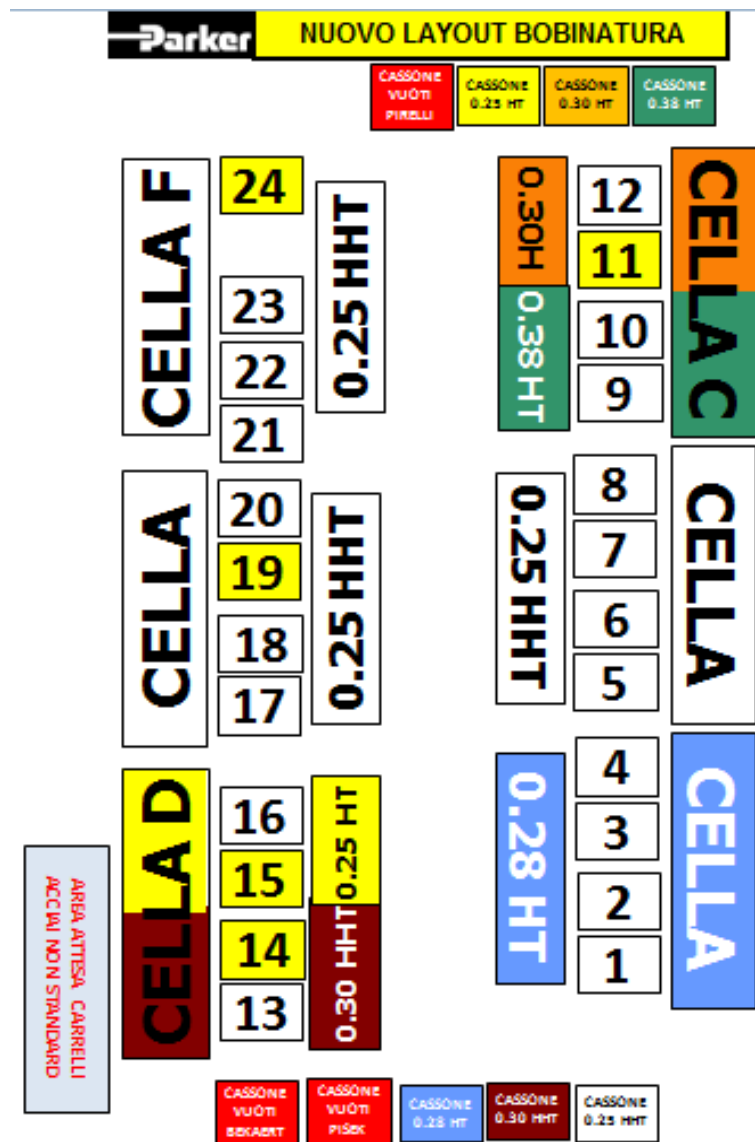


Figura 46: Nuovo layout di bobinatura.

È stata cambiata la posizione della board della cella di bobinatura, ritagliandone un apposito spazio per l'attività 5S+S.

Queste attività sono state tutte introdotte con l'obiettivo di migliorare il servizio della bobinatura verso la trecciatura. L'introduzione di un metodo diverso da quello che molti erano abituati ad usare da anni, ha causato non poche problematiche inizialmente. Errori nella compilazione delle bolle e problemi a cui non si aveva pensato, hanno accompagnato il primo periodo di inserimento. Tuttavia una volta standardizzato e compreso bene da tutti, il sistema ha dato sicuramente dei buoni risultati.

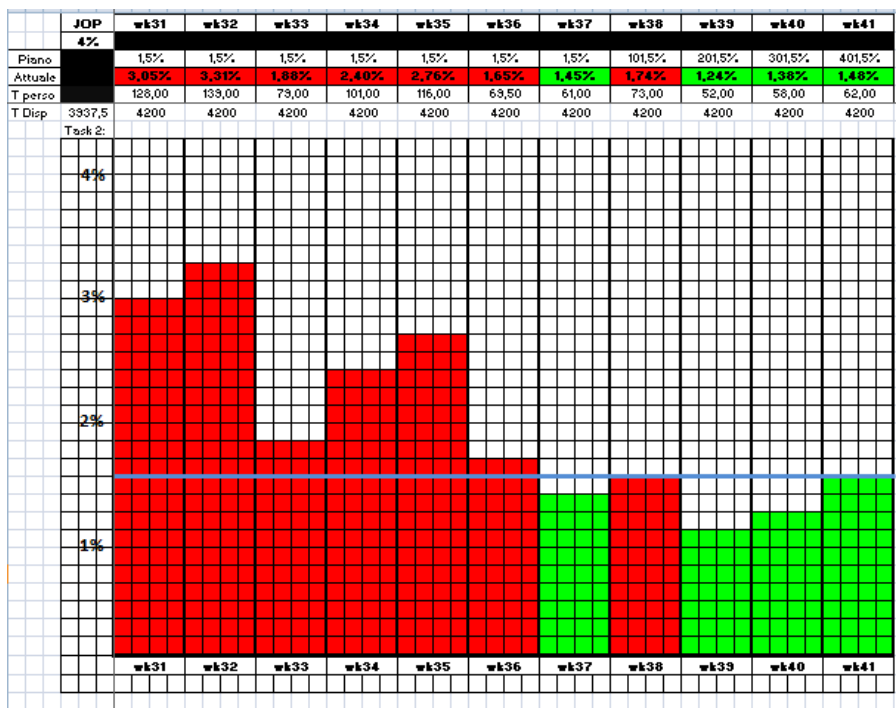


Tabella 7: andamento del servizio delle bobinatura verso la trecciatura dopo l'introduzione del nuovo metodo di gestione

Come si vede dalla Tabella 7 le prime settimane immediatamente successive all'introduzione del nuovo metodo (settimana 31), pur avendo portato un miglioramento rispetto a prima, non aveva permesso di raggiungere l'obiettivo dell'1.5 di tempo perso dalle trecciatrici a causa della bobinatura. Tuttavia dopo delle modifiche relative ai cambiamenti di mix e soprattutto a lavorazioni particolari (multifilo), in poco tempo il sistema si è stabilizzato nell'intorno dell'obiettivo prefissato.

La strada intrapresa è stata quindi quella giusta; tuttavia perdere l'1,5% di tempo a causa della mancanza di acciaio non è accettabile. 1,5 % significa perdere circa 60 ore a settimana; considerando che una trecciatrice RB2 al minuto produce circa 2 metri di tubo, in 60 ore produrrebbe 7200 metri che sono circa il 20% della produzione giornaliera dell'intera cella di trecciatura, senza però considerare il downtime della macchina trecciatrice. Il prossimo obiettivo è sicuramente quello di migliorare ancora il sistema in modo da ridurre ulteriormente queste perdite.

4.1.4 Supermarket

Uno dei maggiori problemi delle aziende è la quantità di materie prime a stock e la gestione di esse. Infatti nella maggior parte dei casi queste vengono ripianificate in base a delle previsioni di consumo. Questo può portare, in caso di cambiamenti repentini di domanda , a non avere scorte a sufficienza o di contro ad avere dei livelli altissimi di magazzino e quindi di soldi immobilizzati.

All'interno del reparto trecciato le materie prime utilizzate sono sostanzialmente due: le mescole (sottostrato e copertura) e il filo d'acciaio. Dalla mappatura che è stata fatta durante l'evento Kaizen, si è visto come gli stock di questi tre componenti compongono buona parte del Lead Time totale.

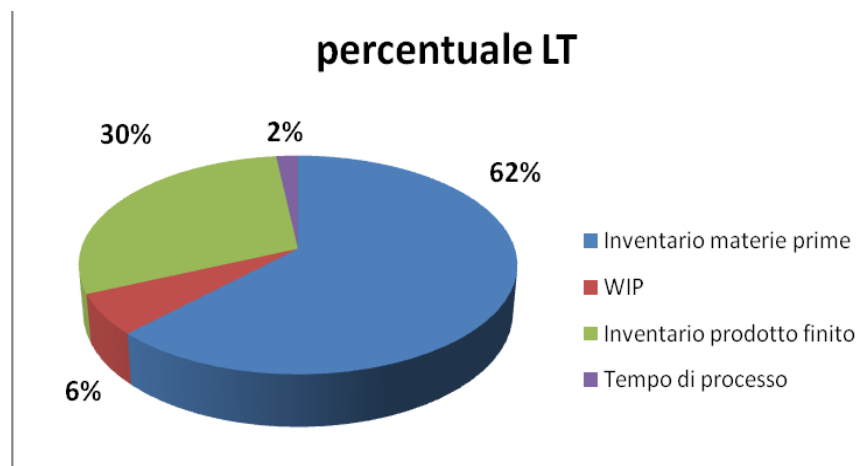


Tabella 8: Suddivisione del Lead Time nelle 4 parti di cui è composto

Analizzando il grafico sopra riportato, il 62% del Lead Time è dovuto agli stock di materie prime; questo significa che riducendo questa parte si riduce di conseguenza sensibilmente il Lead Time. Uno strumento mirato alla riduzione delle scorte che la Lean offre è il sistema Kanban. L'obiettivo finale del progetto è quello di avere tutte le materie prime, dirette e indirette, gestite a Kanban; questo significa basare il calcolo su un metodo solido, facile da gestire soprattutto con il proprio fornitore.

Kanban mescole.

La gestione del riordino delle mescole che si presentava prima dell'introduzione del Kanban era la seguente: il pianificatore dei materiali mandava gli ordini presso il fornitore in base al consumo delle settimane precedenti, senza basarsi sul consumo previsto nella settimana successiva. Questo causava una certa instabilità del magazzino mescole; infatti capitava di

avere settimane in cui il magazzino era pieno ed altre in cui si rischiava, e talvolta accadeva, di rimanere senza mescola.

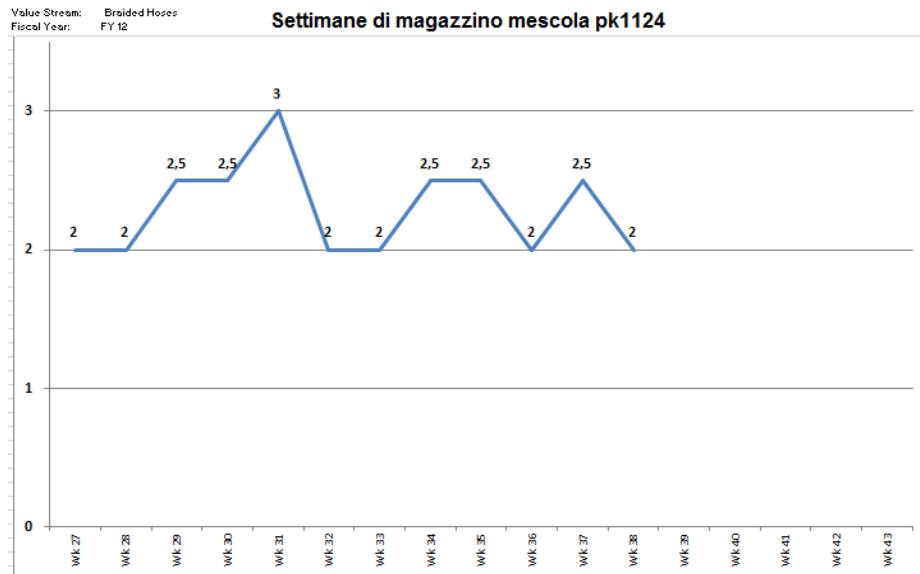


Tabella 9: Andamento del magazzino della mescola PK1124 prima di introdurre il Kanban

Come prima cosa è stato necessario analizzare i consumi e i livelli di stock di queste due mescole; Il fornitore delle mescole è un'altra azienda Parker: Tecnocompound di Siziano, a meno di due ore di strada da Veniano.

