



# UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE FACOLTÀ DI INGEGNERIA

---

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale

La didattica della Lean Production nelle università  
italiane

---

Lean Production teaching in Italian universities

Relatore:

Prof. Maurizio Bevilacqua

Correlatore:

Prof. Filippo Emanuele Ciarapica

Tesi di laurea di:

Noemi Pizioli

Anno Accademico 2018/2019

## RINGRAZIAMENTI

*A mio Padre e a mia Madre che hanno sempre creduto in me, che mi hanno insegnato ad avere fiducia e non mollare mai e mi hanno sostenuta in questo percorso di studi.*

*A Nonno Carlo il quale mi ha trasmesso l'importanza del sapere.*

*A Lapo che non mi ha lasciata mai sola nelle lunghe giornate di studio.*

*A Mattia che mi ha visto piangere, ridere e crescere, che mi ha sostenuta nei momenti più difficili e c'è sempre stato.*

*Alle Comari Beatrice, Fabiola, Maria Stella, Michela e Noemi con le quali ho avuto la fortuna di condividere questo percorso di vita, che hanno contribuito a rendere più leggera la quotidianità della vita universitaria, non mi hanno mai fatto sentire sola e anche se le nostre strade si divideranno avrete sempre posto nel mio cuore.*

*Ai miei amici "bessbro" che hanno reso divertente e spensierato ogni istante trascorso con loro.*

*A tutti i miei compagni di università con i quali ho condiviso ansie e momenti di divertimento.*

*A me stessa, alla mia forza di volontà che mi ha permesso di non mollare mai e raggiungere questo traguardo.*

*Un ringraziamento al mio relatore, il Prof. Maurizio Bevilacqua, per la sua disponibilità e gentilezza.*

# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	4
<b>1.LEAN PRODUCTION</b> .....	5
1.1 Che cos'è la Lean Production.....	5
1.2 I cinque principi fondamentali della filosofia Lean.....	6
1.3 Muda.....	10
1.4 La Casa della Lean.....	14
1.5 Metodi di Lean Production.....	20
<b>2.APPROCCIO DIDATTICO ALLA LEAN PRODUCTION</b> .....	26
2.1 Approccio generale delle università.....	26
2.2 Approccio PBL (Problem-Based Learning).....	28
2.3 Approccio basato sui giochi.....	30
<b>3.UNIVERSITA' ITALIANE</b> .....	33
3.1 Università di Bologna.....	33
3.2 Università di Bergamo.....	36
3.3 Università di Parma.....	39
3.4 Università di Siena.....	41
<b>4. POLITECNICO DI TORINO</b> .....	43
4.1 SMALL Factory.....	44
<b>CONCLUSIONE</b> .....	47
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	48
<b>SITOGRAFIA</b> .....	49

## **INTRODUZIONE**

La Lean Production è riconosciuta ovunque ed accettata come paradigma industriale in quanto può permettere di incrementare significativamente le performance di un'azienda.

Nel mondo competitivo di oggi, infatti il cliente richiede dei prodotti accurati e di qualità e non vi è alcuno spazio per eventuali errori. Soddisfare il cliente e trovare nuovi modi di rispettarne le aspettative sono i nuovi obiettivi del mondo industriale.

Lo sviluppo di questa filosofia aziendale nella maggior parte delle imprese sia del mondo che italiane comporta da parte loro la necessità di ricercare personale ben addestrato e preparato.

La seguente tesi, dopo un'ampia descrizione iniziale della Lean Production e delle principali metodologie che si utilizzano per implementarla, tratta di come le università italiane affrontano l'attuale realtà industriale.

Infatti, la continua e persistente ricerca da parte delle aziende di personale qualificato in materia, ha fatto sì che alcune tra le principali università italiane si adattassero all'evoluzione industriale introducendo nella loro offerta formativa insegnamenti dedicati alla Lean Production.

In particolare l'elaborato affronta sia i principali approcci didattici alla lean che si sono sviluppati nel tempo e ne analizza le caratteristiche, sia l'offerta didattica che le Facoltà di Ingegneria di alcune Università italiane propongono.

# CAPITOLO 1

## LEAN PRODUCTION

### 1.1 CHE COS'E' LA LEAN PRODUCTION

La lean production costituisce un insieme di principi e metodi che, applicati in modo organico, consentono di portare all'eccellenza i processi operativi dell'azienda.

La Lean Production ("Produzione snella") fu concepita a partire dagli anni '50, solo nei primi anni '90 venne studiata e codificata dagli esperti statunitensi Womack e Jones nel loro best-seller "*La Macchina che ha cambiato il mondo*", per presentare il sistema di produzione dell'azienda giapponese Toyota, denominato all'inglese << Toyota Production System >>, che ha permesso all'azienda di ottenere risultati nettamente superiori a tutti i concorrenti nel mondo.

La Lean Production non va intesa come un approccio rigido ed univoco, ma come un insieme di tecniche che vanno adattate alla specifica realtà produttiva. Ad oggi nel mondo hanno adottato il modello lean migliaia di aziende, nell'industria come nei servizi, in quanto applicabile a tutti i processi operativi, quindi non solo strettamente produttivi, ma anche logistici, amministrativi, o di progettazione e sviluppo prodotto.

Tramite la Lean Production è possibile ottenere, a fronte di investimenti limitati, significativi miglioramenti rispetto a numerosi fattori fondamentali:

- riduzione tempi di consegna e aumento puntualità (livello di servizio);
- aumento efficienza e produttività delle risorse;
- diminuzione costi di lavorazione;
- aumento livello di qualità;
- incremento flessibilità alle variazioni del mix;
- riduzione delle scorte intermedie e finali.

Nonostante l'elevatissimo potenziale, la Lean Production è ancora relativamente poco diffusa presso le aziende italiane. La focalizzazione sulla riduzione delle attività che non

aggiungono valore (gli sprechi) e il potenziamento delle risorse per il miglioramento sono i due grandi problemi che devono essere affrontati dagli imprenditori per dare maggiore slancio alla competitività della propria azienda.

Il termine Lean, inoltre, esprime il concetto di riuscire a far fruttare al massimo l'impresa utilizzando il minimo di risorse disponibili, sia che si tratti di risorse umane, sia materiali, sia capitali.

## **1.2 I CINQUE PRINCIPI FONDAMENTALI DELLA FILOSOFIA LEAN**

La lean production è costituita da cinque principi di base e da un insieme di tecniche per la gestione dei processi operativi, che mira ad aumentare il valore percepito dal cliente finale e a ridurre sistematicamente gli sprechi.

L'obiettivo della Produzione Snella è *“fare sempre di più con sempre di meno”*.

### **1.2.1 DEFINIRE IL VALORE**

Il primo passo verso l'implementazione della filosofia Lean è costituito dalla ricerca del Valore per il cliente finale.

Secondo Womack e Jones la definizione del valore deve sempre essere pensata dal punto di vista del cliente, ovvero tutti i requisiti del cliente devono sempre essere soddisfatti. È, infatti, il cliente l'unico a poter stabilire il valore di un prodotto.

Gli esperti statunitensi affermano infatti che il valore deve essere stabilito “in termini di prodotti specifici con caratteristiche specifiche offerti a prezzi specifici attraverso un dialogo con clienti specifici”.

Ne consegue che le aziende, nella realizzazione di prodotti, dovrebbero quindi sempre interrogarsi su quanto il cliente, in base alla sua percezione, sia disposto a pagare il prodotto.

Una volta individuate le caratteristiche che costituiscono il valore per il cliente, bisogna cercare di migliorarle continuamente e di eliminare quelle che non creano valore aggiunto.

Nel concetto di valore è implicito quello di risorse, il valore si ottiene immettendo risorse nelle varie fasi che vengono svolte per arrivare al prodotto o servizio che viene consegnato al cliente. Quindi, il consumo di risorse è giustificato solo per produrre valore, altrimenti è spreco. Fornire il prodotto o il servizio sbagliato nel modo giusto è spreco.

### **1.2.2 IDENTIFICARE IL FLUSSO DEL VALORE**

Il flusso di valore per un dato prodotto consiste nell'insieme di attività necessarie per trasformare le materie prime in prodotto finito.

L'analisi del flusso di valore si può effettuare la mappatura del valore o Value Stream Mapping.

Da questa analisi emergono solitamente tre tipologie di attività:

- Attività che creano valore e il cui costo può quindi essere trasferito al cliente;
- Attività che non creano valore e che momentaneamente non è possibile eliminare dagli attuali sistemi produttivi e gestionali;
- Attività che non creano valore e sono facilmente eliminabili, perché non necessarie.

Il flusso, quindi, segue la linea guida del *Toyota Production System* riguardo l'orientamento del cliente e cerca di ridurre il tempo che intercorre dal momento dell'ordine da parte del cliente alla consegna del prodotto.

I tre flussi principali sono:

- Progettazione/Sviluppo Prodotto;
- Gestione Ordini;
- Produzione dei Beni/Erogazione dei Servizi.

### **1.2.3 FAR SCORRERE IL FLUSSO**

Una volta definito con precisione il valore (primo principio), identificato il flusso di valore per un dato prodotto o famiglia di prodotti ed averlo ricostruito eliminando le attività inutili attraverso la mappatura dei flussi (secondo principio), bisogna fare sì che le restanti attività creatrici di valore fluiscano (terzo principio).

L'obiettivo è quello di agire senza interruzioni, deviazioni o attese, e di rovesciare il tradizionale modo di ragionare attraverso "lotti", "funzioni, cercando di eliminare la convinzione che le attività devono essere raggruppate per tipologia per poter essere eseguite in modo più efficiente e gestite più facilmente.

I compiti possono quasi sempre essere eseguiti in modo più efficace se il prodotto viene lavorato ininterrottamente dalla materia prima al prodotto finito.

Inoltre, affinché il flusso sia snello e continuo bisogna cercare di evitare i tempi morti, i tempi di attesa dovuti a code o colli di bottiglia, i tempi di attrezzaggio, un errato sequenziamento in base alle priorità o più in generale una mancanza di sincronismo tra le varie attività.

### **1.2.4 PULL**

In seguito alla definizione del valore, all'identificazione del flusso di valore, all'eliminazione degli sprechi per fare sì che il flusso scorra senza interruzioni, il tempo che intercorre tra l'ideazione del prodotto e la sua consegna al cliente si riduce notevolmente.

La potenzialità dei sistemi di produzione ora sta nella capacità di progettare, programmare e realizzare esattamente quello che il cliente vuole nel momento in cui lo vuole.

Questa nuova logica permette al cliente di "tirare" il prodotto dall'azienda invertendo completamente la politica che sia l'azienda a spingere lo stesso verso il cliente, creando sprechi attraverso la messa in atto di attività non richieste e quindi non necessarie.

Da questa tipologia di gestione aziendale ne consegue che la domanda sia molto più stabile e non ci siano variazioni impreviste, in quanto i clienti possono ottenere ciò che desiderano nel momento stesso in cui lo richiedono.



E' necessario fare particolare attenzione al fatto che attuando questo modo di agire non si deve mettere in crisi il sistema produttivo, ma si deve semplicemente tendere a soddisfare il più possibile le richieste del cliente.

