



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Gestionale

Implementazione dei sistemi di Lean Production nel settore manifatturiero

Implementation of Lean Production systems in the manufacturing sector

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. Maurizio Bevilacqua

Tesi di Laurea di:

Giuseppe Maccione

A.A. 2020 / 2021

Indice

Introduzione.....	3
1. Nascita della Lean Production.....	5
1.1 Produzione di massa e Fordismo.....	5
1.2 Toyota Production System.....	7
1.3 Il Lean Thinking.....	11
2. Principi applicativi del Lean Thinking.....	15
2.1 I principi applicativi.....	15
2.1.1 Definizione del valore (Value).....	16
2.1.2 Identificare il flusso del valore (Value Stream)	19
2.1.3 Far scorrere il flusso (Flow).....	20
2.1.4 Flusso “tirato” dal cliente (Pull).....	22
2.1.5 Ricerca della perfezione (Perfection).....	24
2.2 I sette Muda.....	27
3. La “casa” della Lean.....	31
3.1 JIT: il primo pilastro.....	32
3.1.1 Il sistema Pull.....	34
3.1.2 Sistema One Piece One Flow.....	37
3.1.3 Takt Time.....	39
3.2 Jidoka: il secondo pilastro.....	40
3.2.1 Poka-Yoke.....	42
3.2.2 I cinque perché.....	42
3.3 L’Heijunka.....	44
3.4 Lavoro standardizzato.....	45
3.5 Il Kaizen.....	46

4. Evoluzione della Lean Production.....	48
4.1 Industria 4.0.....	48
4.1.1 Lean 4.0.....	50
4.2 Six Sigma.....	52
4.2.1 Lean Six Sigma.....	54
Conclusioni.....	58
Bibliografia.....	59
Ringraziamenti.....	60

Introduzione

Le imprese si sono evolute negli anni per riuscire a gestire e ad adattarsi ai cambiamenti riguardanti il mercato e la concorrenza. Inizialmente le imprese erano orientate alla produzione e avevano come obiettivo quello di riuscire a soddisfare un consumatore che ha esigenze elementari e che predilige prodotti di basso costo. In seguito ad una crescita di concorrenza, progresso tecnologico e saturazione dei mercati, le imprese cominciarono ad orientarsi maggiormente verso la vendita, e successivamente verso una reale soddisfazione delle esigenze e dei bisogni dei clienti. L'attuale contesto economico, caratterizzato da una forte globalizzazione e dalla presenza di consumatori continuamente più informati ed esigenti, ha portato molte imprese ad adottare nuove pratiche di management. Una fra le soluzioni che si sta affermando tra molte aziende è la Lean Production. La "produzione snella" nasce come concettualizzazione di un sistema di management collaudato con risultati eccellenti: il Toyota Production System (TPS).

Le sue origini provengono dall'ambito manifatturiero ma oggi è applicato con successo a tutti i processi operativi: progettazione e sviluppo prodotto, logistica e amministrazione.

Il primo capitolo dell'elaborato si focalizza sul modo in cui si è arrivati alla nascita della Lean Production, ma soprattutto al pensiero Lean, analizzando inizialmente la produzione di massa idealizzata da Frederick Taylor, orientata ad un aumento della produttività ed al raggiungimento di elevate economie di scala, e messa in atto per la prima volta nel settore dell'automotive da Henry Ford grazie all'introduzione della catena di montaggio; e successivamente il Toyota Production System o TPS: sistema produttivo derivato da una concezione della produzione che, per molti aspetti, può definirsi in contrapposizione rispetto alla precedente produzione in serie o di massa.

Nella seconda parte vengono analizzati i principi applicativi del Lean Thinking che si basano sui concetti di: creare valore per il cliente finale, identificare come il flusso di valore viene creato all'interno dell'azienda, eliminare gli ostacoli e le interruzioni al fluire del valore, lasciare che sia il cliente a "tirare" il flusso e, infine, ricercare la perfezione. Questi principi rappresentano gli elementi base per effettuare una efficace lotta allo spreco. Infatti, la discussione si focalizza, nella parte finale del capitolo, sulle varie tipologie di "Muda" che si

possono incontrare all'interno di un'azienda: sovrapproduzione, attese, trasporti (di beni), processi non corretti, scorte, movimenti (di persone), difetti.

Nella terza parte parleremo dell'insieme delle tecniche, degli strumenti e delle procedure che sono necessari per implementare una produzione snella. Rappresenteremo la Lean Production per mezzo di una casa, che rappresenta una struttura che è forte se le fondamenta e le colonne sono forti. Nel momento in cui una qualsiasi delle parti è in cattive condizioni, indebolirebbe il resto del sistema. Partiremo nella costruzione da fondamenta solide e grandi abbastanza da riuscire a sostenere il resto dell'edificio, passando attraverso pilastri o colonne resistenti per riuscire, alla fine, a costruirci sopra un tetto rappresentante il risultato, il culmine degli sforzi fatti. Sotto a tutta la casa, affinché essa possa erigersi, c'è bisogno di stabilità che verrà fornita da personale altamente formato e macchinari con manutenzione impeccabile che lavorano con affidabilità.

Nella quarto ed ultimo capitolo vengono trattate due possibili combinazioni della Lean Production: Lean 4.0 e Lean Six Sigma. La prima deriva dalla combinazione con l'Industria 4.0 e capiremo che i benefici portati dall'associazione di questi due approcci superano i rischi, ma questa associazione deve essere fatta con i giusti strumenti e con le giuste tempistiche altrimenti l'Industria 4.0 senza l'ottica "Lean" rischia di risultare automazione avanzata che digitalizza le inefficienze; analogamente la Lean Production, senza il corretto approccio alle tecnologie 4.0, rischia di non manifestare completamente i propri benefici, soprattutto in contesti organizzativi complessi. La seconda deriva dalla combinazione con Six Sigma e capiremo che un'azienda che effettua questa associazione trae molteplici vantaggi che si traducono in un aumento di produttività e di redditività. Statisticamente i benefici economici per le aziende che adottano correttamente la metodologia Lean Six Sigma sono valutabili nell'ordine del 2-3% sul fatturato, con picchi di oltre il 10%.

Capitolo 1

Nascita della Lean Production

1.1 Produzione di massa e Fordismo



Figura 1: Come si è arrivati al pensiero Lean

Fonte: Considi, Lean Thinking

Tra il 1800 e 1910 il sistema di produzione era organizzato secondo le logiche dell'artigianato: caratterizzato da bassi volumi di produzione, elevata varietà di prodotti, scarsa divisione del lavoro e basso coordinamento.

Tra il 1910 e il 1950 una nuova forma di capitalismo è emersa in seguito alla concentrazione del capitale industriale e finanziario in grandi imprese, per rispondere all' esigenza di ingenti investimenti in macchinari e impianti. (Considi)

In queste grandi imprese industriali cominciò a diffondersi la produzione in serie e su larga scala nota come fordismo. "Ogni cliente può ottenere un'auto colorata di qualunque colore desideri, purché sia nero" è quanto ha scritto l'imprenditore Henry Ford riferendosi al modello T nella sua autobiografia "My Life and Work" del 1922. L'imprenditore statunitense è noto per aver introdotto una concezione industriale basata sulla produzione di massa, orientata ad un aumento della produttività e il raggiungimento di elevate economie di scala. Questa forma di produzione, ispirata alle teorie di Frederick Taylor, è stata introdotta in un primo momento nel settore dell'automotive e, successivamente, si è allargata e adattata a tutte le altre realtà industriali, soppiantando le produzioni artigianali preesistenti. Per il successo di Ford è stata importante la procedura per ridurre i costi di fabbricazione: la catena di montaggio, che consiste nell'installare una linea di produzione con cinghie di

azionamento e guide per fare scorrere il telaio dell'automobile fino alle posizioni dove gruppi successivi di operai con mansioni specifiche si occupano delle varie fasi di lavorazione, fino ad arrivare a rifinire completamente il prodotto.

La produzione di massa è caratterizzata da un orientamento alla produzione di elevate quantità con alto livello di standardizzazione: l'attenzione non si focalizza sul flusso del materiale o prodotto ma sulla produzione della maggior quantità possibile.

Ciò che ha portato al successo questo tipo di produzione è stata la standardizzazione delle richieste che produceva un mercato di massa attirato da bassi costi e bisogni semplici.

(G. Volpato, 2011) La riduzione dei costi ha consentito a Ford di elevare gli stipendi degli operai, ottenendo un ottimo tornaconto a livello sociale. Con il relativo stipendio di cinque dollari al giorno si assicurava un gruppo soddisfatto, per niente in conflitto con l'imprenditore, al quale poter imporre completamente rigorose norme di comportamento sia all'interno che all'esterno della fabbrica. Gli operai di Ford entrarono, grazie agli alti stipendi che ricevevano, nella soglia della classe media, diventando consumatori potenziali del prodotto, come le automobili, che Ford vendeva. Un altro fattore di successo è stato l'implementazione della divisione del lavoro teorizzata da Taylor, portando ad essere necessario all'operaio un tempo molto limitato di formazione per poter essere pronto a tutti gli effetti ad effettuare il proprio lavoro. Il lavoratore però, in questo modo, era sottoposto ad una spersonalizzazione della propria persona nel luogo di lavoro arrivando a compiere durante l'intera giornata lavorativa sempre lo stesso compito meccanico senza essere coinvolto nel complessivo lavoro d'impresa e, addirittura, senza sapere nemmeno cosa facessero gli altri colleghi. I problemi che sono stati riscontrati con questo tipo di produzione erano dovuti soprattutto allo scollegamento dei processi produttivi che ha fatto sì che le scorte di semilavorati crescessero notevolmente. Inoltre, la produzione non era programmata sulla base della domanda di mercato e i prodotti finiti venivano comunque spinti sulla rete dei venditori (produzione Push). (Considi)



Figura 2: Sistema di vendite nella produzione di massa

Fonte: Progettazione e gestione degli impianti industriali

A partire dagli anni '20 il sistema produttivo di stampo fordista è stato imitato e adattato alla propria realtà anche da altre aziende del settore dell'automotive, riuscendo ad espandersi effettivamente in tutto il mondo solamente dopo il secondo conflitto mondiale. La produzione massificata sarebbe rimasta molto probabilmente la prevalente e quella maggiormente efficace ed efficiente in tutto il globo se non fosse che nel frattempo, in Giappone, la fabbrica automobilistica Toyota stava sviluppando un metodo

completamente differente di produzione.

1.2 Toyota Production System

Il Toyota Production System (T.P.S.) venne a formarsi all'interno dell'azienda fondata dalla famiglia Toyoda nel 1937. È un nuovo sistema produttivo derivato da una concezione della produzione che, per molti aspetti, può definirsi in contrapposizione rispetto alla produzione in serie propria del modello idealizzato da Taylor e messo in pratica da Ford. Fu inventato, in gran parte, per merito dell'opera di un giovane ingegnere, Taiichi Ohno, con l'obiettivo di incrementare drasticamente la produttività della fabbrica. La Toyota, nell'immediato dopoguerra, si trovava, infatti, in una grave condizione di mancanza di risorse, a causa della sconfitta giapponese nella Seconda guerra mondiale. La mancanza di capitali che caratterizzava l'economia giapponese del dopoguerra impediva l'appropriamento, da parte delle imprese giapponesi, delle tecnologie occidentali più recenti, rendendo di fatto inapplicabili per la Toyota i criteri di produzione di stampo fordista. Se, infatti, nel mondo occidentale si riuscivano a sfruttare elevate economie di scala che portavano ad un abbattimento dei costi unitari, il modello orientale di produzione di massa era assolutamente non concorrenziale a causa dei costi di produzione molto più elevati. "Con un gap di partenza sfavorevole dal punto di vista dei costi, il rischio era quello di produrre prodotti con ancora più bassa qualità dei prodotti occidentali". (Chiarini, 2016)

Mentre le linee di produzione occidentali riuscivano a produrre milioni di pezzi l'anno, la produzione annuale della Toyota si attestava intorno a qualche migliaio di unità, rendendo inevitabilmente i costi unitari per veicolo nettamente più elevati rispetto a quelli della compagine occidentale. Eiji Toyoda nella sua visita presso lo stabilimento Ford di Detroit si rese immediatamente conto di come le attrezzature utilizzate in America fossero totalmente inadatte al contesto giapponese.

Intorno agli anni '50 la Toyota dovette affrontare una profonda crisi. L'azienda fu costretta a operare licenziamenti arrivando ad allontanare un quarto dei propri lavoratori. Come risposta a questo gesto, i lavoratori, coadiuvati dai sindacati, in seguito ad una rivolta, arrivarono all'occupazione della fabbrica. L'allora presidente Kiichiro Toyoda dovette dimettersi ed ai rimanenti lavoratori vennero fornite due tipi di garanzie: venne loro promesso e garantito un posto di lavoro a vita e una base salariale la cui parte eccedente doveva prevedere scatti retributivi basati sull'anzianità di lavoro e dei bonus/premi collegati alla produttività. D'altro canto, i lavoratori avrebbero dovuto obbligarsi a forme di fedeltà e flessibilità lavorativa. I dipendenti iniziarono ad essere concepiti in modo diverso da parte dell'azienda passando dall'essere semplici parti del sistema produttivo a veri e propri protagonisti dello stesso, grazie ad una crescita delle loro capacità, della loro esperienza e della loro competenza.

Per la Toyota il futuro che si prospettava non era dei più rosei: l'azienda si stava riprendendo da una pesante rivolta interna e l'applicazione del modello fordista all'interno della propria fabbrica sembrava del tutto inefficiente e non concorrenziale. Fu proprio Taiichi Ohno, diventato nel frattempo direttore generale, a capire che era necessario un cambiamento: si doveva tentare con un approccio produttivo totalmente diverso rispetto a quello sperimentato fino a quel momento.

Grazie ad una semplificazione delle procedure di cambio degli stampi e grazie allo sfruttamento di rulli per lo spostamento degli stessi, vennero di molto diminuite le tempistiche relative al set up (attrezzaggio delle macchine). A questo, si aggiunse la scoperta che il costo unitario di produzione di piccoli lotti era inferiore rispetto alla produzione di lotti di grandezza maggiore e, nella visita allo stabilimento di Detroit, Ohno si rese conto di come la produzione a stampo Taylorista fosse piena di muda, ossia di sprechi. Uno fra gli sprechi di maggiore impatto che il direttore generale dell'azienda giapponese notò era la presenza di esperti che presidiassero la linea produttiva. Lo stesso, infatti, era convinto che questi

fossero superflui alla generazione di valore aggiuntivo per la costruzione dell'auto e che semplici montatori avrebbero potuto sostituirli con maggiori ritorni in termini di efficacia produttiva.

Di ritorno dalla sua visita alla Ford, iniziò ad implementare le sue scoperte e le sue intuizioni all'interno dell'azienda dividendo, in primo luogo, i propri operai in squadre e ponendo come loro responsabile un caposquadra anziché un caporeparto. Affidò a ciascuna di queste squadre una specifica parte della linea di assemblaggio in modo tale che gli operai di ogni squadra puntassero sul lavoro di gruppo e collaborazione per eseguire al meglio i compiti loro affidati. In un secondo momento, venne preposto e affidato a ciascuna squadra il compito di pulire la propria area di lavoro alla fine di ciascun turno di lavoro, insieme ad un iniziale controllo qualità e semplici riparazioni di alcuni utensili utilizzati. Quando il lavoro per squadra iniziò ad ingranare e funzionare con regolarità, venne chiesto a ciascuna di queste di dedicare parte del loro tempo lavorativo a proporre e tentare di mettere in pratica dei suggerimenti su come potesse essere migliorato di volta in volta il sistema produttivo. Questo processo di continuo miglioramento, definito Kaizen in giapponese, venne messo in pratica grazie all'ausilio di tecnici del lavoro, che erano presenti all'interno dell'azienda seppure in misura minore rispetto al numero che veniva utilizzato all'interno delle aziende occidentali.

