



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA DEI SISTEMI
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI**

**RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE**

***Riorganizzazione della produzione in chiave Lean: la
progettazione di un Sistema Kanban in Asso Werke***

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Marcello Braglia
Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale

Ing. Leonardo Marrazzini
Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale

Ing. Maurizio Barbone
Asso Werke S.p.A a Socio Unico

IL CANDIDATO

Aurora Battini
a.battini2@studenti.unipi.it

Sessione di Laurea Magistrale del 26/04/2023

Riorganizzazione della produzione in chiave Lean: la progettazione di un Sistema Kanban in Asso Werke

Aurora Battini

Sommario

Questo lavoro di tesi è frutto dell'esperienza di tirocinio curricolare svolto presso Asso Werke S.p.A a Socio Unico. In particolar modo, in questo periodo, mi è stato affidato il compito di pensare ad una possibile soluzione per cercare di decrementare il numero di Work in Progress che attualmente è presente in azienda e quindi di ridurre il lead time di attraversamento del prodotto. L'idea è stata quella di attingere dagli strumenti della Lean Manufacturing e partire con la progettazione di un Sistema Kanban per il codice che presentasse le caratteristiche più adatte a questo tipo di gestione. Ho svolto questo compito in autonomia riportando periodicamente al mio tutor aziendale e interagendo con i responsabili, ma anche con gli operatori delle varie aree in modo che potessi avere una vista complessiva su quello che fosse lo stato attuale e su quale sarebbe potuto essere lo stato futuro. Oltre alla scelta della tipologia di Kanban e al suo dimensionamento, sono stati progettati strumenti di Visual Management per aiutare gli operatori nella gestione delle situazioni più complesse e un "Milk Run" per standardizzare la movimentazione dei materiali. I risultati ottenuti sono soddisfacenti tanto che questo potrà diventare il progetto pilota per l'introduzione di tale metodologia Lean in Asso Werke.

Abstract

This work is the result of the curricular internship that I did in Asso Werke S.p.A. During this period, they gave me the task of thinking about a possible solution to reduce the level of Work in Progress that was present in the factory and then to reduce the product lead time. The idea was to draw from Lean Manufacturing tools and start with the design of a Kanban System for the code that had the most suitable characteristics for this type of management. I carried out the task independently not only reporting periodically to my company tutor, but also interacting with the managers, as well as the operators of the various areas. In this way, I could have an overall view of what the current state was and what the future state could be. In addition to choosing the type of kanban and sizing it, Visual Management tools have been designed to help operators manage more complex situations, together with a "Milk Run" to standardize material handling. The results obtained are more than satisfactory; in fact, this could become the pilot project for the introduction of this Lean methodology in Asso Werke.

1. Introduzione

Asso Werke è una realtà della provincia di Pisa che, ormai da più di settant'anni, produce pistoni e componenti per motori termici per le più importanti realtà in campo automotive.

Il lavoro che ho potuto svolgere in questi mesi si inserisce in un progetto più ampio che ha come obiettivo l'abbattimento degli sprechi o dei *Muda*, se vogliamo utilizzare la terminologia Lean. Il mio progetto di tesi è nato dall'individuazione in azienda di una serie di situazioni che evidenziano sprechi e che quindi dovrebbero essere migliorate, tali:

- Numero elevato di Work in Progress (WIP) stoccati tra una fase e l'altra
- Spazio occupato per stoccare i WIP
- Lead-time di attraversamento elevati.

Ci si prefigge, dunque, l'obiettivo di riorganizzare la produzione, con focus su quella dei pistoni, allo scopo di ridurre il più possibile tali sprechi. L'idea è quella di passare dall'attuale gestione push, dove è la pianificazione a dettare quando e quanto produrre, solitamente basandosi prevalentemente su previsioni di vendita, ad una gestione pull, dove è direttamente la domanda del cliente a trainare la produzione, realizzando quello che viene chiamato flusso "tirato". La struttura di questo progetto si basa su quelli che sono i 5 principi del Lean Thinking, teorizzati da Womack, Jones e Roos (1990), tali: definire il valore, identificare il flusso del valore, far scorrere il flusso, implementare un sistema pull e ricercare la perfezione. Nel nostro caso il sistema pull si otterrà grazie allo strumento del Kanban, una tecnica che si basa sull'utilizzo di cartellini che vanno ad abilitare la produzione, l'acquisto o la movimentazione dei materiali all'interno del processo, permettendo così di produrre soltanto quanto prelevato dalla stazione a valle e di prelevare soltanto quanto consumato, esclusivamente nel momento in cui si manifesta il bisogno.