### **1.2.5 RICERCARE LA PERFEZIONE**

La perfezione è il punto di riferimento a cui si deve tendere senza fine attraverso il miglioramento continuo (*Kaizen*, parola composta da *Kai* cambiamento e *Zen* migliore).

Infatti se si sono applicati correttamente i primi quattro principi si creano cooperazioni impensabili che mettono in moto un processo continuo di riduzione dei tempi, degli spazi e dei costi.

L'applicazione dei principi lean deve essere sistematica e continua per giungere a continui miglioramenti e offrire un prodotto che sia sempre più vicino a quello richiesto dal cliente.

## 1.3 MUDA

Muda è un termine giapponese, in italiano significa “Spreco”, con questo termine viene identificata qualsiasi attività svolta da un’azienda che assorbe risorse e non crea valore per il cliente quindi, sta ad indicare qualcosa di estremamente negativo che va eliminato e combattuto in maniera sistematica.

L’ingegnere capo della Toyota, Taiichi Ohno (1912-1990), individua sette tipi di sprechi, che sono alla base del Toyota Production System.



Fig. n. 1 - Esempificazione dei Muda.

Fonte: Metodi e Strumenti per il Fiat Auto Production System, Fiat Group Automobiles (2007).

### 1.3.1 SOVRAPPRODUZIONE

La sovrapproduzione consiste nel realizzare più articoli e prodotti rispetto a quelli effettivamente richiesti dal cliente: questo eccesso si traduce in uno spreco, in termini di materiali, di tempo e di risorse umane.

E' lo spreco più grave, in quanto non solo presuppone un inutile consumo di risorse, ma è la causa di tutti gli altri sei tipi di Muda.

La sovrapproduzione è un problema tipico dei sistemi di produzione a lotti e code nei quali, basandosi su una logica di tipo Push, si producono enormi quantità di prodotti ancor prima che vengano effettivamente richiesti dai consumatori. Questi prodotti inevitabilmente finiscono per sostare nei magazzini sotto forma di rimanenze.

### **1.3.2 DIFETTI**

Produrre delle parti difettose oppure, peggio, degli interi prodotti in maniera sbagliata è uno spreco. Il cliente insoddisfatto non riconoscerà in quel prodotto del valore, e l'azienda avrà consumato risorse inutilmente.

I difetti, inoltre, rallentano la produzione e portano all'aumento dei *Lead Time*. Il fallimento, infatti, della creazione di un prodotto rispondente alle specifiche al primo tentativo provoca un ritardo nella consegna dello stesso.

Saper riconoscere i difetti sin dalle prime fasi di lavorazione del prodotto ed essere in grado di minimizzarli è sicuramente un grande vantaggio per l'azienda.

L'obiettivo perciò è quello di fare in modo che la produzione sia conforme fin dall'inizio, evitando che ci sia la possibilità che qualcosa esca e debba essere qualificato come prodotto di scarto, dovendo quindi essere scartato o rilavorato.

### **1.3.3 SCORTE**

Le scorte possono essere sotto forma di materie prime, semilavorati o prodotti finiti. Le scorte rappresentano una forma di spreco per due motivi: sono state prodotte consumando risorse, ma non hanno ancora dato origine al guadagno ("Capitale Fermo") e occupano spazio in magazzino che potrebbe essere utilizzato altrimenti comportano ulteriori costi di stoccaggio e magazzino.

Tutti gli sprechi inoltre possono essere suddivisi in due gruppi distintivi:

- Sprechi immediatamente eliminabili, e costituiscono generalmente il 65% degli sprechi totali;
- Sprechi non immediatamente eliminabili che costituiscono il restante 35%.

Ai primi si può facilmente ovviare mediante degli eventi Kaizen, mentre i secondi richiedono un riassetto dei processi che li coinvolgono in modo più profondo e radicale.

#### **1.3.4 MOVIMENTO**

Qualsiasi spostamento di capitale umano o materiali lungo il processo produttivo, può essere la causa di danni, usura o problemi di sicurezza per il personale. Per questo è importante minimizzare gli spostamenti attraverso una corretta organizzazione del posto di lavoro.

Il muda dei movimenti viene in molti casi messo in evidenza dall'indicatore chiamato: contenuto di lavoro. Esso può essere calcolato come il rapporto fra il tempo effettivamente impiegato nell'aggiunta di valore e il tempo complessivo dell'operazione.

#### **1.3.5 TRASPORTI**

In questo caso, ci si riferisce al trasporto dei materiali all'esterno del processo produttivo, precisamente da un reparto all'altro.

Durante il trasporto, non viene creato nessun valore, ma viene sprecato tempo e sicuramente risorse. Il prodotto, infatti, tra valle e monte della fase di trasporto non ha incrementato il suo valore, anzi è stato sottoposto a rischi di danni, smarrimenti, danneggiamenti o ritardi e si verifica un aumento dei costi

Un intelligente esame dei trasporti eseguiti porta ad una continua riduzione degli stessi. Il muda di trasporto è spesso sottovalutato nonostante gli operatori sprechino una parte importante del loro tempo nella ricerca e trasporto di materie prime, semilavorati e prodotti finiti ed è considerato uno spreco con il quale non si può non convivere e in quanto tale non viene messo in discussione.

### **1.3.6 SOVRAPROCESSAMENTO**

Analizzando l'intero flusso di valore, i processi inutili sono rappresentati da quelle fasi di lavorazione che non producono valore per il cliente. Spesso le aziende effettuano le lavorazioni in maniera sistematica, magari basandosi sul know-how radicato negli anni, senza far caso a quello che è effettivamente necessario per produrre valore per il cliente finale. Questo non solo rappresenta un inutile dispendio di risorse, ma può potenzialmente generare dei "Difetti" nei prodotti.

Eliminando tutte quelle attività che non conseguono valore si evita il muda di processo; le attività da eliminare sono:

- fasi che, pur modificando il prodotto, non sono riconosciute come valore aggiunto al cliente finale;
- fasi aggiuntive per porre rimedio a fasi precedenti non ottimizzate;
- fasi che non sono necessarie per l'ottenimento delle prestazioni tecniche richieste al prodotto: lavorazioni non necessarie o ridondanti.

### **1.3.7 ATTESA**

Con l'attesa ci si riferisce soprattutto alle inutili pause tra una lavorazione e l'altra dei prodotti, ma anche ad una immobilizzazione improduttiva del capitale (magari sotto forma di scorte di magazzino).

Questo tipo di spreco è causato in particolar modo da un'errata attività di schedulazione o da un inefficiente controllo dell'ambiente produttivo o da entrambi i fattori.

Altre cause frequenti di attesa possono essere la mancata consegna di parti da parte dei fornitori o dei magazzini a monte o ancora la rottura o il semplice malfunzionamento di un qualche macchinario o la sua manutenzione.

## 1.4 LA CASA DELLA LEAN

All'origine della filosofia Lean così come la conosciamo oggi c'è il Toyota Production System, il sistema di organizzazione della produzione ideato dalla famiglia Toyota insieme all'ingegnere Taiichi Ohno nella Toyota.

Sostanzialmente, il TPS può essere rappresentato attraverso un vero e proprio tempio dell'organizzazione della produzione, dove alla base si trova la stabilità. Infatti, inizialmente si necessita di fondamenta solide per poter utilizzare gli strumenti della Lean Production, in modo da poter intraprendere una produzione snella nel lungo termine.

E' fondamentale per iniziare questo processo di stabilizzazione analizzare l'ambiente produttivo e stabilire gli obiettivi che si vogliono raggiungere, ricordando sempre di assecondare le richieste del cliente.

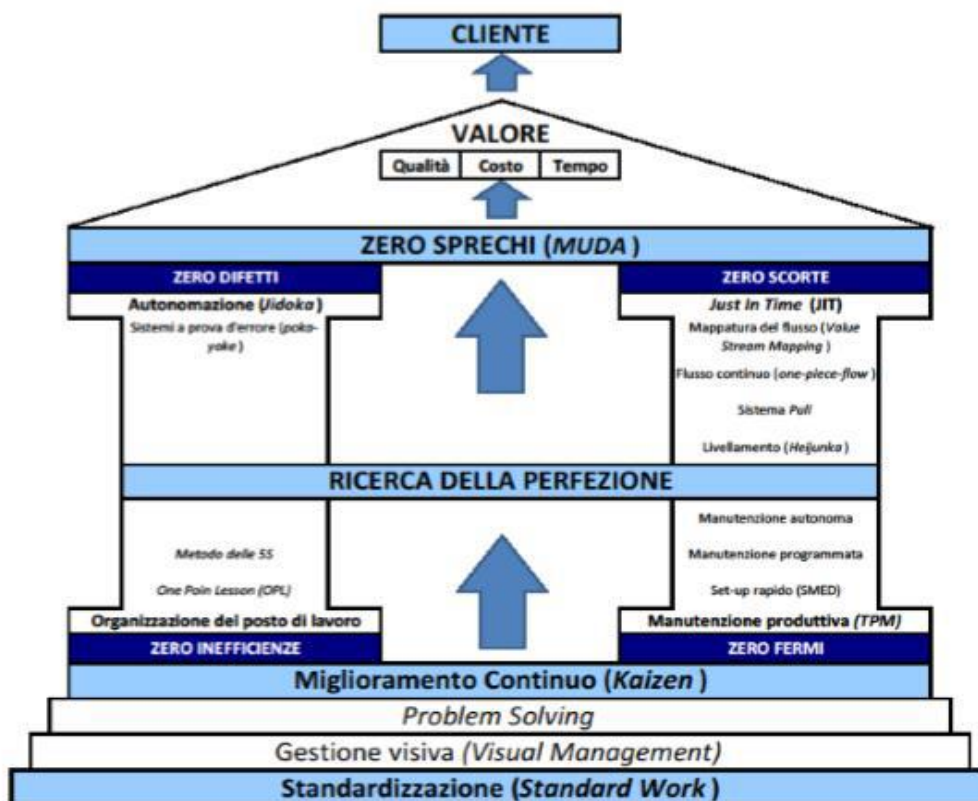


Fig. n. 2 - Casa della Lean Production.

Fonte: [www.openinnovation-platform.net](http://www.openinnovation-platform.net).

Alla base di questo “tempio dell’organizzazione della produzione” ci sono i due principi cardine della filosofia Lean: standardizzazione (standard work) e miglioramento continuo (kaizen).

I quattro pilastri della Casa della Lean Production sono:

- Just in time (JIT)
- Automazione (Jidoka)
- Manutenzione produttiva (Total Productive Maintenance, TPM)
- Organizzazione del posto di lavoro (Workplace Organization, WO).

Ogni pilastro ha un obiettivo personale da portare a termine:

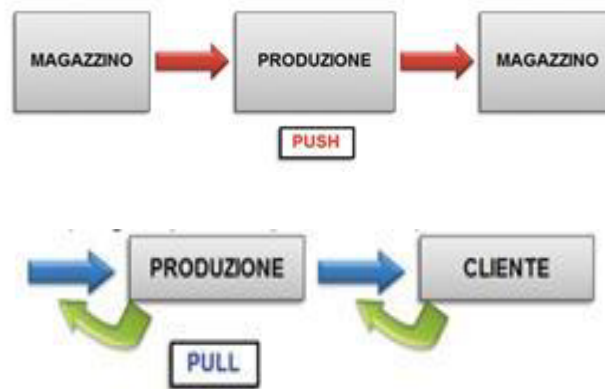
- JIT → zero scorte
- Jidoka → zero difetti
- TPM → zero fermi
- WO → zero inefficienze.

