



**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

Corso di Laurea triennale in INGEGNERIA GESTIONALE

APPLICAZIONE DELLA VALUE STREAM MAP

APPLICATION OF THE VALUE STREAM MAP

Relatore:
prof. Maurizio Bevilacqua

Tesi di Laurea di:
Lucia Marziali

Correlatore:
prof.ssa Sara Antomarioni

Anno accademico 2021 – 2022

INDICE

Introduzione.....	1
Capitolo 1: Introduzione alla Lean Manufacturing.....	2
• Cenni storici	
• I sette sprechi	
• I cinque principi del Lean Thinking	
Capitolo 2: Value Stream Map.....	5
• Introduzione alla Value Stream Map	
• Obiettivi	
• Value Stream Map e Lean Manufacturing	
Capitolo 3: I 5 Step della Metodologia Value Stream Map.....	11
• Identificazione famiglie di prodotto	
• Selezione delle famiglie principali	
• Mappatura della Current State Map ed applicazione	
• Analisi delle inefficienze ed applicazione	
• Mappatura della Future State Map ed applicazione	
Conclusione.....	34
Bibliografia.....	35

Introduzione

In questa Tesi andrò ad approfondire un metodo di gestione snello che ha lo scopo di identificare e rimuovere i “rifiuti” nella produzione, dall’inizio del processo fino al raggiungimento del cliente finale. Questo metodo di visualizzazione grafica prende il nome di Value Stream Mapping ed analizza, attraverso un diagramma, quella che è la situazione attuale di un processo produttivo, evidenziandone eventuali mancanze che andranno poi modificate al fine di andare a creare una nuova mappa che rappresenti un flusso che sia il più lean (snello) possibile.

Proprio per questo, introdurremo inizialmente quelli che sono i concetti principali della Lean Production, partendo dalla nascita di questa filosofia. È necessario sottolineare quali sono gli sprechi che hanno inciso nella nascita di un sistema che fosse il più lineare possibile e approfondiremo i cinque principi fondamentali su cui si basa questo sistema di produzione.

La mappatura del flusso di valore si erige proprio su questi principi e per creare una Value Stream Map che sia più chiara possibile viene utilizzata una simbologia standard che andremo ad osservare nel dettaglio e che ci permette di realizzare la mappatura corrente di un determinato processo produttivo. Proprio di questa mappa si andranno ad esaminare i difetti creandone una ad hoc che rappresenti il flusso produttivo privato di quelle attività che non generano valore.

Per spiegare meglio i concetti sopra citati analizzerò un esempio di applicazione della Value Stream Map, basato sulla produzione della ceramica, dall’arrivo delle materie prime fino alla consegna del prodotto finito. Si partirà dalla mappatura dello stato Corrente del processo, per abbatterne gli sprechi e da questi costruire una mappa dello stato futuro che possa portare il processo produttivo alla massima efficienza.

Introduzione alla Lean Manufacturing

Cenni storici

La Lean Manufacturing è una filosofia che punta a ridurre gli sprechi, fino al loro completo annullamento. Per spreco intendiamo tutto ciò che utilizza risorse senza aggiungere valore per il cliente. Tutto cominciò in Giappone nella seconda metà del 1900 con i primi cambiamenti di pensiero in ambito industriale. In modo particolare, la Toyota Motor Corporation, nata nel 1933, dopo la Seconda Guerra Mondiale spinse verso una nuova ottica industriale. Sotto la guida di Taiichi Ohno venne così definita una metodologia innovativa che permise la riduzione dei costi e degli sprechi.

Taiichi Ohno, all'inizio, era un dipendente della fabbrica di telai della famiglia Toyota, ma fece rapidamente carriera fino a diventare membro del consiglio. Dobbiamo a lui l'individuazione delle forme di spreco nell'ambito del Toyota Production System, che sta alla base dei Principi della Lean Production, nata in Giappone e poi sviluppatasi in Occidente, negli Stati Uniti prima ed in Europa successivamente.

I sette sprechi

I sette sprechi definiti nell'originale sistema produttivo Toyota sono:

- Trasporti non necessari: ogni volta che un prodotto viene sottoposto ad un movimento rischia di essere danneggiato, perso, ecc, oltre ad essere un'attività di non-valore aggiunto. Il trasporto non comporta alcuna trasformazione al prodotto che il cliente sia disposto a pagare.
- Scorte eccessive: le scorte, che siano sotto forma di materie prime, di materiale in lavorazione (WIP), o di prodotti finiti, rappresentano comunque un capitale che deve ancora produrre un guadagno sia per il produttore che per il cliente. Ciascuna di queste tre voci, che non sia ancora elaborata per poter produrre valore, è uno spreco.
- Movimento non necessario di attrezzature, persone o macchinari: a differenza del trasporto, il movimento si riferisce ai macchinari o agli operai, perché questi possono subire usure, danneggiamenti o avere problemi relativi alla sicurezza. Include anche gli investimenti e i costi del processo produttivo.
- Dipendenti inattivi in attesa o attrezzature inattive: si riferisce sia al tempo trascorso dagli operatori aspettando che arrivino le risorse, sia il tempo che passa mentre aspettano che il prodotto venga portato via, sia il capitale investito in beni e servizi che non sono stati ancora consegnati al cliente. Spesso esistono dei processi ad hoc per gestire queste attese.

- Eccessiva produzione di un prodotto: la sovrapproduzione è la produzione o l'acquisizione di un oggetto prima che esso sia veramente richiesto. È lo spreco più pericoloso per l'azienda perché nasconde i problemi della produzione. La sovrapproduzione deve essere immagazzinata, gestita e protetta.
- Eccesso di risorse rispetto a ciò di cui un cliente ha bisogno: usare risorse più costose del necessario per le attività produttive o inserire funzioni aggiuntive oltre a quelle che aveva inizialmente richiesto il cliente produce solo sprechi. Qui nasce un problema particolare riguardo le persone. Gli operatori che possiedono una qualifica superiore a quella richiesta per realizzare determinate attività generano dei costi per mantenere le proprie competenze che vanno persi nell'esecuzione di attività che richiedono una qualifica minore.
- Difetti che richiedono risorse per essere corretti: i difetti presenti nel bene prodotto spingono il cliente a rifiutarlo. Lo sforzo impiegato per creare questi difetti è uno spreco. Nuovi processi per la gestione dello spreco devono essere aggiunti per provare a recuperare una parte del valore dal prodotto, che rischia di essere scartato al 100%.

La Lean Production si occupa, quindi, di eliminare questi sprechi direttamente dal ciclo produttivo. Fondamentale è il miglioramento continuo (Kaizen). Piuttosto che impegnarsi nella riduzione degli sprechi come esercizio fine a se stesso, la produzione snella è incentrata su un'ottica di ottimizzazione continua.

Cinque principi del Lean Thinking identificati da J.P. Womack

Womack si meravigliò del fatto che Toyota stesse producendo auto al doppio della velocità della Ford. Inoltre, Toyota disponeva della metà delle scorte della Ford e offriva maggiore qualità. Per studiare il Toyota Production System, Womack partì per il Giappone alla fine degli anni '80. Al suo ritorno scrisse due libri: "The Machine That Changed The World (1990)" e "Lean Thinking (1996)". Nel suo libro Lean Thinking descrive il Toyota Production System con 5 principi ed essi devono generare un radicale cambio di pensiero per essere accolti da una azienda che voglia implementare la metodologia della *Lean Production*.

- **VALUE**
Il principio di partenza nella Lean Production è il concetto di Valore che va ripensato dal punto di vista del cliente. Solo una piccola parte delle attività aziendali e del tempo totale impiegato nel lavoro quotidiano sviluppano reale valore per il prodotto o servizio da fornire al cliente. È fondamentale mappare il valore del prodotto secondo la prospettiva del cliente (Value Stream Map (VSM)), in modo che si possa attuare una politica aziendale volta alla correzione di tutte quelle attività NON Valore (MUDA o sprechi).

- MAP

Una volta comprese le attività a VALORE (VSM) per il cliente, è necessario concentrarsi sulla mappatura delle attività che creano questo valore (Value Stream Map - VSM). L'analisi coinvolge tutte le attività coinvolte, dalla gestione dell'offerta e dell'ordine alla progettazione, sino alla produzione vera e propria del prodotto. La mappatura del Valore dovrà comprendere:

1. Le attività che creano valore percepito dal cliente (il motivo per cui il cliente acquista il prodotto).
2. Le attività che NON creano valore, ma che sono indispensabili, visti gli attuali sistemi di produzione e gestione (attività oggetto di efficientamento e correzione).
3. Le attività che NON creano valore (attività che devono assolutamente essere eliminate da subito) considerate appunto sprechi (MUDA).

- FLOW

Dopo aver definito il valore e dopo aver stilato la Value Stream Map, si procede con l'ottimizzazione dei processi che creano valore. L'obiettivo è quello di massimizzare le attività che generano il valore, rendendole un flusso (FLOW) costante e continuo. Serve quindi rivedere come organizzare il lavoro, che tipo di attrezzature impiegare per facilitare la produzione, ridisegnare il layout produttivo e se necessario adottare azioni di BPR Business Process Reengineering. Tale avanzamento deve essere ricercato sia a livello di pianificazione che di produzione con l'obiettivo di:

1. ridurre il lead time
2. sviluppare spazi adeguati e coerenti (layout funzionali)
3. monitorare strettamente l'avanzamento della produzione

In tal modo verranno debellati gli sprechi e impediti "flussi a ritroso", scarti e fermate.

- PULL

Pull significa tirare, indica cioè che l'avvio della produzione dei beni deve partire solo e soltanto quando il cliente li richiede. È il cliente che "tira" la produzione. Questo concetto permette l'abbassamento del livello di scorte da parte del produttore, aumentando la liquidità finanziaria e migliorando l'intera gestione aziendale. Inoltre, la gestione "Pull" permette la stabilizzazione della domanda finale. Infatti, è il cliente che ordina quello che vuole e non l'azienda

produttrice che decide cosa produrre nella speranza di poter poi vendere tutta la scorta (eliminare le scorte di sovrapproduzione spesso impone campagne promozionali per forzare la domanda verso un particolare tipo di prodotto). Occorre cioè che un sistema di produzione snella abbia la capacità di seguire la variabilità del contesto economico attraverso il rispetto della cadenza produttiva (Takt Time) che il cliente stesso genera attraverso le sue richieste.

