



**Politecnico
di Torino**

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

Anno accademico 2021-2022

Sessione di Laurea Luglio 2022

***Principi di Lean Thinking applicati al processo di
industrializzazione di ponti sollevamento veicoli***

Relatore

Prof. Stefano Pastorelli

Candidata

Gemma Casciello

Sommario

1	<i>Introduzione</i>	5
2	<i>CAAR e il soggetto della consulenza</i>	7
2.1	<i>L'azienda di consulenza CAAR</i>	7
2.2	<i>Il soggetto della consulenza: Ravaglioli S.p.A.</i>	7
3	<i>Lean Thinking: uno strumento imprescindibile</i>	10
3.1	<i>Toyota Production System</i>	10
3.2	<i>Evoluzione storica dei modelli produttivi</i>	11
3.3	<i>I principi del Lean Thinking</i>	12
3.4	<i>I muda, gli sprechi del processo produttivo</i>	13
3.5	<i>Il metodo delle 5S</i>	16
3.6	<i>Problem Solving</i>	17
3.7	<i>Lo strumento Fpep, Plan For Every Part</i>	19
3.7.1	<i>Fasi di gestione del materiale snello</i>	19
3.8	<i>One point lesson</i>	22
3.8.1	<i>I diversi tipi di OPL</i>	23
4	<i>Analisi dell'attuale sistema di produzione</i>	27
4.1	<i>Componenti di un sistema di Produzione e lavoro</i>	28
4.2	<i>La struttura operativa</i>	29
4.2.1	<i>Modello di Albero di Prodotto</i>	30
4.3	<i>Modello di Ciclo di Lavorazione</i>	31
4.4	<i>Scomposizione in parti elementari</i>	31
4.4.1	<i>Il modello completo</i>	32
4.5	<i>Tempo ciclo</i>	35
4.5.1	<i>Quali sono i vantaggi del calcolo del tempo di ciclo?</i>	36
4.5.2	<i>Dati in input: produzione make e produzione buy</i>	36

4.5.3	<i>Definizione tempi utili</i>	37
4.6	<i>Anomalie rilevate</i>	41
4.6.1	<i>Anomalie alla ricezione</i>	41
4.6.2	<i>Anomalie allo stoccaggio</i>	41
4.6.3	<i>Anomalie di prelievo</i>	42
4.6.4	<i>Anomalie di spedizione</i>	42
4.6.5	<i>Anomalie layout</i>	42
5	<i>Gli strumenti utilizzati per il caso in esame</i>	44
5.1	<i>Lo strumento dei 5W e la sua applicazione</i>	44
5.1.1	<i>Fase di ricezione</i>	45
5.1.2	<i>Fase di stoccaggio</i>	47
5.1.3	<i>Fase di prelievo</i>	48
5.1.4	<i>Fase di spedizione</i>	50
5.2	<i>Lo strumento delle 5S e la sua applicazione</i>	51
5.2.1	<i>Fase di ricezione</i>	52
5.2.2	<i>Fase di stoccaggio</i>	54
5.2.3	<i>Fase di prelievo</i>	55
5.2.4	<i>Fase di spedizione</i>	57
5.3	<i>La costruzione del Fpep per il caso in esame</i>	58
5.3.1	<i>Alcune considerazioni sulle informazioni raccolte</i>	61
5.4	<i>La scelta dei contenitori</i>	62
5.5	<i>OPL per il processo di saldatura</i>	66
5.6	<i>Phase in-Phase out</i>	68
6	<i>Conclusioni</i>	73
7	<i>Bibliografia</i>	74

1 Introduzione

Il progetto di tesi qui presentato è stato redatto durante il periodo trascorso presso l'azienda C.a.a.r. S.p.A., con sede in Corso Orbassano, Torino e in particolare presso la divisione che si occupa del progetto di consulenza per il cliente Ravaglioli S.p.A, per lo stabilimento con sede a Bologna.

La richiesta del cliente è quella di progettare l'industrializzazione di uno dei loro prodotti di punta: il ponte sollevatore "due colonne".

L'attività di consulenza, pertanto, si propone di eseguire una rilevazione oggettiva dello stato attuale dell'azienda, sia a livello di produzione che di logistica al fine poi di offrire soluzioni che possano migliorare la produttività ed eliminare gli sprechi. Tali soluzioni includono l'implementazione di nuove tecnologie, modifiche alla logistica, parziali o totali re-layout delle linee e delle stazioni.

L'elaborato non coprirà tutte le azioni che l'azienda di consulenza ha previsto per il suo cliente ma l'obiettivo è quello di evidenziare come, solo con l'applicazione di pochi principi di lean thinking, si arrivi ad un incremento produttivo sostanziale, diminuendo le inefficienze e ottenendo un prodotto per il quale il cliente finale è disposto a pagare.

2 CAAR e il soggetto della consulenza

2.1 L'azienda di consulenza CAAR

CAAR S.p.A., acronimo di Consulting Automotive Aerospace Railway, è una società di servizi volta a fornire una vasta gamma di attività di ingegneria di alta qualità sul mercato internazionale; il mercato di riferimento è il settore industriale con particolare focus sull'industria automobilistica.

In C.A.A.R. si seguono tutti i servizi che vanno dalla progettazione del prodotto all'industrializzazione, dall'ingegneria di produzione alla progettazione degli strumenti di produzione, assistenza e avviamento di impianti completi di assemblaggio e veicoli.

CAAR Group si propone come un anello di congiunzione tra i fornitori di soluzioni tecnologiche innovative e gli utenti finali con l'obiettivo di implementare il concetto di Industria 4.0 in diverse realtà industriali, supportando i propri clienti in ogni fase dell'applicazione delle tecnologie dell'industria 4.0.

2.2 Il soggetto della consulenza: Ravaglioli S.p.A.

Ravaglioli S.p.A. è una delle maggiori aziende a livello mondiale nel settore dell'autoattrezzatura.

In Europa si classifica come il numero 1 di costruttori di ponti sollevatori e una fra le maggiori aziende nella produzione di attrezzature da gommisti e per la diagnostica (controllo veicoli e assetto ruote).

Nel 1958, anno della fondazione, l'azienda si occupava essenzialmente di costruzione di attrezzature destinate alle officine di riparazione, tuttavia, Ravaglioli ha continuato ininterrottamente a sviluppare ogni aspetto del sollevamento, sia per quanto riguarda le vetture che per i veicoli commerciali.

Gli oltre 350.000 sollevatori, solo del tipo "due colonne", distribuiti in tutte le parti del mondo testimoniano la specializzazione dell'azienda e l'autorevolezza raggiunta in questo settore. Si può certamente affermare che ogni officina meccanica in Italia ed in Europa che possiede un ponte di sollevamento possiede un ponte di sollevamento Ravaglioli.

Altro fondamentale aspetto della produzione è quello delle attrezzature da gommisti, gestito da una apposita organizzazione, sia in fase di progettazione che di collaudo e produzione.

Il settore diagnostica rappresenta il grande impegno e il grande successo di Ravaglioli negli anni più recenti ed è continua espansione.

3 Lean Thinking: uno strumento imprescindibile

In questo primo paragrafo verranno raccontati la nascita, lo sviluppo e i principali aspetti fondanti della filosofia del Lean Thinking. Solo così si riuscirà a comprendere meglio l'importanza di questo strumento che in poco più di qualche decennio ha rivoluzionato il modo di produrre.

Il termine produzione snella è stato coniato nel 1992 dai ricercatori del MIT Womack e Jones nel loro libro, divenuto poi best-seller, "La Macchina che ha cambiato il mondo" in cui riportano i principi del sistema di produzione dell'azienda giapponese Toyota che ha permesso di ottenere risultati stupefacenti se confrontati con tutti gli altri concorrenti nel mondo.

La produzione snella (Lean) è un insieme di principi e tecniche che si utilizzano per gestire la produzione e i processi operativi ad essa collegati con l'obiettivo di aumentare il *valore percepito* dal cliente finale e *ridurre* in maniera consistente *gli sprechi*.

3.1 Toyota Production System

L'approccio Lean è stato ideato dall'azienda giapponese Toyota all'inizio del XX secolo e alla sua nascita prevedeva due pilastri principali a cui, come enunciato in seguito, se ne aggiungeranno altri cinque dando così forma alla filosofia del Lean Thinking.