Secondo quanto sostenuto da Taiichi Ohno, la produzione di massa trascurava i difetti poiché la catena di montaggio non veniva fermata nel momento stesso in cui questi si verificavano. Un dato errore commesso, e non corretto, a monte della catena produttiva procedeva inesorabilmente fino a valle. Proprio per questo motivo Ohno decise di mettere sopra ogni postazione lavorativa un interruttore che potesse evitare di trascinare i difetti o gli errori di lavorazione commessi a monte, fino alla fine della catena di produzione. Gli operai, opportunamente formati, potevano fermare in qualsiasi momento quanto in corso di produzione non appena riscontravano una problematica che non riuscivano a sistemare nei ritmi "normali" della linea. La produzione veniva bloccata e tutta la squadra interveniva collettivamente per risolvere il problema e ristabilire il normale ritmo lavorativo.

Inizialmente questa pratica sembrò totalmente infruttuosa dato che la linea continuava a fermarsi e le tempistiche di realizzazione della singola opera si mostravano allungate.

Tuttavia, con l'aumento della pratica e grazie all'effetto di economie di apprendimento, il numero di errori che venivano a presentarsi diminuì drasticamente arrivando intorno agli

anni '90 ad un rendimento per operaio raddoppiato rispetto a quello della sperimentazione iniziale.

Gli anni '60, in conseguenza alla crescita del potere d'acquisto dei consumatori, videro un'impennata della domanda di autoveicoli che, nei paesi maggiormente sviluppati, entrarono nella quotidianità dei cittadini. Come diretta conseguenza di questa impennata, le persone non ricercavano più semplici modelli standardizzati, il mercato iniziò a frammentarsi e ricercare prodotti di maggior qualità e affidabilità. Il cambiamento di abitudini, che stava caratterizzando quel periodo, andò totalmente a beneficio della Toyota che poté fare giocoforza sull'affidabilità dei propri veicoli per riuscire a vendere le proprie auto ad un prezzo maggiore rispetto a quello dei concorrenti che puntavano su una produzione massiva. Tuttavia, ciò che veramente differenziava la Toyota da queste aziende era la possibilità di offrire una maggiore eterogeneità di prodotti con un minimo incremento dei costi di produzione, così da poter soddisfare più competitivamente dei concorrenti il desiderio di varietà che i clienti stavano sempre più sviluppando. L'azienda smise di utilizzare un sistema make-to-stock e passò ad un sistema di produzione make-to-order, in cui il concessionario assumeva il ruolo di primo stadio del sistema cercando di far pervenire il prodotto al cliente finale nel giro di poche settimane dal momento dell'ordine:



Figura 3: Sistema di vendite nella produzione snella
Fonte: Progettazione e gestione degli impianti industriali

1.3 Il Lean Thinking

A cominciare dalla fine degli anni Settanta, la capacità di penetrazione dell'industria automobilistica giapponese nei mercati precedentemente controllati dall'industria automobilistica americana ed europea si era dimostrata pressoché inarrestabile. Ciò che colpiva era soprattutto il fatto che la competitività giapponese si mostrasse estremamente dinamica non solo nei mercati di interesse secondario e nei segmenti di vetture utilitarie, ma anche nel fondamentale mercato nordamericano e nella fascia delle vetture d'alta gamma. Vi era quindi la necessità di determinare da cosa fosse motivata questa capacità competitiva senza precedenti. All'inizio le tesi prevalenti (in Occidente) facevano sistematico riferimento alle diversità dell'ambiente socio-economico giapponese. In altre parole, le aziende giapponesi non erano più efficienti di quelle occidentali, ma risultavano più competitive perché potevano contare su dei vantaggi addizionali connessi al loro particolare sistema-paese. In primo luogo, si citava la sottovalutazione della moneta giapponese rispetto al dollaro, che agevolava la determinazione giapponese a esportare. Anche la forte identificazione del lavoratore giapponese con la propria azienda, il tradizionale rispetto per la gerarchia aziendale e la bassa conflittualità sindacale rappresentavano elementi non trascurabili ai fini dell'accreditamento di questa tesi. Risultavano, inoltre, degne di rilievo altre osservazioni sul particolare assetto industriale giapponese, nel quale si registrava una bassa integrazione verticale delle singole imprese che al contempo disponevano di forti e ramificate connessioni finanziarie all'interno di grandi agglomerati industriali e finanziari. Questa particolare configurazione degli assetti societari avvalorava l'ipotesi che le società controllanti potessero agevolmente far convergere su sé stesse una parte del valore aggiunto, prodotto dalle società satelliti. Mentre le grandi imprese potevano assicurare alti salari e un regime di assunzione a vita dei propri dipendenti, le imprese minori potevano praticare bassi salari e ricorrere all'assunzione a tempo determinato.

Per contro altri studiosi e osservatori, senza negare gli aspetti sopra citati, sostenevano (all'inizio senza molto successo) che c'era dell'altro e che il modo di produrre giapponese, e della Toyota in particolare, aveva delle importanti e originali valenze di efficienza. Per questi

studiosi si trattava di un nuovo approccio manageriale che aveva avuto inizio negli anni Cinquanta e che si sostanziava in un attento e pervasivo lavoro di sistematica eliminazione degli sprechi aziendali. Un lavoro applicato a ogni piccolo elemento della gestione e della produzione, ma che era cresciuto sistematicamente fino a coinvolgere in pieno gli aspetti più rilevanti dell'impresa. Gli esempi più considerevoli sono l'abbattimento delle scorte di semilavorati e la capacità di elevare la qualità dei materiali e delle lavorazioni a livelli che le imprese occidentali neppure osavano immaginare. Tutti gli anni Ottanta furono caratterizzati dal confronto di tesi fra coloro che cercavano di analizzare e diffondere gli importanti elementi di novità insiti nel modello industriale giapponese (spesso indicato come toyotismo, altre volte chiamato ohnismo, da Taiichi Ohno).

Alla fine il giudizio definitivo in favore della importanza e dell'originalità del Toyota Production System si deve proprio alla pubblicazione del volume *The Machine That Changed the World* (La macchina che ha cambiato il mondo) di James P. Womack e Daniel T. Jones che ebbe il risultato di dimostrare, al di là di ogni dubbio, che il sistema manageriale e produttivo della Toyota rappresentava un passo avanti rispetto all'impostazione manageriale delle case automobilistiche occidentali e che si imponeva urgentemente l'esigenza di realizzare un profondo processo di imitazione delle prassi messe a punto dalla casa giapponese. È grazie alla pubblicazione di questo libro che negli anni '90, in Europa abbiamo cominciato a parlare di Lean Production. "La macchina che ha cambiato il mondo" non intendeva affrontare specificatamente il tema dell'applicazione del toyotismo, ma d'altro canto era naturale che, una volta accettata la straordinarietà dei suoi risultati, tutta l'attenzione si concentrasse sulle possibilità di replicazione di questi risultati, non solo nel settore automobilistico, ma sul complesso delle imprese. Womack e Jones hanno scelto di fare una presentazione dei più importanti principi che stanno alla base del moderno modo di progettare, produrre e vendere, per poi passare a illustrare dei mini-casi aziendali riferiti a imprese nordamericane, europee e giapponesi che possono essere considerate fra le più brillanti realizzatrici della nuova impostazione manageriale.

Questa impostazione privilegia soprattutto l'interesse del manager e in definitiva la lettura risulta molto più agevole e varia. L'approccio espositivo seguito dai due autori si giustifica con la natura contro-intuitiva che, come viene sottolineato più volte, caratterizza la logica del Lean Thinking e la sua applicazione rispetto ai principi manageriali classici, ricavati dalla Mass Production. L'esperienza Toyota ha dimostrato almeno tre cose di grande importanza.

La prima si tratta della necessità di attivare tutte le risorse di esperienza e di creatività presenti nella organizzazione. In altre parole, la separazione fra chi decide e chi esegue è una separazione fuorviante. Certamente esistono differenze di funzioni e di responsabilità all'interno dell'impresa e quindi esisterà comunque un principio di gerarchia, ma ciò non toglie che esista un gran numero di problemi gestionali che possono essere affrontati in modo efficiente ed efficace solo con l'attiva partecipazione e il contributo creativo di ogni lavoratore, anche di quello che opera al più basso livello della scala operativa.

Collegata con questo aspetto del modello toyotista vi è anche una grande rivalutazione dei guadagni di efficienza ottenibili dalla somma di tanti piccoli miglioramenti. Anche in questo caso la tradizione occidentale tende a riporre fiducia solo nei "grandi balzi" organizzativi e tecnologici. Si pensi ad esempio all'obiettivo della qualità che nelle nostre imprese è ancora associato all'acquisizione di macchinario più sofisticato e più costoso. Certamente non si tratta di negare questa possibilità, ma di ricordare che, proprio perché i risultati sono ottenuti a fronte di forti investimenti, il guadagno di produttività può risultare alla fine molto modesto. Al contrario tutti gli incrementi di qualità, anche se piccoli, ottenuti a basso costo attraverso il coordinamento di piccole idee innovative possono alla fine risultare molto più determinanti.

Infine, si deve sottolineare l'importanza di saper attivare rapporti di partnership sia all'interno delle imprese che fra gli operatori della filiera industriale. Parlare di partnership fra uffici della stessa azienda può sembrare un dato scontato, che si suppone esistere per definizione, ma non è sempre così. Senza una forte coesione interna diventa difficile realizzare una trasmissione fluida delle informazioni, un corretto svolgimento dei meccanismi decisionali e quindi un armonico svolgersi del processo produttivo. L'analisi delle imprese in Lean Thinking mostra che i compiti prioritari del top management si focalizzano nella capacità di individuare i soggetti capaci di innescare il processo di cambiamento organizzativo e nell'operare in modo da favorire la partnership tra i soggetti aziendali. (Jones, 2017)

PRODUZIONE SNELLA	PRODUZIONE TRADIZIONALE / DI MASSA
PRODUZIONE GUIDATA DAL FLUSSO	PRODUZIONE PER LOTTI E BUFFER
ECONOMIE DERIVANTE DA PROCESSI VELOCI	ECONOMIE DI SCALA
FLESSIBILITÀ	SCARSA REATTIVITÀ
PRODUZIONE <<PULL>>	PRODUZIONE <<PUSH>>
EQUILIBRIO NEL CARICO DI LAVORO	MASSIVO SFRUTTAMENTO DEGLI IMPIANTI
MAKE TO ORDER	MAKE TO STOCK
RAPIDI TEMPI DI SET UP	POCA ATTENZIONE AL SET UP MACCHINA
PICCOLI LOTTI PRODUTTIVI	PRODUZIONE BASATA SU GRANDI VOLUMI
CONOSCENZE DI TIPO SPECIFICO	CONOSCENZE DI TIPO GENERALE

Figura 4: Confronto tra Lean Production e Produzione Tradizionale

Si può affermare che alla base del Lean Thinking i concetti fondamentali che rivoluzionano la cultura e il modo di operare all'interno dell'azienda sono:

- **Attenzione al cliente.** La centralità del cliente è il punto di partenza e di arrivo di tutte le attività ed azioni introdotte dall'azienda nel trasferire, attraverso i propri prodotti e servizi, il valore che il cliente si attende. Il flusso di informazioni parte dal cliente fino ad arrivare alla ricerca e sviluppo: il dialogo con il cliente è fondamentale per identificare i fabbisogni e definire il valore.
- **Il contributo delle persone.** Lo sviluppo e il sostegno della competitività aziendale, con l'ottenimento di risultati significativi e duraturi, è possibile solamente con il continuo e costante allineamento del management e di tutte le persone che lavorano nell'azienda verso un obiettivo comune.
- **Lotta agli sprechi.** Muda è il termine giapponese che può essere tradotto come spreco. I Muda consistono in tutte le attività, che impegnano risorse ed energie, che non aggiungono valore al prodotto o al servizio e non danno quindi valore al cliente. Riconoscere gli sprechi è fondamentale per l'applicazione del Lean thinking.
- **Miglioramento continuo.** KAIZEN in giapponese significa miglioramento continuo: nessun processo è perfetto ma può essere sempre migliorato. Tutto il personale dell'azienda, top management, dirigenti, responsabili, fino agli operatori, deve partecipare al processo di miglioramento condividendo obiettivi comuni e definiti. (Considi)

Capitolo 2

Principi applicativi del Lean Thinking

2.1 I principi applicativi

L'applicazione del Lean Thinking non è altro che la ricerca degli sprechi e la loro eliminazione allo scopo di produrre di più con un minor consumo di risorse. Womack e Jones individuaronono cinque principi applicativi dell'approccio Lean, che rappresentano gli elementi base per effettuare un'efficace lotta allo spreco, a seguito del fatto che gli imprenditori volevano trovare un metodo su cui poter fare riferimento per diventare Lean senza seguire l'esempio di Toyota, ma cercando una propria forma di imitazione creatrice. Per questo vennero analizzate un gruppo di 50 aziende da cui vennero estrapolati questi 5 principi:

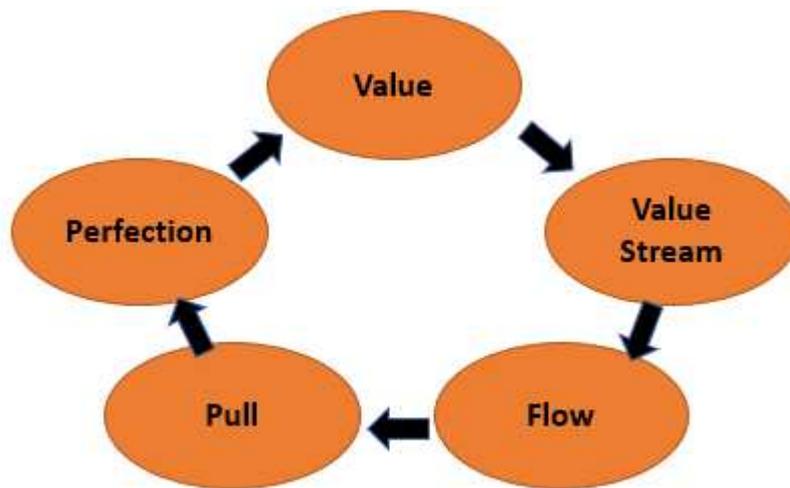


Figura 5: I cinque principi applicativi del Lean Thinking

- “VALUE”, ovvero definire il valore dei singoli prodotti nell’ottica del cliente finale;
- “VALUE STREAM”, ossia l’identificazione del flusso di valore di ciascun prodotto;
- “FLOW”, consistente nella tecnica di far scorrere il valore senza ostacoli o interruzioni;
- adozione di una logica “PULL”, attraverso la quale sarà il cliente a “tirare” il valore;

- la “PERFECTION”, anche se posto per ultimo è di rilevante importanza poiché la ricerca della perfezione, attraverso miglioramenti continui, è alla base di un pensiero snello.

Attraverso questi cinque principi è effettivamente possibile continuare a migliorare e avere dei solidi strumenti teorici per reingegnerizzare i processi. Con la finalità di aumentare l’efficienza della produzione, ridurre i costi, i tempi e le risorse impiegate, molte volte le aziende cercano quanto più possibile di ottimizzare i propri processi produttivi, sfruttando anche alcune delle ideologie di gestione della produzione.

Quella che, tra queste ideologie, è stata oggetto di maggior applicazione da parte delle imprese e considerata di fondamentale importanza sia per Taiichi Ohno che per gli autori di “Lean Thinking” è quella della riduzione dei muda, che in giapponese assume il significato estremamente negativo di spreco, inutile o superfluo.

Andremo ora ad analizzare nel dettaglio i 5 principi applicativi e successivamente il concetto di muda.

2.1.1 Definizione del valore (Value)

Punto di partenza critico per il pensiero snello è il concetto di valore. Questo può essere definito esclusivamente dal cliente finale. E assume significato solo nel momento in cui lo si esprime in termini di uno specifico prodotto (bene o servizio o, spesso, entrambi) in grado di soddisfare le esigenze del cliente a un dato prezzo e in un dato momento. Il valore viene creato dal produttore. Dal punto di vista dei clienti questo è il motivo per cui esistono i produttori. Per una serie di motivi è però molto difficile per i produttori definire accuratamente il valore.