Di conseguenza, tutto il lavoro sarà orientato a dare risposta alle richieste del cliente in maniera:

1. efficace, per riuscire a soddisfarne i bisogni
2. efficiente, per riuscire a gestire al meglio le risorse aziendali.

- **PERFECTION**

Una volta compreso il valore della produzione per il cliente, identificato e ottimizzato il flusso di valore produttivo, fatto sì che la produzione abbia continuità e che il cliente possa “tirare” il ritmo di produzione, è importante iniziare un processo di miglioramento continuo del processo produttivo volto alla ricerca della perfezione (Filosofia Kaizen per il miglioramento continuo).

Value Stream Map

Introduzione alla Value Stream Map

Per Value Stream Map si intende la mappatura grafica di tutto quell'insieme di processi ed attività che concorrono alla realizzazione di un prodotto, partendo direttamente dal fornitore, passando per tutta la catena di montaggio fino alla consegna del prodotto finito. Si tratta quindi di uno strumento di mappatura dello stato attuale di un processo produttivo che permette di visualizzare in modo chiaro e conciso la situazione di produzione attuale disegnando i flussi di materiale e di informazioni, per poi elaborare uno stato futuro che abbia l'obiettivo di diminuire le scorte, i tempi di produzione e l'eliminazione della sovrapproduzione. Si tratta quindi di mappare tutte quelle attività che creano valore, ma anche quelle che non aggiungono valore. Il VSM è il sistema su cui si basa l'intera produzione snella e grazie ad esso possiamo vedere e comprendere un processo, per identificarne gli sprechi. Ci permette di identificare ogni processo presente nel flusso del prodotto e “ricostruirlo” interamente in accordo con i “principi snelli” della Lean Production. Il metodo VSM ha pertanto lo scopo di supportare la progettazione e l'implementazione di un sistema snello seguendo il flusso dei materiali/componenti di un dato prodotto all'interno del sistema produttivo (o logistico), fornendone una rappresentazione visuale descrittiva di ogni sua fase.

Più in particolare, la VSM tende a mettere in risalto i punti di accumulo di materiale lungo il processo di produzione, nonché le cause di tale accumulo.

Il presupposto sul quale basare l'analisi della catena del valore non è il miglioramento del singolo processo, ma l'ottimizzazione globale e continua. Si va quindi a lavorare sull'ottimizzazione dei singoli processi senza perdere di vista l'efficienza e l'ottimizzazione dell'intera azienda.

Si tratta, dunque, di disegnare una “mappa” o diagramma di flusso che mostri come i materiali e le informazioni fluiscono da fornitore a cliente, cercando di ridurre gli sprechi. Questo ci permette di gestirne in maniera più efficiente possibile i cambiamenti.

La mappatura del flusso di valori è uno strumento di carta e matita che ti aiuta a vedere e comprendere il flusso di materiale e informazioni mentre un prodotto fa strada attraverso il flusso del valore. Ciò che intendiamo per mappatura del flusso di valore è semplice: seguire il percorso di produzione di un prodotto dal cliente fino al fornitore e tracciare una rappresentazione visiva di ogni processo nel flusso di informazioni e materiali (Rother e Shook, 1999).

Obiettivi

- non focalizzarsi sul singolo processo ma sul **flusso**
- trovare le **cause dello spreco** all'interno del flusso
- dare a tutto l'organico **gli strumenti** per leggere il flusso
- visualizzazione degli **aspetti** che hanno reso più efficiente il processo
- implementare un **sistema di Lean Manufacturing**

Le attività che danno valore aggiunto sono quelle per cui il cliente è disposto a pagare, ma ci sono molte altre attività che la produzione o l'azienda richiedono, necessarie per le operazioni interne, ma che non aggiungono valore dal punto di vista dei vantaggi per il cliente. Quest'ultime andrebbero ridotte al massimo, o riviste per migliorarle ed essere più competitivi. Infine, ci sono attività che non aggiungono alcun valore per il cliente e non essendo essenziali per l'azienda, rappresentano uno spreco di risorse e devono quindi essere eliminate.

La Value Stream Map è quindi uno strumento fondamentale basato sulla rappresentazione grafica dello stato attuale e futuro del sistema di produzione, con l'obiettivo che vengano comprese e attività di rifiuto che devono essere eliminate.

La mappatura del flusso di valore utilizza regole che hanno la finalità di essere comprese da tutto il personale, anche se tuttavia non esiste una standardizzazione dei simboli.

SIMBOLI RELATIVI AL FLUSSO (FISICO, INFORMATIVO, TEMPORALE):	SIMBOLI RELATIVI AL MIGLIORAMENTO DEI PROCESSI:
 Flusso fisico	 Obiettivo kaizen
 Informazione elettronica	 "Supermarket"
 Informazione manuale	 Postazione <i>kanban</i>
 Flusso fisico in ingresso/uscita dall'azienda	 Flusso <i>kanban</i>
 <i>Time Line</i>	 <i>Kanban "ordine di produzione" (Production)</i>
SIMBOLI RELATIVI AI PROCESSI INTERNI ED ESTERNI:	
 <i>Process Box</i>	 <i>Kanban "prelievo" (Withdrawal)</i>
 <i>Process Box (processi multipli)</i>	 <i>Kanban "segnale" (Signal)</i>
 <i>Process Box (generico)</i>	 "corsia FIFO"
 Fornitore esterno, cliente esterno	 Cella produttiva a forma di "U"
 Informazioni relative al <i>Process Box</i>	 Magazzino "buffer"
 Magazzino	 Scorte di sicurezza
 Operatore	
 Processo assistito da computer (MRP)	

Value Stream Map e Lean Manufacturing

Le peculiarità della mappatura del processo sono quindi due:

- **Current State Map:** descrive la situazione del prodotto nel flusso del valore.
- **Future State Map:** indica il modo in cui si vuole vedere il prodotto all'interno del flusso di valore

La Value Stream Mapping tende ad un lead-time talmente tanto ridotto, da attivare il processo produttivo soltanto quando si ha la richiesta da parte del cliente; tutto questo è possibile attraverso tempi di set-up praticamente nulli. L'analisi continua del processo permette, partendo da un progetto di miglioramento VSM, di perfezionare nel tempo la VSM stessa e di eliminare tutto ciò che non rappresenta valore aggiunto al prodotto finito.

Il segreto efficiente e necessario per la VSM è rappresentato da tutti quegli indicatori propri della Lean Manufacturing:

1. Takt Time: è un concetto che indica il ritmo di produzione da mantenere per soddisfare la domanda dei clienti. I vantaggi dell'utilizzo del takt time equivalgono a quelli apportati dalla strategia *just-in-time*:
 - **Eliminare la sovrapproduzione.** Una volta calcolato il *takt time*, il ritmo di produzione è determinato dalla domanda. In tal modo, si evita un esubero produttivo.
 - **Riduzione dei costi.** L'overstock comporta considerevoli costi aggiuntivi che costringono le aziende a ridurre i prezzi o scartare i prodotti per abbassare il livello dell'inventario. Soluzioni, del resto, non necessarie se si produce in base a un *takt time*, mantenendo così i margini di vantaggio e tagliando i costi di stoccaggio.
 - **Ottimizzazione delle risorse.** Se il ritmo di lavoro è inferiore a quello richiesto, si dovranno investire più risorse per raggiungere i livelli di produzione necessari. Il *takt time* contribuisce a definire i turni di lavoro, calcolare la periodicità dell'approvvigionamento o adeguare la produzione alla relativa capacità della macchina.
 - **Riduzione degli errori.** Quando si produce in modo rapido e imprevisto, il rischio di errori aumenta. Quando, invece, il ritmo di lavoro è più costante, la percentuale di errori diminuisce drasticamente. In sostanza, il vantaggio principale del *takt time* è un notevole incremento dell'efficienza di tutti i cicli operativi collegati alla produzione.
2. flusso continuo e tirato dalla domanda
3. Supermarket (a Kanban): **Kanban** è un termine giapponese che significa **cartellino**, biglietto o lettera, e con esso si indicano le schede con cui si realizza il controllo della produzione.

Il supermarket Kanban è un'area che risiede tra due processi produttivi. Il processo a valle attinge dal supermarket quello che ha consumato e di cui ha bisogno e tale prelievo genera l'input al processo a monte che fornisce materiali senza tentativi di programmazione o previsione di consumo. Il processo a monte può dunque produrre solamente se autorizzato dal processo a valle. Secondo questo approccio, quindi, ogni materiale necessario alla produzione viene movimentato in contenitori di dimensioni standard, ai quali è associato un **cartellino** che riporta informazioni quali il codice di identificazione del pezzo e la quantità dei pezzi da produrre.