Il primo aspetto fondante consiste nella ovvero Jidoka ovvero *automazione con un tocco umano*, si prevede infatti che le macchine di produzione si fermino ogni volta che si rileva un'anomalia o un malfunzionamento. In seguito allo stop della macchina interviene l'operatore che può risolvere il problema. Con questo sistema i rallentamenti dovuti all'errore umano diminuiscono mentre la produttività aumenta.

Il secondo aspetto fondante del metodo di produzione Toyota deve la sua nascita al momento storico nel quale l'azienda si trova ad operare: il secondo dopoguerra. Infatti, in questo periodo si assiste ad una riduzione della domanda, di spazio per lo stoccaggio dei materiali e di aumento dei costi, pertanto,

l'azienda Toyota non può più perseguire quelle metodologie che stavano funzionando bene in America e in Europa, ovvero il sistema di produzione di massa introdotto da Henry Ford, ma deve adottare un nuovo sistema. Tale sistema doveva essere veloce e flessibile e garantire al cliente un prodotto di qualità a costi contenuti. Questi, i motivi e il contesto storico nel quale si forma *il sistema del Just-in-Time*.

3.2 Evoluzione storica dei modelli produttivi

In questo paragrafo si affronterà un breve confronto tra i diversi modelli produttivi e quali siano state le spinte che hanno portato allo sviluppo del Lean Thinking.

Fino agli anni '70 imperava il Taylorismo estremo ovvero la teoria del management ideata da Frederick Taylor nella sua monografia *L'organizzazione scientifica del lavoro* del 1911. Egli condannava aspramente la varietà dei procedimenti e delle operazioni svolte all'interno dell'officina sottolineando come gli operai sfruttassero tale disomogeneità per minimizzare lo sforzo lavorativo. Il focus principale della produzione era quello di *minimizzare i costi*, pertanto, il suo metodo di organizzazione del lavoro prevedeva:

- Analisi delle caratteristiche della mansione da svolgere,
- Creazione del prototipo del lavoratore adatto a quel tipo di mansione,
- Selezione del lavoratore ideale, al fine di formarlo e introdurlo nell'azienda.

Successivamente si passa a quello che venne definito Taylorismo partecipativo, nato intorno alla fine degli anni 80 e durato per tutto il decennio successivo. Durante questa seconda fase il focus si sposta sulla qualità, il cliente era disposto a pagare il prezzo giusto per un prodotto che rispecchiava tutte le sue necessità. Il cliente diviene esigente, la gamma di prodotti che ricerca particolarmente ampia, la produzione necessita di una tecnologia alta e dominante.

Table 1-confronto tra i vari tipi di produzione dagli anni '70 fino ai giorni nostri

	<i>Taylorismo estremo fino agli anni '70</i>	<i>Taylorismo partecipativo anni '80- '90</i>	<i>Lean degli anni '00</i>
Focus della produzione	<i>Qualità Costi Tempo</i>	<i>Qualità Costi Tempo</i>	<i>Qualità Costi Tempo</i>
Mercato	<i>Insaturo</i>	<i>In saturazione</i>	<i>Saturo</i>
Domanda	<i>>offerta</i>	<i>Di sostituzione</i>	<i><offerta</i>
Concorrenza	<i>Scarsa</i>	<i>Elevata</i>	<i>“Selvaggia”</i>
Gamma	<i>limitata</i>	<i>Estesa</i>	<i>“infinita”</i>
Prodotto	<i>Standard</i>	<i>Standard-optionals</i>	<i>Moltissime configurazioni</i>
Cliente	<i>Elementare</i>	<i>Esigente</i>	<i>Molto esigente</i>
Volumi	<i>Alti</i>	<i>Medi</i>	<i>Bassi</i>
Tecnologia	<i>Semplice e dominante (meccanica e chimica)</i>	<i>Alta e dominante (elettronica e automazione)</i>	<i>Alta e adattativa (tutte le tecnologie)</i>
Flessibilità	<i>Bassa</i>	<i>Crescente</i>	<i>Elevata</i>
Tempi	<i>Lunghi</i>	<i>Brevi</i>	<i>Brevissimi</i>
Make or Buy	<i>Make</i>	<i>Buy</i>	<i>Make</i>

Infine, nei primi anni del nuovo millennio si afferma l’ottica Lean. In tale filosofia il focus non è solo su un aspetto come era stato in precedenza perché il cliente ricerca un prodotto di qualità, a basso costo e non è disposto ad aspettare per ottenerlo. In tabella 1 il confronto tra le varie tipologie di produzione.

3.3 I principi del Lean Thinking

Proprio all’interno della definizione di questa nuova filosofia si sottolinea come questo nuovo modo di produrre non sia solamente un metodo da applicare quanto più una *forma mentis*, cioè un approccio alla produzione che deve permanere in ogni fase del ciclo produttivo.

Il lean vede alla sua base 5 principi fondamentali:

- Valore: il punto di vista che dà origine a tutti i cambiamenti successivi è quello del cliente, si intende per valore tutto ciò per cui il cliente è disposto a pagare; tutto il resto è spreco e va eliminato.

- Mappatura: è importante tenere traccia di tutto ciò che avviene in un flusso produttivo, si distinguono le attività in quelle a valore aggiunto e quelle non a valore aggiunto
- Flusso: il processo produttivo deve essere visto come un flusso, che deve scorrere in modo continuo, evitando fermi o rallentamenti e tenendo alla minimizzazione del lead time, il tempo di attraversamento.
- Produzione tirata “Pull”: per soddisfare il cliente si deve produrre esattamente quello che richiede, solo quando lo vuole. In questo caso si parla di produzione “tirata” dal cliente, sulla base dei suoi bisogni si pianifica la produzione.
- Perfezione: in ottica lean si tende sempre alla perfezione, è il goal a cui ci si riferisce per ottenere un miglioramento continuo, ovvero la completa assenza di sprechi.

Il lean thinking si avvale di alcuni strumenti utili al perseguimento del miglioramento continuo e nel seguito si andranno ad elencare gli strumenti utilizzati nel caso specifico e come questi possano aver portato dei vantaggi al soggetto della consulenza.

3.4 I muda, gli sprechi del processo produttivo

Ogni processo produttivo che prevede l’impiego dell’attività umana che assorbe risorse senza generare un valore per il cliente finale genera invece uno spreco che, nell’ambito del lean thinking, viene identificato con la parola giapponese muda. La filosofia giapponese prevede che tali sprechi vadano immediatamente eliminati perché costituiscono un costo che il cliente non è disposto a pagare.

Sette sono i principali sprechi, identificati da Taiichi Ohno, il dirigente Toyota che ha dato vita alla filosofia tanto applicata nell’attuale mondo produttivo. Essi sono:

1. Sovraproduzione;
2. Attese;
3. Trasporto;
4. Perdite di processo;

5. Scorte;
6. Movimenti;
7. Prodotti difettosi.



Figura 3.1-le sette tipologie di spreco di risorse

Sovrapproduzione

La sovrapproduzione è una tipologia di spreco che prevede una produzione incrementata rispetto alle quantità richieste dal cliente oppure prima che il cliente lo richieda. Ne consegue una giacenza a magazzino che può incorrere in obsolescenza e pertanto una perdita di risorse. Un motivo che può portare a tale spreco è la logica asincrona con cui si produce, ovvero prima che il cliente provveda ad ordinare le quantità necessarie.

Attese

Le attese che si verificano all'interno del processo produttivo possono sembrare influenti, in verità causano delle grosse inefficienze e conseguente costi ingenti per l'azienda produttiva. Osservando il processo produttivo come una scatola nera, senza indulgere in valutazioni di fino, i tempi di attesa possono essere calcolati come la differenza tra il tempo totale di attraversamento del prodotto e il tempo utile alla sua fabbricazione.

Anche in questo caso, è facile pensare a come tale fenomeno costituisca uno spreco: il cliente finale non è disposto ad aspettare, volendo fare solo uno degli esempi a disposizione, che l'operaio aspetti ad una stazione per mancanza di approvvigionamento della stessa.

Trasporto

Si identificano come spreco tutte le movimentazioni non utili strettamente al processo produttivo. Si pensi ad esempio ad un operatore che non trovando quello di cui necessita va avanti e indietro per i corridoi del magazzino.