Tutti questi singoli obiettivi coordinati insieme devono ridurre gli sprechi, ovvero i Muda, e devono creare valore in termini di qualità, costo e tempo puntando ad ottenere un prodotto che soddisfi il cliente. Ovvero quello rappresentato dal triangolo del tetto della Casa della Lean.

#### **1.4.1 JUST IN TIME**

La prima definizione di Just in Time viene da Taiichi Ohno, il quale lo descrive come “l’atto di avere le parti giuste al momento giusto nel giusto quantitativo”.

Grazie all’attuazione di questa metodologia si è assistito al passaggio dall’ambiente produttivo di tipo Push, per la quale gli articoli venivano prodotti e messi in magazzino in attesa di essere venduti, a quello di tipo Pull, ovvero a “trazione”.



**Fig. n. 3** - Ambiente produttivo di tipo Push e di tipo Pull

Fonte: [www.multimac.it](http://www.multimac.it)

Implementare, quindi, la filosofia Lean significa evitare di stimare la domanda e produrre solo ciò che viene richiesto, infatti dato che l'attività viene "tirata" dall'esterno porta a produrre direttamente una volta ricevuto l'ordine.

Questo, però, si può applicare in un ambiente produttivo nel quale si sono già analizzate le fasi di valore aggiunto e si sono eliminate tutte quelle non necessarie, ad esempio attraverso la mappatura del flusso di valore (Value Stream Mapping). Riducendo gli sprechi al massimo non si avrà la necessità di anticipare delle fasi produttive, in questo modo, sarà possibile far partire la produzione esattamente nel momento in cui il cliente emette l'ordine.

L'attuazione del Just in Time:

- Zero Lead Time: essendo impossibile ottenere un Lead Time nullo, bisogna mirare a renderlo il minore possibile.
- Zero movimentazione: minimizzare il più possibile la movimentazione dei beni.
- Zero guasti: è raro che non avvengano mai guasti, ma facendo una buona manutenzione preventiva si può ridurre notevolmente l'incidenza del guasto.
- Lotti ridotti: è possibile abbassare i costi e migliorare il servizio, diminuendo il tempo di attesa per i clienti, con lotti di piccola dimensione.



### **1.4.2 JIDOKA**

Jidoka in italiano significa Autonomazione. Insieme al JIT, il concetto di Jidoka è un pilastro del Toyota Production System e si basa sul proverbio “Ferma la produzione in modo che la produzione non si fermi mai”. Il concetto alla base è che, per restringere al minimo i danni causati da un errore o da un prodotto difettoso, è meglio capire immediatamente la causa del malfunzionamento e porvi rimedio immediatamente. In questo modo tutte le fasi di lavorazione successive non saranno compromesse e il numero di scarti e prodotti difettosi saranno limitati.

Nell'impresa snella, quindi, per autonomazione si intende una situazione in cui sia le macchine che le persone sono in grado di fermare il processo produttivo al primo segnale di anomalia. Se viene scoperto un malfunzionamento o un difetto, la macchina deve essere in grado di bloccarsi autonomamente e ciascun lavoratore deve essere in grado di correggere l'errore, interrompendo il flusso produttivo. In questo modo l'intero impianto produttivo (uomini e macchine) diventa capace di “costruire la Qualità” in ogni fase di lavorazione.

Dell'adozione delle tecniche Jidoka, si possono quindi ottenere i seguenti vantaggi:

- Prodotti privi di difetti;
- Prodotti di qualità elevata e produttività migliorata;
- Operatori motivati grazie all'assunzione di responsabilità e autorità necessarie per fermare i macchinari nelle linee produttive e apportarvi delle modifiche;
- Prevenzione dei guasti nei reparti.

### **1.4.3 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)**

Total Productive Maintenance è una tecnica di miglioramento continuo che riguarda in particolar modo gli impianti e i macchinari utilizzati nel processo produttivo infatti:

- Totale: coinvolgimento attivo di tutto il personale;
- Produttiva: segue l'obiettivo di migliorare la produttività degli impianti;
- Manutenzione: mantenimento dell'efficienza degli impianti nel tempo.

Il TPM mira ad ottenere tempi di consegna brevi per fornire prodotti di alta qualità, a basso costo. Ciò avviene “snellendo” i processi attraverso l’eliminazione di ogni spreco/attività che non aggiunge valore nei vari flussi aziendali.

L’idea di base è quella di limitare le perdite attraverso la prevenzione dei malfunzionamenti e il coinvolgimento di tutti, dal top management agli operatori di linea.

In particolare, tre sono i tipi di perdite che si punta a ridurre:

- Perdite da fermate: perdite legate ai guasti, ai riattrezzaggi e ai cambi produzione;
- Perdite per velocità: legate ai rallentamenti nella produzione;
- Perdite per qualità: qui si fa riferimento agli scarti di produzione, prodotti difettosi e in generale alle perdite legate alla scarsa qualità.

Per limitare queste perdite, il TPM prevede cinque principi:

- Manutenzione autonoma
- Manutenzione pianificata
- Miglioramento specifico
- Miglioramento per la qualità.

#### **1.4.4 WORKPLACE ORGANIZATION**

Affinché un sistema produttivo funzioni efficientemente, è necessaria un’organizzazione scrupolosa dello spazio di lavoro. Questo può essere realizzato mediante la presenza di attrezzatura, materiali e strumenti in un unico posto in prossimità delle macchine o stazioni in corrispondenza delle quali saranno utilizzati.

La ragione di ciò è che, quando necessario, si possono trovare immediatamente gli oggetti necessari. Se, invece, questi venissero collocati in modo disordinato e confuso sul posto di lavoro, oltre alla difficoltà di localizzazione per l’operatore, si perderebbe del tempo che potrebbe essere destinato ad altre operazioni.

### **1.4.5 STANDARDIZZAZIONE E KAIZEN**

Alla base dei pilastri ci sono due concetti fondamentali:

#### **STANDARDIZZAZIONE (STANDARD WORK)**

“Non si può migliorare se non c'è standardizzazione” (Taichi Ohno)

La standardizzazione costituisce una base scientifica sulla quale valutare e correggere. I tre fattori che possono essere standardizzati sono: la sequenza di attività, le tempistiche e i magazzini.

La sequenza è l'ordine in cui un lavoratore deve svolgere alcune lavorazioni. Stabilire una serie di attività serve per assicurare che tutti i lavoratori che le svolgono lo facciano in modo simile per garantire una differenza davvero minima del processo e l'assenza di eventuali difetti.

Le tempistiche di processo anche possono essere standardizzate. Il takt time, ad esempio, è la frequenza con la quale viene prodotto un singolo pezzo e viene utilizzato per specificare chiaramente e monitorare la velocità di un processo nei suoi diversi stadi.

Il magazzino di riferimento di un processo che non è altro che la quantità minima di materiali necessaria per mantenere attivo un processo o una cella produttiva che producano ad una velocità desiderata. Standardizzare questo livello minimo di materiali va fatto per non rischiare che il processo debba fermarsi per attendere il riapprovvigionamento.

#### **MIGLIORAMENTO CONTINUO (KAIZEN)**

La filosofia Kaizen si basa sul principio del miglioramento graduale, fatto di piccoli passi in avanti giornalieri. Compiendo alcuni semplici gesti quotidiani è possibile, infatti, creare dei miglioramenti complessi, che prima magari sembravano inimmaginabili.

Le attività di Kaizen consistono nello “smontare e rimontare in modo migliore”, col fine di imparare a notare ed eliminare gli sprechi, eliminare il lavoro troppo duro sia fisicamente che mentalmente e, quindi, rendere le condizioni lavorative più umane.

Le attività principali del Kaizen sono:

- Eliminare gli sprechi: risparmiando tempo, movimenti, trasporti e risorse utilizzate per processi inutili;

- Standardizzare: definizione del modo migliore per svolgere una certa attività;
- Misurare i risultati ottenuti: e confrontarli con quelli attesi;
- Ripetere il ciclo all'infinito, considerando i problemi non come ostacoli, ma come stimoli per il miglioramento continuo.

La logica di fondo non è quella di trovare immediatamente la soluzione migliore per ciascuna esigenza, ma quella di praticare piccoli miglioramenti incrementali continui.

## **1.5 METODI DI LEAN PRODUCTION**

Affinché la Lean Production si possa attuare in modo concreto all'interno di un'azienda sono necessari degli strumenti, i quali permettano di assicurare il controllo contemporaneo sulle tre caratteristiche che creano valore per il cliente: qualità, costi e servizio.

### **1.5.1 IL METODO DELLE 5S**

5S è l'acronimo dei cinque termini di lingua giapponese che rappresentano i principi fondamentali da applicare sul posto di lavoro e rappresentano altrettanto le 5 tappe di azione per migliorare l'efficienza del lavoro quotidiano.

5S è una semplice procedura per la gestione dell'ordine e della pulizia delle postazioni di lavoro ed è il punto di partenza che permette il miglioramento delle attività e il loro sviluppo futuro.

#### **1. SEIRI – SCEGLIERE/SEPARARE**

Il primo step riguarda la rimozione dalla postazione di lavoro di tutto ciò che non serve al processo produttivo. Così facendo si riesce a ridurre l'insorgere di interferenze nel processo produttivo, aumentare la qualità dei prodotti e la produttività. Questo primo punto si basa sulla strategia del cartellino rosso «red-tag», grazie quale vengono identificati gli oggetti potenzialmente non necessari.

**Fig. n. 4 – Red Tag**

Fonte: [www.newegg.it](http://www.newegg.it)

Questi cartellini rossi permettono di identificare gli oggetti non necessari, spostare gli elementi contrassegnati in “area di valutazione”, ovvero un’area temporanea in cui gli oggetti sono disponibili per un periodo limitato e infine decidere cosa fare di questi in termini di eliminazione, archiviazione, reinserimento o redistribuzione in altre aree.

## **2. SEITON –SISTEMARE /ORGANIZZARE**

Riguarda la disposizione degli oggetti/attrezzi di uso frequente, i quali vengono collocati in modo tale che siano facili da identificare, utilizzare e riporre. Così facendo si riescono ad eliminare numerosi sprechi di tempo nello svolgimento dell’attività produttive, incrementando l’economia di movimento e migliorando la visione del posto di lavoro. Tutto deve essere a vista, facilmente raggiungibile e deve valere il principio «ogni cosa a suo posto, un posto per ogni cosa».

## **3. SEISO – ORDINE/PULIZIA**

Il terzo step riguarda il tenere pulito il posto di lavoro e controllare l’ordine e la pulizia creata. Così facendo si riescono a ridurre i rischi per la salute, le rotture degli oggetti/attrezzi e il numero di pezzi difettosi.