2. Analisi della domanda e scelta del codice oggetto del progetto

Affinché l'introduzione di un Sistema Kanban porti a dei benefici, è necessario che il codice a cui si applica non presenti un'elevata variabilità della domanda. La motivazione deriva dal fatto che si dovrebbe andare a mantenere a scorta un livello di WIP non necessario nei momenti in cui o non si manifesta la domanda o si manifesta, ma in modo inferiore rispetto alla media e, in più, per tutelarci rispetto a questa variabilità, la scorta dovrebbe essere maggiore, in quanto dovrebbe includere un fattore di sicurezza maggiore. È stata quindi condotta un'analisi per capire quale codice avesse le caratteristiche più adatte per essere trattato in ottica pull attraverso lo strumento del Kanban.

Per prima cosa sono state reperite le serie storiche relative agli ordini dei vari codici dei 7 mesi precedenti al momento dell'analisi. Sette mesi è stato reputato un intervallo di tempo abbastanza grande per riuscire a individuare elementi di stagionalità, ma comunque un range comodo da analizzare poiché non troppo esteso. Già in questa fase è stata fatta una prima selezione, andando ad escludere dall'analisi quei codici che presentano una domanda di poche centinaia di pistoni l'anno, quelli che hanno una domanda palesemente stagionale e i prototipi. I dati raccolti sono stati poi aggregati mese per mese, per rendere più facile un confronto tra i vari codici in esame. Fatto ciò, si sono calcolati alcuni indicatori statistici, tra cui il coefficiente di variazione (COV), dato dal rapporto tra deviazione standard e media, il quale ha permesso, essendo adimensionale, di confrontare i vari codici dal punto di vista della variabilità della domanda. Si è poi proceduto con un'analisi incrociata variabilità - volume della domanda, definendo una soglia per ciascuna delle due variabili. Per discriminare tra bassa e alta variabilità, è stato preso a riferimento un valore del COV pari a 0,6, in quanto, al di sotto di tale valore, la domanda mensile non si andava mai ad annullare. È stata definita una soglia anche per il volume fissata a 50.000 pistoni, in quanto questo è stato reputato un valore sopra il quale poter considerare un volume di domanda elevato. Per motivi di riservatezza non è stato possibile riportare tutti i codici presi a riferimento nell'analisi; quindi, nel grafico è presente solo un campione di 14 codici. Il codice scelto affinché diventasse

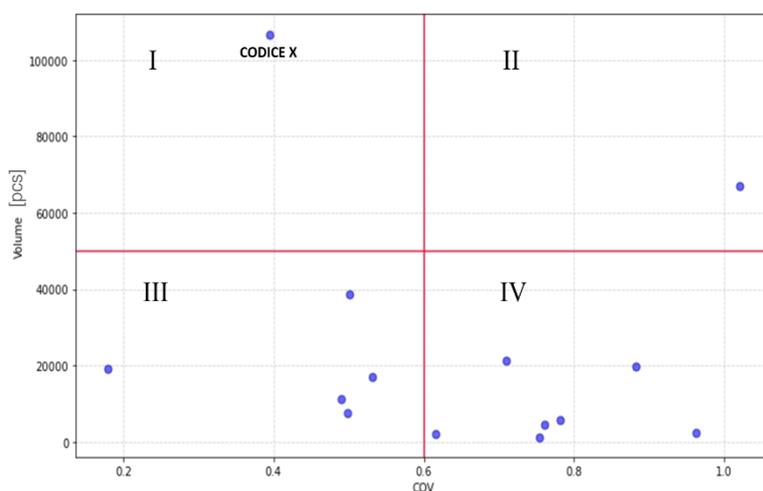


Figura 1: Analisi incrociata volume - variabilità della domanda

protagonista del progetto è stato il codice X, ovvero l'unico presente nel primo quadrante, quindi l'unico a presentare al contempo bassa variabilità e alto volume della domanda. Si è preferito scegliere codici con alto volume di domanda in quanto alti volumi presentano un ritorno economico tale da

giustificare una riorganizzazione produttiva in logica pull. Inoltre, i benefici in ottica di riduzione delle scorte saranno superiori rispetto ai codici che presentano una richiesta inferiore.