Perdite di processo

Ogni fase non necessaria al processo produttivo è uno spreco e va evitata. Rientrano in questa classificazione tutte le azioni ridondanti o inutili che non sono ben ottimizzate.

Scorte

Questo tipo di spreco di risorse è direttamente riconducibile a quello prima identificato sotto la voce di sovrapproduzione. Il magazzino risulta essere un costo ingente per l'azienda, sia per il suolo occupato che per le risorse umane impiegate pertanto è necessario non approfittare delle risorse dell'azienda, basti pensare che quello stesso spazio potrebbe essere destinato ad una produzione diretta che genera guadagno. Se è necessario disporre di un magazzino è meglio che sia nel miglior modo organizzato. Inoltre, disporre di un alto livello di scorte può provocare il deperimento delle stesse, sia per obsolescenza tecnologica che per i crescenti rischi di danni a cui va incontro.

Movimenti

Tutti i movimenti che potrebbero essere evitati vanno minimizzati o eliminati, tenendo presente che il cliente non è disposto a pagare per questo tipo di attività.

Prodotti difettosi

Quando un prodotto è difettoso, deve essere scartato o rilavorato l'azienda incorre in uno spreco di risorse. Ogni qual volta un prodotto risulta essere difettoso è imperativo analizzarne le cause e correggere le anomalie del processo produttivo.

3.5 *Il metodo delle 5S*

Il metodo delle 5S ha come obiettivo quello di perseguire un ambiente che sia ordinato e pulito e in cui si operi in maniera ergonomica. Questo metodo deve il suo nome alle iniziali delle 5 parole giapponesi che indicano gli step previsti:

- Separare (Sein): come primo step bisogna dividere ciò che serve da ciò che può essere scartato. Tutto ciò che non è necessario rappresenta uno spreco, basti pensare a quanto tempo occorre in più per cercare un oggetto utile in una pila di oggetti che non ci servono.
- Ordinare (Seitan): le cose realmente utili necessitano di una collocazione univoca, in modo che si sappia sempre dove andare a trovare un oggetto ogni qualvolta sia necessario. Per ordinare in maniera efficace bisogna però tenere presente del tipo di uso che ha ogni oggetto e collocare in posizioni comode e facilmente accessibili tutti quegli oggetti che vengono usati quotidianamente;
- Pulire (Seiso): La pulizia, oltre a migliorare l'ambiente di lavoro, ha la funzione di controllo in quanto può far risaltare all'occhio eventuali difformità, ad esempio perdite di olio dai macchinari. In ottica di problem solving, bisogna risalire immediatamente alla causa della anomalia e intervenire per risolverla;
- Standardizzazione (Seiketsu): tutti i passi precedentemente elencati devono diventare attività di routine e in particolare bisogna definirne degli standard da seguire e verificare costantemente l'aderenza gli stessi. Lo standard indica l'esatta procedura da seguire per mantenere lo stato raggiunto. Gli standard possono essere comunicati al personale attraverso uno strumento come le One Point Lesson (OPL). Affinché uno standard sia efficace bisogna che venga deciso direttamente da chi deve applicarlo, va comunicato a tutti e rivisto dopo periodi di tempo precedentemente stabili per valutare l'applicazione di eventuali modifiche.

- Sostenere (Shitsuke): l'ultimo step prevede che tutti quelli a monte vengano mantenuti nel tempo; pertanto, va applicata una rigorosa disciplina per perseguire i cambiamenti introdotti. Il metodo non si limita però solo a mantenere i cambiamenti ma ne propone sempre di nuovi per ottenere il miglioramento continuo.



Figura 3.2- Fonte: <https://www.graphicproducts.com/articles/what-is-5s/>

3.6 Problem Solving

Quando si presenta un problema gli strumenti che abbiamo a disposizione mirano a risalire alla causa prima che li ha generati.

- **5Perchè (5 Whys)** Anche in questo caso il nome dello strumento fornito dal lean thinking è esplicativo di quello che bisogna applicare: idealmente per risalire alla causa che ha generato un problema è necessario porsi una serie consecutiva di “perché?” almeno 5 volte.

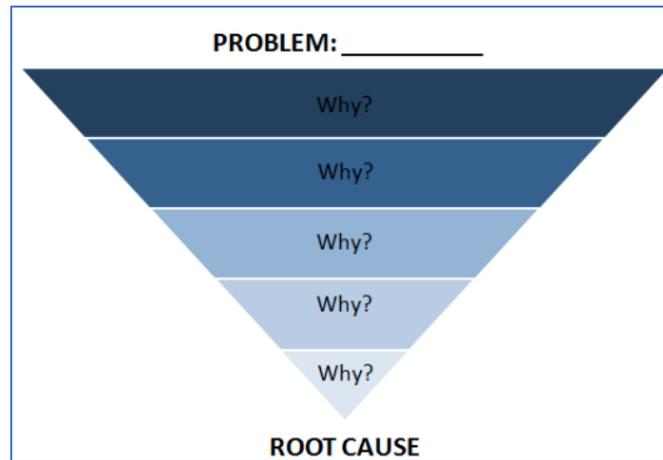


Figura 3.3-il metodo dei 5 perché per arrivare alla radice del problema

- **5W1H.** Anche in questo caso ci troviamo di fronte uno strumento che ci incoraggia a porsi delle domande, in particolare sei:

<i>What?</i>	Che cosa sto producendo e quale materiale sto impiegando?
<i>When?</i>	Quando si è verificato? In che fase della produzione?
<i>Where?</i>	C'è una zona specifica dell'oggetto prodotto affetto dal problema?
<i>Who?</i>	Questo problema dipende dal fattore umano? È capitato solo a me o anche ad altre persone?
<i>Which?</i>	C'è qualche altro evento che potrebbe avere una correlazione con il problema?
<i>How?</i>	Come si è manifestata l'anomalia?

- **3Gen:** Questo metodo ha l'obiettivo di fornire istruzioni pratiche per facilitare la risoluzione di un problema ponendo l'attenzione anche sulle cause ad esso correlate. Il termine si riferisce a tre concetti giapponesi:
 - Genba (luogo di lavoro): è importante analizzare il processo nel luogo in cui esso avviene in modo da poterlo visualizzare;

- Genbutsu (oggetto del lavoro): questa fase dello strumento si focalizza sul prodotto, sulle sue caratteristiche, analizzando numeri e dati;
- Genjitsu (contesto del lavoro): propone di calarsi nella situazione specifica in cui il problema è sorto.

3.7 *Lo strumento Fpep, Plan For Every Part*

“Ciò che serve invece è il sistema kaizen in cui il sistema di movimentazione dei materiali per un'intera struttura, fornendo ogni flusso di valore, viene riprogettato per creare un processo di consegna a prova di proiettile che sia assolutamente preciso e stabile... Un tale sistema deve includere un piano per ogni parte (PFEP) che documenta tutte le informazioni rilevanti su ciascun numero di parte nella struttura, compresi il luogo di stoccaggio e i punti di utilizzo”

Jim Womack, (Gemba Walks, 2a edizione, 2013, p. 28.)

Sono innumerevoli gli aspetti essenziali che un sistema produttivo deve tener conto per ottenere una produzione snella e proprio per questo motivo non sorprende che molte aziende trascurino alcuni aspetti chiave come quello di dotarsi di un documento, se pensiamo alla sua versione più semplice, il Fpep ovvero Plan For Every Part.

"Nella maggior parte delle strutture che visito, il sistema di movimentazione dei materiali è un disastro", scrive Womack in Gemba Walks. "Se è presente un sistema pull, viene eseguito in modo molto lento, con lo stesso numero di parte memorizzato in molte posizioni ..."

3.7.1 *Fasi di gestione del materiale snello*

Il primo passo nella creazione di un sistema di movimentazione dei materiali snello è lo sviluppo di un piano per ogni parte (PFEP). Essenzialmente un foglio di calcolo o un database elettronico, il PFEP promuove una riduzione delle scorte precisa, accurata e controllata, fungendo al contempo da base per il miglioramento continuo del sistema di movimentazione dei materiali di uno stabilimento.

Queste informazioni, a loro volta, possono essere utilizzate per gestire il sistema di movimentazione dei materiali e le scaffalature di stoccaggio contenenti le parti acquistate e per progettare percorsi di consegna a tempo e kanban.