Due strumenti utilizzati per implementare questo terzo punto sono la scheda delle 5S, che indica per area e per giorno i responsabili della pulizia e i «5minuti» che hanno lo scopo di fare capire a tutti che la pulizia deve essere una pratica quotidiana e non una perdita di tempo.

## **4. SEIKETSU- STANDARDIZZARE/SISTEMARE**

Riguarda il definire delle metodologie ripetitive e canonizzate da utilizzare per continuare queste attività di razionalizzazione delle risorse e degli spazi lavorativi.

Tre sono le fasi principali della standardizzazione: definizione dei responsabili operativi dei processi, integrazione dei processi nelle normali attività di lavoro e controllo e mantenimento dei processi.

## **5. SHITSUKE –SOSTENERE/DIFFONDERE**

Fare in modo che questo modo di pensare ed agire sia pervasivo per tutte le attività aziendali.

Gli obiettivi di questa metodologia sono:

- Sicurezza: applicazione della metodologia per rendere il posto di lavoro più sicuro;
- Ergonomia: disposizione delle attrezzature e dei materiali per lavorare meglio;
- Qualità: impegno per il miglioramento del processo e quindi del prodotto;
- Risorse: facilitare la comunicazione e la condizione delle idee;
- Spazio: ottimizzazione dell'organizzazione dello spazio di lavoro.

### **1.5.2 IL METODO SMED**

La sigla SMED significa *Single Minute Exchange of Die* (attrezzaggio in un tempo inferiore ai dieci minuti, cioè in un numero di minuti espresso da una sola cifra).

È uno dei metodi della Lean Production che ha come particolare obiettivo quello di ridurre i tempi di attrezzaggio (o di setup) ed è stato teorizzato da Shigeo Shingo, in ambiente Toyota, quando si era visto impossibilitato a produrre lotti con la massima efficienza: il tempo per il cambio di produzione era infatti troppo elevato ed andava a costituire una attività di non valore aggiunto. L'obiettivo specifico è quello di ridurre i tempi di setup da una durata di ore ad una di meno di 10 minuti (9 o meno, a seconda del singolo caso).

Per applicare la tecnica SMED innanzitutto si comincia distinguendo le attività "interne" da quelle "esterne". Le attività interne sono, ad esempio, l'installazione o la rimozione di attrezzature o apparecchiature che possono essere fatte solamente a macchina spenta. Le attività esterne, al contrario, sono quelle attività che si possono svolgere anche mentre la macchina è accesa, come ad esempio il trasporto delle attrezzature dentro e fuori il magazzino o la preparazione di uno stampo prima del suo utilizzo nella linea produttiva.

Una volta individuate le attività esterne, queste vengono svolte al di fuori del set-up dei macchinari e, per le attività interne invece, si cerca di ridurle al minimo per limitare di conseguenza il periodo di tempo in cui le macchine sono ferme.

Un altro principio fondamentale alla base della tecnica SMED è riconoscere che il tempo di set-up non è un dato immutabile ma una variabile che è possibile migliorare come ogni altra performance aziendale.

Gli obiettivi dell'analisi SMED si possono riassumere nei seguenti punti:

- Maggiore flessibilità;
- Tempi di attrezzaggio/set up ridottissimi;
- Maggiore produttività in tempi inferiori;
- Maggiore soddisfazione del cliente;
- Assenza di eccessi di produzione;
- Migliore organizzazione del lavoro per gli operatori.

### **1.5.3 IL METODO KANBAN**

Il kanban è una tecnica della Lean Production (Produzione Snella) che rende possibile il Pull Flow (Flusso Tirato) dei materiali.

Kan (看) significa "visuale", Ban (板) significa "segnale". Il kanban si basa infatti su dei cartellini fisici che permettono la produzione, l'acquisto o la movimentazione dei materiali. L'obiettivo principale del kanban è quello di evitare la sovrapproduzione che è lo spreco più importante sulla produttività di un sistema.

Il kanban è un metodo operativo per far circolare le informazioni in modo sistematizzato all'interno dell'azienda ed eventualmente tra azienda e fornitori eliminando la necessità di sistemi complessi di programmazione della produzione. Il kanban si configura come un cartellino quadrato che contiene le informazioni necessarie per produrre, acquistare o movimentare componenti e materiali nel sistema produttivo. Di conseguenza il kanban rappresenta il motore dell'attività dell'azienda gestendo in modo automatico e quotidianamente gli ordini di lavoro, consentendo ai responsabili di occuparsi di risolvere i problemi e di sviluppare i miglioramenti che si possono apportare al sistema.

I kanban si possono distinguere in due tipologie:

- I kanban di movimentazione o di trasporto che servono per spostare componenti e materiali verso un processo produttivo;
- I kanban di produzione che 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.

Le informazioni che generalmente si possono trovare su un cartellino kanban sono:

- Il codice del componente interessato;
- Il fornitore di quel componente;
- Il cliente che lo richiede;
- Il tempo a disposizione per il ripristino;
- La quantità da ripristinare;
- Il contenitore da utilizzare;
- Altre informazioni personalizzate.

I cartellini kanban vengono posizionati su un contenitore che contiene una quantità prefissata di un componente. Solo dopo che questo materiale viene consumato il cartellino viene passato al fornitore che può ripristinare i componenti consumati. Il flusso dei materiali in una produzione a kanban è perciò definito “tirato” in quanto la produzione di un componente è autorizzata solo da un effettivo consumo.

Alcuni dei benefici che l'utilizzo del Kanban è in grado di offrire alle aziende sono:

- Eliminazione della sovrapproduzione;
- Aumento della flessibilità nella risposta alla domanda del cliente;
- Semplificazione del sistema informativo legato alla produzione;
- Maggior integrazione nella catena dei processi che vanno dai fornitori fino ai clienti.



#### 1.5.4 IL METODO HEIJUNKA

Uno dei principi della lean production è la ricerca del corretto bilanciamento delle linee di produzione garantendo un flusso continuo dei prodotti.

Fondamentalmente esso consiste nel ridurre il più possibile i lotti di produzione, anche se vi fosse la possibilità di aggregarli, cercando di mantenere costante il volume totale prodotto.

Heijunka è il livellamento di produzione che equilibra il carico di lavoro all'interno della cella produttiva minimizzando, inoltre, le fluttuazioni di fornitura.

Gli elementi principali della produzione Heijunka sono:

- Livellamento del volume di produzione dato dalla corretta allocazione del carico di lavoro per un'unità di tempo in modo che il reparto produttivo sia bilanciato. Si produce secondo la media della domanda a lungo termine e si deve tenere un inventario proporzionale alla variabilità della domanda in termini di quantitativi;
- Livellamento del mix di produzione. Per semplificare il livellamento di prodotti con diversi livelli di domanda si usa spesso il cosiddetto heijunka box, ovvero dei contenitori contenenti tutti i prodotti che devono essere prodotti all'interno di un l'asso di tempo "pitch" calcolato sulla base del tack time di produzione. Il box heijunka con il suo funzionamento livella costantemente la domanda in brevi intervalli di tempo e livella la domanda per mix del prodotto. Tutti gli ordini portati a termine vengono successivamente inseriti all'interno di un apposito tabellone (heijunka board), dove ogni riga rappresenta un prodotto, mentre ogni colonna rappresenta gli identici intervalli di tempo nei quali ritirare il cartellino Kanban.

## CAPITOLO 2

### APPROCCIO DIDATTICO ALLA LEAN PRODUCTION

#### 2.1 APPROCCIO GENERALE DELLE UNIVERSITA'

In ambito accademico, l'insegnamento di Lean Production è stato considerato un imperativo, a causa del difficile e competitivo scenario che la maggior parte delle organizzazioni si trova attualmente ad affrontare e, quindi, richiede alla propria forza lavoro. In questo modo, la Lean Production è stata integrata in modo multidisciplinare in diverse università come parte dei programmi di studio, con particolare attenzione alla gestione aziendale e alla formazione in ingegneria.

Tuttavia, i libri e i metodi di insegnamento tradizionali di Lean Production si basano in larga misura sull'esperienza di produzione. Conger e Miller nel 2013 hanno affermato che l'applicazione isolata di un metodo di insegnamento, ad esempio i casi di studio, potrebbe essere una scelta sbagliata per l'insegnamento di Lean Production, poiché gli studenti potrebbero non avere le basi fisiche e concettuali della conoscenza. Inoltre, ci sono altre competenze fondamentali necessarie per la reale attuazione del metodo lean che sono difficili da insegnare da un libro. Diversi ricercatori riportano prove di programmi e corsi lean che utilizzano diverse metodologie didattiche, come lezioni in aula e lezioni con gli ospiti, simulazioni virtuali e di gioco, analisi di casi studio, visite alle piante, interviste con esperti.

Gli ingegneri sono lavoratori che combinano competenze pratiche con capacità tecniche e intellettuali. Pertanto, i nuovi ingegneri dovranno padroneggiare diverse tecnologie per sviluppare il loro lavoro, compresi gli strumenti informatici, la produzione e l'automazione. Da questo nasce l'esigenza di aggiornare e rivoluzionare, i programmi di formazione universitaria. Questa necessità è stata evidenziata anche in una ricerca europea, in cui si afferma che la mancanza di ingegneri qualificati sta già impedendo alle imprese notevoli perdite e mancanza di affari. Recentemente, le università hanno iniziato a fare enormi investimenti per sviluppare e implementare laboratori di fabbrica intelligenti.

I lavoratori altamente qualificati necessari nel futuro saranno impiegati sia nello sviluppo delle applicazioni "intelligenti" sia nell'implementazione di tali applicazioni nei siti produttivi.

Per questo motivo, oltre ai compiti tecnologici, gli studenti devono anche imparare ad utilizzare gli stessi sistemi utilizzati nell'industria.

Affinché si formino ingegneri sempre più qualificati sta aumentando l'uso, anche in Italia, di Learning Factories (fabbrica di apprendimento), le quali evidenziano l'importanza dell'apprendimento esperienziale il quale conduce a una maggiore conservazione e possibilità di applicazione rispetto ai metodi tradizionali. Le Learning Factories offrono un contributo sostanziale per la comprensione delle nuove tecnologie e sono sempre più utilizzate per istruire studenti, offrono quindi una grande opportunità per uno sviluppo efficiente e sostenibile, e gli obiettivi fondamentali consistono nel trattare con elevate quantità di dati e informazioni; utilizzare nuovi metodi e tecnologie che saranno gli elementi chiave del futuro, diventare confortevoli con nuove forme di strutture organizzative e con il nuovo ruolo umano nei processi di produzione.

Le Learning Factories offrono un ambiente realistico di un sistema di produzione utilizzando la loro attrezzatura tecnica, in questo modo le modifiche e i miglioramenti di processo possono essere testati in modo sicuro durante i processi di produzione, inoltre rappresentano una grande opportunità per la formazione e la preparazione di nuovi ingegneri necessari nelle imprese del futuro.

Per sviluppare le competenze degli studenti di ingegneria per l'ambiente di produzione, i metodi di insegnamento tradizionali mostrano dei limiti e per questo sono necessari nuovi approcci di apprendimento che:

- consentono la formazione in un ambiente di produzione realistico;
- modernizzano il processo di apprendimento per renderlo più vicino alla pratica industriale;
- sfruttano la pratica industriale mediante l'adozione di nuove conoscenze e tecnologie di produzione;
- amplificano l'innovazione nella produzione, migliorando la capacità dei giovani ingegneri.