Il calcolo del Kanban è possibile suddividerlo in 3 parti:

- Cycle Stock
- Buffer Stock
- Safety Stock

1	Cycle Stock = Domanda Giornaliera x Lead Time di spedizione
2	Buffer Stock = Cycle Stock x Deviazione Standard
3	Safety Stock = (Cycle Stock + Buffer Stock) x (scarti + downtime)

Tabella 10:metodo usato per il calcolo dei livelli del Kanban

La somma di questi 3 stock forma il quantitativo totale di materie prime a magazzino.

Come si può vedere per effettuare questi calcoli sono necessari dei dati che non sempre sono facili da raccogliere:

- Domanda giornaliera: sono stati ricavati i consumi delle mescole grazie a un file che viene aggiornato settimanalmente dal responsabile che emette gli ordini per le mescole stesse.
- Lead Time spedizione: Siziano, come detto in precedenza, dista pochi chilometri da Veniano. Questo stabilimento fornisce tutte le mescole che si consumano nelle 2 Value Stream di Veniano. Si è deciso con Siziano, inizialmente, di avere almeno 3 spedizioni alla settimana; questo significa circa 1.5 giorni di Lead Time di spedizione.
- Deviazione Standard: semplice calcolo della deviazione standard della domanda giornaliera
- Scarti: questa voce è la percentuale di scarto del materiale o prodotto rispetto al consumo totale
- Downtime: è la percentuale di tempo perso rispetto al tempo totale di disponibilità della macchina.

Una volta raccolti i dati, si è costruito un file per il dimensionamento automatico del Kanban:

CALCOLO KANBAN MESCOLE						
	PK1124	PK636				
Lead Time (days)	1,5	1,5				
Deviazione standard	0,2	0,16				
percentuale di scarto	0,1	0,03				
Downtime	0,1	0,1				
Standard Pack (LF)	880	928				
# Cycle Stock	2	2				
Materiale	Domanda giornaliera	Cycle stock	Buffer stock	Safety stock	Kg totali a magazzino	Bancali totali a magazzino
PK1124	4544	6816	1363	1636	16631	19,0
PK636	3952	5928	948	894	13698	15,0

Tabella 11: calcolo delle quantità di mescole nel supermarket

Per iniziare si è deciso di essere cauti; uno dei problemi in cui si può incappare con questo materiale è la presenza di impurità all'interno della mescola. Queste impurità sono impossibili da rilevare al momento della produzione della mescola stessa o all'arrivo del prodotto all'interno dei nostri magazzini. Infatti ci si può accorgere della loro presenza solo una volta messa in trafila e la maggior parte delle volte se un bancale presenta delle impurità anche tutti gli altri bancali dello stesso lotto sono da scartare. Questa è un'eventualità molto rara e quindi nel calcolo della percentuale di scarto ha un peso quasi irrilevante sul risultato finale. Quindi, per il tipo di calcolo che si è fatto, questo problema non viene praticamente preso in

considerazione. Per questo motivo si è deciso, per iniziare con questo sistema, di raddoppiare il cycle stock delle mescole in modo da creare un piccolo buffer supplementare, per non risentire dell'eventualità di dover scartare anche 4 o 5 bancali di mescola. Il risultato finale è: 19 bancali di PK1124 e 15 di PK636.

Si è dunque trattato di creare il metodo per amministrare il Kanban.

Come prima cosa si è disegnato il cartellino Kanban contenente tutte le informazioni del caso.

Autorizzazione consegna		
PART NUMBER	RCM 3685	
DESCRIZIONE	PK 1124	
Quantità	BOX	LEAD TIME
1	PALLET	1,5 giorni
FORNITORE		
TECNO COMPOUNDS (SIZIANO)		
SPEDIRE A		
HYD VS VENIANO		
UBICAZIONE MAGAZZINO		
STABILIMENTO	EDIFICIO	UBICAZIONE
VENIANO	VS TRECCIATO	A - 2
UBICAZIONE CELLA DI UTILIZZO		
CELLA		OPERAZIONE
TRAFILA SOTTOSTRATO		SOTTOSTRATO
COMMENTI		

Figura 47: Esempio di cartellino Kanban.

Uno dei problemi che ci si è posti è stato di definire un'ubicazione per le mescole. Teoricamente a ogni cartellino deve corrispondere una postazione in modo che l'operatore addetto al riempimento delle scaffalature sappia molto bene dove deve portare un dato bancale, senza doversi preoccupare di che cosa esso sia. Allo stesso modo l'operatore che utilizza la materia prima sa dove andare a prendere ciò che gli serve; in questa maniera non ci possono essere errori in fase di prelievo materiale. Tuttavia, ci si poneva un problema: le mescole, per come si è organizzati, devo essere all'interno del reparto e in reparto non è possibile usare il muletto ma solamente il trans pallet. Questo imporrebbe di avere tutte le mescole a terra, cosa impossibile per mancanza di spazio. La cosa importante è che a terra ci sia almeno il consumo giornaliero per entrambe le mescole. Infatti si è deciso che il carrellista addetto al ripristino dei bancali, al mattino, ripristini i bancali nelle postazioni vuote a terra. La soluzione adottata per quanto riguarda il nome delle postazioni è stata di nominare la scaffalatura scelta e dare un numero progressivo alle sue colonne. Lo scaffale di cui si sta

parlando è dotato di 12 colonne da 3 ripiani ciascuna, compreso quello a terra. Lo scaffale è stato chiamato A e le sue colonne A-1, A-2, fino ad A-12. In questo modo l'ubicazione è sempre corretta perché il carrellista sposta solo in verticale i bancali e mai in orizzontale.

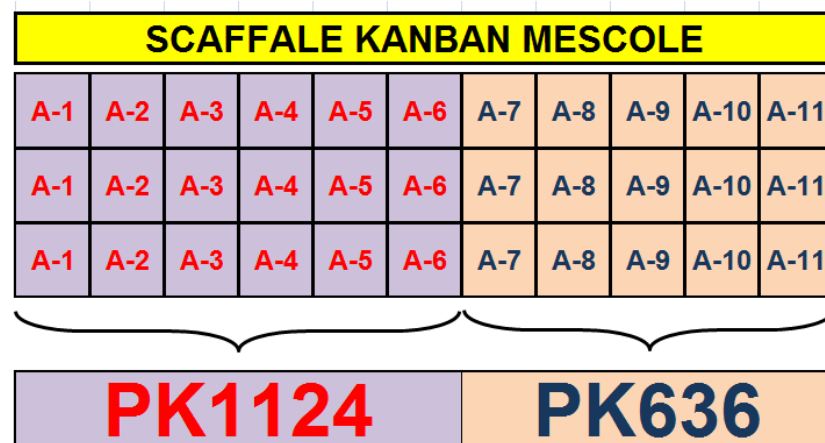


Figura 48: Suddivisione dello scaffale dedicato al kanban

Un altro problema che ci si è posto è stato come far “viaggiare” i cartellini. L’idea iniziale prevedeva che gli operatori a ogni prelievo di un bancale di mescola, ne rimuovessero il cartellino applicato per inserirlo in un’apposita busta. Quindi, una volta arrivate le mescole dal fornitore, l’autista del camion proveniente da Siziano, avrebbe prelevato i cartellini e riportati al fornitore che a sua volta avrebbe applicato i cartellini ai nuovi bancali e così via. Questa soluzione, pur pratica che sia, presentava un problema: questo “giro” implica vari passaggi di mano dei cartellini che se dovessero andare persi il materiale non verrebbe ripristinato e di conseguenza si rischierebbe di tenere ferme le macchine per mancanza della mescola. Infatti uno dei più grandi rischi della gestione a Kanban è lo smarrimento del cartellino stesso. Si è optato per una soluzione “informatica”: è stata creata una cartella sul computer del pianificatore del materiale con all’interno tutti i cartellini salvati come file PDF. Il pianificatore dei materiali, al mattino presto, preleva i cartellini dalla busta, torna in ufficio e invia a Siziano tanti file PDF quanti cartellini ha recuperato in base all’ubicazione segnalata sui cartellini. Per esempio se preleva il cartellino con ubicazione A-2, lui invierà a Siziano il file PDF nominato A-2 senza preoccuparsi della materia prima che in realtà sta richiedendo. Il responsabile di Siziano stampa i file inviati da Veniano e li applica sul bancale di mescola che verrà subito inviato. Così all’arrivo dei bancali a Veniano il carrellista sa già dove deve mettere le mescole in arrivo in base alla ubicazione segnata sul cartellino.

Si sono introdotti due sistemi di controllo del sistema, per monitorare eventuali errori sia dalla parte di Veniano che da quella di Siziano. Il primo è di competenza del carrellista che, quando arrivano le mescole, controlla se i cartellini arrivati siano effettivamente uguali a quelli spediti il

giorno prima. Il secondo, di competenza del pianificatore del materiale, consiste nel verificare che nessun cartellino sia andato perso all'interno del reparto; quando la mattina preleva i cartellini, conta quanti ne ha prelevati, li somma a quelli che dovrebbero essere in arrivo da Siziano e ne fa la differenza con le postazioni vuote sullo scaffale. Se il risultato fa zero allora non ci sono cartellini smarriti.

Per quanto riguarda questa parte di controllo del sistema, durante i primi giorni ha rilevato, da parte degli operatori, delle dimenticanze riguardo l'inserimento del cartellino nell'apposita busta. Dopo un secondo giro di formazione degli operatori, il problema è andato risolto.

Invece i benefici in termini di riduzione del magazzino mescole sono stati subito importanti.