Il problema è che le aziende in genere archiviano le informazioni in molti luoghi diversi. Avere un PFEP ti fa davvero investire nella movimentazione di materiali e parti a un livello di dettaglio che è difficile ci sia in un'azienda prima dell'introduzione dell'ottica lean.

Sfortunatamente, molte aziende cercano ancora di gestire l'inventario delle parti acquistate dal loro sistema di pianificazione dei requisiti dei materiali (MRP). Un evidente svantaggio di questo approccio è che MRP non fornisce alcun dato sulle dimensioni o sul peso della scatola contenente la parte o il componente. Tuttavia, queste informazioni sono di fondamentale importanza per snellire, perché la maggior parte delle aziende immagazzina effettivamente il 50% di aria nei propri rack per le parti.

Il PFEP ideale contiene una grande quantità di dati su ogni parte che offre all'azienda la totale precisione delle informazioni necessarie per gestire efficacemente la movimentazione dei materiali.

Ogni parte conterrà i dettagli in un foglio di calcolo o altro database che mostra:

- Componente: Codice alfanumerico utilizzato per identificare il pezzo;
- Descrizione: Nome parte
- Utilizzo giornaliero: Quantità media utilizzata giornalmente della parte;
- Luogo di utilizzo: Processi/aree di utilizzo del materiale;
- Luogo di stoccaggio: Indirizzo di stoccaggio del materiale;
- Frequenza d'ordine: Frequenza d'ordine del materiale al fornitore (giornaliera, settimanale...);
- Fornitore: Nome del fornitore di materiale;

- Tipo contenitore: Tipologia di contenitore (es: a rendere, a perdere...);
- Peso unitario: Peso di un'unità di materiale;
- Peso totale imballo: Peso di un contenitore pieno di materiale;
- Dimensioni dei contenitori: Lunghezza, larghezza e altezza del contenitore;
- Coefficiente di utilizzo: N° di pezzi utilizzati per un prodotto finito;
- Utilizzo orario: N° massimo di pezzi utilizzati in un'ora;
- Contenitori usati all'ora: N° massimo di contenitori utilizzati in un'ora;
- Lead time spedizione: Dimensione della spedizione std in gg (sped. settimanale = 5gg);
- Corriere: Società che offre i servizi di trasporto componenti;
- Tempo di transito: Tempo del viaggio richiesto dal fornitore all'azienda (in giorni);
- # di cartellini kanban in circolo: N° di segnali pull presenti nel sistema;
- Categoria merceologica: Categoria merceologica del componente;

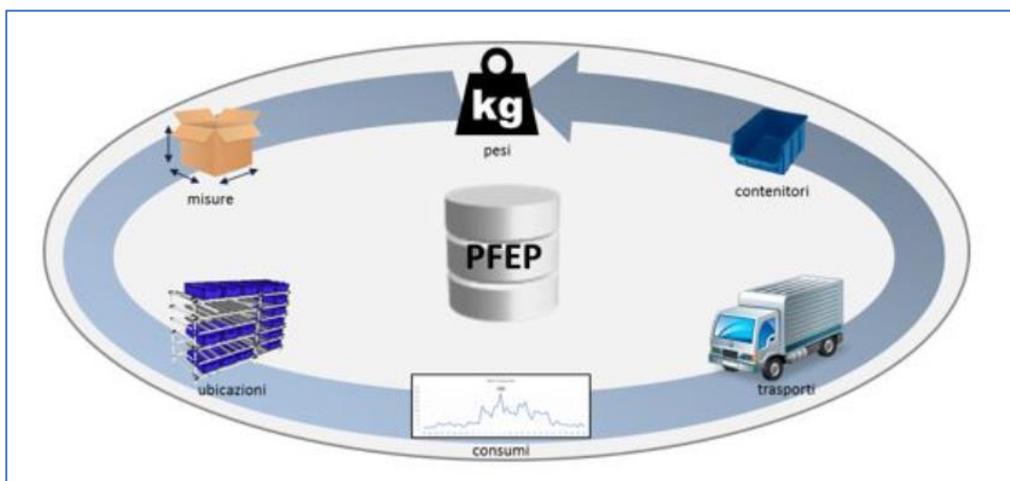


Figura 3.4-infografica delle informazioni raccolte tramite PFEP

Le domande che il progettista deve farsi

Che livello di dettaglio deve avere lo strumento? Bisogna tener presente che l'obiettivo è quello di gestire la complessità del sistema produttivo in esame e per tale ragione è buona norma partire da un piano che si è certi di poter gestire, valutando poi la sua estensione nel corso del tempo.

Come mantenere aggiornato il PFEP? È necessario che ci sia una persona preposta alla compilazione e l'aggiornamento del file in oggetto in vista di future modifiche. In quest'ottica è l'azienda di consulenza che deve comunicare con il cliente e far sì che capisca l'importanza dello strumento.

3.8 One point lesson

Sempre più aziende stanno introducendo nei loro processi le "one point lesson" ovvero lezioni in un punto come parte del loro lavoro di miglioramento continuo così come prescrive l'ottica lean.

Una lezione in un punto (OPL) è una descrizione semplice, visiva e spesso puntuale di un'attività. Ciò significa avere uno standard che descriva come deve essere eseguita un'attività. Una OPL è realizzata utilizzando immagini, simboli, testo semplice ed è un breve documento.

Il motivo principale per cui vengono impiegate è la facilità di comunicazione in modo da insegnare a coloro che devono mettere in atto il lavoro una metodologia chiara e semplice, soprattutto di facile applicabilità.

Generalmente si procede in questo modo: le aziende stampano le loro lezioni in un punto e le appendono vicino alla workstation in modo che siano facilmente accessibili. L'uso di descrizioni visive è la chiave del successo di queste brevi lezioni tant'è che anche grandi e strutturate aziende come la Lego e IKEA le stanno impiegando da diversi anni.

Le OPL sono una parte importante di un sistema di gestione ed è quindi soggetta agli stessi requisiti per la gestione. È importante sapere che tutti usano la stessa e l'ultima versione di un documento ed è importante sapere che tutti coloro che dovrebbero leggere il documento mettano in atto tutte le modifiche.

È importante stabilire i requisiti per l'aspetto che deve avere una OPL e assicurarsi che tutte le lezioni in ogni parte dell'azienda seguano lo stesso master.

Scegliendo un layout standard relativo a come dovrebbe apparire un OPL, sarà più veloce crearne di nuovi e ogni volta che verrà introdotta una OPL nuova essa risulterà più facile da leggere grazie alla riconoscibilità.

Simboli e colori in un testo dovrebbero sempre significare la stessa cosa. Ad esempio, se sul testo viene utilizzato il colore rosso, questo dovrebbe avere lo stesso significato ogni volta che viene utilizzato il rosso, ogni scelta stilista dell'aspetto della lezione non è indirizzata all'estetica della stessa ma alla sua fruibilità.

3.8.1 I diversi tipi di OPL

Le one point lesson generalmente rientrano in uno dei quattro tipi di lezioni di formazione: *Conoscenze di base, Sicurezza, Problemi e Miglioramento.*

In ciascuno di questi scenari, le OPL sono ottimi strumenti di formazione che comunicano standard, miglioramenti e risoluzione dei problemi.

1. Conoscenze di base

Le OPL sulla conoscenza di base vengono utilizzate per colmare una lacuna di conoscenza, garantendo che i lavoratori abbiano le competenze e le conoscenze necessarie per svolgere il proprio lavoro in modo efficace ed efficiente. Ad esempio, come eseguire un cambio, lubrificare o pulire un'area.

Questo tipo di lezione in un punto colma il divario tra la formazione in aula e la formazione sul posto di lavoro e viene sempre più utilizzato per sostituire i metodi di formazione tradizionali.

2. Sicurezza

Le OPL basate sulla sicurezza si concentrano sul garantire che i lavoratori conoscano e comprendano le procedure di sicurezza attuali e abbiano le conoscenze necessarie per svolgere il proprio lavoro in sicurezza e apprendere eventuali nuove procedure di sicurezza.

3. Problemi

Questo tipo di lezione utilizza scenari del mondo reale per rafforzare un passaggio delicato del processo di produzione attraverso istruzioni visive per aiutare a prevenire problemi in fabbrica. Gli esempi possono includere guasti, difetti o problemi con i macchinari, che delineano come identificare e risolvere i problemi. Questi tipi di lezioni sono più efficaci se utilizzati immediatamente dopo che si è verificato il problema.