Esistono due tipi di Kanban:

- Kanban di produzione
- Kanban di trasferimento

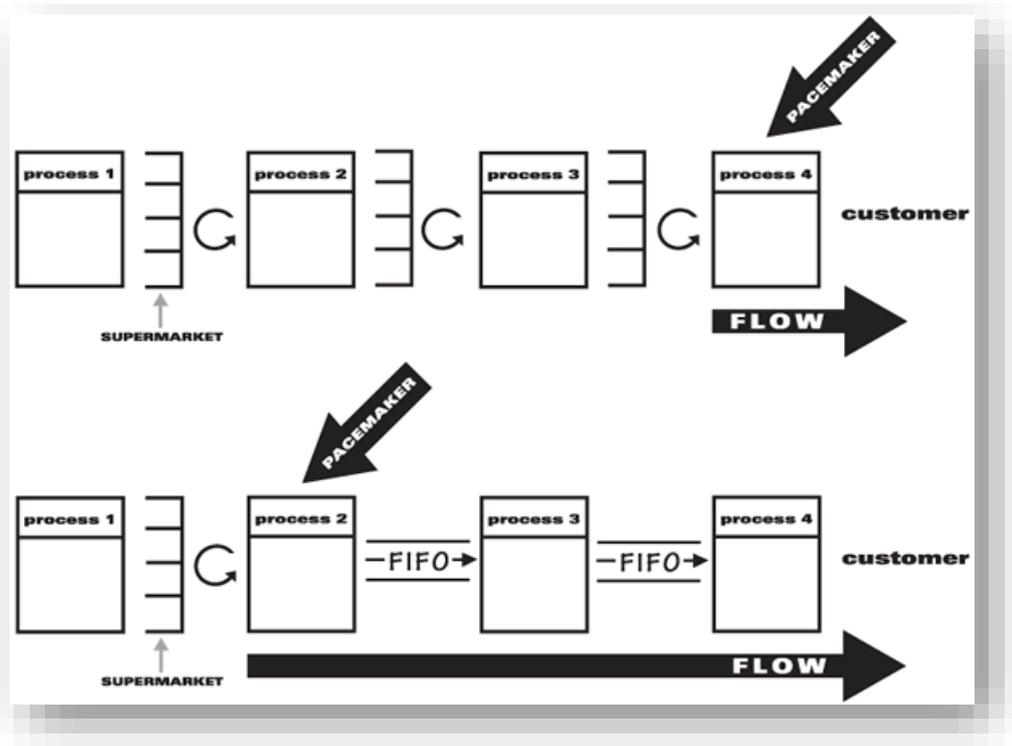
Il **Kanban di produzione** viene impiegato nella stazione in cui si realizza la produzione di un particolare codice e specifica la quantità da produrre.

Il **Kanban di trasferimento** serve a far risalire il consumo tra le varie fasi di lavorazione e viene usato nel reparto che utilizza un certo componente e riporta il valore delle quantità da ritirare dal supermarket della stazione a monte.

Il supermarket Kanban come efficace sistema di controllo:

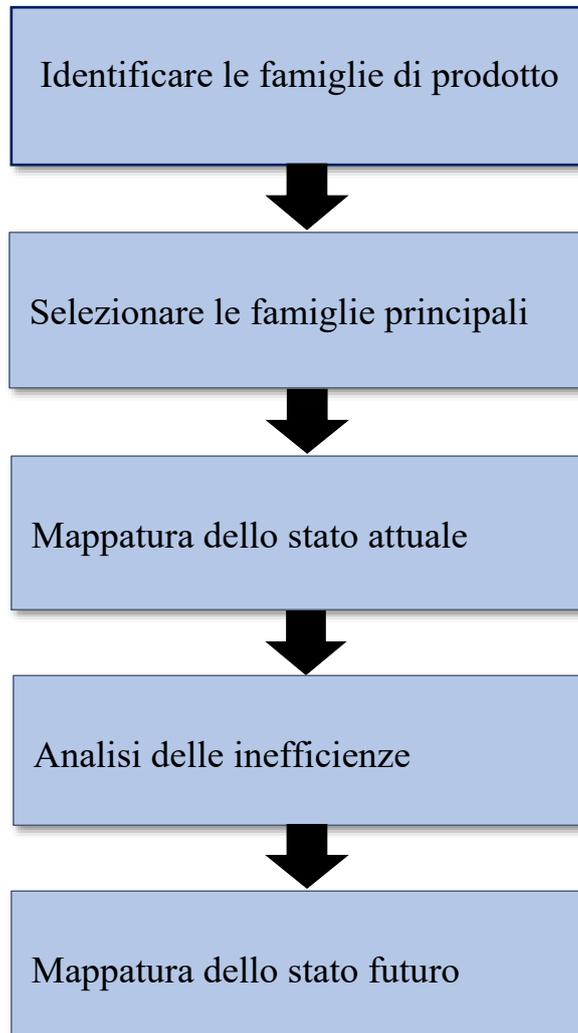
- indica la quantità da produrre
- mantiene la disciplina
- Il Kanban di produzione autorizza la produzione
- Il Kanban di trasferimento autorizza la movimentazione dei materiali

4. schedare tutta la produzione riferendosi ad una sola fase del processo detta pacemaker: il modo in cui si controlla la produzione in questo processo determina il ritmo per tutti i processi a monte. Ad esempio, le fluttuazioni del volume di produzione nel pacemaker process influiscono sui requisiti di capacità nei processi a monte. La selezione di questo punto di pianificazione determina anche quali elementi del flusso di valore diventano parte del tempo di consegna dall'ordine del cliente ai prodotti finiti. Il pacemaker è spesso il processo a flusso continuo più a valle nel flusso di valore porta a porta. Sulla mappa dello stato futuro, il pacemaker è il processo di produzione controllato dagli ordini del cliente esterno.



5. livellare il mix evitando picchi dello stesso articolo;
6. livellare i picchi di volume;
7. sviluppare la capacità di produrre tutto il mix nell'unita di tempo

I 5 step della Metodologia Value Stream Map



1. Identificare le famiglie di prodotto tramite analisi PQ-PR (Product Quantity Analysis e Product Routing Analysis)

L'analisi PQ (Prodotto-Quantità) si basa sull'assunzione che i primi processi produttivi da analizzare siano quelli legati a prodotti realizzati in grande quantità. L'analisi PQ prevede che si riporti il mix produttivo di stabilimento su un diagramma di Pareto. Queste informazioni aiutano a progettare il metodo di produzione adatto al prodotto, ad esempio la produzione di routine ad alto volume e valore inferiore su una linea di flusso, rispetto alla produzione occasionale di basso volume e valore elevato che può essere eseguita in un'officina.

L'analisi PR ha l'obiettivo di raggruppare i prodotti in famiglie omogenee sulla base del processo produttivo seguito. A tal fine è utile compilare una matrice che riporta, ad esempio, in colonna le macchine/stazioni presenti in stabilimento e sulle righe i prodotti realizzati.

2. Selezionare le famiglie principali

La famiglia caratterizzata dal più elevato volume (totale) di produzione sarà normalmente scelta per l'analisi VSM. L'ideale sarebbe ottenere sempre una matrice perfettamente "a blocchi" che metta chiaramente in evidenza le famiglie di prodotti. Questo non è purtroppo quasi mai possibile e spesso non è neanche semplice vedere una possibile forma a blocchi se non dopo avere effettuato una serie di appropriati movimenti fra le righe e le colonne della matrice "Prodotti-Macchine" anche detta Machine-Component Matrix (MCM). Questo tipo di problema di ottimizzazione è noto con il nome di Group Analysis (GA). Per ogni (macro) famiglia di prodotti individuata si cerca, analizzando il solo flusso produttivo, di suddividerlo in (sotto) famiglie di parti che posseggano un flusso produttivo il più possibile simile a quello di una linea (line flow).

Esempio di MCM:

MCM	parti		
macchine	P1	P2	P3
M1	1		1
M2		1	
M3	1		1
M4	1	1	

Il valore 1 indica che la parte è lavorata sulla macchina corrispondente.

Partendo dalle informazioni contenute nella MCM, gli algoritmi (euristici) proposti per creare le famiglie delle parti si basano generalmente su 2 differenti approcci:

-sull'ordinamento della MCM (Rank Order Clustering, ROC) che consente di raggruppare i pezzi in famiglie e le macchine in celle, assegnando le famiglie alle celle a seguito del ri-arrangiamento delle righe e delle colonne della MCM.

-sull'uso di appropriati coefficienti di similitudine che utilizzano un coefficiente come misura del grado di similitudine fra le parti o le macchine. Maggiore è il valore del

coefficiente, maggiore è la similitudine fra le parti o le macchine. Un esempio è il Coefficiente di Jacard / Mc Auley (per il raggruppamento di parti):

$$S_{i,j} = \frac{X_{i,j}}{X_i + X_j - X_{i,j}}$$

dove $X_{i,j}$ = numero delle macchine che lavorano sia la parte i che la parte j

X_{\bullet} =numero delle macchine che lavorano la parte i o j

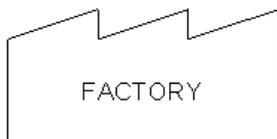
3. Mappatura dello stato attuale (Current State Map)

La mappatura dello stato attuale (Current State Map, CSM) è molto importante per visualizzare l'intero flusso di creazione di un prodotto o servizio, non soltanto una fase o un singolo processo. Determina in modo semplice e visivo come l'organizzazione opera veramente. Fondamentale per la mappatura è capire che cosa il cliente si aspetta dalla sua prospettiva, disegnare la catena del valore riducendo gli sprechi e migliorando la velocità del flusso, produrre con la massima efficacia al minor costo e fare in modo che il cliente possa ricevere il prodotto corretto; proprio quando lo richiede e al giusto prezzo.

La mappatura dello stato corrente di un processo produttivo viene eseguita utilizzando una serie di semplici icone unificate predisposte allo scopo, in grado di rappresentare sia i flussi fisici sia i flussi di informazioni del sistema di pianificazione della produzione (per es. un sistema MRP).