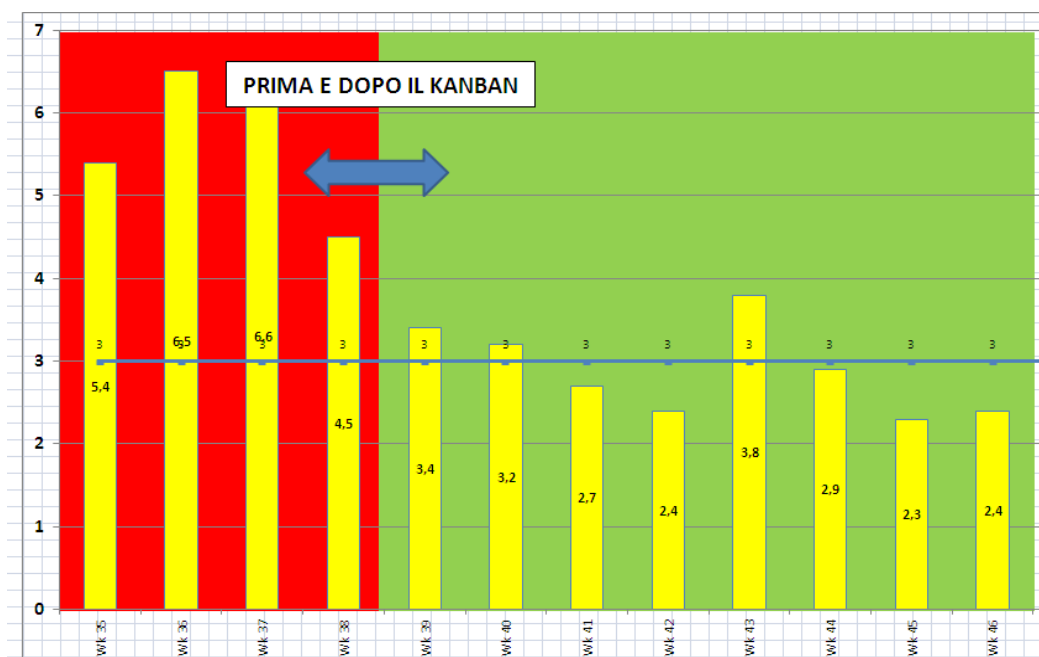


Figura 49: andamento dello stock (in giorni) della mescola PK1124, prima e dopo il kanban.

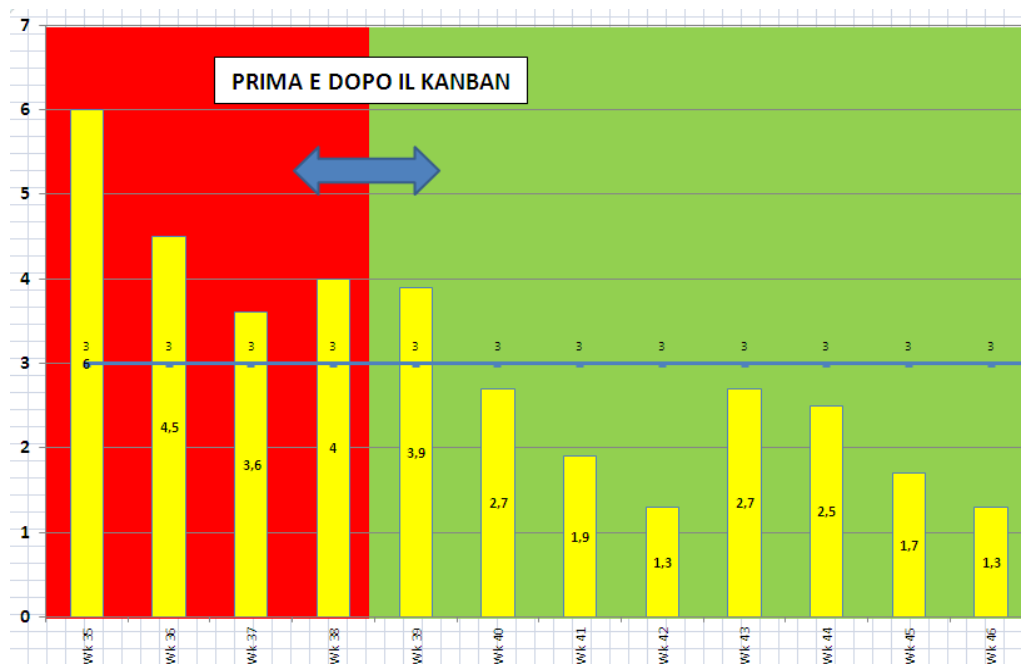


Figura 50:andamento dello stock(in giorni) della mescola PK636, prima e dopo il kanban.

Come si può ben vedere dai grafici riportati si è passati da 6,6 giorni di stock, nel caso della PK1124, e 6 settimane di stock, nel caso della PK636, ad avere per entrambe le mescole un magazzino al di sotto dei 3 giorni lavorativi, quindi con una riduzione di oltre il 50%. Questo si traduce in una serie di benefici:

- **Spazio:** i calcoli che hanno portato ad avere un livello di magazzino di mezza settimana hanno detto che il numero totale di bancali di mescola a stock dovrebbero essere stati 33. Considerando invece la situazione prima del kanban, il numero di bancali a stock, in qualche caso si aggirava intorno al centinaio. I bancali di mescola sono delle dimensioni 80x120 cm, il che significa aver a disposizione 60 m² in più rispetto a prima.
- **Gestionale:** il responsabile di ordinare le mescole ha ridotto notevolmente il tempo di gestione di questo compito. Infatti col metodo vecchio doveva sempre calcolare il quantitativo di mescole da ordinare. Inoltre, basandosi sul consumo storico, poteva capitare si sbagliare e ordinare meno mescola di quanta ne fosse effettivamente necessaria. Con il nuovo metodo a Kanban, che tiene conto delle variazioni della domanda, lui si deve solo preoccupare di inviare dei file che rispecchiano fedelmente il quantitativo richiesto e necessario alla produzione.
- **Economico:** la riduzione dei bancali di mescola a stock ha sicuramente portato un vantaggio economico non indifferente. Ridurre di oltre il 50% le scorte di una qualsiasi

materia prima, significa avere una riduzione molto importante in termini di capitale immobilizzato.

- Lead Time: l'obiettivo principale di questo progetto è la riduzione del Lead Time. Essere riusciti a ridurre una voce così "pesante" non può fare altro che portare degli ottimi benefici.

Kanban Acciai

La voce che più di tutte va a gravare sul risultato finale del Lead Time è il magazzino degli acciai. Come detto in precedenza nel reparto trecciato vengo utilizzati diversi tipi di acciai. Questi vengono forniti da 3 diversi fornitori: principalmente da Bekaert, poi da Pisek e da Pirelli. In particolare Bekaert attualmente fornisce i tipi di acciaio a più alto consumo: 0,25 HHT, 0,25 HT, 0,28 HT, 0,30 HHT. Inoltre Bekaert fornisce anche due tipi di acciai per il reparto spiralato: 0.60 HT e 0.65 HT

Per quanto riguarda gli acciai, come si può vedere dalla mappatura, ci sono due magazzini: uno è quello centrale e uno è quello a bordo macchina. Ci si è dunque concentrati prima su quest'ultimo e poi su quello centrale.

Per quanto riguarda il magazzino a bordo macchina la situazione che ci si presentava era la seguente: presenza di 7 corsie ognuna da 4 bancali dedicate a ciascun acciaio (per lo 0,25 HHT erano dedicate 2 corsie).



Figura 51:immagini del magazzino acciai a bordo macchina.

La gestione di questo piccolo magazzino, veniva fatta a vista dal carrellista; in pratica la mattina il carrellista andava a contare quanti bancali erano stati prelevati di ogni acciaio e li ripristinava. Il problema era che a volte gli operatori in bobinatura per non avere tra le macchine tanti scatoloni, una volta caricate le macchine, riportavano gli stessi in corsia; questo implicava il fatto che il carrellista vedeva la presenza di bancali in corsia che però non erano

necessariamente pieni. Per questo motivo capitava che non ripristinasse dei bancali anche se questi non risultavano essere completamente vuoti. Un altro problema era la troppa quantità di materiale presente in questo magazzino; secondo i principi della Lean, a bordo macchina ci deve essere solo lo stretto necessario quando serve. Infatti andare a diminuire le quantità di acciaio presenti in questo magazzino a bordo macchina, non significherebbe ridurre gli stock totali di acciaio; il vantaggio sarebbe quello di avere poca materia prima in reparto e gestita in maniera più corretta in modo da non poter rimanere senza acciaio.

Il sistema che si è deciso di adottare è il Kanban.

Come per le mescole è stata necessaria una certa raccolta di dati per il dimensionamento del Kanban. Una volta terminata la raccolta dati è stato possibile calcolare i 3 differenti stock con lo stesso programma utilizzato in precedenza.

CALCOLO KANBAN ACCIAI INTERNO						
	0,25 HT	0,25 HHT	0,28 HT	0,30 HT	0,30 HHT	0,38 HT
Lead Time (days)	1	1	1	1	1	1
Deviazione standard	36%	19%	36%	76%	49%	58%
percentuale di scarto	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Downtime	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Standard Pack (LF)	1500	1520	1400	1500	1300	1500
# Cycle Stock	1	1	1	1	1	1

Materiale	Domanda giornaliera	Cycle stock	Buffer stock	Safety stock	Kg totali a magazzino	Bancali totali a magazzino
0,25 HT	1112	1112	399	76	1586	2,0
0,25 HHT	4651	4651	865	276	5791	4,0
0,28 HT	2364	2364	841	160	3366	3,0
0,30 HT	448	448	342	39	829	1,0
0,30 HHT	602	602	295	45	942	1,0
0,38 HT	1093	1093	633	86	1812	2,0

Tabella 12: Calcoli Kanban interno acciai.

Se andassimo a confrontare le quantità presenti all'inizio del progetto e quelle suggerite dal calcolo del kanban, la riduzione di bancali salta subito all'occhio:

TIPO ACCIAIO	NUMERO BANCALI IN MAGAZZINO		DIFFERENZA
	PRIMA	DOPO	
0,25 HT	4	3	1
0,25 HHT	8	4	4
0,28 HT	4	3	1
0,30 HT	4	2	2
0,30 HHT	4	2	2
0,38 HT	4	2	2
	TOTALE		12 BANCALI

Tabella 13: quantità di bancali a magazzino prima e dopo il kanban.

I vantaggi che possono emergere da questo tipo di gestione sono sostanzialmente due:

- Una volta che il bancale viene trasportato in reparto, viene scaricato a sistema; questo significa che per coloro che devono fare gli ordini dell'acciaio è come se questo bancale fosse stato utilizzato. Per gli acciai a basso consumo però può succedere che i bancali vengano portati in reparto e utilizzati non immediatamente. In questo modo non vengono conteggiati i bancali presenti in reparto a momento dell'ordine, quindi viene ordinata più merce del necessario
- Sempre una problematica legata agli acciai a più basso consumo, è la possibilità che questi arrugginiscano. Come si può vedere dalla Figura 51 le corsie per i bancali di acciai sono cieche; ciò significa che l'operatore nel momento in cui preleva il bancale prende il primo della fila, quindi non seguendo una logica FIFO. Se in una corsia dell'acciaio, per esempio, 0,30 HT sono presenti 4 bancali, in una giornata non succederà mai che vengano consumati tutti e 4, ma verosimilmente 1 o 2. Quindi i bancali posizionati in fondo alla fila rischiano di non venire mai utilizzati; questo significa che l'acciaio rischia di arrugginire causando gravi perdite economiche. Invece, seguendo come in questo caso una logica FIFO e riducendo le scorte di questo magazzino, garantendo quindi un ricircolo maggiore del materiale, questo problema non si è più posto.

Sono stati quindi creati i cartellini kanban e una board dedicata ai cartellini stessi.