4. Miglioramento

Le OPL di miglioramento vengono utilizzate per dimostrare nuovi concetti e risultati che sono stati guidati da progetti di miglioramento continuo o studio kaizen.

One Point Lesson					
	Location	Area	Line	OPL #	
Theme				REV #	
Objective				Date:	
Type	Safety <input type="checkbox"/>	Basic Knowledge <input type="checkbox"/>	Improvement Cases <input type="checkbox"/>	Trouble Cases <input type="checkbox"/>	Prepared by: _____
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 2px solid red; width: 40%; height: 150px; position: relative;"> X </div> <div style="border: 2px solid green; width: 40%; height: 150px; position: relative;"> ✓ </div> </div>					

Figura 3.5-esempio compilazione standard OPL

Nella figura 3.5 è rappresentato un esempio generico di come dovrebbe essere un OPL utile ed efficace. Si noti il sapiente uso dei colori e le rappresentazioni chiare ed inequivocabili.

4 Analisi dell'attuale sistema di produzione

“Analizzare la performance di un sistema produttivo o di un servizio significa stimare da informazioni e dati acquisiti dal sistema, quali valori assumono alcuni indicatori che misurano l'*efficienza* nell'impiego delle risorse, l'*efficacia* nel soddisfare la domanda di prodotti e/o servizi, l'*economicità* nell'operare a costi contenuti.”

(Villa, 2006)

Al fine di realizzare un processo di produzione quanto più automatizzato ed efficiente possibile, è indispensabile condurre un'analisi dell'attuale sistema di produzione, tuttavia, risulta questo essere un problema di non immediata soluzione, dalla cui accuratezza dipenderà la bontà del progetto di futuro. Ogni volta che si intende migliorare un processo di lavorazione o un prodotto è importante capire le motivazioni che hanno spinto i progettisti precedenti a compiere determinate scelte e, quant'anche le scelte compiute in precedenza siano dettate da una mancato esercizio di professione è, a maggior ragione, fondamentale tenerne conto in modo che si possano riallocare le risorse nell'ottica del primo obiettivo che ha un'impresa: produrre più ricchezza possibile.

Come già anticipato, ottenere risultati accurati dall'analisi della performance di un'impresa industriale non è semplice perché un sistema di produzione e lavoro è una realtà complessa, nella quale figurano diversi “attori” che agiscono sia all'interno che nel loro contesto socioeconomico. Proprio per queste difficoltà è importante servirsi di metodologie robuste che aiutino a comprendere i dati disponibili, che sono spesso parziali e poco affidabili.

Bisognerà muoversi tenendo ben presente tre vincoli principali:

1. I vincoli dati dalle tecnologie di produzione di beni e servizi, che pertanto condizionano l'utilizzo delle risorse produttive;

2. I vincoli dati dal rispetto dei diritti delle persone coinvolte nell'impresa;
3. Gli obiettivi di bilanciare costi e benefici.

4.1 Componenti di un sistema di Produzione e lavoro

Il metodo di analisi di un sistema di produzione e lavoro deve essere prevedere un modello formale delle classi da esaminare pertanto deve essere in grado di fornire una rappresentazione di:

- *Struttura Operativa-SO* ovvero la struttura che si dedica alla fabbricazione di beni o la fornitura di servizi;
- *Assetto Organizzativo-AO* ovvero l'organizzazione delle persone coinvolte al suo interno
- *Interazioni con il contesto Socio-Economico-ICSE*, infatti è fondamentale comprendere gli input dell'impresa nonché i vincoli a cui essa deve sottostare.

Con *Struttura Operativa* si intende un insieme organizzato di risorse e tecnologie atte ad operare in maniera coerente all'applicazione di opportuni comandi. In quest'insieme confluiscono senz'altro le macchine utensili di un reparto produttivo oppure i mezzi di trasporto per movimentare parti o prodotti; se oggetto dell'analisi è un'azienda manifatturiera farà parte della struttura operativa anche il layout produttivo e pertanto sia la tipologia di risorse che la tipologia di prodotti lavorabili.

Con *Assetto Organizzativo* si indica l'insieme di personale a vario titolo impiegato in un'impresa e l'insieme delle regole tecniche e gestionali che definiscono le procedure di lavorazione, le competenze che caratterizzano il know-how dell'azienda.

Infine, ogni impresa si interfaccia con il mondo esterno del quale percepisce bisogni di prodotti e servizi che il sistema di produzione e lavoro è intento a soddisfare, altresì è il contesto socioeconomico che fornisce all'impresa le conoscenze tecniche e gestionali di cui necessita: da qui la definizione di *Interazioni con il Contesto Socio-Economico*.

4.2 La struttura operativa

Ai fini di un'analisi accurata della struttura operativa sarà necessario disporre di dati consistenti riguardanti:

1. Un modello del prodotto p , di come cioè venga strutturato a partire dai suoi componenti ovvero è necessario definire *l'Albero di Prodotto* ovvero per ogni componente del prodotto e il prodotto stesso è bene specificare di quali componenti più semplici occorre e quale operazione è necessaria a tale scopo;
2. Un modello del processo di lavorazione ed assemblaggio necessario per fabbricare il prodotto voluto, ovvero il *Ciclo di Lavorazione*. Esso individua le operazioni di lavorazioni o assemblaggio necessarie, le precedenze tra le operazioni stesse e l'impiego di certe risorse per eseguire tali operazioni;
3. Un modello dell'insieme di risorse tecnologiche da impiegare per realizzare il ciclo di lavorazione ovvero la *Mappa delle risorse*. In questa fase è importante aver ben presente il *layout produttivo* che consegue all'organizzazione delle risorse tecnologiche.

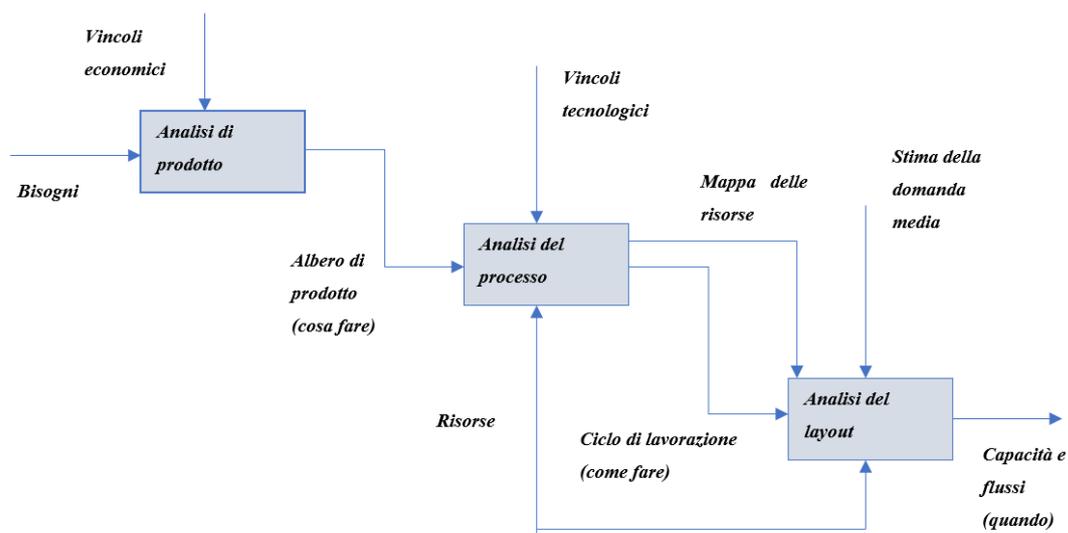


Figura 4.1-struttura produttiva di un'impresa

4.2.1 Modello di Albero di Prodotto

La maggior parte dei prodotti sono ottenuti da lavorazioni ed assemblaggi di parti diverse, alcune di queste parti sono a loro volta risultato della composizione di parti più semplici ottenute per lavorazione di materie prime oppure tramite acquisto da fornitori esterni. Ci sono vari modi in cui può essere presentato un albero di prodotto e sta al progettista, che in questa fase è più opportuno definire analista, individuare la forma grafica o matriciale più congeniale al caso in oggetto, tenendo altresì presente a quali altre figure potrà tornare utile la consultazione di tale albero di prodotto.