3. Analisi AS-IS

È stato deciso di mappare lo stato corrente del processo produttivo del codice X attraverso la stesura della Value Stream Map - VSM. È stata scelta questa tecnica Lean poiché permette di andare a distinguere le attività a valore da quelle non a valore e di quantificare gli sprechi che si manifestano lungo tutto il processo produttivo, anche in rapporto al tempo di attraversamento totale. È stato mappato il processo che va dal fornitore di barre di alluminio, ai conto terzi, fino al cliente, ponendo l'attenzione anche sul flusso informativo che vi è tra questi e l'azienda stessa. La mappatura totale ci ha consentito di poter definire i confini del progetto, scegliendo quelle fasi del processo che meglio si adattano ad una prima adozione dello strumento.

3.1 Determinazioni dei confini del progetto

È stato deciso di escludere dal progetto le fasi iniziali del ciclo di lavoro, come la forgiatura e i trattamenti termici, in quanto una percentuale di queste lavorazioni viene eseguita per conto terzi, quindi, è stato pensato che, per iniziare, fosse necessario fare pratica all'interno di Asso, prima di cercare di espandere questo sistema di gestione a fornitori e partner. In più, alcune di queste stazioni iniziali presentano tempi di setup molto elevati che andrebbero a complicare la gestione attraverso Kanban. Rimarranno escluse dal progetto anche tutte quelle postazioni che compongono la cella dei "liquidi penetranti" in quanto da questa passa ogni pistone forgiato che viene prodotto in azienda. Per cui, partire, includendo anche questa fase così critica, è sembrato troppo rischioso. È stato deciso di non inserire nel progetto neanche il collaudo in quanto questa stazione lavora su un unico turno al giorno e, in più, è una stazione condivisa; quindi, la sua richiesta sarebbe troppo veloce rispetto a quanto la stazione a monte riuscirebbe a soddisfare. Altro problema, che si presenterebbe nel momento in cui si andrebbe ad adottare un Kanban tra questa stazione e la serigrafia, sarebbe la necessità di un frequente trasporto di pistoni inter-officina: aspetto critico in quanto i mulettisti sono una risorsa limitata. Sarebbe quindi necessario mantenere comunque una scorta elevata e, viste anche le altre problematiche, è stato deciso di lasciare fuori il collaudo dai confini del progetto.

3.2 Value Stream Map

Di seguito si riporta l'estratto della Value Stream Map relativa a quelle fasi entro i confini del progetto.