Il "giro" dei cartellini kanban è il seguente:

- l'operatore preleva il bancale dell'acciaio 0,28 HT per esempio.
- Prende il cartellino corrispondente all'acciaio dalla colonna "acciaio presente" nella board e lo sposta nella colonna "acciaio consumato da ripristinare".
- Il carrellista la mattina e il pomeriggio prima della fine del suo turno preleva i cartellini e li porta presso il magazzino centrale
- Gli addetti al magazzino centrale ripristinano l'acciaio e i cartellini corrispondenti sulla bacheca nella colonna "acciaio presente".



Figura 52: Bacheca dedicata al Kanban interno degli acciai.

Molto diverso invece il discorso per quanto riguarda la riduzione del magazzino centrale acciai.

Facendo ogni 3 mesi l'aggiornamento della mappatura, ci si è resi conto come il valore del Lead Time del processo fosse fortemente dipendente dalla quantità di acciaio a magazzino; infatti gli altri valori (stock mescole, WIP e stock prodotto finito) risultavano più o meno costanti mentre il valore del magazzino acciai incorreva in ampie oscillazioni. Questo significa mancanza di un metodo standardizzato di riordino acciai.

Parlando del maggiore dei 3 fornitori, Bekaert, la gestione degli ordini consisteva nell'inserire gli ordini delle quantità degli acciai per i tre mesi successivi. Ovviamente a fine mese era possibile modificare qualcosa degli ordini per il mese successivo mantenendo comunque, in linea di massima, le quantità previste. Questo significa che a fine agosto si sanno già le quantità di acciaio che arriveranno durante settembre, ottobre e novembre, incluso il giorno preciso di arrivo. Per complicare il tutto bisogna aggiungere che gli ordini, ancora una volta, vengono fatti in base al consumato storico, quindi senza visibilità sul consumato previsto nei mesi successivi. Ciò significa che in caso di calo repentino degli ordini il magazzino continuerà a salire senza sosta, cercando di livellare quanto possibile gli ordini già inseriti. Inoltre il fornitore invia camion pieni di bancali dello stesso filo di acciaio e non spedizioni mixate; infatti ogni qualvolta arriva un camion, il magazzino acciai avverte un'impennata soprattutto quando si parla di tipologie di acciai a basso consumo.

Come si è già fatto per le mescole si è deciso di gestire il processo a Kanban; tuttavia in questo caso ci sono delle differenze che rendono il tutto più complicato. Come prima cosa, il fornitore non si trova a 2 ore di distanza, ma in Slovacchia quindi necessita di più giorni solo per il trasporto. Inoltre, parlando proprio con Bekaert, è stato detto che loro non hanno intenzione di

creare uno stock di prodotto finito per Veniano e che comunque necessitano quantomeno di una previsione di acquisto per i 3 mesi successivi; questo perché loro devono portarsi in casa la materia prima per la lavorazione e gestire la capacità produttiva in base agli ordini. Alla fine si è riusciti a raggiungere un accordo:

- previsione di acquisto trimestrale,
- ordini , non vincolanti, da fare entro la terza settimana del mese per il mese successivo
- ordini che vengono evasi in 8 giorni lavorativi dal momento del loro inserimento.

Questo significa che il responsabile del ripristino dell'acciaio deve inserire ordini anche ogni giorno in base al consumato, fino a un massimo di 3 spedizioni a settimana. Un altro punto importante riguarda l'ottenimento delle spedizioni mixate di acciai da parte del fornitore.

Si è quindi passati al calcolo degli stock di ogni filo di acciaio con lo stesso programma usato in precedenza per le mescole.

CALCOLO ESTERNO ACCIAI							
	0,25 HT	0,25 HHT	0,28 HT	0,30 HHT	0,38 HT	0,60 HT	0,65 HT
Lead Time (days)	8	8	8	8	8	8	8
Demand Variation	31%	30%	45%	62%	52%	47%	77%
Scrap Rate	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Downtime	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Standard Pack (LF)	1500	1520	1400	1500	1550	1500	1500
Supermarket Cycle S	1	1	1	1	1	1	1

Materiale	Domanda giornaliera	Cycle stock	Buffer stock	Safety stock	Kg totali a magazzino	Bancali totali a magazzino
0,25 HT	1390	11120	3447	728	15296	11,0
0,25 HHT	3846	30768	9230	2000	41998	28,0
0,28 HT	1706	13648	6142	989	20779	15,0
0,30 HHT	620	4960	3075	402	8437	6,0
0,60 HT	1475	11800	5546	867	18213	21,0
0,65 HT	1124	8992	6924	796	16712	20,0

Tabella 14: Calcolo Kanban esterno acciai

Questo sistema a kanban con il fornitore è ancora in fase di lancio e quindi non ci sono ancora dei riscontri numerici sulla sua bontà. Tuttavia basandosi su come il sistema per le mescole ha portato forti miglioramenti, si può stimare come il nuovo processo possa impattare sul livello del magazzino acciai.

Dall'ultima mappatura fatta si vede come a magazzino erano presenti 84 bancali di acciaio 0,25 HHT. Dal calcolo effettuato i bancali sono 28 il che significa una diminuzione del 67%. Anche in questo caso per le problematiche che un l'introduzione di un sistema Kanban comporta, è stata fatta una scelta conservativa. L'importante in questi casi è non farsi prendere dalla voglia di migliorare tutto e subito rischiando poi di rimanere scoperti con le materie prime.

L'introduzione di sistemi Kanban per le due materie prime principali sta portando e porterà grandi risultati in termini di riduzione dei magazzini e quindi di Lead Time. Non bisogna assolutamente fermarsi a questo punto e cercare di migliorare e di ridurre ulteriormente il quantitativo a stock. Per quanto riguarda le mescole questo passo è già stato fatto diminuendo entrambe le scorte di un bancale ciascuna, senza tuttavia aver avuto alcun problema di fermi linea per mancanza materiale.

L'obiettivo è quello di gestire tutti i prodotti che vengono consumati in reparto attraverso un sistema Kanban. Attualmente si sta lavorando su questo introducendo un grande progetto mirato anche a ridurre i costi dei trasporti.

Con l'aiuto dell'ufficio logistica si stanno contattando tutti i fornitori per l'introduzione di ciò che viene chiamato "milkrun". Il milkrun è di fatto un camion che, partendo da uno dei fornitori carica quanto deve e, lungo la strada verso Veniano, passa dagli altri fornitori caricando da ognuno il necessario. In questo momento si sta pensando ad un milkrun che parta dalla Slovacchia cioè dal fornitore dell'acciaio. Questo perché l'acciaio è molto pesante e in base alle restrizioni dei vari paesi in fatto di peso limite dei camion, i rimorchi, all'arrivo a Veniano risultano spesso semi vuoti in termini di volume. Inoltre lungo il viaggio dalla Slovacchia verso l'Italia il milkrun passa per l'austria che rispetto agli altri paesi richiede per i camion 2 tonnellate di peso in meno. Questo significa che il camion una volta arrivato in Italia ha almeno 2 tonnellate di peso ancora da sfruttare. Si è visto che lungo il Veneto e la Lombardia sono presenti dei fornitori di Parker che, non spedendo materiali troppo pesanti o ingombranti possono rientrare nel progetto.

Attualmente si è in fase di studio; si sta vedendo che la sincronizzazione di fornitori e milkrun risulta alquanto complicata ma con la disponibilità di tutti si potrà introdurre.

4.1.5 Single Point Schedule

Uno dei progetti più difficili da attuare che però porterebbe a grandi benefici è quello che riguarda la schedulazione.

Come prima cosa è stato necessario lo studio della situazione iniziale. Se si fosse chiesto al responsabile della pianificazione quale fase lui schedulasse, avrebbe risposto la cella di trecciatura. Il suo lavoro era organizzato in questo modo:

- Una volta visti gli ordini inseriti dal pianificatore dello stabilimento, lo schedulatore piazzava il lavoro su una macchina predisposta a tale lavorazione.
- Passava quindi a stampare le proposte di copertura, le proposte di sottostrato e le proposte di bobinatura.
- Inseriva le proposte di sottostrato e bobinatura appena stampate in due raccoglitori che poi venivano portati all'ufficio assistenti in reparto.
- Portava le proposte di copertura in un tabellone in reparto (Figura 53).



Figura 53: tabellone delle proposte di copertura.

A questo punto il lavoro dello schedulatore era finito. Se si seguisse il flusso appena spiegato si vedrebbe facilmente che effettivamente non schedula solamente la trecciatura, ma anche la bobinatura e la trafila sottostrato.

Inoltre l'assistente di reparto prelevava i fogli delle proposte di copertura dal relativo tabellone e li portava in trafila di copertura in base a una sequenza studiata che teneva conto di data

richiesta dal cliente e ottimizzazione della produzione, riducendo i setup. Avveniva così una quarta schedulazione.

Si è quindi deciso di creare una mappatura del flusso di informazioni riguardante la schedulazione della produzione. In questo modo ci si è davvero resi conto di tutti i punti in cui qualcuno, partendo dall'assistente al leader di fase all'operatore stesso, modificava la sequenza di lavorazione, effettuando di conseguenza una schedulazione, in base a problematiche di tipo strutturale o metodologico. Ad esempio, secondo la teoria, dopo il pacemaker, tutte le code di semilavorato devono essere delle linee FIFO, in modo da non perdere la sequenza di produzione; ciò non accadeva a causa di problematiche legate ai macchinari. Infatti se si andava ad analizzare la fase di bendatura, si vedeva che i tubi del diametro del 25 potevano essere lavorati solamente su una delle bendatrici; quindi questo tipo di tubo era obbligato ad aspettare la disponibilità di tale macchina, facendosi quindi il più delle volte superare da tubi coperti dopo questo. Oltre alla semplice mappatura, si è deciso di fare un diagramma di flusso con tutte le domande che le persone di fase in fase si ponevano con le quali andavano a modificare la sequenza stabilita.