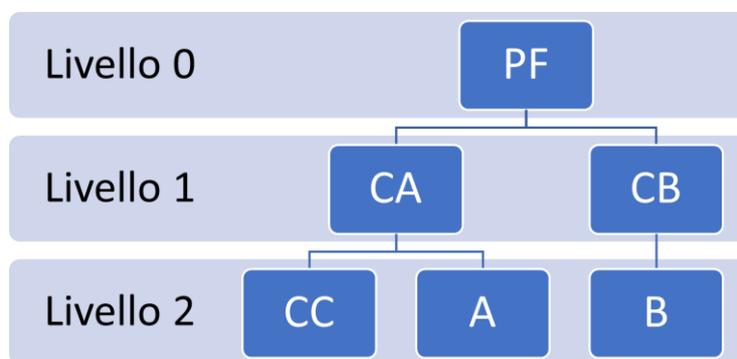


Figura 4.2-schematizzazione distinta base di un prodotto

Nella figura 4.1 si associa ad ogni componente un nodo del grafo e ad ogni arco tra due nodi corrisponde un'operazione di lavorazione o di assemblaggio tra due componenti, la struttura del prodotto risulta pertanto rappresentata dal grafico risultante.

Un albero di prodotto può essere anche rappresentato come nella figura xxx nel quale al prodotto finale corrispondono tre componenti di primo livello e tre materie prime o componenti di secondo livello.

Ad affiancare tale illustrazione, in azienda, si adopera anche una lista dei componenti struttura in modo da evidenziare le interazioni che intercorrono tra essi, detta Bill of Materials (BOM).

4.3 *Modello di Ciclo di Lavorazione*

Un ciclo di lavorazione è una *sequenza temporizzata di operazioni* ovvero le operazioni di lavoro sono ordinate da condizioni di precedenza che specificano quale operazione deve precedere un'altra (da qui la definizione di *sequenza*); a ciascuna operazione viene assegnato un preciso intervallo di tempo nel quale essa deve essere portata a termine (pertanto *temporizzata*).

Osservando l'albero di prodotto e ancor di più la BOM è possibile estrarre il Ciclo di Lavorazione, una volta individuata, tale sequenza va poi rappresentata su un diagramma temporale, il diagramma di Gantt, ottenendo così una descrizione completa del ciclo.

4.4 *Scomposizione in parti elementari*

Come già fatto presente, per poter condurre un'analisi efficiente è necessario scomporre l'oggetto finale nelle sue parti elementari al fine di poter fare tutte le valutazioni enunciate nel seguito. Va, in questo contesto sottolineato, che l'opera di un'azienda di consulenza non risulta mai lineare e semplificata dal cliente il quale, in virtù della sua posizione, non conosce esattamente tutte le informazioni di cui l'azienda di consulenza necessita e anche dopo esplicita richiesta non è detto che il cliente sia in grado di fornirle. In un contesto ideale, avere tutte le informazioni di cui si necessita e assicurarsi che queste sia complete e affidabili semplificherebbe di molto il lavoro del progettista ma è evidente che spesso non ci si trova in queste condizioni.

4.4.1 Il modello completo

Il ponte di sollevamento auto è costituito, volendo concentrare la nostra analisi solo sulle macroaree che necessitano di saldatura, da:

- Bracci lunghi;
- Bracci corti;
- Pedana;
- Carelli;
- Colonne.

Nella figura 4.3 è possibile osservare la rappresentazione 3D di uno dei modelli prodotti dall'azienda.

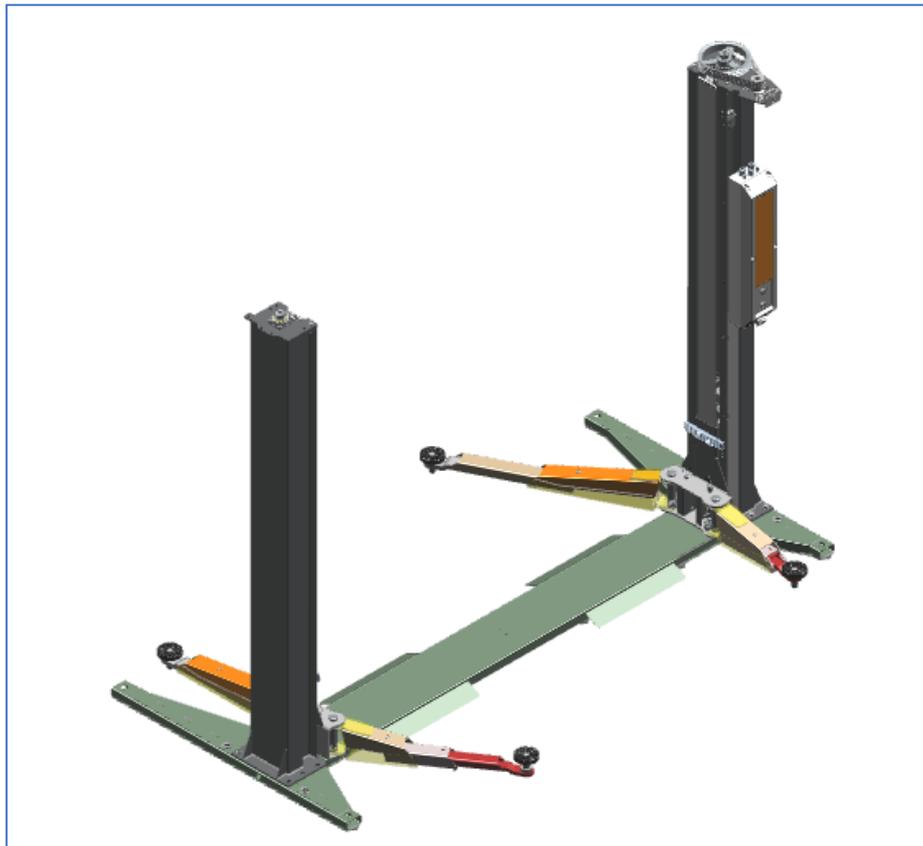


Figura 4.3-rappresentazione 3D di un ponte di sollevamento auto

L'analisi che riporteremo in merito alla scomposizione prodotto riguarderà un solo modello in produzione ma ogni passaggio, in fase di consulenza, è stato fatto per ogni modello che l'azienda produce.

Si sono prodotti dei file power point per ogni macro sezione del ponte oltre ad una distinta base con lo scopo di essere di ausilio al progettista che si è occupato della definizione delle maschere di saldatura, quest'ultima attività esclusiva di un'altra azienda di consulenza a cui si è rivolto il nostro cliente.