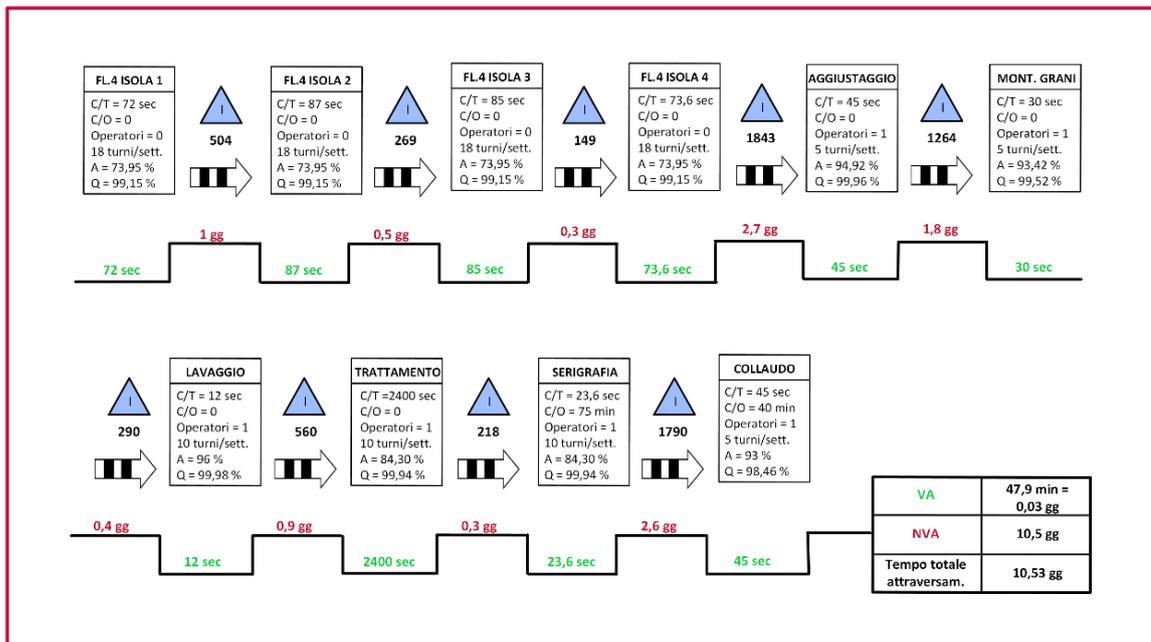


Figura 2: Value Stream Map AS-IS

Attualmente Asso lavora per lotti, ma ricorre alla pratica dell'overlapping, cioè la suddivisione del lotto originale in 2 o più sottogruppi, in modo da poter andare a sovrapporre le fasi del ciclo. Ciascuna fase del processo è stata rappresentata attraverso un databox, contenente informazioni come il tempo di ciclo, il tempo di setup, il numero di operatori, il numero di turni settimanali, il tasso di disponibilità della macchina e il tasso di qualità. I triangoli rappresentano i pistoni stoccati tra una fase e l'altra, mentre le frecce tratteggiate rappresentano la logica push, attualmente adottata in Asso. La timeline sottostante va a tempificare le attività a valore (in verde) e quelle non a valore (in rosso). Tra queste ultime abbiamo l'attesa, il cui tempo è stato possibile calcolarlo utilizzando la Legge di Little, dove il lead time medio di attesa di un pistone si calcola facendo il rapporto tra il WIP medio e il numero medio di pistoni processati dalla stazione a valle nell'unità temporale di riferimento.

$$LT = \frac{\overline{WIP}}{Throughput}$$

Per definire i livelli di giacenza tra le varie fasi, il più possibile vicini ai valori reali, ho condotto un processo di raccolta dati della durata di un mese, dove tre volte a settimana, a orari diversi, andavo direttamente nei reparti a contare il WIP effettivo. L'idea iniziale era quella di dare anche un'informazione sull'efficienza globale dell'impianto attraverso il calcolo dell'Overall Equipment Effectiveness (OEE), ma ciò non è stato possibile in quanto non è stato possibile calcolare una delle tre voci che lo compongono: la Performance. Non è stato possibile calcolarla a causa di scarsa coerenza nel software aziendale tra la quantità prodotta e il tempo impiegato per produrre la stessa, essendo la Performance data dal rapporto tra l'output

effettivo e quello teorico. Ci si è quindi limitati al calcolo delle altre due voci: l'Availability ed il Quality rate. Queste sono state calcolate prendendo a riferimento i dati da giugno a ottobre 2022 e danno rispettivamente un'informazione sul tasso di disponibilità delle macchine; quindi, la percentuale del tempo totale che esse sono effettivamente disponibili per la produzione, e sulla percentuale di pezzi conformi che si riesce a produrre. In tutto ciò possiamo notare come per produrre un pistone che richiederebbe 47,9 minuti di lavorazioni, in realtà si impiega 10,53 giorni; quindi, siamo in una situazione in cui nel 99,72% del tempo totale di attraversamento non si va ad aggiungere valore.

4. Progettazione Sistema Kanban

Prima di procedere con il dimensionamento del sistema, è bene porre l'attenzione alle macchine condivise, in quanto queste potrebbero rappresentare una criticità. Nel nostro caso solo le macchine per il lavaggio, il trattamento prima della serigrafia e la serigrafia non sono esclusivamente dedicate alla produzione del codice X. Per le prime due il problema non si presenta, in quanto il tempo di setup è nullo; quindi, le precedenze verranno gestite semplicemente attraverso un tabellone "semaforo", che spiegheremo nel paragrafo "Visual Management", mentre, per quanto riguarda la serigrafia, abbiamo un considerevole tempo di setup, pari a 1 ora e 15 minuti. Qui è stata fatta una semplificazione per rimanere vicini alla pratica aziendale: ogni giorno in media vengono fatti da 1 a 3 setup, ma mediamente il 70% dei pistoni processati dalla macchina Ser2 sono del tipo X. Quindi, è stato deciso di dedicare 2 dei 3 turni giornalieri alla produzione del codice X, così da mantenere e razionalizzare la pratica attuale. In questo modo, ogni giorno, per due turni, la macchina Ser2 è dedicata alla produzione del codice X.