Le icone del VSM sono:

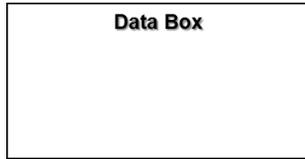
- **Factory** (*outside source*): Stabilimento Fornitore, Stabilimento Cliente/Distributore, Processi Produttivi Esterni (Outsourcing)



- **Manufacturing Process Box:** una Macchina, un Processo, uno Stabilimento



- **Data Box:** Posta in corrispondenza di altre icone, riporta i dati specifici di “*Factory*” e i dati specifici di “*Process Box*”, in termini di quantità totale da rifornire per un dato periodo ed è necessario poi calcolare la produzione giornaliera necessaria e la tipologia/caratteristiche delle unità di carico



- **Factory + Data box:** Frequenza spedizioni per turno
 - Informazioni sul materiale movimentato
 - Dimensioni del lotto acquisto
 - Domanda media per periodo



- **Manufacturing Process + Data Box:**
 - C/T: “*Cycle Time*” (intervallo fra 2 uscite successive di pezzi dalla stazione)
 - C/O: “*Changeover Time*” (Tempo di *set-up*)
 - *Uptime* (Disponibilità %-le della macchina)
 - EPE: “*Every Part Every...*” (lotto di produzione)
 - N° di operai coinvolti
 - tempo disponibile
 - Tasso di scarto
 - Lotto di trasferimento

SALDATURA
 2
C/T = 39 secondi
C/O = 10 minuti
Uptime = 100%
2 Turni
27600 sec. di disponibilità

- **Inventory:**

- Rappresenta il WIP
- Indica il numero di pezzi e/o la durata equivalente
- Deve essere ripetuta per ogni tipologia di WIP presente
- Si usa anche per scorte di MP e di PF



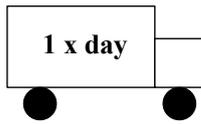
- **Safety Stock:**

- Rappresenta la presenza di scorte volontarie
- Va sempre distinta dall'accumulo (involontario) di WIP generato dal sistema produttivo



- **Truck Shipment:**

- Rappresenta la tipologia di trasporto adottata
- Internamente si riporta la frequenza di approvvigionamento e/o consegna



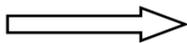
- **Striped Arrow Icons:**

- Rappresenta il flusso materiale fra due stazioni
- Indica un flusso di tipo "Push"



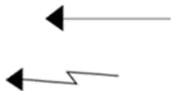
- **Raw Material / Finished Goods:**

- Rappresenta il movimento di MP dai fornitori
- Rappresenta il movimento di PF ai clienti



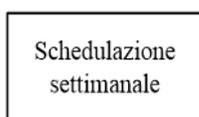
- **Information Flow:**

- Indica i flussi informativi (fax, e-mail, telefono, ecc.)
- Indica i flussi informativi elettronici



- **Information:**

- "Etichetta" che specifica la tipologia di informazioni
- Viene riportato sopra le frecce del flusso informativo



- **Go See Production Scheduling:**

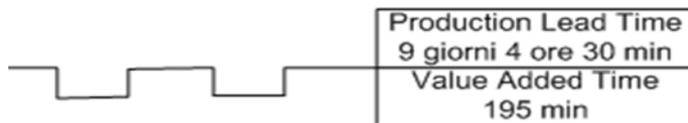
- Indica pianificazioni/aggiustamenti visuali
- Indica pianificazioni basati su controllo a vista della scorta



- **Operator:** indica il numero di operatori necessari



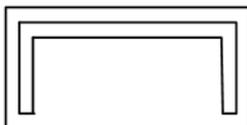
- **Time Line:** - Riporta il Lead Time complessivo dato dalla somma dei tempi di lavorazione, di movimentazione e di attesa in coda -
Riporta il Tempo a Valore Aggiunto dato dalla somma dei soli tempi di lavorazione



- **Shared Process:** Indica un processo condiviso da più prodotti. In questo caso bisogna stimare la capacità produttiva destinata al flusso di valore sotto analisi e non la capacità produttiva disponibile per processare tutti i prodotti.



- **Workcell:** Indica che processi multipli sono integrati in una cella (o linea) di lavorazione. Il prodotto si produce e si muove all'interno della cella in piccoli lotti o come singolo pezzo (*one piece flow*)



La mappatura del processo produttivo inizia sempre dalla definizione delle richieste del cliente. Si parte pertanto rappresentando la fabbrica del cliente tramite una “*Factory icon*”

Definiti i requisiti del cliente, si passa alla mappatura dei processi produttivi di base, partendo dai magazzini di prodotti finiti (PF) risalendo a ritroso fino ai magazzini di

materie prime (MP). Bisogna cercare di mantenere la semplicità e la leggibilità della mappatura, includendo in un unico “*Process box*” tutte le macchine che risultano unite da un flusso praticamente continuo. Se il processo ha più rami produttivi, bisogna includere solo quelli più importanti senza duplicare le macchine condivise. In questo caso il valore del LT sarà dato dal tempo di attraversamento massimo dei vari rami produttivi.

È fondamentale individuare i punti di accumulo di scorte in quanto in corrispondenza di essi si ha un disaccoppiamento dei centri produttivi e un'interruzione del flusso. Si conclude la rappresentazione del processo produttivo collegando con frecce le varie stazioni di lavorazione e i magazzini finali (e iniziali) con l'azienda clienti (e fornitori).

Dobbiamo, inoltre, rappresentare il flusso informativo collocando nella parte centrale e superiore del foglio un “*Process Box*” che rappresenti l'ufficio di programmazione e controllo della produzione dell'azienda, indicando il sistema di gestione utilizzato (generalmente un MRP). Da tale icona si diramano i flussi informativi interni/esterni all'azienda inoltrati all'ufficio spedizione e alle singole unità produttive, specificando i tempi e le quantità da produrre.

La **Current State Map** rappresenta una fotografia che descrive al meglio come un processo viene eseguito attualmente. È lo strumento perfetto per rappresentare una situazione attuale, evidenziandone pregi e difetti.

Per progettare e sviluppare una **Current State Map** in modo professionale si procede secondo sei passaggi successivi:

- **Definizione dell'ambito e del focus progettuale**

Serve a definire lo scenario e il contesto aziendale, lo scopo ultimo è la rappresentazione grafica di come tutta la struttura aziendale si muova e interagisca tra i vari sottosistemi. Uno dei risultati più illuminanti di una **Current State Map** è vedere come funziona il processo nella sua interezza e come ogni area organizzativa lavori assieme (o meno) alle altre. Per meglio definire l'ambito della **Current State Map** è utile anche affidarsi ad analisi direzionali organizzative come l'Analisi SWOT per determinare quanto strettamente un'impresa sia allineata con le sue traiettorie di crescita e parametri di successo. L'analisi SWOT è una tecnica utilizzata per determinare e definire i punti di forza (Strength), debolezza (Weakness), opportunità (Opportunity) e minacce (Threats) e possono essere applicate ad un'intera azienda o organizzazione o a singoli progetti all'interno di un singolo dipartimento. Condurre un'analisi SWOT è un modo efficace per valutare nuove iniziative o strategie ma anche per misurare l'efficienza generale aziendale o di un progetto.

Un altro strumento comodo per contestualizzare l'azienda nel suo ambiente esterno è l'Analisi PESTEL che evidenzia minacce o opportunità non dipendenti dall'azienda stessa ma dal contesto in cui opera e cresce. L'Analisi PESTEL va infatti ad analizzare i fattori politici, economici, socioculturali, tecnologici, ecologici e legali. Questi due strumenti aiutano a meglio comprendere la direzione aziendale e le aspettative future della Vision aziendale.

- **Pianificazione della ricerca dei processi umani**

Dopo aver definito l'ambito e l'obiettivo generale della mappa, serve proseguire con l'analisi dei processi umani. L'osservazione in campo, è una componente fondamentale della creazione di una mappa dello stato attuale. Una sfida nell'azienda, è che le parti interessate nell'organizzazione, probabilmente, hanno la convinzione che il loro lavoro venga eseguito nel migliore dei modi. Quali sono i problemi e come possono essere risolti. Serve acquisire il punto di vista degli operatori, alcuni di loro infatti hanno già ben chiaro cosa stia realmente accadendo nei loro processi che possa essere migliorato. Ogni ufficio o responsabile probabilmente ha una visione e una metodologia di lavoro diversi tra loro, alimentati da esperienza o preconcetti. Queste variazioni di processo sono importanti da acquisire, ma significa anche che il sistema interno distribuito non è ben chiaro ed organizzato tra i reparti. Infine per una buona conduzione della ricerca serve raccogliere tutti i materiali di base disponibili, inclusa la documentazione dei processi supportati dal sistema.

- **Condurre l'analisi**

Nel condurre la ricerca, serve osservare gli operatori mentre svolgono naturalmente le loro mansioni. Serve acquisire tutte le informazioni necessarie a comprendere i punti di miglioramento aziendale.

Gemba Walk:

Per capire veramente il flusso di valore, il team di mappatura percorre fisicamente il processo operativo attraverso l'organizzazione, in un cosiddetto "Gemba Walk". "Gemba" in giapponese significa "il luogo attuale" e può essere tradotto meglio come "sul posto" in questo contesto. Eseguire il Gemba Walk sta a significare che le informazioni sul processo produttivo per comprendere la mappa del processo va eseguito nei reparti, facendo visita agli operatori, analizzando gli impianti, discutendo con i responsabili e gli operatori di reparto sul come e perchè vengano eseguite delle determinate operazioni.

- **Creazione della bozza della Current State Map**

A questo punto, idealmente abbiamo un'idea generale del processo appena analizzato. Il passaggio successivo consiste nel creare una bozza della Current State Map che illustri il processo aziendale così come viene effettivamente eseguito. Annotare eventuali variazioni sostanziali in corso d'opera sulla mappa è una azione naturale e continua. Lo scopo è evidenziare i punti chiave e produrre uno stampato in grado di essere facilmente interpretato. Il risultato finale sarà una bozza di Current State Map in formato digitale. La Current State Map sarà il modello di base per tutte le azioni successive da porre in atto per il successo del progetto.

- **Convalidare e consolidare la Current State Map**

La rappresentazione della Current State Map deve essere rivisitata e corretta attraverso un Brainstorming di discussione. La Current State Map sarà parte di un processo di immaginazione per transare verso un ipotetico stato futuro, Future State Map (FSM). Per condurre un Brainstorming di successo è consigliabile avvalersi del diagramma di Ishikawa. È un ottimo strumento per illustrare graficamente le cause maggiori e le sotto-cause di determinati fenomeni che generano un certo problema. L'utilità di questo diagramma si basa sul principio che identificare i sintomi è il primo passo per risolvere un problema. Si può definire, dunque, come una forma di rappresentazione logica e strutturata dei legami esistenti tra un effetto e le relative cause.