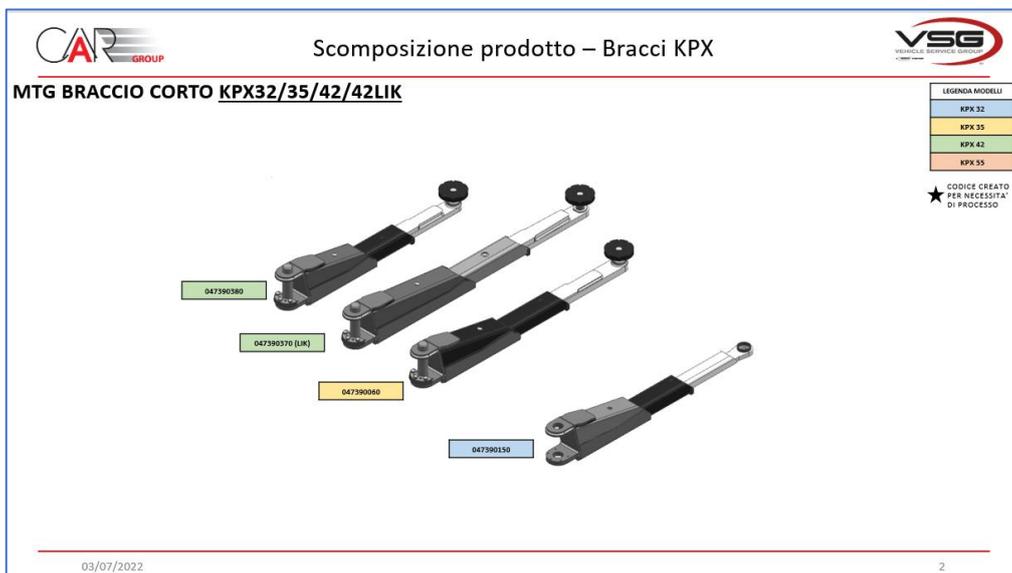


Figura 4.4-esempio di una prima scomposizione prodotto

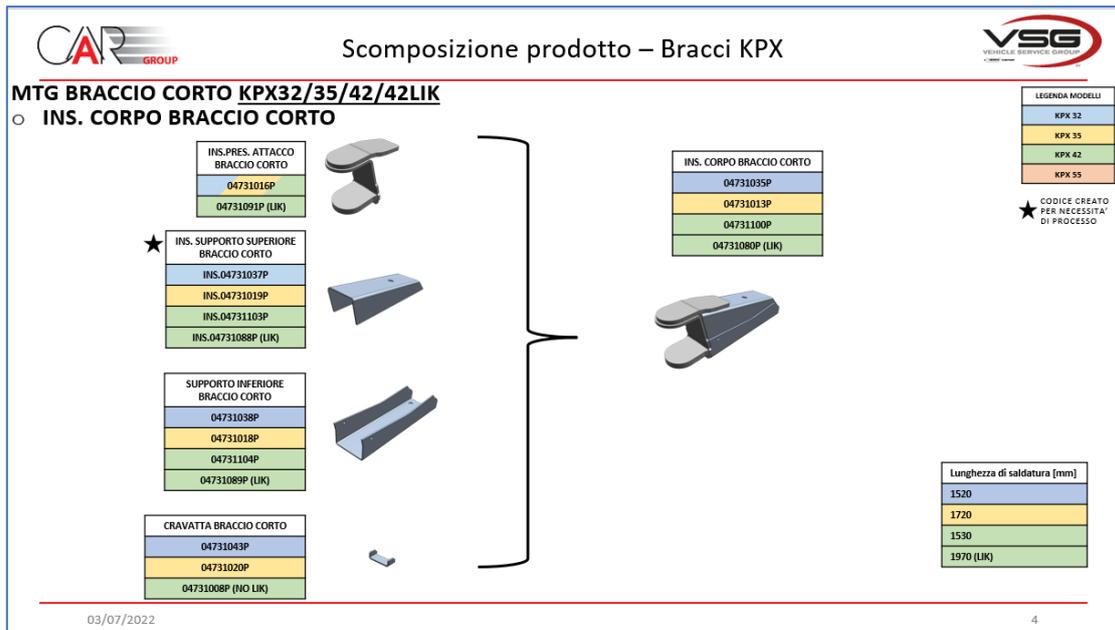


Figura 4.5-scomposizione con immagini di uno dei sottoassiemi, il braccio corto

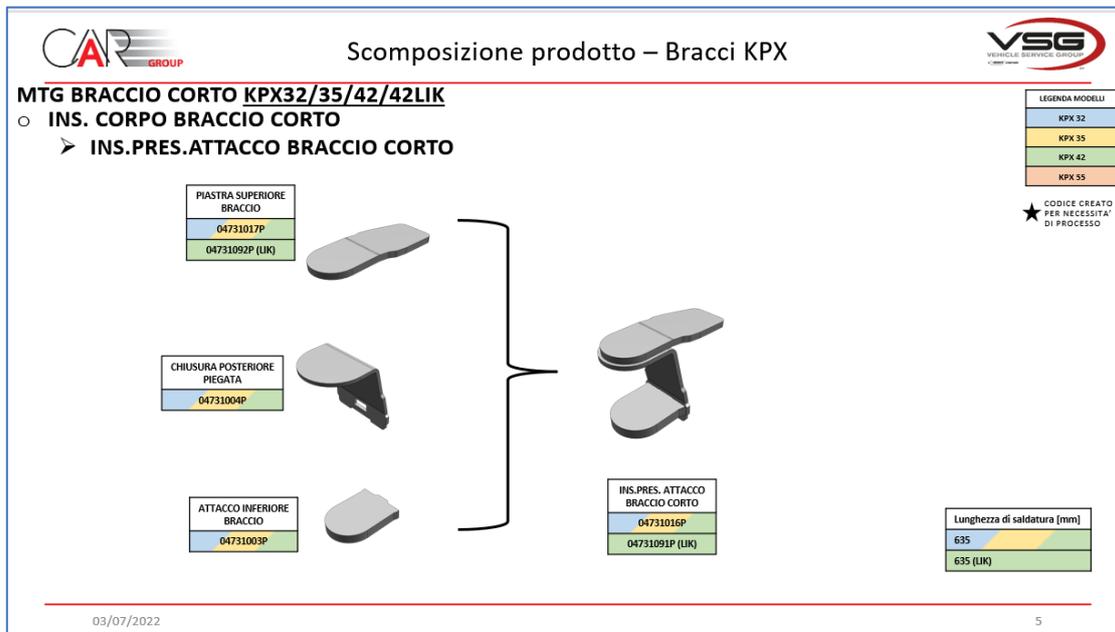


Figura 4.6-scomposizione con immagini di uno dei sottoassiemi, il braccio corto

Inoltre, come informazione aggiuntiva, è stata apposta la lunghezza di saldatura di ogni sottoassieme. Quest'informazione è stata rilevante ai fini del calcolo del tempo ciclo e dei ciclogrammi di ogni cella di saldatura.

A questo punto, viene spontaneo chiedersi quale sia il modo di calcolare la lunghezza della saldatura, in modo che a cascata, seguano tutte le altre valutazioni. Purtroppo, va a questo punto della trattazione precisato che l'opera della azienda di consulenza non è mai lineare. Infatti, essa si trova a

interfacciarsi continuamente con il cliente per richiedere le informazioni di cui ha bisogno e la gran parte di queste il cliente non le possiede.

In questo caso specifico, alcune lunghezze di saldatura sono state ricavate dai 3D che il cliente ha fornito, altri invece dai disegni in 2D.

Si riportano di seguito anche degli esempi di calcolo lunghezze saldature che sono state poi girate all'azienda che si occupa della definizione delle maschere di saldatura.

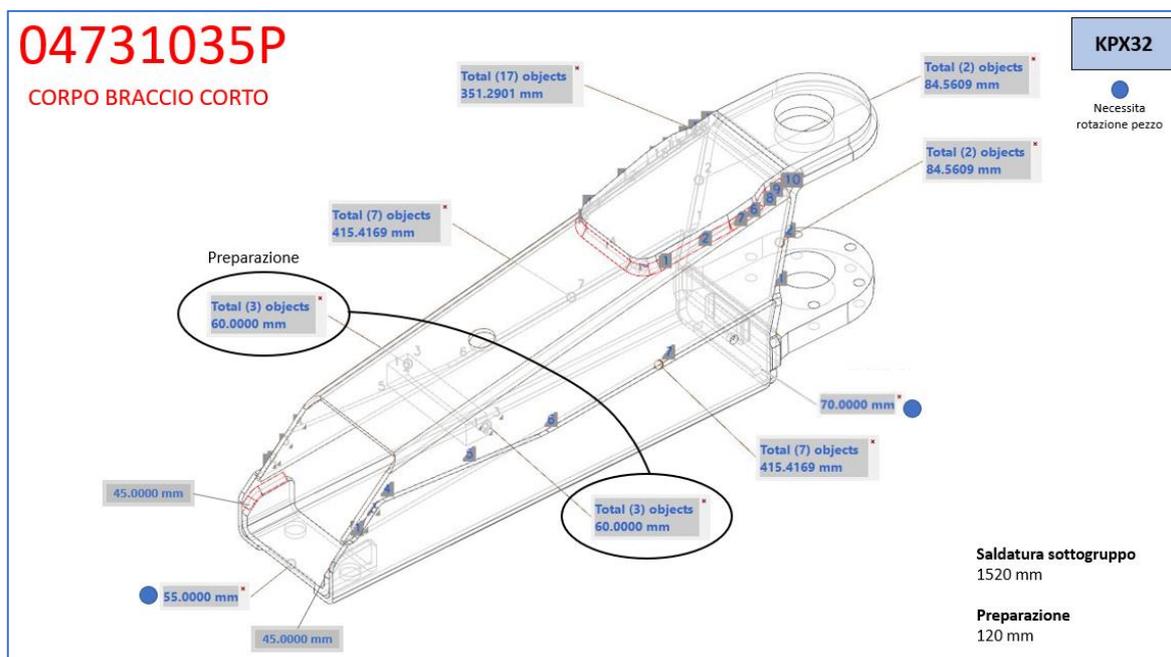


Figura 4.7-calcolo delle lunghezze di saldatura

4.5 Tempo ciclo

Che cos'è il tempo di ciclo? Il tempo di ciclo è un dato che viene dal mondo della produzione snella ed è la quantità di tempo necessaria per completare un'attività specifica dall'inizio alla fine.