## 2.2 APPROCCIO PBL (PROBLEM-BASED LEARNING)

L'apprendimento basato sui problemi (PBL) è stato ampiamente implementato come metodo di insegnamento per migliorare l'apprendimento spingendo gli studenti a lavorare in team per risolvere problemi autentici, sviluppando nel frattempo la conoscenza dei contenuti, il ragionamento e le abilità interpersonali. Inoltre, il coinvolgimento nella risoluzione dei problemi aiuta anche a mantenere l'interesse degli studenti per il materiale didattico, poiché gli studenti possono rendersi conto che stanno imparando competenze necessarie per avere successo sul campo reale.

Dalla sua nascita all'interno della formazione ingegneristica, è stato notato un crescente interesse per l'uso di PBL, che si allinea perfettamente con gli attuali sforzi per passare dalla presentazione isolata e teorica dei contenuti tecnici della Lean Production all'integrazione totale dei contenuti e della pratica.

Nell'ambito del miglioramento organizzativo e dell'approccio manageriale, i principi, i concetti e le tecniche della Lean Production sono stati ampiamente considerati come un differenziale per le aziende che ottengono migliori performance operative, il che comporta una sempre maggiore importanza in questa materia di ingegneria e management.

Poiché gli studenti hanno ancora poca esposizione ai principi e alle tecniche di Lean Production, la costruzione di buone basi per è compromessa, il che crea un'ulteriore sfida per gli studenti a comprendere e applicare la Lean Production al di fuori della classe. Pertanto, la mancanza di esperienza pratica degli studenti, unita all'utilizzo unico di un metodo di insegnamento tradizionale, rende necessario cambiare e migliorare i metodi di insegnamento.

PBL è caratterizzato da un approccio centrato sullo studente e presuppone che l'apprendimento sia un processo attivo, integrato e costruttivo.

Inoltre, gli insegnanti dovrebbero fungere da facilitatori piuttosto che da divulgatori, e i problemi aperti sono i primi motivatori dell'apprendimento.

Le componenti messe in evidenza di PBL possono anche fornire livelli più elevati di interesse individuale, aiutando gli studenti ad articolare esplicitamente la loro comprensione del problema reale.

Ci sono tre risultati principali di PBL:

- acquisizione di conoscenze fattuali;
- padronanza di principi generali o concetti che possono essere trasferiti per risolvere problemi simili;
- acquisizione di esempi precedenti che possono essere utilizzati in situazioni future di natura simile.

Sette fasi sono descritte come parte dell'implementazione di PBL:

1. Esplorare la questione, in cui gli studenti raccolgono le informazioni necessarie, apprendono nuovi concetti, principi e competenze sull'argomento proposto;
2. Dichiarare ciò che è noto, in cui viene eseguita una lista di ciò che gli studenti già conoscono sullo scenario e quali sono le aree che mancano di informazioni;
3. Definire le questioni, che inquadra il problema in un contesto di ciò che è già noto e le informazioni che gli studenti si aspettano di imparare;
4. Ricercare la conoscenza, in cui gli studenti trovano risorse e informazioni che aiuteranno a creare un argomento convincente;
5. Ricercare soluzioni, in cui gli studenti elencano le possibili azioni e soluzioni al problema, formulano e testano ipotesi potenziali;
6. Presentano e supportano la soluzione scelta, dichiarano chiaramente e supportano le loro conclusioni con informazioni e prove pertinenti;
7. Esaminare le prestazioni, in cui gli studenti devono valutare le loro prestazioni e pianificare i miglioramenti per il problema successivo.

Un programma di ingegneria industriale che applica una modalità ibrida in cui la parte iniziale del corso viene insegnata in un ambiente tradizionale per stabilire i concetti fondamentali seguito da un periodo culminante che offre l'opportunità di estendere le conoscenze acquisite in problemi reali e pratici può essere una soluzione migliore per migliorare l'apprendimento della Lean Production. L'integrazione di PBL fornisce maturità intellettuale e incoraggia lo sviluppo delle abilità interpersonali in modo che gli studenti

diventino indipendenti. Inoltre, un adeguato approccio educativo per l'insegnamento e l'apprendimento della Lean Production contribuirebbe a migliorare la capacità degli studenti di acquisire e applicare le conoscenze in situazioni reali, preparandoli a soddisfare le competenze richieste che soddisfano le attuali esigenze delle aziende nel mondo.

### **2.3 APPROCCIO BASATO SUI GIOCHI**

I giochi di simulazione di produzione sono sempre più popolari per formare gli studenti e i dipendenti industriali ai principi della Lean Production. Si va dai giochi su carta o da tavolo, ai simulatori in scala reale e ai macchinari di produzione adeguati. I giochi da tavolo sono adatti quando si formano persone che hanno già una buona comprensione dei principi di lean. Per gli studenti del settore industriale, gli effetti della formazione e dell'immersione tendono ad essere più elevati quando si utilizzano simulatori a grandezza naturale.

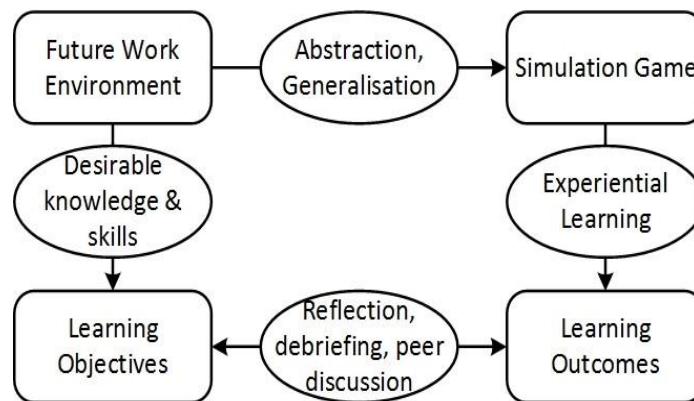
Gli insegnanti Lean sono d'accordo sul fatto che l'educazione alla Lean Production dovrebbe contenere elementi significativi di esperienza pratica. Considera l'applicazione dei principi, degli strumenti e dei metodi Lean durante la formazione come un collegamento importante nel trasferimento della formazione Lean Production dall'istruzione al posto di lavoro.

Un aspetto importante dell'istruzione e della formazione basata sul gioco, come la maggior parte degli altri tipi di formazione e istruzione, è quanto della formazione può essere applicata dallo studente in un ambiente di lavoro attuale o futuro. Questo è solitamente chiamato "training transfer". Bas Luttik lo descrive come "quel legame quasi magico tra la performance in classe e qualcosa che dovrebbe accadere nel mondo reale".

Per gli studenti, l'ambiente di formazione non dovrebbe essere troppo complesso e sofisticato in quanto ciò rende difficile per i partecipanti comprendere e comprendere il gioco, o vedere la correlazione tra le loro azioni e i risultati.

La formazione e l'educazione alla produzione Lean basata sul gioco può essere vista come una forma di gioco serio.

Si può considerare un gioco Lean come un'astrazione e idealizzazione/semplificazione di una porzione di uno stabilimento di produzione. Dalle abilità e competenze desiderate nel futuro ambiente di lavoro degli studenti, si possono ricavare gli obiettivi di apprendimento.



**Fig. n. 5** – Modelli per l'istruzione/formazione Lean per studenti

Fonte [www.sciencedirect.it](http://www.sciencedirect.it)

I simulatori per l'istruzione e la formazione Lean basata sul gioco vanno dai simulatori che incorporano macchinari di produzione reale ai giochi per desktop come i giochi basati su LEGO® o i giochi su carta.

I giochi da tavolo per l'apprendimento della filosofia lean sono basati per esempio su LEGO® o prodotti simili come il simulatore di "Muscle Car".

Questi giochi sono popolari, soprattutto per la loro portabilità. Tuttavia, essi tendono ad essere abbastanza astratti ed è un vantaggio se i partecipanti al gioco sono abituati a lavorare con astrazioni e analogie. Purtroppo, molti studenti universitari non sono esposti ad ambienti di produzione industriale e questo può rendere difficile per loro vedere le analogie tra gioco e realtà. I giochi da tavolo possono essere usati per insegnare alcuni concetti di base, ma talvolta mancano di sufficiente realismo. Un altro svantaggio è che gli sforzi di cambiamento non sono sempre realistici. Ciò può tradursi in suggerimenti di miglioramento che non sarebbero realistici in un ambiente di lavoro reale.

I giochi su carta sono spesso utilizzati come esercizi più brevi per chiarire uno o pochi aspetti della Lean Production. Sono poco costosi e un ulteriore vantaggio è che i partecipanti possono giocare a turni di gioco anche senza la presenza di un istruttore/insegnante, in alcuni casi anche a casa se viene messo a disposizione un foglio di calcolo installato su un computer (ad es. in Excel). Uno svantaggio può essere che alcuni giochi sono percepiti come abbastanza astratti; ad esempio, l'uso di dadi per simulare la variabilità della domanda e/o dei processi non è sempre ben compreso da tutti i partecipanti.

Dall'esperienza riportate da alcuni insegnanti della Lean Production si scopre che non c'è una correlazione diretta tra gli studenti che mostrano una buona conoscenza agli esami scritti e le loro capacità di problem solving in generale o le competenze Lean in particolare. Tuttavia, hanno scoperto che gli studenti con scarsi risultati d'esame hanno dimostrato competenze Lean migliori di quanto ci si potrebbe altrimenti aspettare.

Si identificano tre fasi principali della progettazione del gioco:

- l'identificazione delle competenze desiderate con le attività che sviluppano tali competenze;
- la creazione di uno scenario in cui tali attività possono essere formate svolgendole ripetutamente;
- la comunicazione ai partecipanti dello scenario di partenza e degli obiettivi dello scenario.



## CAPITOLO 3

### UNIVERSITA' ITALIANE

#### 3.1 UNIVERSITA' DI BOLOGNA

L'Università di Bologna ha origini molto antiche che la indicano come la prima Università del mondo occidentale, e ancora oggi continua ad essere una delle principali Università italiane. I suoi punti di forza sono indubbiamente la ricerca continua di miglioramento delle molteplici attività didattiche che propone e lo stare al passo con i tempi offrendo innovazione e progressione verso il futuro.

L'implementazione della Lean Production sta progressivamente diventando una realtà in molte aziende sia italiane che estere, quindi la necessità di avere un personale preparato e pronto ad ogni tipo di situazione è essenziale e crescente.

L'Università di Bologna ha, a tal proposito, seguito la nuova richiesta di mercato introducendo un corso che tratta ampiamente in modo teorico gli argomenti inerenti alla filosofia Lean. L'inserimento di questo corso consente di offrire nuove opportunità, sia agli studenti che hanno la possibilità di affrontare questa tematica nel percorso di studi in modo tale da trovarsi avvantaggiati nel loro futuro, sia per l'università stessa che offrendo questo tipo di didattica attira senza dubbio l'attenzione su di essa e richiama l'interesse dei futuri ingegneri.