A questo strumento è facilmente applicabili anche la teoria delle 5Whys che servono a risalire a tutte le possibili cause del problema. Chiedi "Perché succede?". Come ogni idea viene data, il facilitatore le scriverà sul ramo dalla categoria appropriata. Le cause possono essere scritte in più punti se si riferiscono a più categorie. Sarà più facile risalire alle cause di un eventuale problema.

Il principale scopo della Current State Map è quello di comprendere del tutto la situazione di partenza prima di iniziare un processo di miglioramento. Nei processi di BPR (Business Process Reengineering) è importante evidenziare nella Current State Map il punto di partenza su cui adoperarsi nella logica di miglioramento. Proprio da questa mappa verranno evidenziati tutti i punti chiave da considerare in ottica di miglioramento continuo.

La Current State Map evidenzierà il desiderio dello stato futuro, in questo modo saranno misurabili i gap con la mappa di stato corrente e apportare le modifiche per raggiungere i risultati auspicati.

Nei progetti complessi è fondamentale impegnare risorse per effettuare una revisione completa di un processo e, di conseguenza, stilare una precisa Current State Map con tutti i work packages da affrontare nella Value Stream Map (VSM) per raggiungere l'obiettivo della Future State Map.

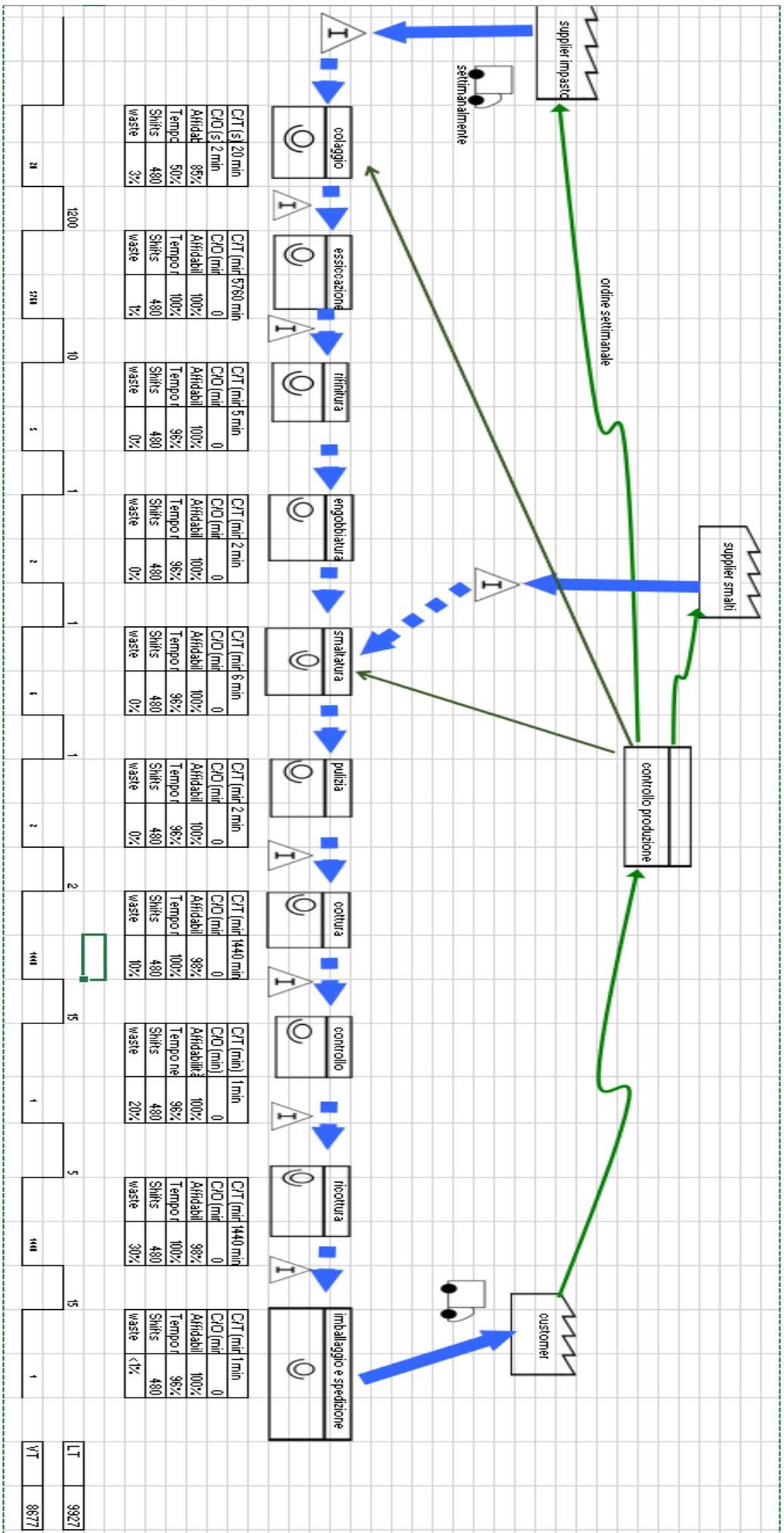
In questo lavoro di tesi, ho avuto modo di analizzare la Value Stream Map riguardante la realizzazione delle Ceramiche Etò, nuovo progetto della Matrix Modellerie, leader nella modelleria sanitaria.

Dopo avere ottenuto il data base e le attività presenti nel flusso delle materie prime da quando lo smalto arriva allo stabilimento fino alla spedizione del prodotto finito, si procede alla rappresentazione grafica di tutte queste informazioni con il metodo VSM.

Dal diagramma sottostante, vediamo la presenza di 10 macro categorie di attività: una volta fornita l'argilla necessaria all'impastamento seguirà una fase di colaggio dove il materiale allo stato liquido verrà versato all'interno di forme di gesso o stampi, che riproducono gli oggetti da eseguire. Lo step successivo è l'essiccazione, così che gli oggetti possano asciugare lentamente, evitando distorsioni, spaccature e distacco delle parti aggiunte. La fase che segue è quella della rifinitura a secco e l'engobbiatura, dove l'oggetto viene appunto ricoperto con l'ingobbio, un sottile strato di argilla che ne migliora l'aspetto. Lo stadio successivo è la smaltatura, dove viene applicata una cristallina (rivestimento vetroso trasparente) o uno smalto e ciò richiede che non vi sia la presenza di polvere, così come non devono essere presenti difetti o rotture. Successivamente ci sarà la fase di pulizia, prima di passare alla prima cottura vera e propria del pezzo nei forni appositi. Dopo lo step di controllo per verificare eventuali non conformità si passerà alla ricottura dove verrà utilizzata la medesima tecnica della prima cottura, con la differenza che la temperatura di cottura non supera i 940-950° C. Il prodotto è così pronto ad essere imballato e consegnato al cliente.

Nei Data Box che troviamo al di sotto di ogni attività vengono indicati gli intervalli successivi di uscita tra due pezzi, i diversi tempi di set up delle attrezzature, l'affidabilità delle apparecchiature utilizzate e i tempi netti di utilizzo delle stesse, i turni di lavoro e la percentuale di waste (scarto) di ogni attività.

Tutto il processo parte dalla pianificazione e controllo della produzione che dà il via alla movimentazione delle materie prime (nel grafico la movimentazione viene rappresentata con un camion e la relativa informazione riguardante la frequenza) che subiranno trasformazioni per diventare prodotto finito, il quale dovrà essere consegnato al cliente finale. Nella parte inferiore del diagramma è rappresentata la Time Line che riporta il lead time totale ed i tempi in cui effettivamente i pezzi vengono lavorati.



4. Analizzare le inefficienze

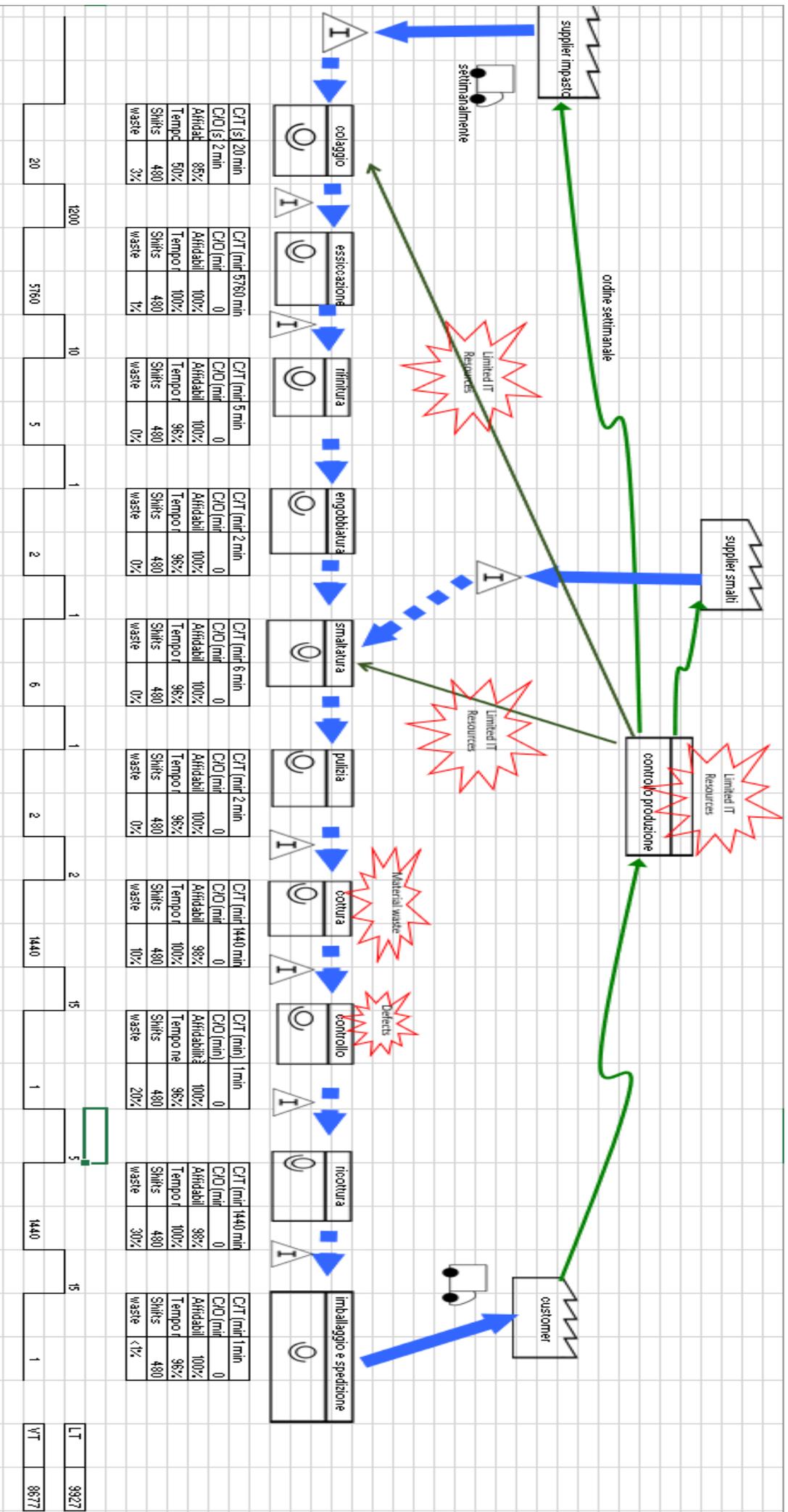
Va ricordato che l'obiettivo di VSM è identificare le perdite lungo tutto il flusso di valore, non creare un " buon design". Ciò significa che, anche se le icone mostrate sono ora considerate standard, l'analista dovrebbe sentirsi libero di utilizzare icone personalizzate o anche solo etichette adesive di base applicato alle carte fissate al muro.