Il valore è considerato come la ricchezza che un’azienda riesce a generare nel tempo. Un modo per identificarlo è quello di rispondere a domande di questo tipo: “Per cosa è disposto a pagarmi il cliente?”, “Che valore riesco a generare per il cliente?”. Il cliente è disposto a pagare per le attività che generano valore e non per quelle che non lo fanno, anche se alcune attività che non creano valore sono comunque necessarie per la creazione dei prodotti e servizi dell’azienda. In questa fase si possono identificare quelli che vengono

definiti sprechi, o muda in giapponese, che non sono utilizzati per fabbricare i prodotti o per generare i servizi ma sono costi che l'azienda sostiene e che il cliente non è disposto a pagare. (Govoni) Il cliente cambia in modo incessante seguendo i cambiamenti della società, quindi bisogna abbandonare un modello centrato sulla produzione e procedere cambiando il sistema produttivo in un'ottica centrata sul cliente. Un problema che emerge è quello dell'identificazione dei prodotti che l'azienda si aspetta che clienti specifici acquistino a un dato prezzo affinché essa possa restare nel business, e di come le prestazioni e la qualità associata a questi prodotti possano essere migliorate riducendone costantemente i costi. Se ci si ferma a riflettere su quasi tutti i «prodotti» (beni, servizi, o una combinazione dei due) si comincerà a percepire la necessità di definirli in modo appropriato. Per i produttori è vitale accettare la sfida della ridefinizione del concetto di prodotto perché questa rappresenta spesso la chiave per trovare nuovi clienti. D'altronde la capacità di trovare rapidamente nuovi clienti e nuove vendite è un elemento critico per il successo del pensiero snello. Questo perché le organizzazioni snelle liberano sempre quantità di risorse notevoli. Se vogliono difendere i propri dipendenti e trovare il modo migliore dal punto di vista economico di utilizzare i propri investimenti nel momento in cui intraprendono un nuovo cammino, devono necessariamente aumentare da subito le proprie vendite. Cominciare a specificare meglio il valore rappresenta in molti casi il modo migliore per riuscirci.

L'obiettivo più importante nel definire il valore, una volta definito il prodotto, è quello di determinare un target cost basato sull'ammontare di risorse e di lavoro per la realizzazione di un prodotto che risponda a determinate specifiche e caratteristiche, nell'ipotesi che tutti i muda attualmente visibili vengano rimossi dal processo. Farlo è la chiave per eliminare lo spreco. Le aziende tradizionali fissano il prezzo di vendita basandosi su quello che ritengono possa sopportare il mercato. A questo punto lavorano a ritroso andando a stabilire il livello accettabile di costo per assicurarsi un adeguato margine di profitto, operazione che va compiuta ogni volta che si intraprende lo sviluppo di un nuovo prodotto. Che cosa c'è di diverso, allora? Le imprese snelle guardano l'insieme di prezzo e caratteristiche offerto attualmente ai propri clienti dalle aziende tradizionali e si chiedono quanti costi si potrebbero evitare applicando le metodologie Lean. Si chiedono in pratica quale sia il costo di quel prodotto senza muda, una volta eliminate le fasi non necessarie del processo e reso scorrevole il flusso di valore. Il valore così determinato diventa il target cost per lo sviluppo del prodotto, la gestione degli ordini e le attività di produzione richieste da quel prodotto.

Poiché il target è sicuramente ben al di sotto dei costi che devono sopportare i concorrenti, all'impresa snella si presenta una scelta: ridurre i prezzi (altro modo per aumentare il volume delle vendite e utilizzare le risorse liberate); aggiungere caratteristiche o potenzialità al prodotto (il che dovrebbe anche farne aumentare le vendite); aggiungere dei servizi al prodotto fisico per creare ulteriore valore (anche in questo caso dovrebbero aumentare le vendite, anche se dopo un certo lasso di tempo) o portarsi in casa i profitti da utilizzare per finanziare lo sviluppo di nuovi prodotti (che aumenteranno le vendite nel lungo termine).

In Germania, fino a pochissimo tempo fa, si poteva trovare una distorsione della definizione di valore. Si affermava che progetti complessi realizzati con impianti ancora più complessi fossero esattamente quello che il cliente voleva e di cui il processo produttivo aveva bisogno. Insistendo su questo punto veniva spesso a galla come le forti funzioni tecniche e i tecnici altamente addestrati che guidavano le imprese tedesche ricavassero la propria concezione di valore dall'insistere su raffinamenti e complicazioni che non erano di alcun interesse se non per loro stessi. In Giappone, anche in questo caso fino a pochissimo tempo fa, c'era una terza distorsione. La cosa veramente importante per le aziende giapponesi dopo aver definito il valore è dove esso viene creato. La maggior parte dei dirigenti, persino in aziende pioniere del pensiero snello come la Toyota, ha iniziato il processo di definizione del valore chiedendosi come poter progettare e realizzare in casa i propri prodotti, al fine di soddisfare le aspettative dei clienti sparsi per il mondo che guardano con favore i prodotti realizzati con un occhio di riguardo alle esigenze locali, cosa difficile da farsi stando in una casa madre lontana. E, inoltre, essi desiderano che i prodotti fatti su loro precisa richiesta vengano consegnati immediatamente, cosa impossibile se la merce dev'essere spedita via mare da una sede produttiva in Giappone. I clienti, insomma, non definiscono certamente il valore del prodotto in termini di dove questo è stato realizzato o progettato.

Il pensiero snello deve quindi partire da un tentativo consapevole di definire con precisione il valore in termini di prodotti specifici con caratteristiche specifiche offerti a prezzi specifici attraverso un dialogo con clienti specifici. Per fare questo è necessario ignorare gli investimenti e le tecnologie esistenti e ripensare le aziende sulla base di linee di prodotto seguite da team forti e dedicati. Ciò richiede anche la ridefinizione del ruolo dei tecnici in azienda e il ripensare a dove nel mondo il valore possa essere creato. Non si può realisticamente ritenere che il manager riesca a introdurre tutti questi cambiamenti

istantaneamente, ma è necessario creare un quadro chiaro di ciò di cui c'è bisogno. Altrimenti la definizione di valore verrà quasi sicuramente distorta. Riassumendo, la definizione accurata del valore rappresenta il primo, essenziale, passo del pensiero snello. Fornire il prodotto o il servizio sbagliato nel modo giusto è muda. (Jones, 2017)

2.1.2 Identificare il flusso del valore (Value Stream)

Una volta determinato ciò che è di valore per il cliente finale, ciò per cui è effettivamente disposto a pagare, l'impresa dovrà focalizzarsi sul flusso del valore per identificare e mappare come questo venga a realizzarsi all'interno dell'azienda. Il flusso di valore è costituito dall'insieme delle azioni richieste per condurre un dato prodotto (che sia un bene, un servizio o una combinazione dei due) attraverso i tre compiti critici del management di qualsiasi business: la risoluzione di problemi dall'ideazione al lancio in produzione attraverso la progettazione di dettaglio e l'ingegnerizzazione; la gestione delle informazioni dal ricevimento dell'ordine alla consegna attraverso una programmazione di dettaglio; e la trasformazione fisica della materia prima in un prodotto finito in mano al cliente. Strumento fondamentale per raggiungere questo obiettivo in ambito produttivo è creare la Value Stream Mapping, o mappatura del flusso del valore. Essa permette di rappresentare il layout, i flussi fisici e informativi dell'azienda allo stato attuale e riprogettare i flussi fisici e informativi in un possibile stato futuro che elimini gli sprechi e permetta prestazioni elevate. L'analisi del flusso di valore mette in evidenza grandi quantità di spreco, attraverso la classificazione delle attività in tre categorie:

1. attività che creano valore, quali la lavorazione della materia prima o dei semilavorati;
2. attività che non creano valore, ma necessarie, come la programmazione della produzione, conosciute anche come muda di tipo uno;
3. attività che non creano valore, non necessarie, dovute per lo più ad attese e tempi morti, conosciute come muda di tipo due. (Govoni)

Per abbracciare il pensiero del flusso di valore occorre, però, non fermarsi a guardare le singole attività e i singoli impianti ma vedere come essi interagiscono tra loro. Occorre anche andare oltre all'azienda per guardare al complesso: l'impresa snella è data da un incontro

continuativo di tutte le parti coinvolte per creare un canale all'interno del quale far scorrere l'intero flusso di valore e dal quale drenare tutto il muda.

2.1.3 Far scorrere il flusso (Flow)

Una volta che il valore è stato definito con precisione, che il flusso di valore per un dato prodotto è stato completamente ricostruito dall'impresa snella e che le attività chiaramente inutili sono state eliminate, si arriva al passo successivo del pensiero snello: far sì che le attività creatrici di valore fluiscono. Questo passaggio richiede una completa ridefinizione dei propri schemi mentali. Tutti noi siamo nati in un mondo mentale fatto di «funzioni» e «uffici», secondo una convinzione diffusa che le attività dovessero essere raggruppate per tipologia per poter essere eseguite in modo più efficiente e gestite più facilmente. Perché i compiti all'interno degli uffici venissero poi eseguiti efficientemente sembrava appropriato eseguirli come lotti di attività: «Nell'ufficio reclami trattare tutti i reclami di classe A, quindi quelli di classe B e infine quelli di classe C. Nel reparto verniciatura dipingere tutte le parti verdi, quindi tutte quelle rosse e infine quelle viola». Lo scaricamento dei lotti significa sempre lunghi tempi di attesa durante i quali il prodotto aspetta pazientemente che il dipartimento si attrezzi per il tipo di attività di cui esso ha bisogno. Questo approccio, però, occupa a tempo pieno i membri del dipartimento, fa lavorare appieno le attrezzature e giustifica impianti dedicati ad alta velocità. In poche parole, dovrebbe essere efficiente. In realtà questo è un errore letale che è difficile o addirittura impossibile vedere. Dobbiamo quindi combattere il ragionamento per uffici e per lotti perché i compiti possono quasi sempre essere eseguiti in modo più accurato ed efficiente se il prodotto viene lavorato ininterrottamente dalla materia prima al prodotto finito. In poche parole, le cose funzionano meglio se ci si focalizza sul prodotto e sulle sue necessità piuttosto che sull'azienda o sulle attrezzature, in modo che tutte le attività richieste per progettare, ordinare e fornire un prodotto avvengano in un flusso continuo.

Dopo la Seconda Guerra Mondiale Taiichi Ohno e i suoi collaboratori tecnici arrivarono alla conclusione che la vera sfida era quella di creare flussi continui nelle produzioni di piccoli lotti, quando cioè venivano richiesti decine o centinaia di esemplari di un prodotto e non

milioni. Ohno e i suoi soci sono riusciti a ottenere flussi continui nelle piccole produzioni, in molti casi senza neppure linee di assemblaggio, imparando a cambiare rapidamente le attrezzature da un prodotto all'altro e realizzando "su misura" i macchinari in modo che fasi diverse del processo produttivo possano essere eseguite nelle immediate adiacenze l'una dell'altra, mantenendo in un flusso continuo l'oggetto della produzione. Per far fluire il valore, quindi, occorre seguire tre passi: il primo passo, una volta definito il valore e identificato l'intero flusso di valore, è quello di concentrarsi sull'oggetto reale e di non perderlo mai di vista, dall'inizio alla fine. Il secondo passo, che rende possibile il primo, è quello di ignorare i confini tradizionali delle mansioni, delle professionalità, delle funzioni (spesso strutturate in reparti/uffici) e delle aziende per creare un'impresa snella, che rimuova tutti gli ostacoli alla generazione di un flusso continuo per un dato prodotto o famiglia di prodotti. Il terzo passo è il ripensamento delle pratiche e delle attrezzature riferite allo specifico lavoro per eliminare i flussi a ritroso, gli scarti e le fermate di qualsiasi genere, in modo che progettazione, ordine e produzione di un dato prodotto possano procedere con continuità. Questi tre passi devono in realtà essere compiuti contemporaneamente. (Jones, 2017)

L'obiettivo finale del pensare per flussi è quello di eliminare del tutto qualsiasi fermata nell'intero processo produttivo, continuando a lavorare sulla progettazione delle attrezzature finché questo risultato non sia stato raggiunto. Ci sono in particolare tre flussi a cui porre attenzione:

- Il flusso del materiale: il pezzo in lavorazione si deve spostare da una fase a valore aggiunto all'altra direttamente;
- Il flusso degli operatori: il lavoro degli operatori deve essere ripetibile e costante in ogni ciclo e devono poter passare efficientemente da una fase a valore aggiunto a quella successiva;
- Il flusso delle informazioni: tutti devono conoscere l'obiettivo di produzione oraria, i problemi e le anomalie vanno notati e risolti velocemente.

Non è né facile né automatico applicare i flussi all'intero spettro delle attività umane. La prima volta è persino difficile per la maggior parte dei manager percepire il flusso di valore e, quindi, il valore del flusso. Una volta rotto il ghiaccio, poi, si devono risolvere diversi problemi operativi per introdurre a pieno i flussi e sostenerli. Si può affermare anche che i

flussi possono essere applicati a qualsiasi attività e che la loro applicazione porta sempre effetti positivi. Normalmente gli sforzi umani, i tempi, gli spazi, le attrezzature e le scorte possono essere ridotti alla metà nel giro di pochissimo tempo e da questo momento in poi è ancora possibile registrare progressi costanti che possono portare a dimezzare nuovamente le risorse nell'arco di pochi anni.

2.1.4 Flusso “tirato” dal cliente (Pull)

Quando l'azienda ha definito il valore, ha fatto scorrere il flusso eliminando gli ostacoli e quindi gli sprechi, allora è giunto il momento di permettere ai clienti di tirare il processo. Da un punto di vista strettamente economico ha senso produrre solo il volume di merce tale da soddisfare le richieste del cliente, produrne di più significherebbe solo impiegare inutilmente una gran mole di materiale, di tempo e di risorse. Far tirare il valore dal cliente vuol dire che il punto di partenza del flusso deve essere la richiesta di prodotto o servizio fatta dal cliente finale e che, solamente dopo che questa è stata avanzata, potranno essere messi in moto quell'insieme di passaggi che portano alla consegna del prodotto nelle mani del cliente stesso. In passato era consuetudine impostare sistemi di produzione basati su enormi quantità di scorte di prodotti finiti (made to stock), con la finalità di riuscire a rispondere prontamente ad un mercato caratterizzato da una domanda in sempre maggiore crescita. Il produttore, così, riusciva a soddisfare in ogni momento le esigenze del cliente finale. Oggi la domanda è caratterizzata da elevata incertezza e instabilità sia da un punto di vista quantitativo che sotto un punto di vista qualitativo. In un mercato caratterizzato da una domanda soggetta ad elevata varietà e variabilità, il tentativo di produrre grandi stock di prodotti finiti rischia di portare alla generazione di elevati volumi di prodotti indesiderati, e quindi di prodotti non venduti. L'alternativa snella si propone l'eliminazione di questo rischio, infatti non spinge il consumatore verso prodotti indesiderati, quindi non genererà elevati quantitativi di prodotti non venduti.

Primo effetto visibile della conversione da reparti e lotti a team di prodotto e flussi è che il tempo richiesto dall'ideazione al lancio del prodotto, dalla vendita alla consegna, dalla materia prima al cliente, si riduce drasticamente. Se si introducono i flussi diventa possibile progettare in mesi prodotti che avrebbero richiesto anni, completare in poche ore

l'approntamento di ordini che richiedevano giorni e ridurre a pochi minuti o giorni tempi di produzione che con le metodologie tradizionali sarebbero stati settimane o mesi. I sistemi snelli possono inoltre realizzare qualsiasi prodotto attualmente in produzione in qualsiasi combinazione, così da soddisfare immediatamente qualunque cambiamento nella domanda. L'ottenimento di un guadagno di cassa inatteso legato alla riduzione delle scorte e l'accelerazione del ritorno degli investimenti può essere considerato un risultato rivoluzionario? Piuttosto sono la capacità di progettare, programmare e realizzare esattamente quello che il cliente vuole nel momento in cui lo vuole a permettere di buttare via le previsioni di vendita per fare semplicemente quello di cui i clienti dicono di avere bisogno. Si può cioè permettere ai clienti di «tirare» il prodotto dall'azienda anziché spingere verso i clienti prodotti indesiderati. Per di più la domanda dei clienti diventa molto più stabile se essi sanno di poter ottenere quello che vogliono immediatamente e se le aziende smettono di effettuare le periodiche campagne di sconto volte a collocare beni già realizzati che nessuno vuole.