La Lean Production è, quindi, trattata dall'Università di Bologna nel primo anno del corso magistrale della facoltà di ingegneria gestionale, viene proposta attraverso un insegnamento chiamato "Sistemi di Produzione Avanzati" e questo corso riscontra una valenza particolarmente elevata in quanto gli sono attribuiti 9 crediti formativi, da qui si può attestare anche l'importanza che l'università ha attribuito a questa nuova filosofia aziendale.

Le conoscenze e le abilità che l'università, introducendo questo corso, si aspetta dagli studenti sono molteplici. In particolare l'obiettivo principale che si aspetta di raggiungere è

l'elevata dimestichezza degli studenti nell'automazione logistica dei flussi fisici di prodotto e soprattutto l'automazione dei flussi informativi fondamentali nell'implementazione della filosofia lean, in quanto in essi si riscontra uno strumento di integrazione operativa dei sistemi di produzione, movimentazione, stoccaggio e distribuzione dell'industria e del terziario. L'obiettivo principale è appunto questo dato che, se i futuri ingegneri riescono a conoscere ed immagazzinare queste abilità sono in grado di implementarle nel futuro nella realtà in cui si trovano consentendo all'azienda di ottenere servizi di elevata qualità e di costo contenuto con ridotti tempi di risposta al cliente.

Tutto questo si può sintetizzare con tre fondamentali abilità da conseguire:

- capacità di criteri di scelta,
- abilità di progettazione;
- abilità di gestione.

Il programma e i contenuti che propone il corso di "Sistemi di Produzione Avanzati" sono molteplici in quanto il presente corso ha lo scopo di fornire elementi innovativi ed avanzati, in ottica di Lean Production System, di Lean Supply Chain e di Industry 4.0, per la progettazione di un sistema di produzione e di tutto ciò che concerne la gestione del sistema produttivo stesso, in termini di approvvigionamento, di gestione delle scorte e di logistica distributiva. Inoltre in questo corso, è anche previsto lo sviluppo completo di un caso aziendale che tocchi tutti gli aspetti fondamentali e i problemi reali della filosofia attraverso l'introduzione di strumenti software funzionali alle analisi e alla progettazione che permettono di valutare l'applicazione ad un contesto reale degli aspetti teorici analizzati.

La didattica del corso offerto dall'Università di Bologna è divisa in due moduli principali i quali racchiudono tutte le tematiche che si vogliono affrontare. Il modulo uno è a sua volta affronta tre macro blocchi, partendo inevitabilmente dall'introduzione generale alla Lean Production. Infatti il corso propone inizialmente la nascita e l'evoluzione della Lean Production e spiega il cambiamento culturale che essa ha apportato, spiegando il Toyota Production System (TMS), da qui inizia ad illustrare i principali strumenti che sono necessari per implementare questa nuova realtà produttiva e i dieci steps fondamentali:

- reingegnerizzazione del sistema di produzione;
- riduzione del set up;

- integrare il controllo qualità nel sistema;
- integrare la manutenzione preventiva;
- ottenere un elevato livello, bilanciamento, sequenza, sincronizzazione;
- controllo della produzione;
- ridurre WIP;
- fornitori integrati;
- autonomia;
- CIM.

Da un'introduzione iniziale e generale il corso entra più nel dettaglio passando ad un'ampia trattazione riguardante la progettazione di sistemi di produzione avanzati in ottica lean in particolare tratta lo sviluppo completo della progettazione di un sistema di produzione: dallo studio di fattibilità al progetto esecutivo, analisi di un caso aziendale articolato nelle diverse fasi:

- Cellular manufacturing: sistemi di ausilio alla cellular manufacturing (CM) nella progettazione di sistemi di produzione avanzati. Metodi di clustering per la Group Technology e il CM;
- Livellamento della produzione, livellamento di mix produttivo e di volume;
- Progettazione e dimensionamento delle risorse;
- Progettazione del Layout aziendale con l'ausilio di strumenti informatici. Strategie di inserimento dei reparti nel layout. Metodi di definizione della sequenza di inserimento dei reparti (metodo del rapporto pesato, metodo del massimo flusso totale, metodo del massimo flusso puntuale);
- Analisi dei flussi di materiale e progettazione dei sistemi di trasporto interni (flotta di carrelli). Definizione degli input e degli output di un sistema di material handling (dal punto di vista del prodotto e del veicolo); Indice di saturazione della aree; Indice di flusso; Indice di traffico. Esempificazioni e applicazione al caso;
- Progettazione degli impianti di servizio;
- Valutazione economica del progetto e incidenza sul prezzo del prodotto finito.

In seguito a questo secondo macro blocco del primo modulo il programma del corso prevede la trattazione sintetizzata della Lean Supply Chain, infatti, questa parte esamina i sistemi

logistici avanzati per la gestione della scorte tra cui le strategie per la gestione integrata delle scorte nella catena logistica e il modello del lotto economico congiunto.

Finito lo studio del modulo uno la materia entra nel vivo affrontando i principali e reali argomenti della filosofia lean con il modulo due. In questa seconda parte del corso la didattica del corso affronta l'evoluzione da logica PUSH a logica PULL nella ri-progettazione di un sistema produttivo AS-IS mediante la trattazione dei 5 principi della lean production, i concetti di Total Flow Management tra cui il livellamento della produzione (Livellamento di mix produttivo e di volume). Mizusumashi, sincronizzazione e Milk Run Systems per la gestione dei flussi logistici esterni. Passando poi alla mappatura del flusso del valore (VALUE STREAM MAPPING) come strumenti di riprogettazione e di implementazione del Total Flow Management: le linee guida per la realizzazione, lo stato corrente (AS IS) e lo stato futuro (TO BE), il takt time, la produzione a flusso, il supermarket pull system, la FIFO lane (CONWIP), il pacemaker, il load leveling box: livellamento di mix e di volume e il pitch.

Infine il corso si conclude con l'affrontare la logistica distributiva ovvero esaminando la distribuzione snella per il pull, studiando la definizione e gestione di una rete logistica. Affronta poi il tema delle decisioni di lungo termine, di medio termine, di breve termine attraverso un modello decisionale e strumenti di supporto. Analizza le strategie di distribuzione e classificazione delle reti distributive: caratteristiche, vantaggi e svantaggi delle configurazioni principali (consegna diretta al cliente (direct shipment), consegna effettuata da azienda di trasporto, distribuzione tramite magazzino intermedio, pick-up point). Introduce modelli di progettazione e gestione di un network distributivo multilivello, modello consegna diretta monoprodotto-monoperiodo con domanda frazionata e non frazionata modello monoprodotto-monoperiodo multilivello. Alla fine del corso l'università di bologna offre un'esercitazione su un caso reale di implementazione di Lean Production consentendo ai studenti di mettere parzialmente in pratica ciò che hanno appreso attraverso la trattazione teorica e da loro la possibilità di confrontarsi con una realtà molto vicina a quella che potrebbero trovare nel futuro.

### **3.2 UNIVERSITA' DI BERGAMO**

L'Università degli studi di Bergamo non è un'università molto antica ma ha a cuore tanto lo sviluppo della ricerca scientifica e tecnologica quanto la formazione intellettuale, ossia la didattica.

Infatti l'Università di Bergamo dà particolare rilevanza all'alta formazione per gli studenti che decidono di intraprendere il percorso di studio nel loro ateneo. Hanno come pensiero fondamentale che tutto ciò che di buono ci sarà ha già casa nel talento di ogni singolo studente.

L'Università degli studi di Bergamo contribuisce al progresso culturale, sociale, economico del territorio. Sin dai primi anni Novanta, fino ad oggi questa università ha sempre raccolto un'importante sfida in quanto dal mondo imprenditoriale bergamasco arrivava e continua ad arrivare sempre più forte la richiesta di figure che fossero preparate al meglio in ambito ingegneristico ed economico.

Nel 1991 nasce la Facoltà di Ingegneria in un luogo naturale e ideale della provincia bergamasca a Dalmine è sinonimo di una storia industriale che attraversa tutto il Novecento. Questa cittadina offre un'ideale continuità da intravedere tra l'insediamento dei primi impianti siderurgici, all'inizio del secolo, e l'articolazione e lo sviluppo successivo produttivo di quell'area. Quindi un territorio tanto ricco di lavoro e di spinta all'innovazione rappresenta una potenzialità rilevante di questa università.

Con l'attuale rettore, Remo Morzenti Pellegrini, vanno intensificandosi le sinergie con il sistema imprenditoriale, per offrire sempre maggiori opportunità agli studenti. Università e territorio appaiono oggi un nutrimento reciproco, una saldatura necessaria e vitale mentre si valorizza sempre di più l'Ateneo.

Quindi affinché le sinergie tra ateneo e mondo imprenditoriale si solidifichino l'Università degli Studi di Bergamo sente l'esigenza di formare al meglio i propri studenti offrendo loro corsi aggiornati e al passo con l'evoluzione industriale. Questo obiettivo mira a raggiungerlo modificando l'offerta formativa e introducendo nel corso magistrale della Facoltà di Ingegneria Gestionale un insegnamento dedicato completamente alla Lean Production.

In questo corso gli studenti acquisiranno le conoscenze e la capacità di utilizzare gli strumenti per l'ottimizzazione dei processi produttivi secondo i principi del miglioramento continuo. In particolare, vengono analizzati i seguenti argomenti:

- la filosofia del miglioramento continuo (Kaizen) e i suoi effetti sul comportamento dei dipendenti;
- la mappatura del flusso di valore;

- le principali tecniche e strumenti per il Just in Time (produzione a flusso, SMED, sistemi Kanban);
- le principali tecniche e strumenti per la gestione della qualità in contesti produttivi snelli (Jidoka, sistemi Poka-Yoke, matrice di autoqualità);
- implicazioni del settore 4.0 in un contesto di Lean Production.

La didattica di questo corso è suddivisa in nove blocchi fondamentali affinché lo studente acquisisca in modo soddisfacente l'implementazione dei processi produttivi secondo i principi del miglioramento continuo.

Nella prima fase dell'insegnamento il modulo iniziale illustra il lean thinking e i principi base su cui si basa questa filosofia e gli obiettivi fondamentali che si vogliono ottenere da essa, nei successivi moduli spiega dettagliatamente la mappatura del flusso di valore (Value Stream Mapping), il bilanciamento della produzione, e i metodi Kanban e SMED.

Ma, senza alcun dubbio, la parte più interessante ed efficace del corso per gli studenti arriva al modulo 6, ovvero quando si passa dalla teoria dei libri a dei seminari nei quali, si allontanano dalle definizioni prettamente didattiche e iniziano a guardare la Lean Production come una realtà molto vicina a loro. I seminari e la discussione di casi studio reali permettono una più facile comprensione della tematica e consentono un approccio diverso alla filosofia Lean in quanto i ragazzi sin da subito si "scontrano" con le problematiche reali che può avere un'azienda e vengono stimolati a cercare di risolverla. Gli studenti conseguono conoscenze avanzate per la corretta gestione di un impianto industriale, ma spesso la teoria non è sufficiente e la possibilità di partecipazione a dei seminari che offre questo insegnamento assume particolare importanza.