4.1 Criticità nella creazione di un flusso unico

Non è stato possibile individuare un'unica stazione pacemaker e di conseguenza creare un flusso unico dove il ritmo produttivo fosse dettato da questa, ma si sono dovuti prevedere due punti di disaccoppiamento del flusso. Questo perché le varie macchine del ciclo produttivo del pistone X lavorano su un numero di turni differente: flusso 4 su 3 turni, aggiustaggio e montaggio grani su 1 turno, le restanti su 2 turni al giorno. Queste interruzioni del flusso si avranno tra flusso 4 e aggiustaggio e tra montaggio grani e lavaggio. Nel primo caso la velocità delle varie celle che compongono il flusso 4 non permette di ridurre il numero di turni e quindi lo stesso flusso non riuscirebbe a rispettare il takt time di una stazione pacemaker che lavora

su un numero inferiore di turni; quindi, è per questo motivo che si è dovuta prevedere una scorta di disaccoppiamento tra il flusso 4 e l'aggiustaggio. Nel secondo caso, si deve prevedere una scorta di disaccoppiamento per tutelarci di fronte alle richieste di rifornimento del lavaggio nel turno in cui il montaggio grani non lavora. Quindi non avremo una sola stazione pacemaker, ma ben 3, dove ognuna detterà il ritmo produttivo alle stazioni che la precedono, prima del successivo punto di disaccoppiamento. Queste sono la serigrafia, il montaggio grani e il blocco 4 del flusso 4.

4.2 Scelta delle tipologie di Kanban

Per ciascuna fase è stata scelta la tipologia di Kanban più adatta al contesto. Partendo dalla serigrafia e risalendo fino al primo blocco del flusso 4, così come vuole la logica pull, si vanno a descrivere:

- **Serigrafia – Trattamento:** In questo punto del flusso è stato deciso di utilizzare un *signal* Kanban. Nel nostro caso la lavorazione per lotti, che giustifica l'adozione di questa tipologia di Kanban, non è data dalla presenza di tempi di setup elevati nella stazione a monte, ma è data dalla conformazione dei telai portapezzo che si hanno come attrezzatura al trattamento pre-serigrafia. La capacità di questi è di 30 pistoni, mentre le cassette utilizzate tra le due fasi sono da 15.
- **Trattamento – Lavaggio:** Anche in questo caso è stato deciso di utilizzare un *signal* Kanban, poiché siamo in un contesto in cui il lavaggio ed il trattamento si trovano in due reparti diversi, richiedendo quindi un trasporto inter-officina. Essendo però i mulettisti una risorsa scarsa, è stato deciso di lavorare per lotti in modo da limitare il numero di corse necessarie tra queste due stazioni. Un altro accorgimento che è stato deciso di utilizzare per mantenere basso il numero di movimentazioni senza aumentare il WIP, è stato quello di prevedere l'utilizzo di un *signal* Kanban "elettronico", in modo da inviare via messaggio al lavaggio il segnale di ripristino quando al trattamento si raggiunge il *signal* Kanban.
- **Montaggio grani – Aggiustaggio – Flusso 4:** Queste stazioni sono tutte dedicate alla produzione del codice X e si trovano tutte all'interno della stessa officina. Quindi, non presentando tempi di setup ed essendo vicine tra loro, non ci sono motivazioni per lavorare a lotti. Si è quindi deciso di utilizzare la tipologia tradizionale di Kanban, dove si hanno Kanban produzione e Kanban prelievo. Essendoci un'unica persona che si potrà dedicare alla movimentazione delle cassette tra le varie stazioni, per non sovraccaricarla, è stato deciso di associare due cassette da 12 pistoni a ciascun cartellino.