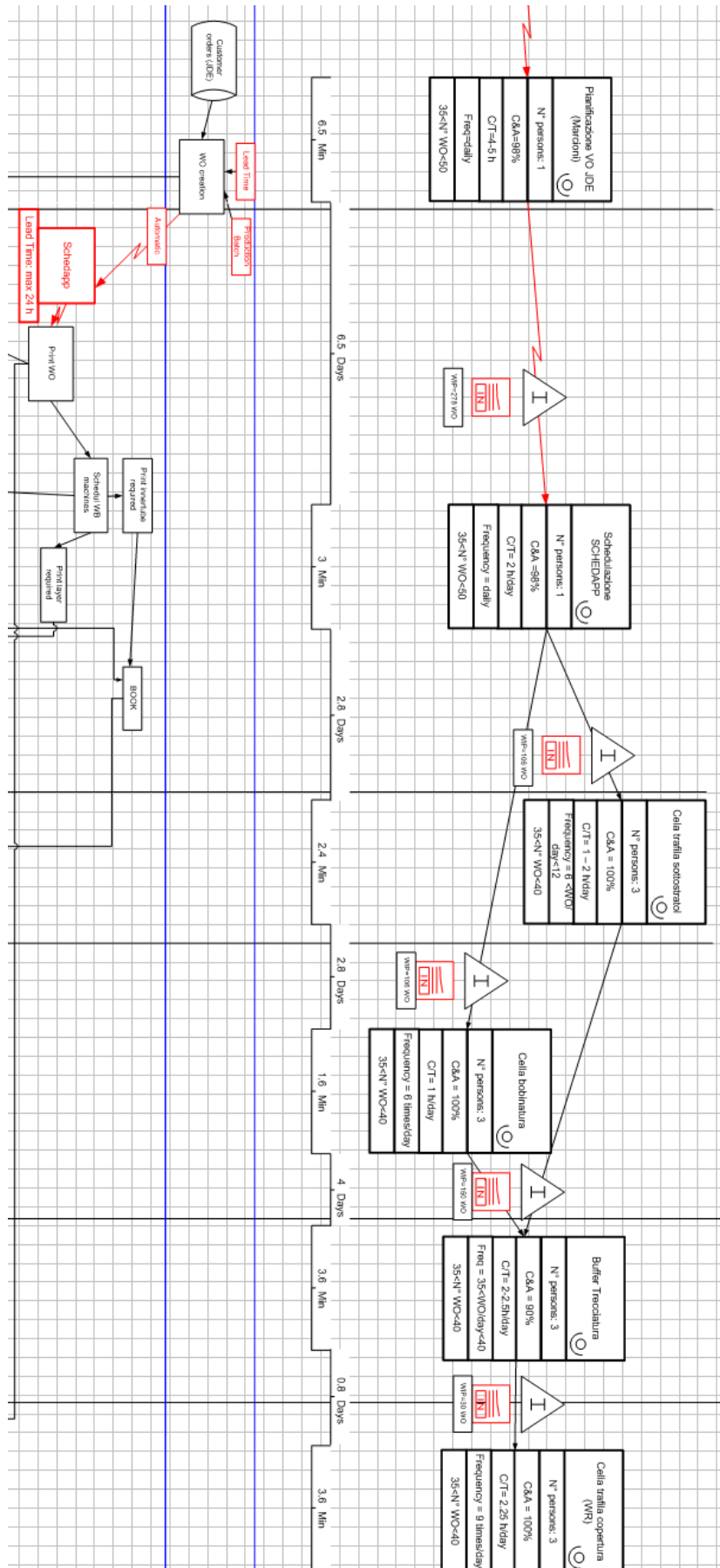


Figura 54: estratto dalla mappatura dello stato attuale dello scheduling

Come si può vedere dalla mappatura in Figura 54, ci sono 10 punti di schedulazione all'interno del reparto trecciato. Questo implica che il sistema non è tirato dal cliente ma è spinto da quello che il reparto riesce a produrre. Infatti capita che tubi urgenti, quindi in ritardo, il cui cliente continua a sollecitarne la spedizione, escano dalla fabbrica dopo tubi che risultano essere in anticipo rispetto alla data di consegna. Questo avviene a causa dei problemi dovuti alla mancata standardizzazione delle macchine, ma anche a causa del mix produttivo che è composto da troppe strutture di cui alcune difficoltose da lavorare. Ad esempio alcuni tubi richiedono una pellicola anti abrasiva chiamata ABR; questa pellicola viene applicata sul tubo con le bendatrici che la avvolgono sul tubo. Il problema è che poi il tubo deve essere bendato, quindi deve fare un altro passaggio attraverso la macchina bendatrice. Dopo essere stato vulcanizzato e sbendato deve ripassare dalla trafila di copertura per essere marcato; quindi può essere sfilato e arrotolato. Questo è un problema lampante che fa subito intendere come un sistema di linee FIFO non possa essere installato finché persistono certi vincoli.

Si è quindi pensato a una possibile soluzione adatta al nostro sistema. La teoria Lean dice che più a monte si inserisce il punto di schedulazione meglio è, in quanto dopo il pacemaker, tutto il reparto va a flusso con un minimo quantitativo di WIP. Questo però significa sacrificare in parte il servizio al cliente, in quanto, se l'ordine viene programmato in una delle prime fasi, prima che il prodotto sia pronto, questo deve ancora passare attraverso tutto il processo produttivo. Di contro se il punto di schedulazione viene posto in fondo al processo, il cliente viene soddisfatto in tempi record, ma il livello di WIP sarebbe elevatissimo. Questo perché come già mostrato in Figura 26, a valle del punto di schedulazione ci devono essere linee FIFO mentre a monte devono esserci dei supermarket; supermarket significa avere scorte di semilavorato immobilizzate.

Per il nostro caso la scelta di dove mettere il pacemaker, non è stata poi così complicata. Infatti è possibile dividere in due parti il processo produttivo: prima della trafila di copertura e dopo. Questo perché prima della copertura il tubo non ha ancora una sua identità definita; infatti si parla di struttura di tubo. La struttura di tubo non è altro che una "madre" di tanti codici di prodotto che si differenziano tra di loro per la sola marcatura, pur avendo le stesse identiche caratteristiche tecniche. La marcatura viene applicata sul tubo durante la fase di copertura; è per questo motivo che si è scelto come punto unico di schedulazione la trafila di copertura.

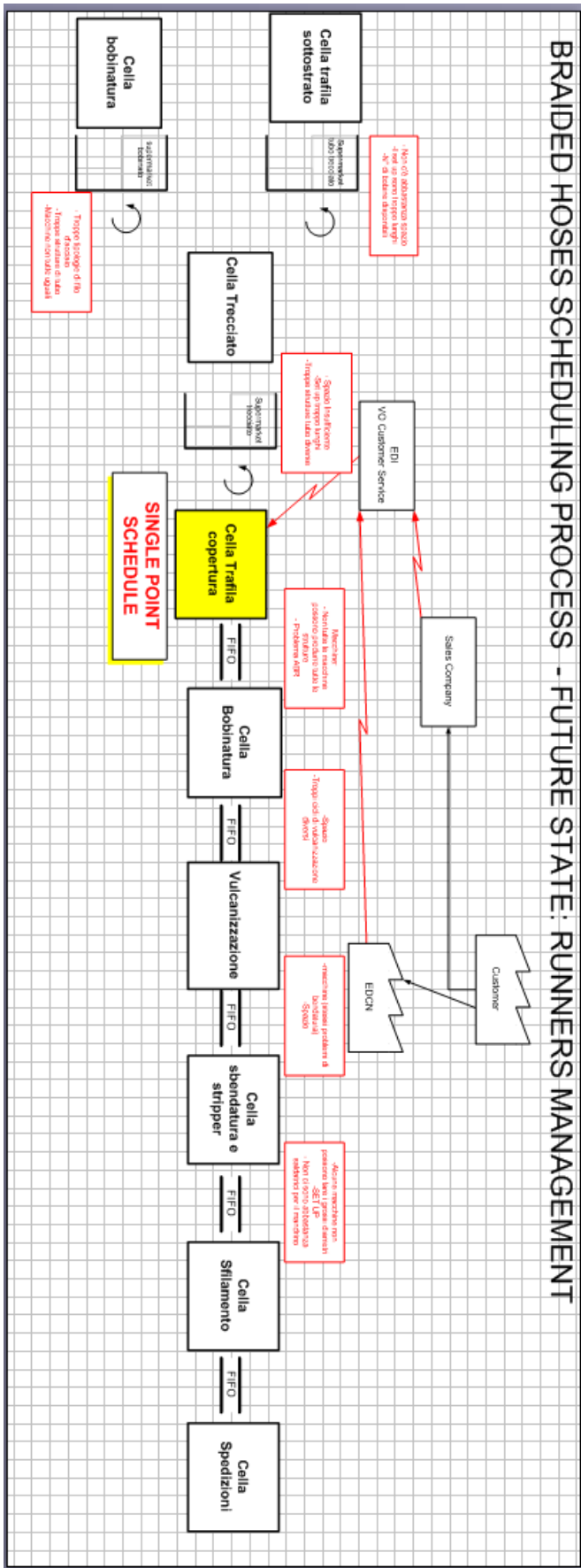


Figura 55: mappatura dello stato futuro dello scheduling

Per ogni fase è stato fatto anche un riassunto dei problemi che si presentavano e che non permettevano al momento di passare dalla situazione attuale a quella futura.

Il primo passo che si è deciso di effettuare ha riguardato tutta la parte precedente al pacemaker, cioè il dimensionamento dei supermarket di tubo trecciato di sottostrato e di bobinatura. In questa fase lo scoglio principale non era dovuto ai vincoli dei macchinari ma al cambio radicale di metodologia di ripristino del materiale. La situazione attuale vedeva il ripristino di bobinato e sottostrato dedicato alla macchina trecciatrice su cui si sarebbe poi prodotto il tubo; la lavorazione iniziava relativamente poco prima di quando sottostrato e bobinato sarebbero stati poi necessari in trecciatura. Questo significava rischiare ritardi per il ripristino dei materiali. Lavorare a supermarket e quindi a Kanban significa che la bobinatura non produce per una trecciatrice definita, ma produce per il suo supermarket dove ripristina ciò che è stato consumato. Stesso identico discorso vale per la trafilatura sottostrato.

Oltre al problema del cambio radicale di mentalità un'altra questione che ci si poneva era il dimensionamento dei supermarket e di conseguenza la quantità di spazio necessario ad accogliere le bobine.

Prima di tutto si è deciso di non applicare questo metodo a tutti i prodotti, ma solo alle strutture runners o standard (cioè che hanno previsto una scorta a magazzino). Quindi si è fatta un'analisi ABC/XYZ per effettuare questa divisione tra le varie strutture. Una volta scelte le strutture una parte molto importante è stata quella svolta dall'ufficio di ricerca e sviluppo che ha cercato di razionalizzare le strutture in base al numero di fili, al metraggio del batch di produzione e allo spessore del sottostrato. Questo punto è stato di vitale importanza perché standardizzando le specifiche per alcuni tipi di tubi, è stato possibile ridurre le dimensioni dei supermarket.

Si è passati al dimensionamento vero e proprio dei supermarket. Un primo step è stato quello di calcolare in linea di massima il numero di bobine trecciate da avere nel supermarket. Successivamente, per effettuare una prova, ci si è concentrati sulla struttura con cui era stata disegnata la value stream map: il 462-6.

In base alla domanda giornaliera, alla deviazione standard, al coefficiente di scarto e al downtime della macchina, è stata calcolata la quantità di bobine presenti all'interno del supermarket, che è risultata essere di 4 bobine.

Si è visto che con la quantità richiesta dal mercato per questo tubo, è stato possibile saturare due macchine con la sola produzione di questa struttura.

Più complicato è lo studio che sta dietro alla saturazione delle altre macchine e quindi al dimensionamento dei supermarket. Infatti per la maggior parte delle strutture runner non c'è una richiesta tale da dedicare una macchina alla sola produzione di un particolare tipo di tubo. Per questo motivo si è deciso di calcolare la "changeover wheel" per ogni macchina in modo da poter calcolare l'EPEI per ogni trecciatrice. La changeover wheel non è altro che una sequenza di strutture, messe in sequenza in modo da ridurre al minimo i tempi di set up per il passaggio da un lavoro ad un altro. Ad esempio, ad alcuni tubi, con domanda abbastanza bassa, è stata dedicata una macchina che deve seguire una precisa sequenza qualora siano richieste tutte le strutture dal supermarket di trecciatura. Così viene superata la massima saturazione giornaliera della macchina; quindi l'EPEI risulterà maggiore di 1 giorno e di conseguenza i lead time di approvvigionamento di queste strutture sarà necessariamente superiore all'unità, causando scorte maggiori all'interno del supermarket.