Il corso proposto dall'Università degli Studi di Bergamo si conclude con gli ultimi tre moduli, uno dei quali tratta in modo particolare di un pilastro della "Casa della Lean" il Jidoka, il quale si concentra sull'automazione delle linee produttive e mira quindi ad ottenere zero difetti del prodotto alla fine della lavorazione. Gli ultimi due blocchi conclusivi del corso fanno delle considerazioni finali e mirano a lasciare spunti di riflessione per gli studenti affinché loro possano assimilare e far propri nel loro bagaglio ingegneristico tutti gli insegnamenti sia prettamente teorici che esperenziali ricevuti sulla Lean Production.

### **3.3 UNIVERSITA' DI PARMA**

L'Università degli Studi di Parma promuove la creazione, il trasferimento e il progresso della conoscenza per rispondere ai bisogni di alta formazione e di ricerca della società, sostenendone l'apertura anche a livello internazionale.

L'Ateneo di Parma è un luogo privilegiato di alta formazione e di progresso della conoscenza e ha l'obiettivo di concorrere allo sviluppo della società attraverso la promozione culturale delle persone.

L'Università degli Studi di Parma si focalizza su aree qualitativamente rilevanti per l'attrattività e la sostenibilità della loro offerta formativa. L'Università presta particolare attenzione ai servizi agli studenti, all'ingresso nel mondo del lavoro dei propri laureati, ai temi dello sviluppo. Tali fini sono perseguiti attraverso un'attività didattica ampia e in grado di promuovere l'innovazione, e l'acquisizione di nuove competenze.

Svolgendo la propria attività didattica e scientifica, con persistente attenzione alle richieste del settore produttivo e imprenditoriale nazionale e internazionale, l'Università di Parma mantiene una tensione costante all'innovazione e al miglioramento, favorendo il cammino verso una cultura della qualità e del risultato attraverso la partecipazione attiva di tutte le parti interessate.

Affinché l'Università degli Studi di Parma segua attentamente la sua ideologia e mission introduce nel corso magistrale per Ingegneria Gestionale l'insegnamento Lean Production, il quale rappresenta l'innovazione in un ambiente industriale. L'insegnamento viene rilasciato agli studenti con l'obiettivo principale che, al termine del corso, lo studente dovrà essere in grado di analizzare un sistema produttivo e progettare una soluzione di Lean Production per la sua gestione e per il suo controllo.

Infatti, le competenze finali che si attendono sono che lo studente dovrà essere in grado di progettare autonomamente: un sistema produttivo e le modalità di pianificazione e controllo della produzione secondo i paradigmi del Lean Production. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, lo studente dovrà essere in grado di progettare le celle di fabbricazione/montaggio, progettare le logiche di approvvigionamento delle celle di fabbricazione/montaggio e scegliere tra un sistema di controllo del flusso push pull o ibrido.

Affinché gli studenti si abituino ad un ambiente lavorativo l'insegnamento proposto dall'Università degli Studi di Parma prevede anche che ogni singolo ragazzo acquisisca un'autonomia di giudizio, lo studente dovrà essere in grado di valutare l'impatto delle logiche di pianificazione operative sulle prestazioni del sistema produttivo.

Inoltre, la didattica prevede anche che il futuro ingegnere consegua capacità comunicative, ovvero dovrà acquisire il lessico basilare inerente i principi della Lean Production e del JIT. Ci si attende che, al termine del corso, lo studente sia in grado di trasmettere, i principali contenuti della filosofia lean.

Contenuti dell'insegnamento sono in linea con l'attuale realtà, in un contesto industriale sempre più competitivo, in cui la riduzione dei tempi di consegna dei lotti di produzione e dei costi dei prodotti rappresenta un fattore critico di successo, occorre ripensare sia alla progettazione sia alla gestione dei sistemi produttivi. Il corso si pone l'obiettivo di introdurre i principali strumenti di progettazione e gestione di sistemi produttivi tramite i principi della Lean Production.

Il programma del corso è molto dettagliato, affronta in maniera esaustiva tutti gli argomenti inerenti alla nuova gestione aziendale. Inizialmente prevede una precisazione sui sistemi push-pull, poi passa all'introduzione alla Lean. In seguito a questa parte iniziale tratta di:

- identificazione delle perdite;
- il sistema JIT (Just In Time) e il controllo della produzione tramite kanban;
- le tecniche di controllo dei carichi di lavoro (Workload Control);
- tecniche per la mappatura del flusso del valore;
- Value Stream Mapping;
- diagrammi inter-funzionali;
- Single Minute Exchange of Die (SMED);
- La metodologia 5S:
  - Seiri (sorting-separare);
  - Seiton (stabilizing or straightening-ordinare);
  - Seiso (sweeping or shining - pulire);
  - Seiketsu (standardizing - sistematizzare o standardizzare);
  - Shitsuke (sustaining the practice - diffondere o sostenere)
- criteri per il dimensionamento delle celle di fabbricazione (Creating Continuous Flow);
- criteri per il dimensionamento dei sistemi di alimentazione delle celle di fabbricazione (Making Material Flow);
- lean financial accounting;



- value stream costing;
- target costing;
- Lean Organization.

Questi sopra elencati sono gli argomenti teorici dell'insegnamento e sono affrontati mediante lezioni frontali. Durante il corso sono proposte inoltre esercitazioni sulle parti progettuali e casi reali. Inoltre, vengono discussi casi aziendali a titolo di esempio relativo agli argomenti teorici del corso. Sono anche previsti seminari con intervento di aziende esterne che raccontano la loro esperienza personale di implementazione di Lean Production.

### **3.4 UNIVERSITA' DI SIENA**

L'Università di Siena è un ateneo molto attento alla tradizione del sapere, impegnato al contempo nella ricerca e nell'innovazione.

Nel suo tempo di vita, l'Università di Siena ha prodotto conoscenza in ogni ambito di studio, ed è oggi uno degli atenei italiani che presenta i massimi risultati innovativi nella ricerca, nella didattica e nei servizi.

La Facoltà di Ingegneria nasce nel 1992, sin dall'inizio il suo obiettivo fondamentale è quello di formare ingegneri che siano in grado di usare le conoscenze acquisite per applicarle a procedimenti tecnici finalizzati alla progettazione, realizzazione e gestione di dispositivi, macchine, strutture, impianti e sistemi. Inoltre la priorità è quella di fornire agli studenti insegnamenti e percorsi didattici che siano al passo con l'evoluzione dell'industria in modo tale da garantire loro un'adeguata preparazione per il futuro.

A tale scopo nasce l'esigenza di proporre nel corso di studi della Facoltà di Ingegneria Gestionale un insegnamento dedicato completamente alla Lean Production, l'ateneo inoltre riconosce un'importanza tale a questo corso tanto da attribuirgli sei crediti formativi.

L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente un insieme di nozioni teoriche ed operative necessarie per poter sviluppare progetti di riorganizzazione in ottica Lean. In particolare, il corso oltre a fornire le nozioni di base sulla teoria della Lean Production tratterà in maniera operativa i principali tools e i loro ambiti di applicazione. Verranno analizzati,

inoltre i principali ambiti di applicazione della metodologia Lean (Sanità, Servizi, Manufacturing, Pubblica Amministrazione).

Gli studenti imparano la genealogia e l'evoluzione del Lean Thinking e la sua relazione con la teoria organizzativa e altre pratiche gestionali, i principi e gli strumenti del lean management e la sua implementazione in diverse funzioni di gestione, ambienti di business e industrie. Fondamentale è anche che comprendano come eliminare gli sprechi dai processi organizzativi attraverso strumenti snelli come: organizzazione del posto di lavoro (5S), lavoro standardizzato, mappatura e miglioramento del flusso di valore, cambi rapidi (SMED), auto-nominazione (Jidoka), e gestione autonoma della tecnologia (TPM), livellamento del carico di lavoro (heijunka), just in time (one-piece-flow, pull, sistemi di supermercati kanban).

Quindi al termine di corso l'Università di Siena, avendo rilasciato questo insegnamento si aspetta che abbia formato giovani ingegneri che siano in grado di guidare la performance organizzativa attraverso iniziative di miglioramento continuo e utilizzare gli strumenti snelli come dispositivi di apprendimento che consentono di sviluppare le competenze e le capacità organizzative.

## CAPITOLO 4

### POLITECNICO DI TORINO

Il Politecnico di Torino è una delle migliori università italiane, specializzata per gli studi di ingegneria, nel 2009 ha celebrato il 150° anno accademico dalla sua fondazione, ed è diventato sempre più una scuola internazionale, in cui tradizione e futuro, passato e modernità si intrecciano.

Il Politecnico di Torino è una comunità accademica impegnata a generare e condividere conoscenza per uno sviluppo efficace e sostenibile della società a livello locale, nazionale e internazionale. Il suo obiettivo cardine è quello di formare, scoprire e innovare per incidere su una società in rapido cambiamento.

E' un'università tecnica, che riafferma i principi di riferimento sanciti dal proprio statuto, e che ha il compito di dare un contributo efficace allo sviluppo socio-economico del proprio territorio e del proprio Paese formando professionisti preparati e responsabili, contribuendo alla crescita della conoscenza e dell'innovazione e condividendo i risultati della ricerca con il sistema produttivo e con la società tutta.

Il Politecnico oltre ad essere una normale università e anche un eccellente centro di ricerca il quale mette a disposizione delle aziende interessate all'innovazione le proprie competenze scientifiche. Per rispondere alle esigenze aziendali nella risoluzione di problemi anche complessi, propone servizi di ricerca e consulenza con approccio multidisciplinare, multiservizio e customer oriented. Le imprese troveranno un canale facilitato per partecipare con il Politecnico a progetti di ricerca finanziati, ma l'Ateneo propone anche servizi di ricerca, sviluppo e consulenza, affiancamento per le prove ed analisi.

Oggi più che mai sentiamo la responsabilità del nostro ruolo: essere un centro in cui il sapere si crea e si condivide, una grande università tecnologica internazionale, un luogo in cui le nuove generazioni sono al centro.

Il mondo intorno a noi cambia di continuo, sempre più rapidamente e il Politecnico di Torino persegue l'obiettivo di guidare il cambiamento e di incidere positivamente sulla vita degli studenti in quanto consente loro di essere i protagonisti del cambiamento.

Tra i numerosi corsi di ingegneria che questo storico ateneo offre c'è il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Della Produzione Industriale E Dell'Innovazione Tecnologica, dalla nomenclatura del corso si può immediatamente captare la natura dell'offerta didattica, infatti tra gli insegnamenti proposti c'è Sistemi di Produzione Innovativi. Questo insegnamento è stato introdotto affinché gli studenti possano conoscere in modo approfondito la nuova politica che molte aziende, sia italiane che estere, stanno adottando per migliorare la gestione e aumentare i profitti.

Il Politecnico di Torino è sempre stato molto attento all'elevato grado di preparazione dei propri studenti e si impegna da anni affinché gli ingegneri che provengono dall'ateneo siano pronti e preparati ad ogni occasione che il mondo del lavoro propone.

Nel particolare dal corso Sistemi di Produzione Innovativi l'ateneo si aspetta che gli studenti acquisiscano un'elevata conoscenza della struttura dei moderni mezzi di produzione, con particolare attenzione all'assemblaggio e collaudo a controllo numerico e una buona conoscenza dei sistemi integrati e flessibili di lavorazione con particolare riferimento alle applicazioni della produzione snella (Lean Production).