4.3 Milk Run

Prima di procedere ci è sembrato opportuno andare a standardizzare la logistica tra i vari blocchi del flusso 4. Attualmente è presente un operatore che si occupa della movimentazione, andando a caricare il maggior numero possibile di cassette sui rulli in ingresso alle varie celle, per poi potersi dedicare ad altre attività. Nel nostro caso ogni stazione è sia fornitore che cliente; quindi, non è stato possibile attuare un Milk Run tradizionale, dove c'è un magazzino da cui si va a rifornire le varie postazioni di quanto hanno consumato.

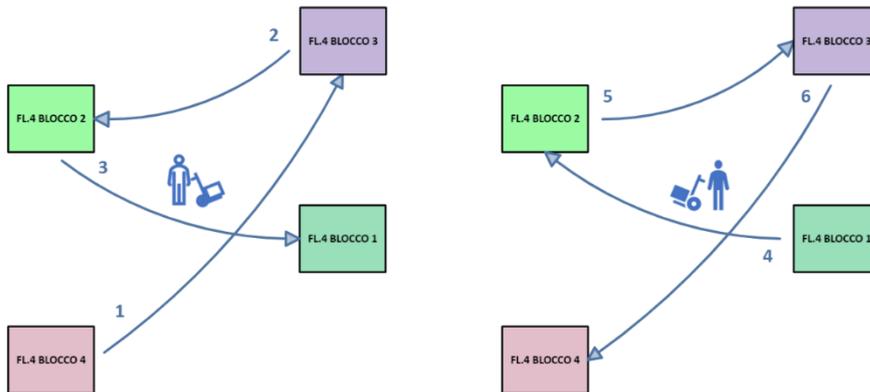


Figura 3: Milk Run (a sinistra il primo giro, a destra il secondo)

Il Milk Run che è stato progettato si compone di due giri: il primo comincerà dalla stazione più a valle, ovvero il blocco 4 e risalirà verso le stazioni a monte in modo da

portare di volta in volta il Kanban prelievo vuoto alla stazione subito a monte, caricare sul carrellino le cassette di pistoni corrispondenti al Kanban prelievo e mandare in produzione quanto prelevato, mentre il secondo partirà dalla stazione più a monte e scenderà verso quelle a valle in modo da consegnare alle varie stazioni quanto richiesto attraverso i Kanban prelievo. È come se la prima fase rappresentasse il flusso informativo, mentre la seconda quello fisico, del materiale. La frequenza con cui viene ripetuto questo ciclo viene dettata dal blocco 4 del flusso 4 che fa da pacemaker alle stazioni che lo precedono. La produzione di questa, a sua volta, viene schedulata in modo che il suo tasso di produzione segua il takt time. L'operatore dovrà quindi seguire gli orari indicati nel tabellone "Day by hour" che verrà illustrato nei paragrafi seguenti.

4.4 Dimensionamento del Sistema Kanban

È stato quindi possibile procedere con il dimensionamento del sistema. Il numero di Kanban deve essere tale da poter coprire le richieste del cliente a valle, quindi i prelievi, durante il Kanban cycle time o lead time di rifornimento. Il numero di Kanban può quindi essere espresso come segue:

$$\text{Numero}_{\text{Kanban}} = \left\lceil \frac{\text{KCT} * \bar{d} * (1 + \text{FS})}{C} \right\rceil$$

Dove KCT è il Kanban cycle time, \bar{d} è la domanda media, FS è il fattore di sicurezza, espresso in termini decimali, e C è la capacità del contenitore.

Nel dimensionamento del numero di Kanban il concetto di scorta di sicurezza viene sostituito con quello di fattore di sicurezza, che rappresenta l'incremento della durata temporale della scorta. Questo fattore, come anche la scorta di sicurezza, ci tutela dalla variabilità della domanda e del lead time di rifornimento. Per i signal Kanban questo calcolo è stato svolto per individuare il punto di riordino del lotto, espresso in cassette di pistoni, mentre per i Kanban tradizionali, per determinare il numero necessario di Kanban produzione e di quelli prelievo. Per prima cosa ci siamo calcolati la domanda media per le varie stazioni pacemaker:

$$\bar{d} = \frac{\text{Domanda}}{\text{Tempo disponibile nel periodo riferito alla domanda}}$$