La Toyota si rese conto che se i rivenditori avessero ordinato quotidianamente le parti nel numero esatto necessario a rimpiazzare quelle vendute nella giornata, le loro scorte avrebbero potuto essere drasticamente ridotte. Riducendo la scorta media di ciascun componente i concessionari avrebbero potuto permettersi di tenere a scorta un numero maggiore di componenti. Invece di avere centinaia di pezzi delle parti richieste con maggiore frequenza e nessuna di quelle richieste più raramente, essi avrebbero potuto tenere a disposizione una piccola quantità di ciascuna parte in un ventaglio molto ampio.

Il primo passo lungo la logica "pull" è stato fatto nel 1989 con la riduzione delle dimensioni dei contenitori e la risistemazione dei ricambi per dimensione e frequenza della domanda. Era quindi importante dividere i componenti in piccoli, medi e grandi e assegnare le tre classi a zone diverse del magazzino. Il passo successivo, iniziato alla fine del 1990, è stato l'introduzione dei concetti di operazioni standard e controllo visivo. Tra le aree di ricevimento e di spedizione è stata allestita una lavagna di controllo dell'avanzamento che mostrasse a tutti il numero di cicli da completare e il tempo disponibile per farlo. La lavagna di controllo dell'avanzamento ha eliminato la necessità che i team leader, o supervisori, «supervisionassero» i loro team. Tutti avrebbero potuto guardare la lavagna, vedere le eventuali difficoltà di un operaio e aiutarlo una volta completati altri compiti. L'introduzione del controllo visivo associato all'uso di cicli di lavoro definiti ha anche reso possibile

l'individuazione delle cause di disturbi nel flusso del lavoro. Sul lato destro della lavagna di controllo dell'avanzamento si aveva uno spazio bianco accanto a ogni ciclo, nel quale gli associati potevano scrivere le ragioni per cui un ciclo non aveva potuto essere completato nei tempi previsti. Queste motivazioni, riassunte, divennero la materia prima per impostare le attività di kaizen (miglioramento continuo) dei team di lavoro, quando queste sono state introdotte nel 1992. Dopo sei anni di lavoro, nell'agosto del 1995 la Toyota era pronta per la transizione dagli ordini settimanali a quelli giornalieri da parte dei suoi concessionari. Il termine pull, in parole povere, significa che nessuno a monte dovrebbe produrre beni o servizi fino al momento in cui il cliente a valle li richiede, ma all'atto pratico seguire fedelmente questa regola è un po' più complicato. Il modo migliore per comprendere le logiche e le sfide del pensiero pull è quello di partire dalla richiesta di un prodotto reale avanzata da un cliente reale per procedere a ritroso lungo tutti i passaggi necessari affinché il prodotto desiderato venga consegnato al cliente.

2.1.5 Ricerca della perfezione (Perfection)

Nel momento in cui le aziende cominciano a definire accuratamente il valore, a identificare l'intero flusso di valore, a far sì che i diversi passaggi della creazione di valore fluiscano con continuità e a permettere ai clienti di «tirare» il valore dall'impresa, comincerà ad accadere qualcosa di molto strano. I diretti interessati si accorgono che non c'è fine al processo di riduzione degli sforzi, del tempo, degli spazi, dei costi e degli errori se si vuole offrire un prodotto che sia sempre più vicino a quello che il cliente vuole veramente. Improvvisamente la perfezione, quinto e ultimo principio del pensiero snello, non parrà più un'idea balzana. Il concetto di "perfezione" non va recepito come un traguardo o un metodo che consente la progettazione e realizzazione di un sistema che porta al compimento di ogni obiettivo prefissato, ma deve piuttosto essere inteso come una sfida, un incitamento e uno stimolo ad un continuo processo di miglioramento. (Govoni)

I primi quattro principi interagiscono tra loro in un circolo virtuoso. Far scorrere più velocemente il valore significa far sempre emergere il muda nascosto nel flusso di valore. E quanto più si tira tanto più gli ostacoli al fluire del valore vengono evidenziati e possono essere rimossi. I team di prodotto in contatto diretto con il cliente possono trovare il modo

di definire sempre più chiaramente il valore e spesso apprendono modalità per innalzare sia il flusso che la trazione esercitata dai clienti. Inoltre, benché l'eliminazione del muda richieda a volte nuovi processi tecnologici e nuove concezioni di prodotto, queste sono talvolta sorprendentemente semplici e già disponibili.

L'impulso più grande verso la perfezione è forse rappresentato dalla trasparenza, dal fatto che in un sistema snello ciascuno può vedere tutto. Diventa in questo modo semplice scoprire nuovi modi per creare valore. In più, si ha un ritorno quasi istantaneo e altamente positivo per i dipendenti che realizzano dei miglioramenti, caratteristica chiave del lavoro snello e potente impulso allo sforzo continuo di miglioramento. La trasparenza finanziaria e il ritorno immediato sui risultati, sotto forma di incentivi monetari per i dipendenti, sono degli elementi molto importanti. Ci si può avvicinare alla perfezione adottando due diverse tecniche:

- Attraverso un kaikaku del flusso di valore: attraverso grandi innovazioni o cambiamenti di tipo tecnologico o organizzativo, sfruttato nel caso in cui un approccio incrementale non si verifichi sufficiente a causa delle elevate quantità di muda e sia quindi necessario, inizialmente, un riallineamento radicale del flusso di valore.
- Attraverso il principio del Kaizen: compiendo tanti piccoli passi, tanti piccoli cambiamenti che permettano il raggiungimento di miglioramenti graduali e incrementali. È il metodo più frequentemente utilizzato per mantenere attivo un regolare processo di cambiamento.

Le attività di kaizen non sono del tutto libere e la perfezione (intesa come eliminazione totale del muda) è sicuramente impossibile. Non sarebbe quindi più logico che i manager a un certo punto bloccassero i tentativi di ulteriore miglioramento del processo per limitarsi a gestirlo in condizioni stazionarie? Sono due le tipologie di reazioni. Una secondo la quale la gestione in condizioni stazionarie è effettivamente l'approccio più conveniente una volta "fissata" un'attività. L'altra è stata sintetizzata da un manager di un'azienda inglese che non aveva fatto nulla per fissare i suoi sistemi di sviluppo prodotti, programmazione e produzione ma che stava pensando di fare qualcosa in questa direzione. Entrambe le reazioni evidenziano come il management tradizionale non riesca a cogliere il concetto di perfezione da raggiungersi attraverso infiniti passettini, che è un concetto fondamentale del pensiero snello.

Il percorso alternativo verso la perfezione, più drastico, prevede un kaikaku di tutto il flusso

di valore che coinvolga tutte le aziende che si trovano lungo di esso. Nessuno ha seguito questo tipo di approccio perché esso richiede che un certo numero di aziende cooperino, cambiando i propri metodi per formare un'impresa snella per quel dato prodotto. Se si fosse formata un'impresa snella per ripensare l'intero flusso di valore, inoltre, sarebbero seguite altre trasformazioni drastiche nel momento in cui le aziende si fossero chieste: qual è il vero valore per il cliente e come lo realizziamo? Come minimo sarebbe necessario ripensare alla localizzazione più corretta delle attività di progettazione del prodotto e al flusso delle parti di ricambio per manutenzioni e riparazioni.

Qualsiasi azienda per perseguire la perfezione ha di fatto bisogno di entrambi gli approcci. Ogni fase del flusso di valore può essere migliorata singolarmente con buoni risultati. E raramente vi è motivo di pensare a investimenti per attività che verranno presto completamente rimpiazzate. Se viene investito parecchio capitale per migliorare attività specifiche, allora la strada per perseguire la perfezione è sbagliata. Andando oltre si può affermare che la maggior parte dei flussi di valore può essere migliorata drasticamente nel suo complesso se si riescono ad attivare i meccanismi di analisi corretti. La combinazione di kaikaku e kaizen può produrre miglioramenti infiniti.

Si è finora più volte rilevata la necessità che i manager imparino a vedere il flusso di valore, il fluire del valore e il valore richiesto dal cliente. La forma ultima di visione è quella di rendere chiara la perfezione, così che l'obiettivo di miglioramento sia visibile e concreto per tutta l'azienda. Oltre a creare una rappresentazione della perfezione e delle relative tecnologie, i manager devono fissare dei piani temporali stringenti per tutte le fasi che compongono il percorso verso la meta. La differenza principale tra le aziende che hanno fatto molto e quelle che sono riuscite a fare poco o nulla è che le prime hanno fissato delle scadenze temporali specifiche per l'ottenimento di risultati apparentemente impossibili per poi rispettarle o superarle. Chi è approdato a poco, invece, si è chiesto cosa fosse ragionevole pensare di ottenere per l'organizzazione attuale e ha spezzettato il flusso di valore per adeguarvisi, decretando la propria sconfitta prima ancora di cominciare. Le aziende che non hanno neppure intrapreso il cammino perché mancava loro la visione hanno fallito. Alcune aziende, nonostante avessero esplicitato una chiara visione e avessero introdotto tutte le proprie energie e speranze, non sono riuscite a compiere grandi progressi, perché hanno cercato di inseguire la perfezione in mille direzioni senza avere le risorse sufficienti per approfondire

nessuna di esse.

Quello di cui c'è bisogno è piuttosto di crearsi una visione, selezionare le due o tre attività più importanti per arrivarci e rimandare a un momento successivo le altre. Non si tratta di non intraprendere queste altre fasi, semplicemente va applicato alle attività di miglioramento il principio generale del fare una cosa per volta fino al suo completamento, con la stessa convinzione con cui lo si applica alle attività di progettazione, gestione ordini e produzione.

2.2 I sette Muda

In giapponese il concetto di spreco si traduce muda, ma non è superfluo sottolineare che nella cultura giapponese questo termine si carica anche di un significato sociale ed etico. Per una società opulenta la presenza di sprechi può rappresentare un aspetto negativo ma secondario, nulla più di un inconveniente, che sarebbe preferibile eliminare ma che non altera l'organizzazione sociale. Nel caso di una società povera come è stata fino a qualche decennio fa quella giapponese, lo spreco è molto di più di un inconveniente. Muda è in particolare qualsiasi attività umana che assorbe risorse ma che non crea valore: errori che richiedono una rettifica, produzione di qualcosa che nessuno vuole così che i magazzini e i resi crescono, passi procedurali di cui non c'è bisogno, spostamenti di personale e trasporto di merci da un posto all'altro senza motivo, gruppi di persone in attività a valle che se ne stanno senza fare nulla perché un'attività a monte non è stata conclusa nei tempi previsti e beni e servizi che non incontrano i bisogni dei clienti. Il punto di partenza della caccia allo spreco non può essere che l'identificazione di ciò che vale, di ciò che è utile, che va prodotto, conservato e trasmesso. Il consumo di risorse è giustificato solo per produrre valore, altrimenti è muda. Di qui l'esigenza d'improntare tutta la conduzione aziendale sulla identificazione di ciò che rappresenta effettivamente un valore per il consumatore, vale a dire per colui che è disposto a pagare per la produzione di valore. Ecco, quindi, l'esigenza di riconsiderare la propria struttura organizzativa, e soprattutto il processo complessivo degli atti aziendali, per verificare se essi siano effettivamente rivolti alla produzione di valore nell'ottica del cliente finale. Si possono avere due tipi di spreco. Il primo tipo individua

l'impiego di risorse per una operazione che in sé non crea direttamente valore per il consumatore, ma che nelle condizioni operative del momento risulta necessaria per attuarne altre che invece sono produttrici di valore. Il secondo tipo configura invece un dispendio di risorse del tutto inutile, che già nella situazione di partenza può essere eliminato. Taiichi Ohno, il dirigente Toyota, è stato il più feroce nemico degli sprechi che la storia umana abbia prodotto, ed ha identificato i primi sette tipi di muda. (Jones, 2017)



Figura 6: I sette tipi di Muda
Fonte: CTQ, Ricerca ed eliminazione degli sprechi nella filosofia Lean

- Sovrapproduzione: consiste nel produrre una quantità di componenti o prodotti finiti superiore alla domanda. La sovrapproduzione è lo spreco più pericoloso poiché comporta l'utilizzo di risorse aziendali, l'impiego di magazzini interni per stoccare i prodotti in attesa che questi siano venduti ed è all'origine degli altri tipi di sprechi, in particolare delle scorte, dei difetti e dei trasporti. Molte volte la generazione di questa categoria di sprechi può essere ricondotta alla paura di incorrere nella condizione opposta (sottoproduzione), per il timore di non riuscire a soddisfare a pieno le richieste quantitative del mercato. Ma, così facendo, si rischia di non riuscire a comprendere tutti i problemi che risiedono all'interno dell'apparato produttivo ed essere costretti a stoccare e gestire una superflua quantità di beni.
- Attese: è lo spreco più facilmente individuabile. Si manifesta ogni qualvolta un operatore non svolge alcun lavoro in attesa di materiale o di mezzi di produzione. Sono dovute all'indisponibilità dei pezzi, guasti degli impianti, lavoratori

inadempienti, riattrezzaggi, oppure a problemi dovuti al non aver operato un opportuno livellamento delle fasi di produzione, portando una fase a dover attendere l'altra. Quando vengono a crearsi dei tempi di attesa, la produzione viene a bloccarsi mentre, al contempo, i costi continuano a fluire. In una condizione del genere il cliente sarà costretto ad attendere delle tempistiche più lunghe per poter ricevere quel determinato servizio o prodotto.

- **Trasporti (di beni):** l'attività di trasporto di prodotti e oggetti deve essere minimizzata in quanto non aggiunge alcun valore al prodotto finale; inoltre, ogni volta che un bene è trasferito rischia di essere danneggiato, perso e ritardato. Spesso il trasporto si trasforma in uno spreco perché: il layout dello stabilimento è obsoleto o è stato progettato non correttamente; gli spazi occupati dalle linee di produzione sono eccessivi rispetto alle reali necessità; i materiali sono approvvigionati e stoccati in imballi che contengono materiali in quantità eccessive e non coerenti con quelle realmente utilizzate; il lavoro è organizzato senza precise sequenze di prelievo e le attrezzature non sono studiate per ottimizzare i trasporti interni.
- **Processi non corretti:** si manifestano quando il processo produttivo non dispone di mezzi (operatori, attrezzature e operazioni) e procedure adeguate. Nel caso specifico delle attrezzature e dei macchinari si palesano degli sprechi quando ad esempio si utilizzano attrezzature o macchinari con capacità produttive superiori alla richiesta. Oppure nel caso degli operatori si rende necessaria la presenza di un operatore per rimuovere i pezzi finiti dalla macchina e accatastarli in appositi contenitori invece, ad esempio, di ricorrere ad un sistema di fuoriuscita dei pezzi che, per gravità, vanno ad accatastarsi automaticamente in un determinato contenitore. Sono definibili come l'insieme delle lavorazioni svolte da uomini o macchinari che non aggiungono valore per il cliente finale, le azioni o le attività che sono irrilevanti per i consumatori e per cui non sono disposti a pagare. Per eliminare, o almeno ridurre al minimo, la presenza di questi sprechi è necessario possedere una precisa e diffusa conoscenza delle necessità, dei bisogni e dei desideri dei propri clienti. Unitamente a questo, per evitare di incorrere in attività ridondanti, è opportuno analizzare e mappare i processi aziendali in modo tale che i compiti vengano svolti solamente una volta lungo tutti il flusso produttivo.