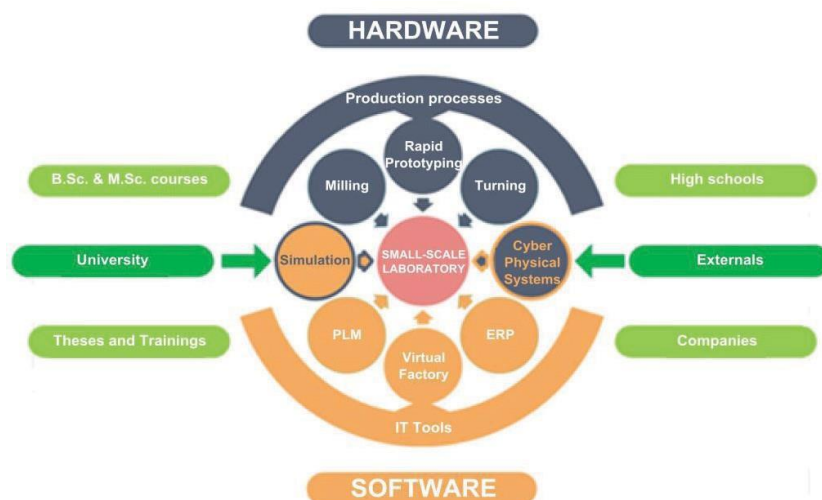
L'insegnamento ha, a tal proposito, lo scopo di fornire la conoscenza dei moderni sistemi di produzione, in particolare quelli a più alto contenuto innovativo, dei criteri di impostazione dei livelli di automazione ed integrazione dei processi, degli strumenti per impostare la programmazione dei sistemi a controllo numerico per la lavorazione meccanica, l'assemblaggio e il collaudo, gli strumenti per impostare il progetto di massima di una linea di produzione complessa.

#### **4.1 SMALL FACTORY**

SMALL Factory, un progetto in corso al Politecnico di Torino, mira a sviluppare una fabbrica dell'apprendimento integrato basato sulle tecnologie che hanno innescato la rivoluzione industriale. Oltre al trasferimento di competenze tecnologiche, il laboratorio permette la formazione sul campo degli studenti nell'utilizzo di strumenti informatici. La metodologia didattica proposta nell'ambito della SMALL Factory ha l'obiettivo finale di sostituire l'insegnamento tradizionale, basato su tutorial e semplici casi di studio, con un approccio integrato e learning by doing, al fine di fornire agli studenti una prospettiva completa di un ambiente produttivo moderno e di formare la loro mentalità per essere reattivi.

Lo Smart Lean Learning (SMALL) Factory è un progetto finanziato dal Politecnico di Torino per valorizzare le competenze dei futuri ingegneri. Lo scopo di questo progetto è quello di riprodurre una fabbrica intelligente a fini didattici in un ambiente di laboratorio, sia in termini di hardware che di software. Questo ambiente permetterà agli studenti di familiarizzare con le applicazioni di produzione comunemente presenti nelle strutture moderne e di sperimentare situazioni realistiche, come richiesto dalla "Gemba walk". Gemba si riferisce al "luogo reale" in cui viene eseguita l'azione reale. Il suo uso efficace incoraggia il principio del "go-see": è un meccanismo per "catturare" le persone che fanno le cose giuste e vengono riconosciute per questo.

L'approccio didattico della fabbrica SMALL, dal punto di vista hardware, le strutture eterogenee saranno integrate tra loro: l'obiettivo è quello di formare gli studenti all'aggiornamento delle vecchie strutture e alla loro integrazione con nuove risorse e con sistemi di automazione. L'obiettivo finale è quello di integrare i processi produttivi tradizionali e le nuove tecnologie. Dal punto di vista del software, l'obiettivo ultimo degli autori è quello di costruire un insieme di plug-in per i corsi che possano essere integrati tra loro e adattati al pubblico degli studenti (cioè il loro campo di specializzazione, il loro livello, il loro background). Tali corsi devono riguardare gli strumenti informatici più comuni nelle strutture moderne, sia per quanto riguarda la progettazione e la gestione del prodotto e del relativo processo produttivo. L'obiettivo è quello di formulare un corso in Smart Factories, implementando una sorta di approccio plug-in. Questo approccio si oppone intenzionalmente a quello tradizionale, che consiste in enormi corsi standard da insegnare ad ogni tipo di studente, che di solito non tengono conto delle specificità dei partecipanti. Inoltre, l'infrastruttura può essere utilizzata sia per corsi universitari sia per enti esterni come scuole superiori o aziende interessate agli argomenti.



**Fig. n. 5** –Approccio didattico del laboratorio SMALL

Nell'ambito del progetto SMALL Factory, presso il Politecnico di Torino, alla fine dei corsi, gli studenti ricevono dei questionari per valutare il corso. La soddisfazione complessiva è elevata. In particolare, sono apprezzate le possibilità di lavorare in team e di affrontare un problema industriale reale. Inoltre, gli studenti apprezzano l'approccio learning-by-doing, poiché possono mettere in pratica le loro conoscenze teoriche e affrontare questioni che non sarebbero state affrontate nelle lezioni frontali.

L'effetto più importante del quadro didattico proposto è la crescita della mentalità degli studenti. Da un lato, gli studenti possono scoprire le loro aree di interesse, le attività a cui hanno talento e gli argomenti che possono affascinarli. D'altra parte, possono facilmente trovare difetti nella loro formazione, compiti che non sono entusiasti di fare in futuro e posizioni lavorative che potrebbero non motivarli. Questa auto-scoperta può essere raggiunta solo se sono messi in situazioni di lavoro quasi reali. Inoltre, potrebbero seguire implicazioni positive per le imprese. I neolaureati avranno familiarità con gli strumenti informatici e i processi di produzione per lavorare in modo efficace. In questo modo, il periodo di adattamento dall'università all'industria sarà ridotto.

## CONCLUSIONE

Sono ancora poche le università italiane che includono nei loro programmi materie incentrate sulla Lean Production e quelle che trattano questa argomentazione lo fanno in modo prettamente teorico includendo al massimo nei loro programmi seminari o casi studio.

Molto importante è, invece, che gli studenti si confrontino in maniera diretta con l'implementazione della Lean Production nelle aziende e con le relative difficoltà che essa può riportare. L'approccio esperienziale consente un processo di apprendimento più rapido e differente nelle modalità e negli strumenti rispetto alle normali lezioni frontali.

La vera sfida di oggi delle università italiane è quindi quella di formare in maniera esaustiva i propri studenti e di farli confrontare con la realtà che troveranno una volta usciti dalle aule delle università. E' quindi necessaria un'evoluzione della didattica che sia al passo con l'evoluzione del mondo industriale, dalla quale possono trovare vantaggio sia gli studenti dato che, così facendo saranno già abituati ad affrontare la realtà lavorativa, che l'università stessa, la quale proponendo innovazione attira l'interesse su di essa.

## BIBLIOGRAFIA

- J. Airey, New Development in English Engineering Education, The Michigan Technic, Vol 34 No 2 (1921) 90-92.
- K. Luttk, Lean learning / learning lean a Scania. Conferenza europea degli educatori Lean (ELEC 2017). Nimega (2017).
- S. Martin, I. Wilson. La Facoltà al piano di fabbrica: Un nuovo approccio di insegnamento Lean. Conferenza europea degli educatori Lean (ELEC 2017). Nimega (2017).
- B. Pourabdollahian, M. Taisch, E. Kerga, Serious Games in Manufacturing Education: Valutazione dell'impegno degli studenti. *Procedia Informatica*; 15 (2012). 256-265.
- Dukovska-Popovska, V. Hove-Madsen, K.B. Nielsen, Teaching lean thinking through game: some challenges, Atti della 36a Conferenza della Società europea per l'educazione ingegneristica (SEFI) sulla valutazione della qualità, occupabilità e innovazione. ed. / Flemming Fink. Sense Publishers. (2008).
- P. Dieckmann, S. Molin Friis, A. Lippert, D. Østergaard. Obiettivi, fattori di successo e barriere per l'apprendimento basato sulla simulazione: Uno studio di intervista qualitativa nell'assistenza sanitaria. *Simulazione e gioco*.
- L.J. De Vin, L. Jacobsson. Karlstad lean factory: una fabbrica didattica per la formazione alla lean manufacturing basata sul gioco. *Produzione e produzione Ricerca* Vol. 5, edizione 5, edizione. 1, (2017). 268-283
- Alves, A.C., Flumerfelt, S., e Kahlen, F.J. (Eds.) (2017). *Lean education: una panoramica delle questioni attuali*. Springer, Svizzera.
- Bédard, D., Lison, C., Dalle, D., Côté, D., Boutin, N. (2012). Apprendimento basato sui problemi e sui progetti nel campo dell'ingegneria e della medicina: determinanti dell'impegno e della persistenza degli studenti. *Giornale interdisciplinare di apprendimento basato sui problemi*, 6 (2), 7-30.
- Conger, S., Miller, R. (2014). Apprendimento basato sui problemi applicato alla consulenza degli studenti in un corso di produzione snella. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 14 (1), 81.
- Fang, N., Cook, R., Hauser, K. (2006). Work in progress: un innovativo corso interdisciplinare di lean manufacturing. *Proceedings of Frontiers in Education Conference*, 36th.
- Felder, R., Silverman, L. (1988). Stili di apprendimento e di insegnamento nella formazione ingegneristica. *Formazione in ingegneria*, 78(7), 674-681.
- Galand, B., Frenay, M., Raucent, B. (2012). Efficacia dell'apprendimento basato sui problemi nella formazione ingegneristica: uno studio comparativo su tre livelli della struttura della conoscenza. *International Journal of Engineering Education*, 28 (4), 939-947.
- Liker, J. (2004). *La Toyota Way: 14 principi di gestione del più grande produttore mondiale*. McGraw-Hill, New York.
- Stonyer, H., Marshall, L. (2002). Passaggio all'apprendimento basato sui problemi sul posto di lavoro ingegneristico della Nuova Zelanda. *Journal of Workplace Learning*, 14 (5), 190-197.



## SITOGRAFIA

<https://www.leanproduction.com/top-25-lean-tools.html#5s>

[https://www.toyota-global.com/company/vision\\_philosophy/toyota\\_production\\_system/just-in-time.html](https://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html)

<http://www.kanban.it/it/>

<http://www.valuestreammapping.it/index.html>

<https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>

<https://www.organizzazioneaziendale.net/i-cinque-principi-della-lean-production/2157>

<http://www.umbertosantucci.it/i-7-sprechi-muda/>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Muda\\_\(termine\\_giapponese\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Muda_(termine_giapponese))

<https://www.unisi.it/ugov/degreecourse/89766>

<https://didattica.polito.it/>

<https://www.polito.it/>

<https://www.unibg.it/universita/chi-siamo/storia-e-identita>

<https://www.unibg.it/ugov/degreecourse/32665>

<https://www.unisi.it/>

<https://www.unisi.it/ateneo/risultati-prospettive>