Identificazione di Metriche Lean

- Inventory Turnover
- Giorni di copertura di produzione/vendita
- Difettosità (PPM)
- WIP totale
- Tempo totale a valore aggiunto
- Lead Time totale
- Consegne puntuali
- Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Dopo aver costruito la mappa as-is del processo di produzione delle ceramiche Etò andiamo quindi ad individuarne le inefficienze e gli sprechi.

Dal diagramma che segue possiamo facilmente notare la presenza di limitate risorse IT (insieme di metodi e tecnologie per l'elaborazione e la trasmissione di dati) tra il centro di controllo della produzione e alcune attività come il colaggio e la smaltatura, dove il flusso generale di informazioni è prettamente manuale. Possiamo evidenziare tra le inefficienze, inoltre, l'eventuale presenza di scarti materiali dopo che i materiali subiscono la prima fase di cottura e di difetti di lavorazione durante la fase di controllo. Per fare in modo che il processo di produzione sia più lineare ed efficiente possibile è necessario andare ad agire sulle fonti di spreco e ridurle il più possibile per poi rappresentare nella Future State Map un processo di produzione che sia il più "snello" possibile.



5 *Mappatura dello Stato Futuro*

Creazione di un Lean Value Stream

Dopo aver mappato il processo in corso e individuato le sue carenze, la domanda da porsi è la seguente: come si crea un flusso di valore snello?

In realtà, una delle maggiori problematiche e cause di perdita (Muda) nei processi di produzione di massa a lotti (batch) è la sovrapproduzione (Overproduction). Ogni processo del flusso del valore opera indipendentemente dagli altri, producendo e spingendo (pushing) prodotti sulla base di piani, programmi e schedulazioni ricevuti dagli uffici centrali di Programmazione e Controllo della produzione di stabilimento. Al contrario, non viene prestata attenzione alle reali necessità di rifornimento del processo (cliente) a valle. Poiché il prodotto realizzato a monte non serve in quel momento a valle, esso deve essere necessariamente movimentato, contato e messo a scorta.

Eventuali non conformità rimangono in questo modo nascoste a scorta fino a quando il processo a valle non utilizzerà quel materiale e scoprirà il problema (con gli associati problemi di rintracciabilità del lotto che poi questo comporta) in grave ritardo. Tutto ciò implica che a fronte di un *value-added time* (tempo di valore aggiunto) di produzione molto ridotto, il tempo totale speso dal prodotto in stabilimento (*lead time*) risulta molto lungo.

La sovrapproduzione rappresenta, quindi, la causa fondamentale (*root cause*) di molte delle varie tipologie di perdite (i 7 sprechi sopra citati) che si registrano lungo la *value stream*.

La realizzazione di un appropriato flusso continuo fra i vari processi di produzione costituenti la *value stream* rappresenta, quindi, un fattore chiave per la riduzione degli sprechi prevista dalla *Lean Production*.

Per aiutare l'analista ad ottenere tale flusso, è possibile seguire una **Linea Guida** basata su 7 punti che risultano fondamentali per la progettazione tramite mappatura VSM dello Stato Futuro.

Introduciamo, però, una serie di concetti che sono alla base di molti dei punti della Linea Guida sopracitata.

Takt Time: Come già anticipato spiegando i principi fondamentali della Lean Manufacturing, una volta nota la richiesta giornaliera del prodotto o di una specifica famiglia di prodotti, è possibile calcolare il *Takt Time* (TT). Il termine deriva dalla parola tedesca "takt", che significa battito o pulsazione. Il Takt Time è stato utilizzato per la prima volta come metrica negli anni '30 in Germania per la produzione di aeroplani. Vent'anni dopo, ha contribuito in modo significativo all'ascesa di Toyota da piccola casa automobilistica giapponese a più grande azienda automobilistica del

mondo. Rappresenta il ritmo di produzione necessario per rendere disponibile al cliente un singolo prodotto.

TT = Tempo Disponibile per la Produzione/Domanda

Pitch: Il flusso di un singolo prodotto attraverso tutto il sistema produttivo può non essere praticabile. Quando ciò accade è necessario convertire il *Takt Time* in un parametro denominato *Pitch*.

Il *Pitch* è la quantità di tempo, basata sul valore di *Takt Time*, richiesta a una operazione a monte per rilasciare un determinato lotto (di trasferimento) di prodotti (detto *Pack-out Quantity*) all'operazione a valle.

Pitch = Takt Time × Dimensione Lotto = Takt Time × Pack-out Quantity

Pacemaker process: reparto che riceve gli *input* dalla programmazione della produzione definendo, così, la cadenza della linea mediante una gestione di tipo *pull*, è quindi il processo che determina la cadenza di produzione dei processi a monte. I trasferimenti di materiale dal "*Pacemaker Process*" verso le stazioni a valle avvengono, invece, a flusso continuo o in modalità FIFO (nessun *Supermarket* a valle). Per tale motivo, frequentemente si assegna il ruolo di *Pacemaker Process* all'unità produttiva più a valle nel flusso di valore dell'azienda e quindi più vicina al cliente finale (ad esempio il reparto di montaggio del prodotto finito). Come mappatura dello stato futuro, il *Pacemaker Process* è individuato dal *Process Box* al quale sono direttamente inviati gli ordini dei clienti, opportunamente filtrati e/o aggregati dalla pianificazione della produzione.

Il Pacemaker Process non va confuso con il processo collo di bottiglia (*bottleneck*) della value stream.

E' il Pacemaker Process che tira la produzione a monte secondo una tempistica che deve tenere conto dei vincoli imposti dal processo *bottleneck*. I 2 processi possono però essere fatti coincidere, come suggerisce, ad esempio, la strategia (*pull*) Drum-Buffer-Rope (DBR) della *Theory of Constraints* (TOC). Pianificare con il Drum-Buffer-Rope permette di identificare la risorsa che rallenta la produzione e creare una pianificazione tenendo conto di questa risorsa e dei suoi limiti, rendendo le prestazioni più fluide.

Paced Withdrawal: Tecnica utilizzata per livellare la domanda. Corrisponde a inoltrare al pacemaker process ordini di produzione basati su piccoli lotti a intervalli di tempo regolari e costanti (che solitamente vanno dai 5 ai 60 minuti) con

un intervallo di rilascio degli ordini pari o multiplo al *Pitch Increment*. Ciò consente la movimentazione di piccoli lotti di prodotto da una stazione alla successiva, con intervalli regolari pari al *Pitch Increment*.

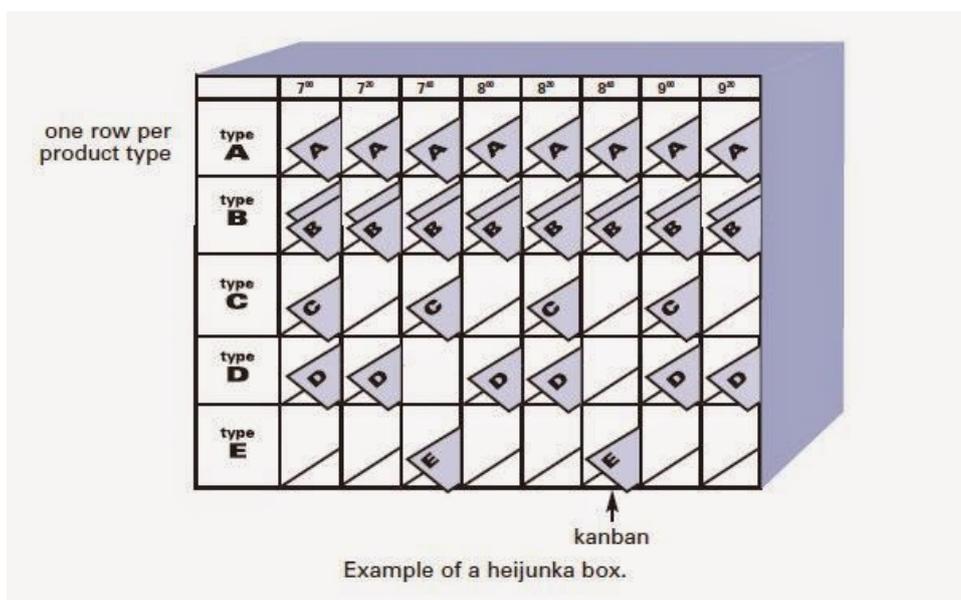
Il *Paced Withdrawal* livella la produzione dividendo le richieste complessive di ogni turno di lavoro in lotti uguali alle *Pack-out Quantity* di modo che l'intervallo di *Pitch* determini automaticamente la frequenza con cui i contenitori sono rilasciati per le spedizioni. Il limite è che nonostante sia basato su un'idea semplice richiede valori di *Pitch Increment* tutti uguali per i vari prodotti.