- **Scorte:** i materiali prodotti in eccesso rispetto ai reali fabbisogni ovunque essi si trovino, sulle linee di produzione, nei magazzini, in ordine presso i fornitori, sono considerati sprechi sia di spazio che di risorse finanziarie. Con il termine scorte si identifica infatti tutto ciò che giace in attesa di un evento (una lavorazione successiva, la vendita) e quindi si tratta di tempo durante il quale non viene aggiunto al prodotto alcun valore. Inoltre, la continua movimentazione da un luogo all'altro di materiale di scorta può creare inconvenienti legati al danneggiamento da trasporto. Ma non solo: il materiale in giacenza può peggiorare la sua qualità e diventare obsoleto. L'unica soluzione definitiva al problema è sfruttare il Just-In-Time all'interno di una produzione snella che elimini tutti questi costi inutili collegando la produzione alla domanda in tempo reale per eliminare la necessità di spazio eccessivo in magazzini o depositi.
- **Movimenti (di persone):** sono da considerarsi movimenti improduttivi tutti quei tipi di movimenti che comportano spostamenti inutili dovuti a layout mal disegnati o a strutture sovradimensionate, quindi dovuti ad un'inadatta disposizione di attrezzature, persone e macchinari all'interno della struttura aziendale.
- **Difetti:** ogni volta che si esegue un'operazione che produce un pezzo difettoso è necessario correggere il difetto. Un prodotto non conforme comporta per l'azienda grossi oneri sia finanziari che di immagine. I difetti rallentano la produzione e fanno aumentare il lead time. Se poi addirittura i difetti vengono rilevati dal cliente, i costi crescono ulteriormente, poiché si rende necessario impostare una struttura in grado di gestire i reclami, sostenere le spese derivanti dalle riparazioni, dallo smontaggio e riassettaggio e dalla consegna. Per minimizzare l'impatto sulla struttura dei costi l'impresa dovrebbe cercare di non scartare totalmente i prodotti difettosi ma cercare in qualche modo di recuperarli attraverso l'implementazione di accurati processi per la gestione dello spreco, così da ridurre l'impatto a livello economico. Le principali cause che portano alla formazione di prodotti difettosi sono l'incomprensione dei bisogni dei clienti, la carenza di abilità lavorative o di capacità di insegnamento dei manager, e la scarsa qualità dei prodotti.

Capitolo 3

La “Casa” della Lean



Figura 7: La "Casa" della Lean

Finora ci siamo concentrati sui cinque principi del Lean thinking e sui sette sprechi (muda) identificati da Taiichi Ohno. Quello che ancora manca per una trattazione maggiormente esaustiva della Lean Production è l'insieme delle tecniche, degli strumenti e delle procedure che sono necessari per implementare una produzione snella. L'insieme delle tecniche che a breve saranno descritte si basano su un prerequisito comune: tutti gli operatori e i dipendenti devono essere inclusi in un attivo e pieno coinvolgimento in ogni operazione, fase produttiva o decisione così da poter sfruttare al massimo tutte le capacità e le conoscenze diffuse all'interno dell'impresa.

Un modo comune per rappresentare la Lean Production è per mezzo di una casa, che rappresenta una struttura che è forte se le fondamenta e le colonne sono forti. Nel momento in cui una qualsiasi delle parti è in cattive condizioni, indebolirebbe il resto del sistema. Come ogni casa deve essere costruita da zero e abbiamo bisogno di partire da

fondamenta solide e grandi abbastanza da riuscire a sostenere il resto dell'edificio, passando attraverso pilastri o colonne resistenti per riuscire, alla fine, a costruirci sopra un tetto rappresentante il risultato, il culmine degli sforzi fatti. Sotto a tutta la casa, affinché essa possa erigersi, c'è bisogno di stabilità. La stabilità viene fornita da personale altamente formato e macchinari con manutenzione impeccabile che lavorano con affidabilità e riescono a raggiungere gli standard. Le basi sono composte essenzialmente da tre elementi fondamentali:

- il livellamento della produzione o del carico di lavoro (Heijunka);
- la standardizzazione del lavoro;
- il miglioramento continuo (Kaizen).

Le colonne, o per meglio dire i pilastri, sono essenzialmente due:

- il Just-In-Time che è composto dal sistema Pull, il flusso unitario e il Takt Time;
- l'autonomazione (Jidoka), realizzabile attraverso la progettazione di processi che si bloccano quando rilevano delle anomalie e la separazione del lavoro degli uomini e quello delle macchine in un contesto in cui siano presenti sistemi a prova di errore (Poka-Yoke).

Questi due pilastri hanno degli "obiettivi zero" e sono la produzione di zero scorte (per il Just-In-Time) e zero difetti (per il Jidoka). La combinazione di questi due elementi e di questi due obiettivi zero, quindi, dovrebbe portare alla generazione di zero sprechi, cioè all'eliminazione dei muda. Il tetto della nostra casa rappresenta i risultati della solidità del resto della casa. Questi risultati hanno l'obiettivo di offrire beni o servizi di elevata qualità, ad un prezzo ridotto (minor prezzo d'acquisto per il consumatore) e con tempi di realizzazione molto contenuti. (Romero, 2015)

3.1 JIT: il primo pilastro

L'espressione "just in time", comunemente abbreviata in JIT, viene utilizzata per indicare un sistema di produzione che prevede che quest'ultima sia perfettamente orientata in base alla domanda e ai volumi richiesti dal mercato. L'idea è quella

di ridurre al minimo possibile gli sprechi derivanti dall'accumulo di scorte di materiali, semilavorati e prodotti finiti, evitando anche i costi risultanti dalla necessità di immagazzinare grandi quantità di materiali o beni finiti. L'espressione just in time può essere usata per riferirsi a un sistema di produzione "sotto richiesta" del cliente e nei tempi da egli stabiliti. Il sistema di gestione in questione contrasta con il modello che prevede che i beni vengano prodotti e inviati al magazzino, restando in attesa di essere venduti. In questo senso, la filosofia del just in time punta a evitare situazioni in cui la produzione supera l'effettiva domanda. (Inside Marketing, 2019)

La gestione delle scorte del modello Just in Time è pensata per riuscire a eliminare tutto ciò che non serve, non solo in termini di acquisto in sé ma anche le attività che circondano questo lavoro come gli spostamenti e gli spazi per lo stoccaggio di merce che in realtà non è necessario. Propriamente la traduzione di Just-In-Time è "proprio in tempo" e rende l'idea di come questa logica di tipo Pull si contrapponga alla logica di tipo Push dove vengono realizzati dei prodotti finiti allo scopo di stocarli in magazzino. L'idea è quella di produrre solamente solo ciò che si è già venduto, o si è sul punto di vendere, e non di realizzare un qualcosa che si spera di vendere in futuro. Come abbiamo precedentemente detto, infatti, il JIT ha come obiettivo la generazione di "zero scorte. Il risultato finale di questo sistema è l'eliminazione, o quanto meno un notevole snellimento, del magazzino. Se prendiamo un esempio di tre fasi direttamente sequenziali A, B e C, la fase B attiverà il processo a monte (A) solamente per attingere ai materiali di cui ha effettivamente bisogno e nel momento in cui lo esige il processo (C), situato più a valle. Affinché tutto questo possa essere possibile, le fasi situate in una posizione maggiormente vicina al cliente finale dovranno avere il modo di comunicare ai processi sequenzialmente precedenti la quantità e il tipo di materiali che dovranno realizzare. Proprio a tale scopo vengono sfruttati i cartellini di segnalazione Kanban congiuntamente allo sfruttamento dello SMED (Single Minute Exchange Of Die), una metodologia attraverso cui è possibile ridurre i tempi di set-up rendendo, in questo modo, maggiormente flessibile e versatile il sistema produttivo. Il JIT si compone di tre elementi che verranno esposti nei paragrafi immediatamente successivi:

- Sistema Pull;
- Sistema One Piece One Flow;
- Takt Time

3.1.1 Il sistema Pull

La produzione di tipo Pull si contrappone ai sistemi tradizionali (Push), basati su programmi di produzione fissati in un tempo precedente e quindi inevitabilmente destinati a non rispecchiare l'effettiva domanda. Con il sistema Pull, invece, l'avanzamento del flusso produttivo è guidato dai clienti: a monte non si producono beni fino al momento in cui il cliente a valle, sia interno che esterno, non li richiede. I sistemi produttivi tradizionali si avvalevano di complessi sistemi di previsione sfruttando dati storici o modelli matematici conosciuti come sistemi di gestione MRP (Material Requirements Planning) attraverso i quali venivano eseguite delle previsioni relativamente alla domanda e agli ordini in arrivo. Prima venivano fatte delle supposizioni relativamente all'andamento del mercato, venivano quindi calcolati i componenti o i materiali necessari, ed infine veniva stimato il tempo esatto in cui questi dovevano pervenire in azienda. Proprio per questi motivi la filosofia Lean risulta essere un passo avanti rispetto all'impostazione tradizionale. Infatti, non necessitando dell'utilizzo di modelli previsionali, gli unici elementi su cui si basa per impostare la programmazione della propria produzione sono i clienti, che richiedono i beni o servizi secondo le proprie necessità e/o bisogni, e i fornitori, che predispongono le materie prime affinché la produzione possa soddisfare quanto e quando richiesto dal cliente. Una logica Pull consente di ridurre al minimo il tempo che si frappone tra la richiesta avanzata dai clienti e la sua completa soddisfazione. I sistemi di tipo Pull possono essere suddivisi in tre tipologie:

- Sequenziale: in un sistema Pull di tipo sequenziale la maggior parte dei prodotti sono di tipo made-to-order e un'ottica di tipo FIFO (First In First Out) viene mantenuta lungo tutto il flusso di produzione da valle a monte. L'obiettivo della programmazione della produzione, nel caso in cui venga adottato tale tipo di sistema, è cercare di determinare un equilibrio tra quantità e i mix offerti. Affinché tutto questo sistema funzioni correttamente risulta fondamentale l'inserimento dei cartellini Kanban. Viene sfruttato per lo più quando il numero di componenti che dovrebbero essere tenuti a Supermarket è eccessivamente elevato.

- Supermarket: in questa seconda impostazione tra due fasi è presente un Supermarket, una specie di magazzino in cui è possibile trovare una determinata quantità di output della fase più a monte che servirà come input della fase immediatamente più a valle. In un Supermarket Pull System ciascun processo dovrà produrre una quantità di materiali di entità pari al ripristino di quanto prelevato dal processo a valle. Essendo ogni processo responsabile del mantenimento e del ripristino del proprio Supermarket, del magazzino in cui vengono depositati i componenti prodotti dal processo, le opportunità di miglioramento o le criticità di quella determinata fase sono maggiormente identificabili. Quando quota parte di questo materiale viene ritirato dal processo a valle (che lo utilizzerà come proprio input) il processo a monte verrà informato della necessità di ripristinare il Supermarket iniziale sfruttando il meccanismo dei cartellini Kanban.
- Misto: quando viene simultaneamente utilizzata una combinazione tra Supermarket e sistema sequenziale, si parla di Mixed Pull System. Questa tipologia è quella maggiormente utilizzata e permette di sfruttare allo stesso tempo l'inserimento dei cartellini Kanban e il sistema di ripristino proprio dei cartellini Kanban utilizzati per il Supermarket.

Quindi lo strumento che governa il sistema Pull è il KANBAN (che significa cartellino): un sistema visivo (un cartellino, un segnale) che trasmette una serie di istruzioni comunicando informazioni sui materiali da approvvigionare o i componenti da produrre. Esempio tipico di Kanban è un cartellino che accompagna un contenitore o un pallet in cui sono riportati:

- Un numero di identificazione
- Un numero di componente
- Una descrizione del componente
- Da dove arriva (fornitore)
- Dove deve andare (cliente)



Figura 8: Produzione Pull con il sistema Kanban

Fonte: Fomir, *Approfondimenti sulla Lean Production*

Ci sono due tipi di cartellini Kanban:

1. **KANBAN MOVIMENTAZIONE/PRELIEVO:** servono per spostare componenti o materiali verso un processo produttivo. Il Kanban di movimentazione autorizza il movimento di un componente tra due specificati centri di produzione. Esso indica i tipi e le quantità di componenti che il processo successivo deve ritirare dal processo precedente ed è impiegato per far risalire il consumo tra le varie fasi di lavorazione. I cartellini di movimentazione, perciò, circolano solo tra centri di produzione e ciascuno riguarda solo un particolare componente.

2. **KANBAN PRODUZIONE:** rappresentano veri e propri ordini di produzione mediante i quali si autorizza il processo a monte a produrre un certo componente per un processo a valle. Il Kanban produzione autorizza la produzione di un contenitore standard di parti per rimpiazzarne uno appena prelevato da un punto di stoccaggio in uscita. Esso indica l'esatta quantità ed il tipo di prodotto che deve essere prodotta dal processo precedente (fase a monte). Questi cartellini sono usati solamente al centro di produzione ed al suo punto di stoccaggio in uscita.

Il kanban però può essere distinto in più tipologie che vanno applicate a seconda del contesto di utilizzo.

SINGLE CARD KANBAN: utilizza il solo kanban di movimentazione. Esso, generalmente, viene utilizzato nei casi di particolare vicinanza tra i reparti operativi. È la tipologia più utilizzata, prevede per un determinato componente un numero di contenitori con una quantità di pezzi predefinita e ad ogni contenitore è associato un kanban per il ripristino. Quando si svuota un contenitore il kanban ad esso associato vale come ordine di ripristino per il fornitore.

DUAL CARD KANBAN: utilizza un kanban di movimentazione ed uno di produzione. Esso,

generalmente, viene utilizzato nei casi in cui i reparti operativi sono distanti fra loro.

BATCH KANBAN: è implementato nei sistemi produttivi quando il lotto di produzione del fornitore è grande rispetto ai consumi del cliente. Il Batch Kanban è strutturato come il Kanban normale con l'unica differenza che il fornitore prima di poter produrre attende l'accumulo di un certo quantitativo di cartellini per quel codice. Questo tipo di kanban prevede l'utilizzo di tabelloni appositi per l'accumulo dei cartellini Kanban in colonne suddivise per codice.

Spesso su questi tabelloni le colonne sono divise in tre aree che si riempiono in successione:

- Zona verde: finché con i Kanban non ho riempito la zona verde e sono entrato in quella gialla non posso produrre quel componente
- Zona gialla: una volta che i Kanban iniziano a riempire la zona il fornitore può mettere in produzione quel codice
- Zona rossa: appena un Kanban viene posizionato in zona rossa il fornitore deve immediatamente mettere in produzione quel componente. (Fomir, 2017)

Quanto descritto finora dovrebbe aver fatto capire come la maggiore discrepanza tra i sistemi Pull e quelli Push risieda nelle modalità con cui ci si avvale del sistema di approvvigionamento.

I sistemi Push sfruttando la tecnica dell'MRP e sistemi di previsione, mentre i sistemi Pull fanno in modo che i clienti "tirino" l'acquisizione dei materiali necessari ed è una logica che sfrutta i cartellini Kanban.

3.1.2 Sistema One Piece One Flow

Il secondo elemento necessario per operare in una logica JIT è il sistema one piece one flow, traducibile letteralmente dall'inglese con "flusso di pezzi singoli" oppure "flusso unitario".

Questo sistema consente di organizzare la produzione in modo tale da movimentare un unico pezzo alla volta lungo un processo produttivo caratterizzato da elevata flessibilità, condizione necessaria per riuscire a competere in un ambiente caratterizzato da una crescente richiesta di personalizzazione di prodotti dal ciclo di vita sempre più breve.

Questo sistema ci permette di avere un massimo di un elemento in una determinata fase del processo. Più elementi possono essere nel processo nel suo insieme, ma nulla deve essere messo in coda e occupare spazio dal momento in cui inizia fino al momento in cui è completo. Ciò riduce gli sprechi ma richiede un'enorme quantità di coordinamento e coerenza per ottenere risultati.