Tornando alla struttura pilota si è quindi passati al calcolo dei supermarket di bobinatura e di sottostrato, ipotizzando però un tempo di riordino pari a 2 volte il lead time di produzione. Il calcolo dell'EPEI sarebbe stato necessario ma per provare il sistema si è deciso di approssimare il tutto. Questo perché a causa delle tante diverse strutture in produzione il calcolo dell'EPEI avrebbe richiesto molto tempo senza poi magari essere necessario.

Prima di effettuare la simulazione si è dovuto pensare al flusso dei segnali Kanban:

- La copertura preleva una bobina di trecciato e fa partire un cartellino Kanban verso la macchina trecciatrice dedicata alla struttura.
- Verosimilmente la richiesta si accoderà ad altri lavori (uguali nel caso della simulazione) già richiesti.
- Nel momento in cui la trecciatrice inizia a produrre il tubo che era in coda prima del cartellino che si sta seguendo, partono i kanban verso i supermarket di bobinato e sottostrato.
- Le celle di bobinato e sottostrato producono ciò che è stato prelevato dai relativi supermarket secondo la sequenza prestabilita.

Si è quindi passati alla simulazione cambiando il punto di schedulazione dalla trecciatura alla trafila di copertura.

I risultati sono stati buoni in quanto non ci sono stati problemi di ritardo nei servizi verso la trafila di copertura; ovviamente aumentando le strutture presenti nei supermarket il tutto si complicherà.

Attualmente si stanno concludendo i calcoli dell'EPEI di tutte le tracciatrici, delle trafile di sottostrato e delle bobinatrici. Una volta concluso questo step, si potrà definitivamente partire con la schedulazione presso la trafila di copertura e tutto il sistema PULL che la precede.

Lo step successivo sarà quello di regolarizzare le linee FIFO dopo il pacemaker; attualmente, grazie all'aiuto della manutenzione si sta lavorando alla standardizzazione delle macchine in modo da rendere più facile la gestione FIFO del WIP.

Per quanto riguarda invece i codici make to order, il punto di schedulazione rimarrà in trecciatura; questo significa mantenere lo stesso metodo di gestione attuale fino alla trafila di copertura, per poi entrare nelle linee FIFO di cui si è parlato.

La schedulazione è uno dei punti più importanti in una logica LEAN di gestione di uno stabilimento. Avere un unico punto di schedulazione, che segue tutte le regole LEAN prima e dopo il pacemaker, significa avere un servizio rapido e ottimale verso il punto di schedulazione e una rapida "corsa" verso la fine del processo produttivo, senza il rischio di essere superati da altri prodotti. Inoltre con un sistema del genere si è sicuri di lavorare per la domanda del cliente e quindi con una logica PULL; in questo modo non è possibile incappare nello spreco di sovrapproduzione che, come è noto nel mondo LEAN, è il peggiore dei sette sprechi in quanto causa la crescita di tutti gli altri sei.

4.1.6 EPEI

L'EPEI, come già detto in precedenza, è il calcolo di ogni quanto un prodotto deve essere lavorato in modo da ottimizzare i set up.

Questo tipo di calcolo può essere davvero complicato in quanto bisogna incrociare domanda giornaliera di più prodotti, tempi di set up e saturazione della macchina, mantenendo il più basso possibile le scorte di semilavorato. Infatti se si producono, per esempio, 3 diversi tipi di tubo e si ha un tempo di set up di tre ore rispetto a un tempo di lavorazione di un batch di 5 ore, per ottimizzare i tempi di set up dovrei produrre di seguito 7 lotti dello stesso tubo prima di cambiare lavorazione. Sicuramente si ottimizzano i tempi ma aumentano vertiginosamente le scorte di semilavorati.

Attualmente si sta effettuando il calcolo dell'EPEI per il dimensionamento dei supermarket di trecciatura, bobinatura e sottostrato, rientrando nel progetto del *one point schedule* illustrato nel paragrafo 4.1.5.

5

5 Conclusioni

Per modificare completamente un reparto attraverso l'utilizzo degli strumenti LEAN non è semplice, richiede molto impegno, molto tempo e un approccio metodico.

Ricapitoliamo i punti fondamentali da percorrere lungo questo "viaggio":

- Disegnare la mappatura del reparto, segnando tutti i magazzini di materie prime, semilavorato e prodotto finito, presenti a magazzino e in reparto
- Calcolare il lead time del reparto come la somma del valore aggiunto (tempo di processo) e del non valore aggiunto (scorte di prodotti finiti, materie prime e WIP valorizzate in giorni)
- Identificare quali sono i problemi principali del reparto, analizzando gli "8 points criteria"
- Analizzare le varie alternative ai problemi riscontrati ai punti precedenti, utilizzando sempre un approccio in team
- Creare dei piani trimestrali riguardanti le attività scelte al punto precedente, per il raggiungimento degli obiettivi prefissati
- Intraprendere le attività con calma, senza farsi prendere dalla smania del risultato immediato, ma risolvendo i problemi uno alla volta.

- Una volta risolto un problema, standardizzare la soluzione attraverso la creazione di uno “standard work”
- Formare i diretti interessati riguardo allo standard work
- Attraverso un sistema di controllo ben strutturato, verificare che il metodo sia stato appreso da tutti
- In caso di problemi ripetere la formazione fino a che non si riscontrano più incertezze.

Nel nostro caso, anche grazie all’aiuto che Parker ha deciso di fornirci, è stato seguito un approccio proprio come quello illustrato.

La prima cosa che è stata fatta è stata appunto la mappatura del reparto trecciato con l’analisi dei maggiori problemi riscontrati; si era visto che il problema maggiore scaturito dai numeri erano i magazzini di materie prime

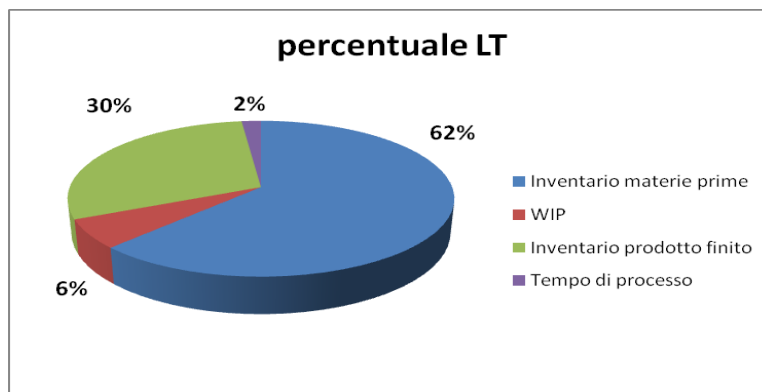


Tabella 15: Suddivisione del Lead Time nelle 4 parti di cui è composto

Per affrontare questo problema sono state intraprese delle attività volte alla riduzione delle scorte; in particolare sono stati attivati dei sistemi Kanban per la gestione delle materie prime che garantiscono il ripristino solo di ciò che è stato consumato, a partire da un magazzino i cui livelli sono stati calcolati sulla domanda giornaliera e la sua deviazione standard. Parlando delle sole materie prime dirette che compongono il codice su cui è stata fatta la mappatura i risultati attuali sono:

	Magazzino iniziale [bancali]	Magazzino dopo Kanban [bancali]	Riduzione Percentuale
MESCOLO PK1124	40	18	55%
MESCOLO PK636	36	15	58%
ACCIAIO 0,25 HHT	84	28	67%

Tabella 16: riduzione magazzini dovuto ai sistemi Kanban.

Per quanto riguarda le mescole, queste sono le quantità medie in magazzino prima dell'introduzione del Kanban e le quantità massime relative al magazzino dopo l'introduzione del Kanban. Questo significa che difficilmente queste ultime siano sempre presenti a magazzino, ma risultano essere decisamente inferiori. Parlando invece di acciaio, questi dati sono stimati in base a quanto discusso con il fornitore, ma sono sicuramente raggiungibili gestendo il kanban con lo stesso rigore con cui si è gestito quello delle mescole.

Il sistema Kanban è un metodo di gestione molto semplice ma, allo stesso tempo molto rigido e rigoroso. Per questo motivo è importante che tutti coloro che ne hanno a che fare conoscano bene le regole e le rispettino. Infatti se, per esempio, un cartellino venisse perso, conseguentemente il segnale verso il fornitore non partirebbe e quindi il materiale di cui necessito non mi verrebbe ripristinato. Nel nostro caso, durante i primi gironi dall'introduzione del kanban delle mescole, ci sono stati problemi da parte sia degli operatori che da parte dello schedulatore. Infatti è capitato che qualche cartellino fosse andato perduto e di conseguenza lo schedulatore è dovuto andare in giro per la fabbrica a cercarlo. Dopo le prime due settimane di ambientamento, è successo quello che ogni persona che faccia Lean spera accada: gli operatori con in prima linea lo schedulatore hanno chiesto di estendere il sistema alle altre mescole. Questo è un segnale forte, che indica che da parte delle persone è stata compresa la bontà del metodo, riscontrandone benefici sia in termini di risparmio aziendale, che in termini di miglioramento della qualità del proprio lavoro.

Per quanto riguarda la parte di WIP, il problema che ci si è posto, non è stato tanto quella di ridurre le quantità, visto che non erano alte, ma quello di regolarne la gestione, in modo che fosse "tirata" dal cliente. Questa esperienza ha insegnato soprattutto che senza una più che efficiente schedulazione un processo non si può giudicare LEAN. Avere un'efficiente schedulazione significa, come prima cosa, avere un unico punto dove viene programmata la produzione e la si programma in base a quanto richiesto dal cliente e alle date di consegna. Ovviamente per fare questo il processo deve essere standardizzato (tutte le macchine devono essere in grado di lavorare qualsiasi parte), e in grado di poter cambiare in continuazione lavorazione senza dover gravare sulla produttività del reparto. Per cambiare lavorazione è necessario avere delle macchine studiate per effettuare dei cambi di lavoro rapidi. In merito a questo sono stati iniziati, in parallelo a tutte le altre attività, dei progetti SMED (Single Minute Exchange of Die) mirati alla riduzione dei tempi di setup. Per esempio, in base a quanto emerso dalla parte riguardante il "one point schedule", la trafilatura copertura è destinata a diventare il pacemaker del reparto; per fare ciò è necessario che la macchina sia il più possibile flessibile. Una delle fasi che è stata oggetto di queste attività SMED è stata proprio la trafilatura di copertura. Questa linea è formata da due estrusori in serie: uno per la gomma e uno per il polipropilene. Per ridurre i tempi di setup si è deciso inizialmente di filmare un cambio lavoro standard per poi analizzarlo meglio a tavolino. Quindi si è osservato il video, segnando tutte le operazioni effettuate dall'operatore, dividendo le attività "esterne" da quelle "interne". Per attività esterne si intendono quelle

che non richiedono la macchina ferma, mentre quelle interne sono quelle che devono essere effettuate necessariamente a macchina spenta. Una volta divise le attività si è stesa una proposta che è stata condivisa con gli operatori; una volta avallata da tutti si sono fatte delle simulazioni per verificare se il beneficio fosse tangibile. I risultati sono stati i seguenti:

PRIMA 22 min	Trafila gomma	DOPO 9 min
PRIMA 45 min	Trafila White lead	DOPO 24 min

Figura 56: risultati dell'attività SMED in trafilatura copertura

Come si può ben notare i risultati sono stati subito tangibili. Si è quindi passati alla standardizzazione del metodo attraverso la stesura di uno standard work. Si è deciso di effettuare un'attività di 5S+S mirata in particolare alla sistemazione di tutti gli strumenti necessari al cambio lavoro il più vicino possibile alla zona in cui sono necessari. Il problema di questa linea è che se un setup è terminato e l'altro ancora no, la lavorazione non può partire. Il cambio lavoro critico è quindi quello della trafilatura del polipropilene. Questo estrusore presenta una grossa difficoltà, in termini di tempo, a raggiungere la temperatura di lavorazione. Considerando che il setup totale dura 24 minuti e che 11 sono solo di riscaldamento macchina, si può pensare di avere ancora margini di miglioramento trovando soluzioni in merito a questo problema. Sono state fatte due ipotesi: aumentare la potenza delle resistenze o preriscaldare i particolari interessati al cambio lavoro. Attualmente si sta seguendo la seconda strada, effettuando dei test con un forno che riscaldi le parti portandole vicino alla temperatura d'esercizio della macchina.