Heijunka: Tecnica alternativa per livellare la domanda su un intervallo temporale stabilito quando il *mix* produttivo (ma anche i volumi) della *Value Stream* è piuttosto variegato. Utilizza

un *Paced Withdrawal* basato sul *Pitch*, ma lo divide in sotto unità, sulla base del volume e della varietà dei prodotti che vengono realizzati.

Il carico viene comunque sempre livellato tenendo conto del più efficiente utilizzo del personale e delle attrezzature. Ciò consente alla produzione di soddisfare in modo efficiente le richieste dei clienti evitando la produzione in batch e si traduce in scorte minime, costi di capitale, manodopera e lead time di produzione attraverso l'intero flusso di valore

Heijunka Box (o Leveling Box): Strumento operativo utilizzato per livellare il *mix* e il volume di produzione distribuendo i *kanban* in una rastrelliera opportunamente divisa in *box* contenitori di *kanban*. In un tipico *Heijunka Box* le righe individuano i prodotti e le colonne verticali identici intervalli di tempo basato su un *Paced Withdrawal* di *kanban*.



Linea Guida n.1: produrre al proprio Takt Time

Il Takt Time rappresenta la cadenza produttiva al quale ogni stazione dovrebbe uniformarsi. Deve

dunque essere utilizzato come sincronizzatore delle attività di produzione presenti lungo tutto il flusso e, in particolare, questo deve valere per il *Pacemaker Process*. Produrre al ritmo del TT non è semplice in quanto richiede al sistema produttivo di:

4. adattarsi velocemente a variazioni del TT
5. eliminare i *downtime* non pianificati (ad esempio i guasti)
6. eliminare/ridurre i tempi di *set-up* (tempi di attrezzaggio macchine)

Linea Guida n.2: realizzare, quando possibile, un flusso continuo

Per flusso continuo si intende la produzione (e il movimento) di un pezzo alla volta (one piece flow) senza stagnazioni (WIP) accumulato fra le varie stazioni. Il flusso continuo rappresenta il modo più efficiente di produrre e pertanto va continuamente ricercato. In un primo momento, il concetto di flusso continuo può sembrare meno efficiente del lavoro di elaborazione in lotti, poiché, con esso, si consegnano piccole quantità di valore al mercato. In realtà, consente di fornire valore ai clienti più spesso e ridurre il tempo che trascorrono in attesa di ricevere il loro ordine. Inoltre, è un modo per ridurre al minimo lo spreco del processo. Il flusso continuo è particolarmente utile per ridurre i costi di inventario e il tempo di attesa dei tuoi elementi di lavoro.

A livello di progettazione/mappatura dello stato futuro la ricerca del flusso continuo comporterà il passaggio da stazioni isolate a stazioni unite a formare un'unica cella/linea di produzione.

La realizzazione di un "puro" flusso continuo esteso a molti processi/stazioni risulta spesso irrealizzabile in quanto emergono immediatamente problemi legati ai differenti valori di *lead time*, *down time*, ecc., delle varie lavorazioni. Il processo di aggregazione delle stazioni in un'unica linea deve dunque essere, prima o poi, necessariamente limitato.

Un buon approccio è quello di cominciare con una combinazione di sistemi a flusso continuo (celle) collegate fra di loro da un sistema di comunicazione di tipo *pull*/FIFO come i sistemi di controllo flusso materiali *kanban*/JIT e CONWIP. Successivamente, una volta migliorate le affidabilità delle macchine e ridotti i tempi di *set-up*, eliminate le cause di non conformità e così via, si potrà estendere il *range* di macchine/stazioni gestite a puro flusso continuo.

Linea Guida n.3: utilizzare dei *supermarket* per controllare la produzione quando il flusso continuo non è estendibile a monte.

Esistono spesso punti nella *Value Stream* dove un flusso continuo risulta irrealizzabile e si deve ripiegare sulla tradizionale produzione a *batch* (produzione a lotti). Questo si può riscontrare per vari motivi: processi con tempi di lavorazione molto differenti fra di loro, processi con lunghi e/o inaffidabili *lead time*, alti tempi di *set-up* e, conseguentemente, lotti di produzione..

In caso di disaccoppiamento di due processi consecutivi si deve evitare di effettuare schedulazioni indipendenti delle stazioni in quanto una schedulazione rappresenta solo una stima di cosa (e quando) il processo a valle realmente avrà bisogno nel prossimo futuro. Contrariamente, secondo la filosofia *pull*, la stazione a monte deve essere gestita da un sistema di controllo che permette di tirare la produzione direttamente dai consumi a valle. Quella *pull* è una logica di produzione in cui si cerca di produrre esattamente ciò che richiede il mercato, sia sotto il profilo quantitativo che qualitativo. *Pull*, infatti significa tirare, e rimanda quindi al produrre su richiesta del mercato. In una gestione rigorosamente *pull*, l'ingresso dei prodotti in produzione è successivo rispetto alla ricezione degli ordini; la produzione è regolata da ciò che sta a valle rispetto al processo produttivo. Il sistema di tipo *pull* è infatti una tecnica Lean che consente di ridurre gli scarti di ogni processo produttivo. Applicare un sistema *pull* consente di iniziare un nuovo ordine solamente dopo che è stata comunicata la domanda e ciò permette di ridurre le eccedenze e ottimizzare i costi di magazzino.

In caso di disaccoppiamento tra due processi, questo può essere ottenuto adottando la tecnica basata sull'utilizzo di *supermarket* e sulla politica del ripristino da monte del magazzino a fronte di un consumo registrato a valle.

L'obiettivo di piazzare un sistema *pull* tra processi è dunque quello di ottenere precise istruzioni di produzione per il processo a monte senza provare a predire la domanda del processo a valle e, sulla base di tale stima, a schedulare il processo di produzione del reparto a monte.

La gestione *pull* gestisce la produzione tramite i flussi. È il processo di prelievo del reparto a valle al *supermarket* che determina cosa, quando e quanto produrre a monte. È per tale motivo che il *supermarket*, come strumento di schedulazione delle attività di produzione a monte, viene normalmente dislocato in stabilimento vicino al reparto che provvede al rifornimento.

È però importante precisare che prima di introdurre i *supermarket pull system* l'analista deve essere sicuro di avere integrato i processi all'interno di un flusso continuo (celle o linee di produzione) al massimo delle possibilità concesse dalla *value stream* sotto esame. Le scorte associate alla presenza dei *supermarket* devono infatti essere previste solo se strettamente necessarie.

CONWIP (FIFO LANE)

I *supermarket pull system* non possono essere sempre impiegati come sistema di controllo e collegamento a flusso continuo fra due processi. Questo avviene, ad esempio, quando il *supermarket* non può contenere tutte le possibili varianti di componenti. Basta pensare alle personalizzazioni, alle parti a vita breve o estremamente costose e utilizzate raramente. Talvolta è allora possibile utilizzare il sistema *pull* CONWIP (anche noto col nome di *FIFO Lane*).

La *FIFO Lane* può essere vista come uno scivolo che può contenere solo un dato ammontare di scorta di qualsiasi componente (non necessariamente tutti dello stesso tipo). Il reparto a monte alimenta questo scivolo mentre quello a valle ne provvede all'uscita (consumo). Quando lo scivolo è pieno il processo a monte si ferma fino a quando il processo a valle non provvede a consumare qualche componente a scorta.

Sequenced Pull Ball (Golf Ball system)

A volte è possibile installare un “*sequenced pull*” tra 2 processi al posto di un *supermarket* completo che ha tutte le parti rappresentate in esso. *Sequenced pull* significa che il processo di rifornimento produce una predeterminata quantità (spesso un sub-assemblato) a fronte di un ordine diretto del processo (cliente) a valle. Il sistema funziona se il *lead time* di rifornimento è sufficientemente breve e se il cliente segue rigorosamente opportune regole nell'emissione degli ordini. Il sistema è anche detto *Golf Ball system* a causa delle palle/dischi colorati a volte utilizzati (grazie ad un apposito scivolo dove vengono fatti rotolare fino al processo di rifornimento a monte) per passare le istruzioni di produzione da valle a monte.

Linea Guida N.4: utilizzare la schedulazione del cliente in un solo processo di produzione

Utilizzando i *Pull Supermarket system*, è possibile e necessario schedulare solo un processo all'interno della *value stream*. Questo processo è il *pacemaker process* che, a sua volta, grazie al sistema pull messo in piedi, comanderà a ritroso le produzioni dei processi a monte. Ad esempio, cambiamenti nei volumi di produzione del *pacemaker process* influenzeranno le richieste di capacità produttiva dei processi a monte. La scelta di tale punto di schedulazione dell'intero flusso produttivo determina quali elementi (processi a valle) diventano parte del *lead time* esistente fra l'ordine cliente e la consegna dei prodotti finiti.

A valle del *pacemaker process* non ci sono *supermarket* (al limite solo scorte di PF a magazzino) e pertanto la realizzazione a valle di tali prodotti avviene come un flusso libero di prodotti.

per tale motivo (ridurre il *lead time* di consegna) che il *pacemaker process* risulta essere l'ultimo processo di produzione coincidente, normalmente, con le linee di montaggio del PF.