Pensare di elaborare un'unità alla volta di solito fa rabbrivire l'organizzazione che ha come linfa vitale la produzione in batch. La parola "uno" non ha necessariamente un significato letterale. Dovrebbe essere correlato alle esigenze dei clienti e potrebbe essere un'unità di ordine. Tuttavia, ciò che significa è che l'organizzazione deve elaborare solo ciò che il cliente desidera, nella quantità che desidera e quando lo desidera.

Gli obiettivi del flusso di un pezzo sono: fare una parte alla volta correttamente per tutto il tempo senza interruzioni impreviste senza lunghi tempi di coda. Al contrario, l'elaborazione in batch crea un gran numero di prodotti o lavora su un gran numero di transazioni contemporaneamente, inviandole insieme, come un gruppo, attraverso ogni fase operativa. Ci sono due principali vantaggi del flusso di un pezzo: che il lavoro viene completato più velocemente e che viene risparmiato denaro sia per il tempo che per lo spazio che viene liberato. L'utilizzo di un flusso di un pezzo può rendere i risultati finali di qualità superiore rispetto a se venissero affrontati in blocco. Questo perché è più probabile che gli errori vengano individuati durante il processo piuttosto che alla fine, quando è troppo tardi per correggerli. Inoltre, i processi saranno più flessibili per il cliente. Poiché si è in grado di evadere ordini e attività molto più velocemente, possono essere lasciati più a lungo prima di iniziare a lavorarci. Questo lascia quindi più tempo al cliente per apportare eventuali modifiche prima che il lavoro sia già iniziato.

Il problema principale con il flusso di un pezzo è che questo modello non è adatto a tutte le operazioni e il tentativo di applicarlo a tutto farà molto più male che bene.

Ad esempio, il flusso continuo prospera quando viene prodotta una piccola varietà di prodotti. Mettere insieme più articoli diversi che richiedono approcci diversi provocherà confusione e inefficienza. Non solo, ma se i prodotti o lotti sono radicalmente diversi, può essere costoso modificare le linee di produzione per adattarle a ciascun ordine perché il tempo di inattività per impostare l'attrezzatura significa che il costo unitario può finire per essere maggiore rispetto a se si fosse raggruppato tutto insieme. (Process.st, 2018)

3.1.3 Takt time

Il terzo elemento che caratterizza una politica di gestione delle scorte JIT è il Takt Time, il ritmo di produzione ottimale per riuscire a ridurre i quantitativi di scorte. È un indicatore temporale che permette di unire la produzione alla domanda, e il ritmo di realizzazione a quello di vendita. Tecnicamente è “il tempo massimo in cui deve uscire dalle linee di produzione un prodotto finito per soddisfare la richiesta dei clienti, o del mercato”⁴³. È uno strumento utilissimo per riuscire a fissare il ritmo che deve seguire la produzione per riuscire ad eliminare, o quanto meno cercare di evitare, la creazione di muda sotto forma di attese o colli di bottiglia. Un corretto calcolo del Takt Time dovrebbe riuscire a ridurre al minimo i tempi di attesa del cliente e livellare la quantità di ordini giornalieri. Permette, cioè, di capire a quale velocità il nostro processo dovrebbe andare per riuscire a soddisfare le richieste dei clienti. Algebricamente si calcola come il rapporto tra il tempo di lavoro (espresso in ore giornaliere) e il numero di richieste dei clienti (esprese in numero di pezzi al giorno), indica il lasso di tempo in cui deve essere realizzata un’unità di prodotto.

In formula:

$$\text{TAKT TIME} = \frac{\text{ORE DI LAVORO DISPONIBILI (AL GIORNO)}}{\text{NUMERO RICHIESTE DEI CLIENTI (AL GIORNO)}}$$

Questo indicatore non va tuttavia confuso con il tempo ciclo e nemmeno con il lead time. Il lead time, infatti, rappresenta il tempo intercorrente tra la ricezione di una richiesta di prodotto e la sua evasione (è il tempo totale di realizzazione). Il tempo ciclo, invece, rappresenta il tempo effettivo di realizzazione, le ore di lavoro manuale che sono state impiegate per evadere una determinata commessa. A tal riguardo è utile sottolineare come dal rapporto fra tempo ciclo e Takt Time sia possibile determinare il numero di operatori o persone richieste per svolgere quella determinata commessa. In formula:

$$\text{N° DI PERSONE} = \frac{\text{TEMPO CICLO}}{\text{TAKT TIME}}$$

Attraverso il calcolo del tempo ciclo, del Takt Time e del risultante numero di persone richieste per evadere una commessa, sarà possibile determinare anche la quantità ottimale di persone necessarie in ciascuna cella produttiva. Si potranno, quindi, svolgere le dovute

operazioni di assestamento nel caso in cui il personale presente all'interno di ciascuna cella sia in sovrannumero oppure se all'interno della stessa vi sia una carenza di personale.

3.2 Jidoka: il secondo pilastro

Il secondo pilastro della Lean Production è il Jidoka. La parola Jidoka in giapponese è traducibile letteralmente con il termine "autonomazione" mentre in una traduzione più libera la si può intendere come "automazione con un tocco umano".

Il punto fondamentale del Jidoka è che la qualità deve essere costruita nel processo affinché l'output sia con qualità al 100%. Questo obiettivo è il solo accettabile e per essere raggiunto sono necessarie due condizioni:

- l'impianto o la macchina devono fermarsi quando la qualità non è più assicurata
- l'intervento sulla macchina o sull'impianto non deve in alcun modo alterare la qualità dell'output

Queste due condizioni sono garantite introducendo nel sistema produttivo grandi dosi di "intelligenza umana" per ottenere macchine "intelligenti". Con il Jidoka gli impianti e le macchine vengono dotati di dispositivi idonei di fermata quando si è in condizioni di non qualità. La fermata in mancanza di qualità si applica anche alle linee di montaggio manuale. Ogni pezzo è controllato dall'operatore stesso subito dopo la realizzazione, spesso attraverso dispositivi che rendono il processo a prova di errore (Poka Yoke) ed in caso di rilevata non conformità, l'operatore è autorizzato a sospendere la produzione.

È importante rendere la qualità non più la fase finale della catena produttiva ma parte integrante del processo. Per arrivare a raggiungere questo obiettivo (l'obiettivo zero difetti o qualità totale), tuttavia, non è sufficiente ingegnerizzare la produzione affinché questa si fermi quando si verificano errori. È necessaria anche la presenza di dipendenti dotati di caratteristiche in termini cognitivi che li rendano adatti a queste metodologie.

Rispetto ad un tradizionale approccio produttivo, ogni dipendente o addetto diventa responsabile, se pur in piccola parte, del controllo della qualità, generando una grande motivazione per i lavoratori, come conseguenza di un'attiva partecipazione alla risoluzione dei problemi.

Le fasi di applicazione del jidoka sono:

- Identificare i problemi e rendersi conto che esiste un'anomalia. Questo primo step può essere automatizzato. I dispositivi Poka-yoke sono tra gli strumenti maggiormente utilizzati in questa fase per individuare un problema e fermare in automatico la linea produttiva.
- Stop. Anche questa seconda fase può essere del tutto automatizzata. Il modello mentale che bisogna avere ben presente in questo step è non mandare avanti prodotti non conformi, contrapposto al credo della produzione di massa che predica di produrre, con la risoluzione del problema che avverrà solo in un secondo momento.

Il terzo e il quarto step del jidoka non possono essere automatizzati. Devono essere portati avanti sempre e solo dalle persone perché richiedono un'analisi, una diagnosi di ciò che è meglio fare e un processo di problem solving.

- Risolvere la situazione correggendo al più presto il problema. In questa fase è fondamentale la velocità: occorre rimuovere il motivo del blocco e far ripartire il processo il più velocemente possibile.
- Chiarire quali cause hanno scatenato il problema e avviare una contromisura che, nel tempo, garantisca che non si ripresenteranno più le condizioni che hanno portato alla nascita dell'anomalia. Bisogna partire con una buona analisi delle cause, utilizzando strumenti quali i 5 perché, e organizzando squadre di uomini capaci di applicare le tecniche del kaizen per cambiare situazioni potenzialmente pericolose. (Cosentino)

Quindi possiamo dire che gli strumenti su cui è fondato un sistema Jidoka sono sostanzialmente due:

- Il Poka-Yoke
- I cinque Perché

3.2.1 Poka-Yoke

Poka significa errore involontario in giapponese, Yoke significa evitare o ridurre, in modo che l'espressione Poka Yoke possa essere tradotta come "evitare errori involontari". L'espressione giapponese Poka Yoke descrive un principio costituito da diversi elementi, che include precauzioni tecniche e dispositivi per la prevenzione degli errori e per il rilevamento immediato degli errori. È particolarmente orientato verso gli errori involontari che le persone possono commettere quando sono coinvolti nei processi di produzione ed è inteso a impedire che un errore si trasformi in un errore di prodotto o difetto.

Questo non può essere fatto selezionando i prodotti buoni da quelli difettosi alla fine del processo. Un'azienda non può sperare di raggiungere un ambiente senza difetti in questo modo. Se invece gli errori sono intercettati prima che portino difetti, allora un ambiente libero da essi è possibile. Infatti, il poka-yoke si focalizza sul perseguimento della qualità alla fonte, cercando di catturare i feedback sui difetti il più vicino possibile alla radice del problema.

Il poka-yoke è implementato attraverso la realizzazione di semplici ed economici dispositivi disegnati per catturare gli errori prima che diventino difetti. Questi dispositivi sono posti lungo il processo per assicurare all'operatore la facilità di svolgere il proprio compito correttamente o descrivono la difficoltà di svolgerlo in modo sbagliato.

Attraverso lo sfruttamento degli strumenti Poka-Yoke è possibile ridurre di molto i tempi lavorativi, e i costi, in quanto è possibile svolgere in modo ottimale il proprio lavoro già dalla prima volta che lo si compie, limitando le operazioni di ispezione o controllo e i costi di formazione del personale.

3.2.2 I cinque perché

L'obiettivo dell'utilizzo del Jidoka è quello di riuscire a separare gli addetti e le macchine. In questo modo i macchinari non necessitano più di una continua osservazione durante il loro operato e il personale riesce a generare un surplus di valore. Infatti, se il personale o gli

addetti svolgessero come unico compito quello di osservare gli impianti in funzione, si verrebbe a generare muda come conseguenza del far svolgere a uomo e macchina un compito che potrebbe altresì essere svolto solamente da uno dei due. È però necessario sviluppare e formare il personale sia in termini cognitivi che di predisposizione al problem solving.

Un metodo utile per far fruttare l'intelligenza dei dipendenti, così da incrementare ancor più il valore che apportano all'interno dell'azienda, viene chiamato Metodo dei Cinque Perché. Questa teoria venne applicata per la prima volta alla Toyota Motor Corporation, durante l'evoluzione delle metodologie di produzione per poter mettere a fuoco il problema, qualora se ne presentasse uno durante la produzione.

La tecnica dei "Cinque Perché" consiste in una serie di domande che permettono di ricercare le relazioni causa-effetto che si nascondono dietro ad un determinato problema: di fronte ad una determinata problematica un operatore dovrebbe domandarsi almeno cinque volte perché e cercare di darsi una risposta. Secondo quest'impostazione, se ci si fermasse al primo perché (alla prima domanda che ricerca una correlazione causa-effetto) non si riuscirebbe effettivamente a percepire il problema reale e ci si fermerebbe alla superficie trovando una soluzione che non sempre lo risolve completamente. Invece, ponendosi almeno cinque volte la domanda perché di fronte ad un problema si riescono a identificare le effettive cause di un determinato problema e, così, riuscire a risolverlo completamente e definitivamente.

Infatti, quando si verifica un problema, si approfondisce la causa alla radice chiedendo "Perché?". Poi, quando una contromisura sembra funzionare, si segue quella traccia fino in fondo per evitare che il problema si ripeta. La tecnica dei cinque perché usa contromisure, ovvero un'azione o un insieme di azioni che cerca di evitare che il problema si ripeta.

È possibile utilizzare la tecnica dei cinque Perché per la risoluzione dei problemi, il miglioramento della qualità e per affrontare le difficoltà. Ha efficacia maggiore se utilizzata per risolvere problemi semplici o moderatamente difficili. Potrebbe non essere adatto se dovessi affrontare un problema complesso o critico. Questo perché la tecnica dei cinque perché può portare a perseguire una singola traccia, o un numero limitato di tracce di indagine quando, in realtà, potrebbero esserci cause multiple. Questa semplice tecnica, tuttavia, può indirizzare rapidamente alla radice di un problema. Quindi, ogni volta che un sistema o un processo non funziona correttamente, bisogna fare un tentativo prima di intraprendere un approccio più approfondito.

3.3 L'Heijunka

Dopo aver trattato i due pilastri su cui si erge la casa della Lean ne verranno ora illustrate le fondamenta. Il primo concetto base su cui si erge la costruzione di un'impresa snella è quello di Heijunka, definibile come il processo di livellamento della produzione che, all'interno di un determinato periodo di tempo produttivo, cerca di minimizzare l'impatto di picchi e crolli della domanda, regolando il corretto e costante flusso produttivo. Il riuscire a livellare la produzione in modo da evitare gli sprechi, l'essere efficienti e riuscire al contempo ad essere efficaci rispetto alle richieste del mercato è una delle più grandi sfide che cercano di affrontare le imprese che cercano di adottare una filosofia a stampo snello.

È proprio il riuscire a creare un equilibrio nel carico di lavoro che permette di sviluppare ed implementare i pilastri della casa della Lean.

Se la domanda fosse stabile livellare la produzione sarebbe molto semplice, ma purtroppo non è così. Ecco, quindi, che si agisce sui volumi di produzione in modo da riuscire a programmare al meglio la produzione. Il livellamento può essere sostanzialmente di due tipi:

- Livellamento della produzione per volume: si calcola la media della domanda per definire il lotto minimo di produzione, con una scorta minima che permetta di coprire eventuali picchi. Il vantaggio sta nel tenere monitorato sia la media della domanda che le scorte iniziali, in modo da poter livellare la produzione.
- Livellamento della produzione per mix di prodotto: il più delle volte le produzioni prevedono un mix di prodotti con altrettante fasi di lavorazione. Il gioco si complica, ma non eccessivamente: si tende quindi a coordinare la produzione dei vari prodotti in un unico insieme e si organizzano lotti e scorte minime secondo il mix di riferimento.

Quindi possiamo dire che l'Heijunka è un livellamento del programma di produzione, sia della quantità che del mix di prodotto. Non si tratterà più di produrre i prodotti seguendo il flusso reale della domanda che può fortemente variare, ma si tratta di prendere il volume totale delle domande dei clienti in un dato periodo e di riorganizzarlo in modo da produrre ogni giorno la medesima quantità e il medesimo mix di prodotto.

3.4 Lavoro standardizzato

Il secondo punto fermo per una corretta costruzione di un'azienda snella è la standardizzazione, un potente strumento utilizzato per riuscire ad ottenere dei risultati eccellenti. Il lavoro standardizzato si basa sulla definizione di procedure operative che implicano il contributo di tutto il personale aziendale. La corretta adozione del lavoro standardizzato è in grado di fornire la combinazione di persone, macchine e materiali che massimizza la qualità e l'efficienza dei processi, assicurando al contempo un elevato grado di prevedibilità e sicurezza del lavoro. Nel processo di trasformazione lean il lavoro standardizzato costituisce un elemento fondamentale per il miglioramento. La standardizzazione si rivela essere molto utile per incanalare il sistema produttivo dentro dei binari preimpostati e per cercare di impostare un insieme di attività atte a ricercare sempre dei miglioramenti nelle procedure lavorative.

La mancanza di una qualsiasi forma di standard, infatti, comporterebbe continue variazioni nel come vengono svolte le varie operazioni con la conseguente impossibilità nel riuscire ad evidenziare la presenza di miglioramenti o far beneficiare il processo realizzativo di economie di apprendimento. Una corretta standardizzazione del lavoro avviene attraverso l'applicazione di tre concetti base che sono:

- Takt Time
- Working Sequence
- Standard In-Process Stock.