Tornando al discorso riguardante la necessità di avere un solo punto di schedulazione e quindi eliminando la possibilità da parte di operatori, assistenti, capi reparto, di modificare la sequenza stabilita, si può dire che è stato il progetto più complicato da intraprendere. Innanzitutto a causa del completo cambiamento di mentalità che questo concetto ha comportato in tutti coloro che lavoravano dentro e fuori il reparto, a partire dall'operatore, fino ad arrivare al responsabile della produzione. Infatti molte persone erano in grado e in potere, di cambiare la schedulazione a loro piacimento, in base a comodità di lavorazione o a urgenze dovute all'incessante insistenza del cliente. Questo accadeva perché il sistema non era tirato dal cliente, ma lavorava quello che riusciva a produrre con l'obiettivo di massimizzare la produttività, ovviamente sempre e comunque in base a degli ordini presenti a sistema. In questo modo, alcuni ordini andavano necessariamente in ritardo rispetto alla data prefissata e altri, al contrario, risultavano in anticipo. Come già detto l'obiettivo della LEAN è quello di eliminare i famosi "7 sprechi" illustrati a pagina

13. Come già detto, il peggiore dei “7 sprechi” è quello di sovrapproduzione in quanto causa l’aumentare di tutti gli altri 6 sprechi: lavorare con il metodo appena descritto è rischiosissimo per incappare in questo spreco. È quindi necessario implementare un processo basato sul “one point schedule” per poter dire di avere implementato un vero sistema LEAN. In particolare questa attività ha permesso di standardizzare le quantità di WIP in reparto. Creando delle linee FIFO a dimensioni limitate e supermarket di semilavorato prima del pacemaker, le quantità di WIP massime presenti in reparto sono necessariamente fissate.

	Prima	Dopo
WIP- Acciaio 0,25 HHT già bobinato	0,2	0,2
WIP - sottostrato della struttura	0,5	0,2
WIP - tubo già trecciato della struttura	0,3	0,7
WIP -tubo coperto prima della vulcanizzazione (codice)	0,0	0,0
WIP -Tubo da strappare (codice)	0,8	0,4
WIP - tubo da sfilare (codice)	0,5	0,4
WIP - Tubo da spedire ma non ancora versato (codice)	0,2	0,4
TOTALE	2,5	2,5

Tabella 17: volumi di WIP prima e dopo il progetto

Come si vede dalla Tabella 17 il volume di WIP si è mantenuto costante quindi non si ha avuto nessun beneficio in termini di Lead Time. Tuttavia come già ampiamente spiegato nei paragrafi precedenti, l’importanza di aver standardizzato la quantità di semilavorato in base a quanto è effettivamente chiesto dal cliente, è un risultato non quantificabile in termini di Lead Time, ma di enorme valore in termini di organizzazione proiettata al servizio al cliente.

Trattando infine i valori dei magazzini di prodotto finito, anche in questo caso non è stato previsto un miglioramento in termini di Lead Time inteso come quello calcolato con la mappatura. Come descritto nel paragrafo 4.1.2, dove si tratta di “finished good strategy”, il progetto mirato alla riduzione del flusso di informazioni relativo agli ordini in ingresso ha come obiettivo ridurre il Lead Time a sistema, cioè quello secondo cui sono impostate le quantità a magazzino di prodotto finito per quanto riguarda i codici standard. Questa attività ha avuto come risultati:

	Prima	Dopo
TEMPO DALLA PARTENZA DELL'ORDINE ALL'ARRIVO DELLO STESSO IN REPARTO	3,0	1,0

Figura 57: Riduzione dei tempi di inserimento ordini.

Considerando che i codici standard sono in tutto 20 e che i loro Lead Time è di 14 giorni, ridurre il Lead Time di 2 giorni, significa ridurre le scorte a magazzino di prodotti finiti di 40 giorni

Ricapitolando, i risultati ottenuti in termini di Lead Time della mappatura sono stati:

	21			21		
Giorni lavorativi	21			21		
Ore effettive di lavoro giornaliero	22,5 hrs			22,5 hrs		
Domanda mensile per il codice 462-6	47287 metres			47287 metres		
Domanda mensile per la struttura SC2-3,5	84000 metres			84000 metres		
Consumo giornaliero di acciaio 0,25 HHT	4557 kg			4557 kg		
Consumo giornaliero di mescola PK1124	4544 kg			4544 kg		
Consumo giornaliero di mescola PK636	3952 kg			3952 kg		
Domanda giornaliera della struttura SC2-3,5	4000 metres			4000 metres		
Domanda giornaliera del codice 462-6	2182 metres			2182 metres		
Lotto	950 metres			950 metres		
	data in	UM	days	data in	UM	days
Mescola PK1124	8408	kg	1,9	7040	kg	1,5
Mescola pk636	7415	kg	1,9	5568	kg	1,4
Foglietta 0.30 x 0.60	6000	m	1,5	4000	m	1,0
Acciaio B60 0.25 HHT in reparto	97500	kg	21,4	42500	kg	9,3
Acciaio B60 0.25 HHT in reparto	10000	kg	2,2	1520	kg	0,3
WIP- Acciaio 0.25 HHT già bovinato	0	m	0,0	0	m	0,0
WIP - sottostrato della struttura	2100	m	0,5	950	m	0,2
WIP - tubo già trecciato della struttura	1050	m	0,3	2850	m	0,7
WIP - tubo coperto prima della vulcanizzazione (codice)	0	m	0,0	0	m	0,0
WIP -Tubo da strappare (codice)	1759	m	0,8	950	m	0,4
WIP - tubo da sfilare (codice)	1025	m	0,5	950	m	0,4
WIP - Tubo da spedire ma non ancora versato (codice)	490	m	0,2	950	m	0,4
FG of PIN - Tubo in area spedizione (codice)	4600	m	2,1	4600	m	2,1
FG of PIN - Tubo in magazzino CEVA (codice)	4300	m	2,0	4300	m	2,0
FG of PIN - Tubo in magazzino EDCN (codice)	8878	m	4,1	8878	m	4,1
FG of PIN - Tubo in magazzino EDCS (codice)	6705	m	3,1	6705	m	3,1
LEAD TIME			giorni			giorni
Inventario materie prime			23,8			9,7
WIP			2,3			2,3
Inventario prodotto finito			11,2			11,2
Tempo di processo			0,7			0,7
Lead Time totale			37,8			23,8
			perc.			perc.
			62%			41%
			6%			9%
			30%			47%
			2%			2%

MIGLIORAMENTO 37%

Tabella 18: lead time prima e dopo le attività LEAN

Analizzando la Tabella 18, si vede che i risultati ottenuti attraverso le attività descritte, sono decisamente positivi. In particolare si vede come la percentuale di lead time dovuto alle materie prime rispetto al lead time totale è scesa da 62% al 41% grazie all'introduzione di sistemi kanban. Le quantità di semilavorato sono state standardizzate grazie al progetto one point schedule e i livelli massimi di magazzino di prodotto finito si sono stati abbassati per i codici standard di 2 giorni solo riducendo dei passaggi inutili di informazioni che sono stati automatizzati.

Applicare questi strumenti, è sicuramente complicato, perché richiedono molto tempo ed energie alle persone interessate al progetto che comunque sono sempre impegnate nel loro lavoro quotidiano. Quindi per la riuscita di un progetto simile è importante che tutti credano fortemente alla sua riuscita e che si sentano parte integrante di un qualcosa che può davvero fare la differenza per il business in cui si lavora. Una delle maggiori difficoltà è stata quella di avere gente motivata impegnata nei vari progetti, in quanto il cambiamento molte volte è visto con diffidenza perché le persone sono abituate a lavorare in un certo modo da anni ed è difficile far cambiare idea portando delle nuove teorie che al primo impatto possono risultare strane. La cosa più importante in questi casi è non arrendersi, credere nelle cose che si stanno

implementando, e raggiungere con perseveranza dei risultati in modo che anche persone più diffidenti possano ricredersi e “convertirsi” a quello che la LEAN propone. Questa è la vittoria maggiore per una persona che fa LEAN in quanto la parte più importante in un’azienda sono sicuramente le persone; inculcare la cultura LEAN a tutti i dipendenti significa aver fatto più della metà del lavoro, in quanto, alla fine dei conti, fare LEAN significa applicare il buon senso a una realtà produttiva, aiutati da una serie di strumenti ideati ad hoc.

Con questo progetto basato sull’applicazione degli “8 points criteria”, si è dimostrato che gli strumenti forniti dalla LEAN per l’ottimizzazione di processi produttivi o di gestione di informazioni o materiali, sono una delle armi più potenti che un’azienda moderna deve introdurre per poter competere nel mercato di oggi. Questo mercato risulta essere sempre più competitivo, ricco di rivali che possono essere più o meno forti in quanto a qualità, servizio al cliente o prezzo. Guardando la Figura 8 che rappresenta la casa della LEAN dove sono rappresentati tutti gli strumenti che la LEAN propone, si può vedere come i 3 obiettivi sono scritti nel tetto: essere i più veloci sul mercato, con la migliore qualità e al miglior prezzo. Per essere al top nel proprio mercato, con questo elaborato si è voluto dimostrare che: la LEAN è il piano A...non c’è un piano B.