La domanda è stata corretta con il Quality rate della stazione pacemaker e di tutte quelle a valle di essa, al denominatore, i giorni lavorativi sono stati corretti con l'Availability, in modo da tenere in considerazione anche queste due fonti di perdita nel calcolo del numero di Kanban e non rischiare di andare in rottura di stock, ovvero quella condizione in cui si verifica la mancanza di materiale. Si riportano quindi i risultati ottenuti:

SIGNAL KANBAN			
Fase	Lotto di produzione	Livello di Riordino	Note
Serigrafia - Trattamento	6 cassette da 15 pistoni	4 cassette	FS = 0 perché ci siamo tutelati approssimando i tempi, pressoché deterministici, per eccesso
Trattamento - Lavaggio	12 cassette da 12 pistoni	4 cassette	FS = 0,2 per tutelarci rispetto alla variabilità dei tempi di attesa (per il trasporto inter-officina)

Tabella 1: Risultati ottenuti per i signal Kanban

Nel calcolo del KCT del signal Kanban si considera sia il tempo necessario per produrre il lotto, che il tempo necessario per lo spostamento, perché è sia un Kanban prelievo che un Kanban produzione. Nel caso "trattamento-lavaggio", per la scelta del lotto di produzione, abbiamo dovuto tenere in considerazione il trade-off tra il numero di movimentazioni inter-officina e il livello del WIP.

KANBAN TRADIZIONALE			
Fase	N°Kanban Prelievo	N°Kanban Produzione	WIP totale
Mont. grani – Aggiustaggio	1	2	72 pistoni
FL.4 (4) – FL.4 (3)	1	1	48 pistoni
FL.4 (3) – FL.4 (2)	1	1	48 pistoni
FL.4 (2) – FL.4 (1)	1	1	48 pistoni

Tabella 2: Risultati ottenuti per i Kanban tradizionali

È stato considerato un $FS = 0,2$ nel calcolo del numero dei Kanban produzione in quanto abbiamo utilizzato i tempi standard di produzione, non essendo riusciti a ricavare tempi effettivi di produzione affidabili, per lo stesso motivo per cui non è stato possibile calcolare la Performance. È stato scelto questo valore in quanto tipicamente utilizzato per applicazioni simili alla nostra.

5. Visual Management

Due sono stati gli strumenti di Visual Management progettati. Il primo è il tabellone "semaforo", che dovrà essere utilizzato per la gestione delle precedenze in quelle macchine condivise tra codici gestiti pull e codici gestiti push. La parte divisa in zone colorate è dedicata alla gestione delle precedenze dei codici push in modo tale da non accumulare troppo materiale di ugual tipo a bordo macchina. L'ordine delle precedenze è: codici pull, urgenze,

CODICI	1 PALLET	2 PALLET	3 PALLET	URGENZE
PF076800	●			
PS076900			●	
PS072300		●		
PS074500				●
PS077770				

Figura 4: Tabellone "semaforo"

codici che hanno tanti pallet a bordo macchina da essere in zona rossa, quelli nella zona gialla e infine quelli nella zona verde. L'addetto alla movimentazione, ogni qual volta scaricherà dei pallet, si dovrà occupare di scrivere sul tabellone il codice consegnato, se questo non è già presente, e di aggiornare la posizione della calamita in base al numero di pallet che vi sono presenti a terra.

L'altro strumento è il tabellone "Day by Hour" che dovrà essere posto in corrispondenza delle stazioni pacemaker, in modo che queste possano avere un riferimento per lavorare seguendo

		12:40									
1° TURNO	6:00	6:50	7:40	8:30	9:20	10:10	11:00	11:30	12:20	13:10	
	14:00	14:50	15:40	16:30	17:20	18:10	19:00	19:30	20:20	21:10	
2° TURNO	22:00	22:50	23:40	00:30	01:20	01:30	02:40	03:30	04:20	05:10	
3° TURNO											

Figura 5: Tabellone "Day by Hour"

il ritmo dettato dal takt time. È stato calcolato il "pitch", ovvero l'intervallo di tempo tra il rilascio di un Kanban produzione e il successivo. Sulla base di ciò, l'operatore, nell'ora indicata sul tabellone, dovrà staccare il Kanban e procedere con la produzione di quanto indicato sullo stesso. È anche uno strumento di controllo visuale in quanto, sulla base dell'orario, si può subito vedere se siamo in linea con il programma o

meno e, in quest'ultimo caso, indagare sui problemi che ci sono stati e, eventualmente, dare delle disposizioni per gli straordinari.