Linea Guida N.5: livellare il *mix* di produzione e distribuire la produzione dei differenti prodotti in modo uniforme nel tempo al *pacemaker process*

La realizzazione di grossi lotti di produzione a livello di assemblaggio finale crea seri problemi di gestione nel resto della *value stream*. Diventa complesso servire clienti che vogliono prodotti diversi da quelli che si stanno realizzando al momento e per poterli servire o si usano le scorte o si allungano le date di consegna. Livellare il *mix* di produzione significa distribuire la produzione di differenti prodotti uniformemente su un periodo di tempo mediante l'uso di sequenze di montaggio che prevedono il ripetersi più volte di lotti (più piccoli) appartenenti allo stesso prodotto.

Più si livella al *pacemaker process* e maggiore sarà la capacità (velocità) di risposta del sistema a richieste del cliente finale con scorte finali sempre più basse. Anche le dimensioni dei *supermarket* presenti a monte risulteranno sempre più piccole con conseguente riduzione del WIP. È l'icona di *load leveling* che deve quindi essere inserita.

Linea Guida N.6: livellare il volume di produzione

Creare un sistema *pull* iniziale rilasciando e consegnando piccoli, consistenti incrementi di lavoro al *pacemaker process*. Si tratta di progettare e inserire un appropriato *Heijunka Box* al fine di assicurare una corretta gestione dei *kanban* all'interno della *value stream*, e allo scopo di evitare la realizzazione di grossi lotti di produzione.

Linea guida n.7: sviluppare l'abilità di realizzare "*every part every day*" (se non ogni turno o ogni pallet) nel processo di fabbricazione a monte del *pacemaker process*

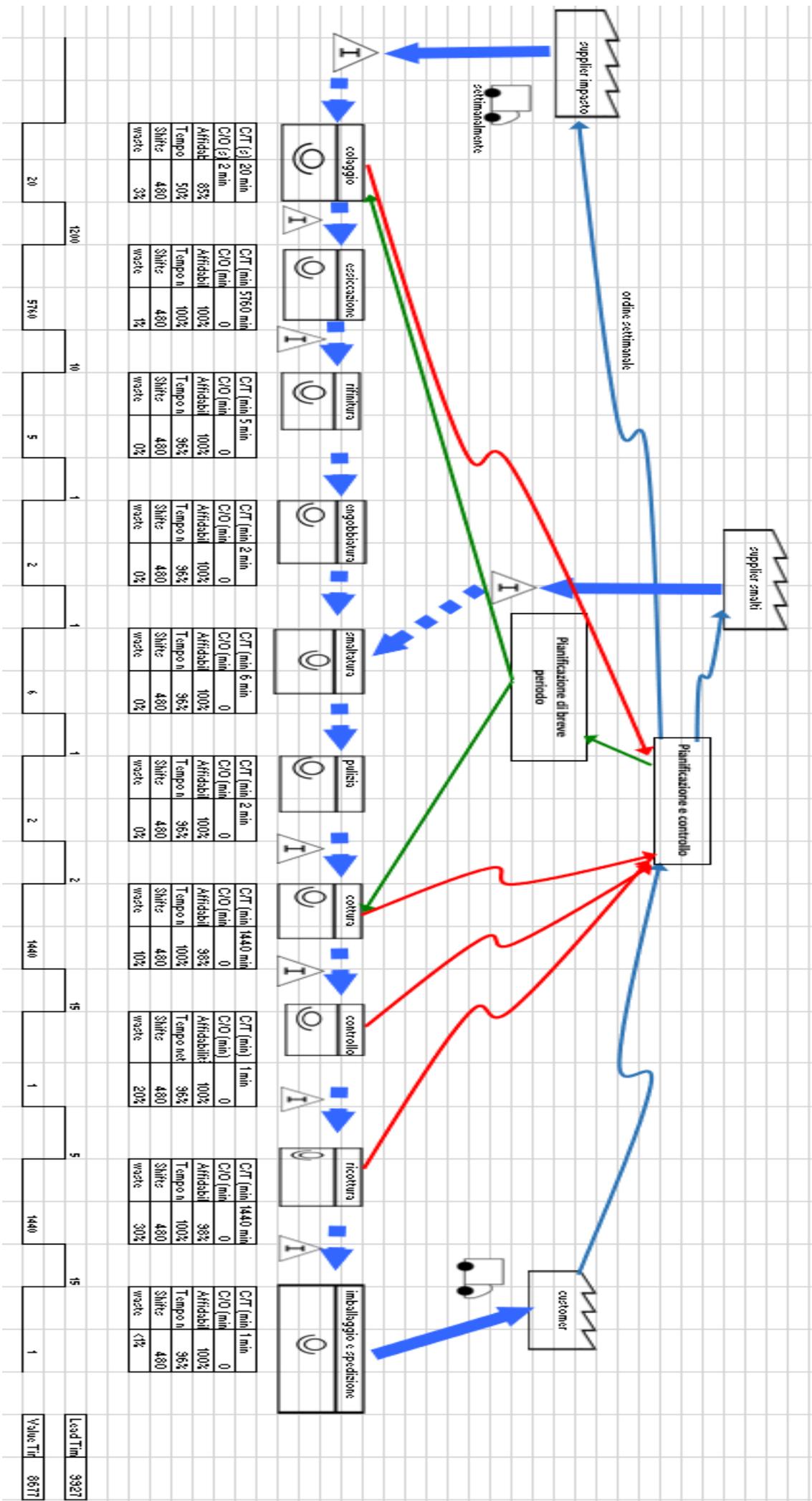
Riducendo i tempi di *set-up* e così realizzando piccoli lotti di produzione nei processi di lavorazione a monte del *pacemaker process*, gli stessi processi risulteranno molto più veloci nell'adattarsi a potenziali cambiamenti della domanda (variazioni dei flussi a valle che tirano la produzione a monte). Tutto questo richiedendo *supermarket* sempre più piccoli e, quindi, meno costosi.

I 7 punti delle Linee Guida per la realizzazione di un flusso snello possono essere riassunti nelle seguenti 8 domande che l'analista si deve fare durante la progettazione dello Stato Futuro:

1. Qual è il *Takt Time*?
2. Si produrrà a magazzino o su ordine?
3. Dove può essere implementato un flusso continuo?
4. C'è la necessità di ricorrere a uno o più *supermarket*?
5. Dove verrà collocato il *pacemaker process*?
6. Come verrà livellato il flusso al *pacemaker process*?
7. Quali incrementi di lavoro verranno rilasciati dal *pacemaker process*?
8. Quali miglioramenti sono necessari?

Finita l'analisi si procederà a produrre una seconda mappa, che avrà in meno i difetti della prima. Il fine ultimo di questo processo sarà quello di avere un flusso teso ed equilibrato che possa andare incontro alle esigenze del cliente finale con grande velocità ed efficienza senza penalizzare la produzione e il fatturato dell'azienda.

Andiamo quindi a rappresentare la mappatura “to be” del processo di produzione della ceramica Etò, andando a modificare quei parametri che, come abbiamo visto, nel diagramma “as is con waste”, andavano a penalizzare l'efficienza del processo. Verrà introdotta una pianificazione di breve periodo che controlli alcune fasi di lavorazione come il colaggio e la cottura ed, ovviamente, andranno aggiunti flussi di informazione tecnologici che consentano il miglioramento di alcune fasi della produzione, in modo che queste vengano ottimizzate ed aumentino di efficienza.



Conclusione

Le considerazioni finali che possiamo fare, dopo aver approfondito l'utilizzo della Value Stream Map ed averne osservato una sua applicazione, è che questo metodo di visualizzazione grafica molto semplice risulta fondamentale al fine di abbattere qualsiasi forma di spreco all'interno di un processo produttivo. Possiamo, infatti, trarne numerosi vantaggi. Primo tra tutti, abbiamo visto, che ci consente di visualizzare il flusso completo in cui si collocano le singole attività, in modo tale da rendere consapevoli di quali sono i processi rilevanti. È fondamentale, inoltre, per la identificazione degli sprechi, con annesse le sue cause e le sue fonti. Un altro aspetto che rende la Value Stream Map necessaria al buon funzionamento del processo produttivo è il collegamento diretto tra il flusso materiale e il flusso di informazioni e ci permette di guardare l'azienda come un "sistema", aiutando ad evitarne le azioni isolate.

La Value Stream Map è quindi uno strumento qualitativo e quantitativo che descrive nel dettaglio cosa si fa e come migliorarlo per eliminare le attività di non valore aggiunto per il cliente fornendo all'azienda la capacità di adottare una strategia di miglioramento continuo tramite un sistema fortemente orientato agli obiettivi.

Bibliografia e Sitografia

- Womack, J.P., Jones, D.T. (1995). “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation” The Free Press, USA.
- Moreno, M. (2010) “Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería del Software” Universidad de Sevilla, España.
- Cabrera, R.C. (2011) “Value Stream Mapping: Analisis de cadena de valor”
- Rother, M., Shook, J. (1999) “Learning to See”, The lean enterprise Institute, Massachusetts, USA.
- www.make-consulting.it/lean-production
- <https://www.ptc.com/it/blogs/iilot/lean-manufacturing>
- <https://www.opta.it/operations-management/lean-production/principi-lean-production>
- <http://www.kanban.it/it/supermarket>
- <https://leanpro.it/content/38-supermarket-kanban>
- <https://istitutolean.it/la-mappatura-del-flusso-di-valore>
- <https://www.lean.org/lexicon-terms/pacemaker-process>
- <https://farenumeri.it/controllo-di-gestione-lean/>
- <https://blog.cybertec.it>
- <https://www.makeitlean.it/>
- <https://www.lucidchart.com/pages/landing/vsm>
- <https://www.headvisor.it/current-state-map-csm>
- <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>
- <https://todayspanufacturing.com/value-stream-mapping-with-karen-martin/>
- <https://www.mecalux.it/blog/takt-time>
- <https://kanbanize.com/it/flusso-continuo>
- <https://asq.org/quality-resources/lean/value-stream-mapping>
- <https://www.atlassian.com/continuous-delivery/principles/value-stream-mapping>
- <https://qualitiamo.com/articoli/value-stream-map-simboli.html>
- <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/tecniche-di-supporto/vsm-value-stream-mapping/>