6 Indice figure

Figura 1: Logo Parker Hannifin	3
Figura 2: Stabilimento di Veniano	4
Figura 3: esempio di un tubo industriale	4
Figura 4: particolare di un macchinario nel reparto Long Length	4
Figura 5: esempio di tubo spiralato	5
Figura 6: Macchina RB2 (a sinistra) e macchina De Angeli (a destra)	8
Figura 7: Taiichi Ohno	12
Figura 8: La casa della Lean	19
Figura 9: Esempi di buona applicazione della seconda S	20
Figura 10: esempi per il controllo del processo	21
Figura 11: esempio di situazioni di rischio possibile di infortunio	22
Figura 12: Esempio di Kanban Board	26
Figura 13 Esempi di sistema Poka Yoke	29
Figura 14: Esempio di un sistema Jidoka	30
Figura 15: Time Observation Sheet	32
Figura 16: Standard Work Sheet	33
Figura 17: PDCA	33
Figura 18: Esempio di grafico Ishikawa	35
Figura 19: Esempio di analisi dei "5 perchè" e dei "5 quindi"	35
Figura 20: Esempio di approccio step by step	37
Figura 21: andamento del miglioramento in seguito ad un approccio di tipo PDCA	38
Figura 22: Esempio di A3 report	38
Figura 23: Esempio di analisi effettuata sui volumi produttivi	41
Figura 24: Esempio di come può cambiare un processo lavorando in flusso continuo	41
Figura 25: calcolo delle dimensioni del Supermarket in un sistema PULL	42
Figura 26: esempio di sistemi con due punti di schedulazione diversi	43
	104

Figura 27: Schema relativo a una gestione mista	44
Figura 28: Esempio di calcolo dell'EPEI	44
Figura 29: Matrice per l'analisi delle attività	45
Figura 30: esempio di current state map	46
Figura 31: Andamento emotivo dei membri del Team	48
Figura 32: una fase del training riguardante gli "8 punti di criterio"	53
Figura 33: estratto della mappatura del reparto trecciato	57
Figura 34 :Takt Time Board	61
Figura 35: Estratto della mappatura che mostra il flusso di informazioni	63
Figura 36: estratto della mappatura che indica lo stato futuro del flusso di informazioni	64
Figura 37: Parte posteriore di una bobinatrice: le cantre	66
Figura 38: vecchio layout della cella di bobinatura	66
Figura 39: Proposta di bobinatura	67
Figura 40: Zona di attesa carrelli vuoti	67
Figura 41:FIFO per la gestione carrelli di bobinatura.	69
Figura 42: cartello indicante il tempo di lavorazione della macchina trecciatrice	70
Figura 43: Nuova proposta di bobinatura	70
Figura 44: particolare di una bobinatrice prima e dopo la pulizia	71
Figura 45: Prima e dopo la creazione delle aree per gli scatoloni	72
Figura 46: Nuovo layout di bobinatura.	73
Figura 47: Esempio di cartellino Kanban.	78
Figura 48: Suddivisione dello scaffale dedicato al kanban	79
Figura 49: andamento dello stock (in giorni) della mescola PK1124, prima e dopo il kanban.	80
Figura 50:andamento dello stock(in giorni) della mescola PK636, prima e dopo il kanban.	81
Figura 51:immagini del magazzino acciai a bordo macchina.	82
Figura 52: Bachecca dedicata al Kanban interno degli acciai.	85
Figura 53: tabellone delle proposte di copertura.	88
Figura 54: estratto dalla mappatura dello stato attuale dello scheduling	90

Figura 55: mappatura dello stato futuro dello scheduling	92
Figura 56: risultati dell'attività SMED in trafilatura copertura	100
Figura 57: Riduzione dei tempi di inserimento ordini.	101

7 Indice tabelle

Tabella 1: metri prodotti per struttura in 3 mesi	52
Tabella 2: metri prodotti per codice prodotto relativi alla struttura SC2-9,5	52
Tabella 3: calcolo del Lead Time totale	54
Tabella 4: calcolo dei giorni di valore aggiunto per il Lead Time	55
Tabella 5: Suddivisione del Lead Time nelle 4 parti di cui è composto	56
Tabella 6: percentuale di tempo di fermo macchine rispetto al totale, dovuto a mancanza acciaio	65
Tabella 7: andamento del servizio delle bobinatura verso la trecciatura dopo l'introduzione del nuovo metodo di gestione	74
Tabella 8: Suddivisione del Lead Time nelle 4 parti di cui è composto	75
Tabella 9: Andamento del magazzino della miscela PK1124 prima di introdurre il Kanban	76
Tabella 10: metodo usato per il calcolo dei livelli del Kanban	76
Tabella 11: calcolo delle quantità di mescole nel supermarket	77
Tabella 12: Calcoli Kanban interno acciai.	83
Tabella 13: quantità di bancali a magazzino prima e dopo il kanban.	83
Tabella 14: Calcolo Kanban esterno acciai	86
Tabella 15: Suddivisione del Lead Time nelle 4 parti di cui è composto	98
Tabella 16: riduzione magazzini dovuto ai sistemi Kanban.	98
Tabella 17: volumi di WIP prima e dopo il progetto	101
Tabella 18: lead time prima e dopo le attività LEAN	102

8 Abstract

La tesi ha come obiettivo dimostrare che la logica LEAN permette di migliorare le performance aziendali in termini di riduzione degli inventari, delle movimentazioni, dell'organizzazione e del servizio al cliente.

L'azienda in oggetto è la Parker ITR di Veniano, in particolare il reparto trecciato. All'interno di questo reparto vengono prodotti tubi formati da uno strato di gomma interno, due trecce di filo metallico e un altro strato di gomma all'esterno.

La tesi presenta una prima parte in cui vengono descritti i principali strumenti LEAN che sono stati utilizzati durante il progetto. In particolare per passare dallo stato attuale allo stato futuro, la LEAN propone 8 punti da seguire: gli "8 Points Criteria". Questi sono:

- Takt Time
- Finished good strategy
- Flusso continuo
- FIFO
- Sistemi Pull
- One point schedule
- EPEI
- Pitch

Il progetto si è basato infatti sull'utilizzo di queste linee guida per apportare i miglioramenti voluti.

Come prima cosa è stata fatta la mappatura del processo produttivo mirata al calcolo del Lead Time del reparto. Analizzando i problemi scaturiti dalla mappatura stessa, si è fatto il percorso attraverso gli "8 point criteria" e per ogni voce è stata trovata almeno un'attività volta al cambiamento.

- **Takt Time:** si è deciso di calcolare il takt time totale del reparto per poter quantificare il numero di risorse necessarie a soddisfare la domanda cliente
- **Finished good strategy:** In base a un problema sollevato inerente al flusso di informazioni riguardante gli ordini in entrata, si è deciso di intraprendere un'attività mirata all'automatizzazione di questo flusso. Inizialmente il tempo necessario da quando un ordine veniva deliberato da uno dei magazzini a quando le informazioni riguardanti lo stesso ordine arrivavano in reparto, era di 3 giorni. Con il processo che si è deciso di attuare questo tempo è stato ridotto a un solo giorno
- **Flusso continuo:** riguardo questo punto sono state fatte delle ipotesi che poi si sono rivelate infattibili o improduttive.

- **FIFO:** si è visto che il tempo di downtime delle macchine tracciatrici era fortemente dipendente dal servizio della bobinatura verso la stessa trecciatura. Si è allora iniziata un'attività per creare un sistema di gestione standard dei carrelli in bobinatura. È stata analizzata la situazione attuale e si è visto come la sequenza dei lavori era gestita dal singolo operatore senza delle vere e proprie regole. In questo modo gli operatori facevano molti cambi lavoro per cambiare tipo di filo perdendo in produttività. Per rimediare a questo, sono state create delle celle di macchine dedicate al tipo di filo d'acciaio e delle corsie FIFO, per i carrelli di bobine vuote, anch'esse dedicate al tipo di filo d'acciaio. In questo modo l'operatore che lavora in una cella preleva i carrelli solo da una corsia e ricarica la macchina solo nel momento in cui questa risulta scarica. Si è passati da una percentuale di ritardi del 6.5% all'1.5%.
- **Sistemi PULL:** uno dei problemi principali in base ai dati della mappatura erano i magazzini di materie prime. Si è deciso quindi di intraprendere delle attività che avrebbero portato il reparto a lavorare a Kanban con i propri fornitori.

Sono state prese in considerazione, al momento solo le materie prime dirette: mescole e acciai.

Per le prime si è iniziato un sistema kanban per le due mescole a maggior consumo (PK1124 e PK636). Sono stati dimensionati i livelli massimi dei supermarket e si sono confrontati con i livelli di scorte precedenti al kanban: la riduzione del magazzino è stata nell'ordine del 50%.

Per quanto riguarda l'acciaio è stato fatto un kanban interno per stabilire le regole in merito al ripristino e alla gestione del magazzino a bordo macchina e un kanban esterno, quindi verso il fornitore. Questo attualmente è ancora in fase di lancio (è partito da poche settimane) ma si stima, anche in base ai risultati ottenuti con le mescole, che possa ridurre l'inventario di oltre il 60%.
- **One point schedule:** è una delle parti fondamentali di un sistema LEAN. Senza un solo punto di schedulazione la sequenza di produzione non può essere fissa e quindi il processo non è tirato dalla domanda cliente ma è spinto da ciò che il reparto può produrre. Quest'ultimo è il caso in cui ci si poneva a Veniano con ben 10 punti di schedulazione. Si è fatta una mappatura dello stato attuale del solo flusso di informazioni e una dello stato futuro, ponendo nella trafila copertura il punto di schedulazione. È stato scelto così perché il tubo, durante questa fase, acquisisce un nome e un cognome in quanto viene marcato; prima della copertura il tubo è solamente una struttura e non ancora un codice. La parte più difficile è stata quella di dimensionare i supermarket di semilavorato prima del punto di schedulazione, a causa del gran numero di strutture presenti nel reparto. Si è dovuto infatti calcolare l'EPEI per ogni macchina e la "change over wheel", cioè la migliore sequenza di produzione delle macchine in modo da ridurre i tempi di setup

Questa attività è stata testata su un codice pilota e il sistema ha funzionato bene; ora si tratta di implementare il metodo a tutte le altre strutture.

- **EPEI:** Every Part Every Interval, serve per calcolare ogni quanto un prodotto viene messo in macchina in modo da ottimizzare i setup. È stato utilizzato questo calcolo durante il progetto relativo al “one point schedule”.
- **Pitch:** nessuna attività è stata intrapresa in merito al pitch.

Questo è stato il percorso intrapreso durante questo progetto che ha portato a buoni sviluppi che, secondo la logica del miglioramento continuo, necessitano di essere perfezionati. Inoltre questo progetto oggi continua ad andare avanti ed è ancora ricco di attività in corso.

9 Bibliografia

CHRIS HARRIS, RICK HARRIS, EARL WILSON, *Making materials flow*, Lean Enterprise Institute, Inc

RICK HARRIS, MIKE ROTHER, *Creating continuous flow*, Lean Enterprise Institute, Inc

CHRIS HARRIS, RICK HARRIS, *Lean connections*, Harris Lean Systems

ART SMALLEY, *Creating level pull*, Lean Enterprise Institute, Inc

CHRIS HARRIS, RICK HARRIS, CHUCK STREETER, *Lean supplier development*, CNC press

J.P. WOMACK, D.T. JONES, *Lean thinking*, Guerini e associate

R. MARTICHENKO E K. VON GRABE, *Building a Lean Fulfillment Stream*, Lean Enterprise Institute, Inc

CLAUDIO DONINI, *Lean manufacturing*, Franco Angeli