Il Takt Time, come già descritto, è il tempo che deve essere utilizzato per produrre un pezzo; Working Sequence si riferisce alla definizione di sequenze di operazioni univoche per uno stesso processo, che porta un operaio a produrre beni di qualità in modo efficiente, riducendo le scorte e i rischi di infortunio o malattia; Standard In-Process Stock è la quantità minima di componenti che deve essere sempre a portata di mano per la produzione, essa consente al lavoratore di fare il suo lavoro in modo continuo, eseguendo una stessa sequenza di operazioni ogni volta nello stesso ordine.

L'utilizzo diffuso della standardizzazione all'interno dell'impresa è importante per riuscire ad avere un costante punto di riferimento sul lavoro da svolgere, sui miglioramenti apportati e

su quelli che si possono apportare.

Tuttavia, affinché i processi vengano ottimizzati è necessario che gli standard siano ben conosciuti all'interno dell'organizzazione e presenti in ciascun reparto (vicino cioè alle postazioni lavorative) in modo tale da essere facilmente consultabili e confrontabili con l'operato svolto.

3.5 Il Kaizen

Il termine giapponese Kaizen è l'unione di due parole: KAI che significa cambiamento, e ZEN che significa meglio: da qua il significato di miglioramento continuo. Lavorare secondo la filosofia Kaizen significa ricercare sempre il miglioramento continuo, partendo dal presupposto che ogni cosa che facciamo possa essere migliorata. Anche quando pensiamo di aver raggiunto la perfezione, in realtà non è così in quanto tutto può e deve essere migliorato; quella perfezione raggiunta non diventa altro che uno standard, che si può migliorare. Nonostante al termine Kaizen siano state attribuite molteplici peculiarità e caratteristiche da parte dei vari autori che hanno trattato l'argomento, tutti quanti sono stati concordi nell'asserire che gli aspetti chiave di tale metodologia risiedono in tre punti:

- Deve possedere la caratteristica della continuità, deve essere un percorso senza fine verso sempre maggiore qualità ed efficienza.
- La maggior parte delle volte è di natura incrementale. Il cambiamento, cioè, non deve essere il risultato di innovazioni (di grandi investimenti tecnologici), ma essere il frutto di tanti, piccoli e continui miglioramenti che siano effettivamente sostenibili nel lungo periodo. Questi piccoli cambiamenti dovrebbero essere il ricavo di piccoli sforzi anche dal punto di vista economico.
- Deve essere il prodotto di un processo partecipativo, non imposto e voluto dall'alto ma proveniente dal coinvolgimento dell'intera forza lavoro. È il concetto secondo cui le decisioni e i suggerimenti devono provenire da una logica di tipo bottom-up.

È possibile scomporre il concetto di Kaizen in due differenti approcci o tipologie: il Flow Kaizen e il Process Kaizen. Con il termine Flow Kaizen si fa riferimento ai miglioramenti che vanno ad interessare l'impresa nel suo globale, che concernono quindi l'intero flusso dei materiali e delle informazioni. La procedura comincia con la mappatura del flusso attuale

cercando di identificare la presenza di eventuali sprechi per poi cercare una migliore soluzione che consenta un indisturbato scorrere del valore che elimini, cioè, la presenza di ostacoli o interruzioni. Il concetto di Process Kaizen, invece, si ricollega ad aspetti maggiormente particolari dell'impresa poiché produce dei miglioramenti riguardanti specifiche postazioni di lavoro. Questo approccio è decisamente più operativo e si ricollega al concetto giapponese di Genba Kaizen. Il processo di Genba Kaizen è articolato in quattro fasi distinte:

- La prima fase consiste nel "Go To Genba", propriamente vai nel luogo. Infatti, è necessario recarsi fisicamente nel luogo in cui si vuole operare un miglioramento e non cercare di trovare una soluzione seduti in una sedia d'ufficio.
- Il passaggio seguente consiste nel "Observe Genbutsu", traducibile con osserva la realtà che ti circonda. Consiste nell'osservare macchinari, attrezzature e uomini per cercare di comprendere le motivazioni che hanno portato a riscontrare una determinata problematica.
- Il terzo passo consiste nel cercare e trovare gli sprechi che, grazie ad un'attenta osservazione, dovrebbero ora essere visibili e identificati sotto forma di muda.
- L'ultima fase, infine, consiste nell'eseguire il Kaizen, nell'eliminare questi sprechi e apportare, così, un miglioramento alla singola postazione.

A queste quattro fasi dovrebbe poi seguire la standardizzazione della soluzione che si è trovata con la finalità di evitare che una determinata problematica possa ripresentarsi in un futuro. Un'adeguata impostazione di miglioramenti costanti e continui in ottica Lean dovrebbe arrivare ad avere una frequenza giornaliera e riuscire ad avere degli impatti positivi nell'ambiente lavorativo.

Capitolo 4

Evoluzione della Lean Production

4.1 Industria 4.0

Da qualche anno a questa parte quando si parla di settore manifatturiero si pensa immediatamente all'innovazione dovuta al Piano Industria 4.0 e in particolare all'innovazione digitale. L'Industria 4.0 non è solo una nuova rivoluzione industriale, ma nella forma di digitalizzazione del settore manifatturiero rappresenta un cambiamento radicale, che sta trasformando il modo di lavorare delle fabbriche e che permette di cambiare il rapporto tra i prodotti e i consumatori. È un processo che scaturisce dalla quarta rivoluzione industriale e che sta portando alla produzione industriale del tutto automatizzata e interconnessa. Le nuove tecnologie digitali avranno un impatto profondo nell'ambito di quattro direttrici di sviluppo: la prima riguarda l'utilizzo dei dati, la potenza di calcolo e la connettività, e si declina in big data, open data, Internet of Things, machine-to-machine e cloud computing per la centralizzazione delle informazioni e la loro conservazione. La seconda è quella degli analytics: una volta raccolti i dati, bisogna ricavarne valore. Oggi solo l'1% dei dati raccolti viene utilizzato dalle imprese, che potrebbero invece ottenere vantaggi a partire dal "machine learning", dalle macchine cioè che perfezionano la loro resa "imparando" dai dati via via raccolti e analizzati. La terza direttrice di sviluppo è l'interazione tra uomo e macchina, che coinvolge le interfacce "touch", sempre più diffuse, e la realtà aumentata. Infine, c'è tutto il settore che si occupa del passaggio dal digitale al "reale" e che comprende la manifattura additiva, la stampa 3D, la robotica, le comunicazioni, le interazioni machine-to-machine e le nuove tecnologie per immagazzinare e utilizzare l'energia in modo mirato, razionalizzando i costi e ottimizzando le prestazioni. (Maci, 2021)

L'Industria 4.0, infatti, si fonda su nove pilastri fondamentali:

1. Big Data and Analytics: raccolta e analisi di un grande numero di dati provenienti da diverse fonti a supporto dei processi decisionali;

2. Robot autonomi: la nuova generazione di robot avrà un costo più basso e maggiori capacità rispetto a quelli attualmente in uso; saranno in grado di interagire tra loro e con le persone e di apprendere da queste interazioni;
3. Simulazioni: già in uso nei processi di progettazione, l'utilizzo di sistemi simulativi verrà esteso a tutti i processi produttivi. Questi sistemi elaboreranno i dati raccolti in tempo reale in modelli simulativi virtuali al fine di testare e ottimizzare macchine, prodotti e processi e di anticipare problemi prima che questi avvengano nella realtà;
4. Integrazione orizzontale e verticale dei sistemi informativi: l'integrazione dei dati e dei sistemi lungo tutta la catena del valore farà in modo che tutti i reparti e le funzioni aziendali diventino parte di un unico sistema integrato;
5. Industrial Internet of Things: si tratta di quell'insieme di tecnologie e sensori che permetteranno agli oggetti in fabbrica, sia device sia prodotti finiti, di comunicare e interagire tra loro e con le persone via rete;
6. Cybersecurity: con l'aumento della connettività tra device, aumenterà l'esigenza, anche in fabbrica, di proteggere i sistemi di produzione e la rete informatica da potenziali minacce;
7. Cloud: molte aziende già utilizzano applicazioni cloud-based ma nell'Industry 4.0 ci sarà l'esigenza di una maggiore condivisione di dati riguardanti anche la fabbrica e, di conseguenza, anche le applicazioni per il controllo e la gestione della produzione dovranno essere disponibili in cloud;
8. Additive Manufacturing: la stampa 3D è attualmente utilizzata solo per la creazione di prototipi o per la produzione di specifici componenti. Nell'Industry 4.0 queste tecnologie di additive manufacturing verranno utilizzate in modo più ampio per produrre piccoli lotti di prodotti altamente customizzati, ed essendo realizzabili in più centri dislocati sul territorio, permetteranno di ridurre le distanze per il trasporto logistico dei prodotti finiti;
9. Augmented Reality: si tratta di sistemi che, attraverso un dispositivo mobile, come uno smartphone, o dispositivi di visione (per es. occhiali a proiezione sulla retina), di ascolto

(auricolari) e di manipolazione (guanti), aggiungono informazioni multimediali alla realtà già normalmente percepita dall'uomo.

Nell' Industria 4.0 la flessibilità dagli impianti sarà tale da consentire di personalizzare i prodotti in funzione del singolo cliente. I robot lavoreranno a contatto con l'uomo e dall'uomo apprenderanno in modo naturale. Il flusso di lavoro potrà essere riprodotto in modo virtuale, dunque prima di approntarlo fisicamente in officina, per verificarne il comportamento in astratto e potenziarne le performance.

4.1.1 Lean 4.0

È possibile associare Lean Production e Industria 4.0 o sono approcci alternativi?

Le tecnologie proposte dall'Industria 4.0 permettono la comunicazione tra macchinari, reparti produttivi, uffici e logistica, con lo scopo finale di ottenere una fabbrica intelligente, efficiente e flessibile. Il piano nazionale Industria 4.0 punta ad incoraggiare le piccole e medie imprese all'innovazione per incrementarne la produttività e ristabilire il prestigio manifatturiero italiano su scala globale. Pertanto, l'automazione intelligente può essere un grande acceleratore della metodologia Lean, la quale però deve essere compresa, implementata e assorbita prima di intraprendere un percorso di ammodernamento degli impianti produttivi, altrimenti si rischia di automatizzare gli sprechi. Per tale motivo, il primo passo da compiere, per sfruttare pienamente le potenzialità che la tecnologia di oggi ci fornisce, è la lotta ai Muda, agli sprechi, per evitare che questi vengano amplificati. Tuttavia, la vera innovazione è fatta dalle persone: attraverso il Kaizen, la Lean Production apre la mente ad una visione non tradizionale dei processi produttivi volta all'eccellenza, creando un terreno fertile per l'implementazione di nuove tecnologie che ne accelerano gli effetti. L'automazione nell'approccio Lean non è fine a sé stessa ma è il risultato dell'applicazione di una metodologia molto rigorosa nella quale la sostituzione dell'automazione all'uomo non è la prima ma bensì è l'ultima fase del Kaizen o processo di miglioramento:

1. Si comincia con "carta e penna" ad analizzare i processi da migliorare seguendo la Value Stream Map;

2. Si eliminano tutti gli sprechi ovvero ciò che non porta valore al cliente, semplificando i processi stessi;
3. Poi vengono provati i processi semplificati con una gestione manuale: in questo modo possiamo capire con l'esperienza tutto ciò che l'analisi razionale del progetto non era riuscita a definire;
4. E successivamente l'esperienza operativa possiamo trovare gli spunti necessari per mettere a punto la robustezza del nuovo processo.

A questo punto siamo pronti ad automatizzare il processo senza sprechi e senza rischi perché abbiamo già testato in campo le possibili situazioni rischiose e i problemi che potrebbero emergere. I benefici dell'utilizzo di sistemi d'automazione nella Lean Production sono di natura quantitativa e qualitativa. I benefici quantitativi più rilevanti sono relativi alla riduzione dei tempi di attraversamento; eliminazione degli errori; riduzione dei tempi di addestramento del personale; riduzione dei tempi d'intervento in caso di anomalie. I benefici qualitativi più importanti sono invece relativi alla possibilità di realizzare un controllo dei costi basato sull'attività effettivamente fornita; misurazione delle prestazioni individuali e dei processi di apprendimento degli addetti. D'altra parte, questa ondata di novità tecnologiche ha da subito messo in evidenza una criticità: in assenza di un'idea molto precisa di come la tecnologia possa essere funzionale a raggiungere gli obiettivi aziendali, la possibilità di fare danni è molto elevata. (Opta, 2017)

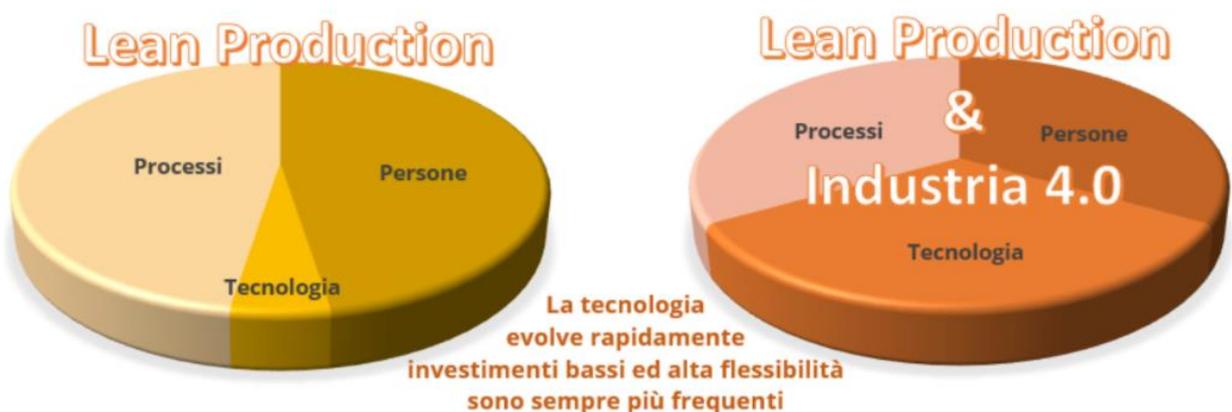


Figura 9: Dalla Lean Production alla Lean 4.0 Fonte: Opta, Un matrimonio possibile tra Lean Production e Industria4.0?

La cultura Lean si può declinare in due diversi aspetti: “che cosa fare” e “come fare”. Il “che cosa fare” sono gli obiettivi dell’approccio Lean: la focalizzazione sui bisogni del cliente,

l'eliminazione degli sprechi e il miglioramento continuo. Il "come fare" sono il lavorare in team interdisciplinari, la sperimentazione delle soluzioni e in generale le creazioni di best practice a partire da esperienze condivise. Tutte queste dinamiche di relazioni sociali si sviluppano con una condivisione fisica dello spazio e del tempo che viene messa in discussione dalle tipiche relazioni virtuali della nostra vita digitale. Le relazioni virtuali non sono uguali alle relazioni fisiche sia nei rapporti uno a uno che nei rapporti sociali.