6. Conclusioni e sviluppi futuri

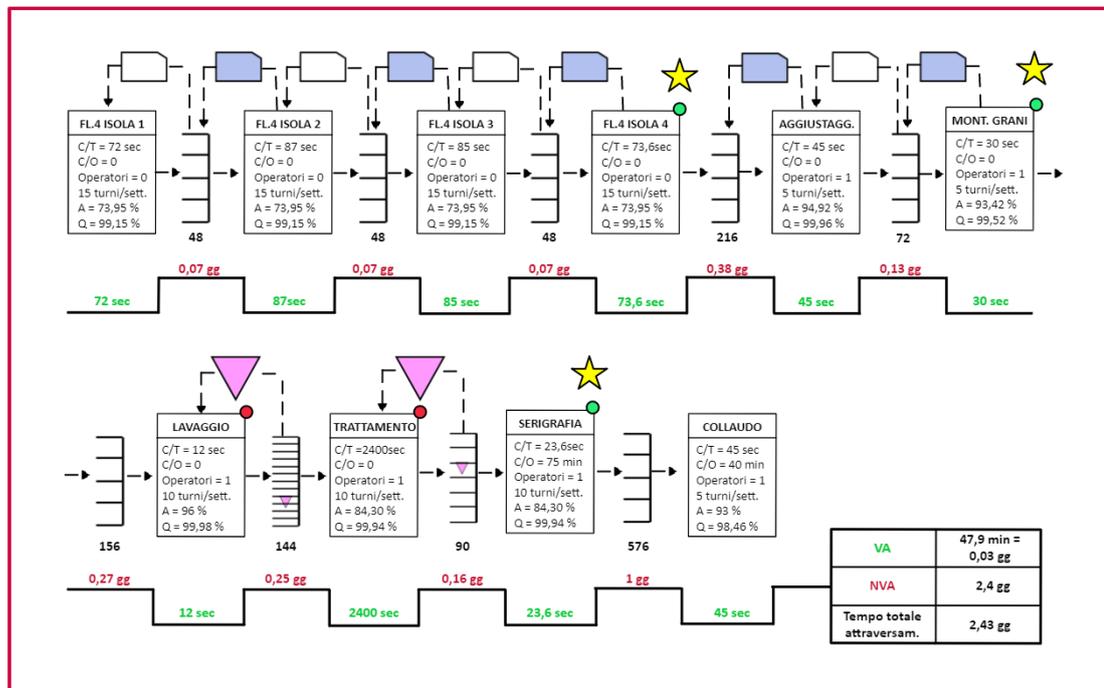


Figura 6: Value Stream Map TO-BE

Nella Figura 6 si va a riassumere quanto progettato attraverso la Value Stream Map dello stato to-be. La notazione utilizzata prevede che i cartellini bianchi siano i Kanban produzione, quelli celesti i Kanban prelievo, quelli rosa i Kanban segnale. Le stelle sono state poste in corrispondenza delle stazioni pacemaker, dove sono presenti anche i pallini verdi che stanno a indicare l'utilizzo del tabellone "Day by Hour". Quelli rossi, invece, indicano l'utilizzo del tabellone "semaforo" in quelle macchine condivise.

Per prima cosa si può notare come sia diminuito il tempo associato alle attività non a valore aggiunto e quindi, di conseguenza, anche il tempo totale di attraversamento: siamo passati da 10,53 giorni a 2,43 giorni, ottenendo così una riduzione del tempo di attraversamento del 77%. Questo è stato ottenuto grazie ad una diminuzione controllata del livello del WIP tra le varie fasi che ci ha visto passare da un totale di 6887 pistoni ad uno di 1389. Abbiamo assistito ad una riduzione del WIP pari all'80%. I risultati ottenuti sono pienamente in linea con quelli che erano gli obiettivi prefissati, per cui questo progetto potrà essere implementato, divenendo così il progetto pilota per l'introduzione di questa metodologia Lean in Asso. Una volta introdotto e testato, i confini di tale progetto potranno essere allargati andando ad includere altri codici opportunamente scelti.