L'esperienzialità dei progetti Lean permette alle persone di sviluppare skills comportamentali efficaci soprattutto nei processi di negoziazione che sono tipici dei team e dei progetti interdisciplinari. Quindi il differente "come fare" può essere una barriera al passaggio tra Lean e Industry 4.0. La sfida più importante è quella che richiede il processo di cambiamento organizzativo che può essere generato dalla possibile implementazione di Industry 4.0. Se capire l'impatto sui processi è complesso e difficile, capire l'impatto sulle persone è ancora più difficile e soprattutto molto più importante. Infatti, è possibile aver compreso le potenzialità del nuovo paradigma e non riuscire ad implementarlo effettivamente come spesso è capitato negli ultimi anni con la rivoluzione industriale della Lean Organization. Tuttavia, i benefici portati dall'associazione di questi due approcci superano i rischi, ma questa associazione deve essere fatta con i giusti strumenti e con le giuste tempistiche altrimenti l'Industria 4.0 senza l'ottica "Lean" rischia di risultare automazione avanzata che digitalizza le inefficienze; analogamente la Lean Production, senza il corretto approccio alle tecnologie 4.0, rischia di non manifestare completamente i propri benefici, soprattutto in contesti organizzativi complessi. (Staiano, 2018)

4.2 Six Sigma

La prima volta che si parla di metodologia Six Sigma è nel 1995 e la sua applicazione avviene in Motorola, ad opera di uno statistico aziendale, Mikel Harry che coniò la formula e il modello di misurazione. L'approccio metodologico chiamato Six Sigma è una formula e scala di misurazione ideata per poter produrre con alti standard qualitativi riducendo i costi, è un programma di gestione della qualità basato sul controllo dello scarto quadratico medio (in statistica viene indicato con la lettera sigma). L'analisi dell'attività produttiva viene quindi calcolata in termini di difetti riscontrati. Sigma è il simbolo dell'alfabeto greco per definire l'oscillazione di un parametro rispetto alla media (la deviazione standard). Sei è il livello

massimo di qualità raggiungibile ed il 'Six Sigma' indica che sono presenti sei deviazioni standard. Al crescere del numero dei sigma diminuisce la probabilità di generare errori o difetti, infatti, una qualità a sei sigma permette di avere un tasso di precisione del 99,99966% e cioè non più di 3,4 difetti per un milione di elementi prodotti. Quando parliamo di Six Sigma parliamo senza ombra di dubbio di un dato statistico che può essere applicato alla produzione, ma rappresenta anche una metodologia di gestione aziendale, applicabile ai processi aziendali più complicati. È un approccio costituito da cinque fasi ben definite: (DMAIC)

1. Definire: in questa fase il gruppo di lavoro deve identificare il processo o prodotto da migliorare, tradurre i bisogni del cliente in requisiti, identificare i partecipanti necessari per il progetto e sviluppare una pianificazione di alto livello.
2. Misurare: bisogna valutare il livello attuale della prestazione. Dopo aver scelto un adeguato sistema di misura, si confrontano i risultati con gli standard richiesti, ottenendo l'attuale livello sigma.
3. Analizzare: sulla base dei dati misurati, si applicano le tecniche statistiche per individuare le cause dei difetti e per quantificare in che misura ogni causa influenza il requisito studiato e la sua varianza.
4. Migliorare (Improve): questa è la fase in cui si propongono e si mettono in pratica i miglioramenti: solo dopo aver compreso a fondo le cause dei difetti. È infatti una prerogativa del Six Sigma quella di evitare che si salti immediatamente alle soluzioni. Occorre creare un ventaglio di possibili soluzioni agendo direttamente sulle cause più importanti, effettuare un'analisi di costi e benefici, valutare la necessità e le modalità di eventuali esperimenti o test pilota.
5. Controllare: in questa fase si tiene sotto controllo il processo, al fine di standardizzarlo e stabilizzarlo. Si quantifica l'entità del miglioramento e si intraprendono azioni di supporto come la redazione delle procedure definitive e l'addestramento del personale.

Nel caso di nuovi processi ancora da progettare, i passi precedenti, pur avendo lo stesso significato, possono essere modificati come segue:

- Definire il processo e individuare dove potrebbe non raggiungere le aspettative del cliente;
- Misurare il processo e determinare se questo raggiunge le aspettative del cliente;
- Analizzare le opzioni necessarie per soddisfare il cliente;
- Progettare (Design) cambi al processo in modo da soddisfare il cliente
- Verificare che i cambi effettuati abbiano raggiunto le aspettative del cliente.

Dalle iniziali, questo approccio è indicato con l'acronimo DMADV. Da notare come questi passi siano strettamente legati a quanto il cliente desidera dal prodotto / servizio.

4.2.1 Lean Six Sigma

Per ottenere risultati ancora più significativi, nei sistemi produttivi delle grandi aziende, è stata introdotta la Lean Six Sigma. Un sistema collaudato che permette di ottenere ulteriori benefici in termini economici e qualitativi. La metodologia Lean Six Sigma combina principi e strumenti di Six Sigma e della Lean Production allo scopo di eliminare sprechi (Muda), ottimizzando l'utilizzo delle risorse, delle aree di lavoro, dei cicli produttivi, e assicurando allo stesso tempo elevata qualità nella produzione e nella gestione dei processi. La corretta adozione della metodologia Lean Six Sigma può così garantire da un lato il miglioramento della qualità di prodotti o servizi, eliminando i difetti di produzione e controllando i problemi correlati alla deviazione standard dei processi (Six Sigma), dall'altro la riduzione degli sprechi, l'ottimizzazione delle risorse e la creazione di valore per il cliente, oltre al mantenimento del livello di qualità raggiunto, grazie al concetto di miglioramento continuo (Lean Production).

Ci sono tre elementi chiave per Lean Six Sigma:

Strumenti e tecniche: un insieme completo di strumenti e tecniche analitiche utilizzati per identificare e risolvere i problemi.

Processo e metodologia: una serie di fasi che organizzano l'uso degli strumenti di risoluzione

dei problemi per garantire che vengano trovate le vere cause alla radice e che una soluzione sia pienamente implementata.

Mentalità e cultura: un modo di pensare che si basa su dati e processi per raggiungere obiettivi di performance operativa e migliorare continuamente.

Questi tre elementi si rafforzano a vicenda. Le tecniche analitiche non vengono utilizzate in modo efficace a meno che non vi sia un processo per applicarle e una mentalità di miglioramento continuo che ne crei la necessità. Un processo di miglioramento non produce i risultati desiderati se non include gli strumenti e le tecniche che definiscono l'attività delle fasi del processo e non c'è una cultura che insiste sull'approccio sistemico basato sui dati per risolvere i problemi. Infine, una cultura che cerca di migliorare continuamente sarà frustrata se non ci sono strumenti e tecniche per l'analisi e nessun processo o metodologia che può essere applicata per organizzare e focalizzare gli sforzi di miglioramento. Fortunatamente, l'approccio Lean Six Sigma al miglioramento del business include tutti e tre i livelli.

Lean e Six Sigma sono stati combinati perché, sebbene siano diversi, sono complementari. Le somiglianze consentono loro di ingranare bene insieme. Le differenze garantiscono la disponibilità di strumenti analitici e opzioni di soluzione che miglioreranno il processo, il prodotto o il servizio. È a causa delle somiglianze che entrambi i tipi di analisi possono essere eseguiti contemporaneamente sullo stesso processo, prodotto o servizio. Somiglianze:

- Entrambi si basano su una definizione di valore basata sull'esperienza del cliente.
- Entrambi utilizzano un approccio di mappatura del flusso di processo per comprendere il processo. Anche quando l'analisi si basa su un prodotto o servizio, esiste un processo associato alla creazione e alla fornitura di quel prodotto o servizio.
- Entrambi si basano sui dati per determinare le prestazioni attuali e per determinare l'impatto delle prestazioni future. I dati raccolti in un progetto Lean Six Sigma possono essere spesso utilizzati per supportare sia l'analisi Lean che l'analisi Six Sigma. La dipendenza dai dati aiuta a garantire l'identificazione della vera causa principale.
- Entrambi vengono applicati utilizzando progetti di miglioramento che in genere verranno implementati da un piccolo team interfunzionale, una squadra in cui i membri hanno competenze e capacità diverse, ma lavorano per raggiungere un obiettivo comune.

- Entrambi sono migrati oltre l'operazione di produzione e sono ora utilizzati per tutte le funzioni e per tutti i processi rivolti verso l'interno e verso l'esterno. Sono inoltre utilizzati in tutti i settori, inclusi quelli industriali, di consumo, governativi, educativi e no profit.
- I miglioramenti basati sull'utilizzo di entrambi gli approcci normalmente ridurranno sia gli sprechi che le variazioni.

Tuttavia, ci sono alcune differenze nei due approcci. Queste differenze non creano un conflitto, ma forniscono più percorsi che possono essere utilizzati per raggiungere una destinazione simile. Un progetto Lean Six Sigma dovrebbe lasciare che la natura del difetto, come definito dal valore del cliente, e lo stato attuale del processo, prodotto o servizio dettino quali set di strumenti sono più appropriati. La soluzione finale è spesso una combinazione ibrida di miglioramenti Lean e Six Sigma. Differenze:

- Focus diverso per l'identificazione dei problemi. Lean è focalizzato sugli sprechi e Six Sigma è focalizzato sulla variazione, qualsiasi deviazione dalla performance target.
- Diversi tipi di tecniche: Lean utilizza principalmente tecniche visive sia per l'analisi che per la creazione di soluzioni supportate dall'analisi dei dati. Six Sigma utilizza principalmente tecniche statistiche per l'analisi e la creazione di soluzioni supportate dalla visualizzazione dei dati. Questo porta a un mito che Lean sia più facile di Six Sigma, perché l'analisi visiva di Lean è facile da capire, mentre molte persone sono intimidite dall'analisi numerica di Six Sigma. La realtà è che entrambi i tipi di analisi sono facili da eseguire con gli strumenti di supporto statistico odierni.
- Diversi tipi di documentazione per la soluzione: la soluzione Lean è documentata con una mappa del flusso di valore rivista che porta a cambiamenti nei flussi di lavoro e spesso a modifiche delle istruzioni di lavoro in molte delle fasi del processo. La soluzione Six Sigma è documentata con modifiche nelle procedure di configurazione e nel piano di controllo per monitorare il processo e rispondere alle variazioni. Influirà anche sulle istruzioni di lavoro e spesso porterà a cambiamenti nell'approccio o nei sistemi di misurazione.

I due approcci sono compatibili in tanti modi che è stato facile fonderli in un'unica metodologia in modo da ottenere l'effetto sinergico della loro combinazione. (go skills)

Grazie all'applicazione combinata di principi e strumenti appartenenti alle due metodologie, Lean e Six Sigma, l'azienda trae molteplici vantaggi che si traducono in un aumento di produttività e di redditività. Statisticamente i benefici economici per le aziende che adottano correttamente la metodologia Lean Six Sigma sono valutabili nell'ordine del 2-3% sul fatturato, con picchi di oltre il 10%.

Alcuni tra i più rilevanti vantaggi sono:

Aumento della qualità del prodotto: creazione di valore per il cliente, focalizzazione dell'attenzione sulle esigenze di mercato.

Miglioramento del servizio al cliente: rispondere al cliente meglio e più rapidamente.

Diminuzione del costo del prodotto: eliminazione degli sprechi, ottimizzazione nella gestione e impiego delle risorse, delle aree di lavoro e dei processi produttivi.

Accrescimento motivazione del personale: miglioramento generale delle condizioni di lavoro che si traducono in un incremento di soddisfazione e di produttività degli operatori.

Riposizionamento competitivo: la riduzione del costo per prodotto comporta l'acquisizione di un vantaggio rispetto ai competitors aziendali.

Capacità di portare nuove idee: sviluppo della capacità di innovare, maggiore stimolo verso l'individuazione e l'applicazione di soluzioni per il miglioramento continuo dei processi.

(Considi, 2016)

Conclusione

Il Lean Thinking si pone soluzioni per riuscire ad essere veramente competitivi in un ambiente, quale quello odierno, caratterizzato da: elevata incertezza, crescente richiesta di personalizzazione dei prodotti, elevato tasso di obsolescenza e crescente livello di accessibilità. Il cliente odierno è sempre maggiormente esigente. Questo in virtù dell'elevato tasso di informazioni e confronti che riesce a reperire sulla realtà che lo circonda tramite l'utilizzo di internet. In un contesto economico come questo vi è la necessità, da parte delle imprese, di ricercare un efficace connubio tra qualità, lead time, servizio su misura per il cliente e costo del prodotto. Il tutto cercando di rispondere al proprio meglio e reattivamente ai vari cambiamenti dell'ambiente esterno. La soluzione non è di facile applicazione, soprattutto all'interno di una realtà, quale quella italiana, caratterizzata in maggioranza da imprese di piccole o medie dimensioni. In tutto questo l'esperienza del metodo Lean e del cosiddetto pensiero snello si rivela un alleato preziosissimo. Infatti, l'implementazione della Lean Production risulta essere una soluzione che, se ben realizzata, può sopperire a tutto questo. La maggiore problematica, relativa alla sua applicazione, risiede nel fatto che molte imprese intraprendono il percorso di trasformazione cercando di applicare solamente alcune tecniche gestionali, senza comprenderne fino in fondo la ragion d'essere. Non si può cercare di diventare un'impresa snella senza riuscire a far immergersi completamente nella trasformazione e senza essere veramente convinti della causa. Vi deve essere la contezza della necessità di puntare su collaboratori e lavoratori che siano predisposti a lavorare insieme per soddisfare al proprio meglio le esigenze dei propri clienti. Un ruolo parimenti importante lo deve avere la fiducia che, anche se inizialmente il percorso può sembrare difficile e impervio, i risultati con il tempo arriveranno.

Bibliografia

- Chiarini, A. (2016). Lean Organiosation for Excellence. Franco Angeli.
- Considi. (2016). Metodologia Lean Six Sigma.
- Considi. (s.d.). Lean Thinking: significato, principi, strumenti e risultati.
- Cosentino, A. (s.d.). Jidoka.
- Fomir. (2017). Approfondimenti sulla Lean Production.
- G. Volpato, F. (2011). L'auto dopo la crisi. Francesco Brioschi Editore.
- go skills. (s.d.). Lean Six Sigma.
- Govoni, L. (s.d.). I principi della Lean Manufacturing.
- Il muLEANo del cambiamento. (s.d.). Lean production.
- Inside Marketing. (2019). Just in time.
- Jones, J. P. (2017). Lean Thinking. Come creare valore e bandire gli sprechi. goWare & Guerini Next.
- Maci, L. (2021). Che cos'è L'industria 4.0 e perchè è importante saperla affrontare.
- Opta. (2017). Lean production: un matrimonio possibile con Industria 4.0?
- Process.st. (2018). One Piece Flow.
- Romero, A. A. (2015). La casa del TPS o casa Lean.
- Staiano, A. (2018). Lean Productiuon e Industry 4.0: la combinazione vincente per un' azienda competitiva .

Ringraziamenti

In primis, un ringraziamento particolare va al mio relatore Maurizio Bevilacqua, per il contenuto didattico che mi ha trasmesso durante lo studio della propria materia che mi ha fatto interessare sempre di più agli argomenti trattati e per la sua disponibilità e tempestività ad ogni mia richiesta.

Un ringraziamento di cuore va alla mia famiglia che ha reso possibili questi anni di studio, in particolare i miei genitori: Antonio e Antonella, che mi hanno appoggiato in ogni mia decisione. Grazie ai loro insegnamenti e al loro supporto sono riuscito a portare a termine questo percorso nel migliore dei modi. Ringrazio anche mio fratello Daniele, i miei nonni, i miei zii e i miei cugini che mi sono sempre stati vicini.

Ringrazio il gruppo storico degli amici di Vasto, la mia seconda famiglia, i miei sei fratelli. Nonostante abbiamo scelto tutti percorsi diversi non ci siamo mai separati e ci siamo sempre stati l'uno per l'altro. Mi basta stare con loro per essere me stesso ed essere felice.

Un ringraziamento speciale va al mio amico Simone, una grande persona che ho conosciuto grazie al percorso universitario, nonostante abitiamo nello stesso paese, e che mi ha fatto sentire a mio agio in una nuova realtà. Mi mancheranno le nostre magiche serate universitarie.

Un grazie va ai miei due coinquilini: Stefano e Matteo, che posso definire anche ottimi chef. Vivere in casa insieme è stato un piacere. Ringrazio anche i miei compagni di viaggio Serena e Umberto, due splendide persone con cui ho condiviso questa avventura.

Ringrazio i miei colleghi, ma soprattutto amici: Naspì, Checco e Morosh; ci siamo sempre aiutati a vicenda per riuscire a tirare fuori il meglio da ognuno di noi. Spero di poter continuare a condividere un banco anche nel nuovo percorso che ci aspetterà da settembre.

Infine, ringrazio gli ultimi amici con cui ho condiviso questo viaggio: Fabrizio, Riccardo, Alessio, Marco, Elisabetta, Angela e Sara. È stato un piacere passare delle fantastiche serate insieme.