È una metrica cruciale che ti consente di misurare quanto tempo ci vuole per completare un prodotto o fornire un servizio. Può anche essere considerato parte di sforzi di miglioramento continuo poiché può esporre aree di inefficienza che va affrontato. È anche una metrica preziosa quando si tratta di misurare la produttività e l'efficienza all'interno di un'azienda.

Il tempo di ciclo può essere applicato a un'ampia gamma di settori e tipi di lavoro. Nell'ingegneria del software, si riferisce a quanto tempo ci vuole per distribuire il codice, o nella gestione della catena di approvvigionamento, può spiegare quanto tempo ci vuole per evadere un ordine di prodotto.

4.5.1 Quali sono i vantaggi del calcolo del tempo di ciclo?

Il calcolo del tempo di ciclo è un dato fondamentale da avere per fare qualsiasi calcolo a valle sulla produttività e sull'incremento della stessa per il processo produttivo.

- *Aumento della redditività grazie al risparmio sui costi.* Tenendo presente la velocità di consegna, massimizzando il tempo di ciclo, riduci i costi e si aumenta la redditività. Avere una chiara comprensione di come e dove viene speso il tempo è un modo rapido per capire dove è possibile ridurre.
- *Produzione più consistente.* Una volta acquisita una conoscenza approfondita del flusso di produzione, è possibile implementare processi e strumenti per garantire tassi di produzione coerenti. Affinando il tasso di produzione per standardizzarlo, verrà eliminata le possibilità di sottoproduzione e sovrapproduzione.
- *Una migliore comprensione della spesa aziendale.* In base al tempo di ciclo di una determinata attività, è possibile determinare il valore o il valore dei singoli processi. Avere una comprensione del tempo di ciclo e di quante risorse vengono pagate per completare le attività di produzione in un periodo specifico può dare una comprensione più chiara della spesa aziendale.

4.5.2 Dati in input: produzione make e produzione buy

Al fine di poter calcolare il tempo ciclo abbiamo richiesto all'azienda soggetto della consulenza i volumi produttivi annui di tutti i modelli in produzione. Per le nostre previsioni tali volumi sono stati poi incrementati del 10% per poter effettuare un'analisi conservativa.

Di seguito i volumi produttivi per ogni modello. I prodotti buy sono quei prodotti per cui l'azienda si rivolge all'esterno perché i volumi produttivi non giustificano un'internalizzazione della produzione.

Table 2-produzione make e produzione nuy

		MODELLO KPX 32/35																						
		PONTI ELETTROMECCANICI							PONTI IDRAULICI							TOTALE PRODUZIONE MAKE (+10% di incremento marginale)	PRODUZIONE GIORNO	TEMPO CICLO MACCHINA (MINUTI)	TEMPO PER BALDARE PRODUZIONE GIORNALIERA (MINUTI)	TEMPO PER BALDARE PRODUZIONE GIORNALIERA (ORE)				
		KPX32	KPX32R	KPX31	KPX32 2	KPX32 2	KPX32 R	KPX35	KPX35 EV	KPX35 LK	KPX35 H2-B	KPX35 H2-TEDAF	KPX35 H2-TEDEV	KPX35 H2-TER	KPX35 H2-S334	KPX35 H2-300	KPX35 H2-300	TOTALE PRODUZIONE MAKE (+10% di incremento marginale)	PRODUZIONE GIORNO	TEMPO CICLO MACCHINA (MINUTI)	TEMPO PER BALDARE PRODUZIONE GIORNALIERA (MINUTI)	TEMPO PER BALDARE PRODUZIONE GIORNALIERA (ORE)		
PRODUZIONE ANNO MAKE	COLONNE+CARRELLI	3960	220	540	450	270	1054	1475	50	890	300	130						20643	87	10,5	918	15,3		
	BRACCI	3960		540	450	270	1054	1475		890								26794	114	7	795	13,2		

		MODELLO KPX 42/55																						
		PONTI ELETTROMECCANICI							PONTI IDRAULICI							TOTALE PRODUZIONE MAKE (+10% di incremento marginale)	PRODUZIONE GIORNO	TEMPO CICLO MACCHINA (MINUTI)	TEMPO PER BALDARE PRODUZIONE GIORNALIERA (MINUTI)	TEMPO PER BALDARE PRODUZIONE GIORNALIERA (ORE)				
		KPX40	KPX40 LKA	KPX41	KPX42	KPX43	KPX44	KPX45	KPX46	KPX47	KPX48	KPX49	KPX50	KPX51	KPX52	KPX53	KPX54	TOTALE PRODUZIONE MAKE (+10% di incremento marginale)	PRODUZIONE GIORNO	TEMPO CICLO MACCHINA (MINUTI)	TEMPO PER BALDARE PRODUZIONE GIORNALIERA (MINUTI)	TEMPO PER BALDARE PRODUZIONE GIORNALIERA (ORE)		
PRODUZIONE ANNO MAKE	COLONNE+CARRELLI	40	40	310	1150	462												4404	19	10,5	196	3,3		
	BRACCI	40	40	310	1150													10795	46	7	320	5,3		

		COLONNE KPX 32/35		BRACCI KPX 32/35		COLONNE KPX 42/55		BRACCI KPX 42/55		MIX PRODUTTIVO MEDIO	
		82%		71%		3,5					
		18%		29%		1					

In tabella 2 è scomposta la produzione totale annua per ogni modello MAKE.

Da questa tabella si evince come l'incidenza dei modelli 3,2/3,5 sia circa 3,5 volte maggiore a quella dei modelli 4,2/5,5.

Questo ci permette di dimensionare la gestione logistica rispetto a questa indicazione, tenendo quindi un buffer per i vari modelli commensurato a questa indicazione.

4.5.3 Definizione tempi utili

Per poter costruire un diagramma di Gantt efficiente che rispettasse la realtà è stato necessario misurare i tempi di cui l'operatore necessita per svolgere tutte le sue attività. Il primo step è stato quello di cronometrare la movimentazione dei pezzi di ogni operatore all'interno della cella robotica.

Si sono ottenuti, come ci si aspettava, diversi risultati a seconda della dimensione e del peso degli oggetti spostati.

Di seguito una tabella che esplica la definizione di pezzo piccolo, medio e grande.

Table 3-definizione grandezza pezzo

[kg]		[kg]
0<	Pezzo piccolo	<2
2<	Pezzo medio	<6
6<	Pezzo grande	<8
8<	Movimentazione con paranco	

Sono state poi condotte delle interviste con il personale di officina e ci sono stati dei confronti sui tempi rilevati al fine di capire se tali tempi fossero compatibili con un turno lavorativo di 8 ore e se ogni movimentazione rispettasse l'ergonomia.

Table 4-definizione tempi movimentazione pezzi

	[s]
Movimentazione manuale pezzo piccolo	4,0
Movimentazione manuale pezzo medio	6,0
Movimentazione manuale pezzo grande	8,0
Movimentazione manuale pezzo con paranco	35,0
Movimentazione manuale pezzo piccolo (5+5m di camminamento medio)	14,0
Movimentazione manuale pezzo medio (5+5m di camminamento medio)	16,0
Movimentazione manuale pezzo grande (5+5m di camminamento medio)	18,0
Movimentazione manuale pezzo con paranco (5+5m di camminamento medio)	45,0
Camminamento operatore (m/s)	1,0
Rotazione tavola girevole 180°	10,0
Saldatura automatica (mm/s)	5,0
Saldatura manuale (mm/s)	3,0
Saldatura manuale a punti (sec/punto)	8,0

Il secondo step è stato quello di osservare le movimentazioni all'interno della cella e il processo che porta alla saldatura di un assieme. Anche in questo caso si sono rilevati dei tempi e si è poi giunti alla definizione del ciclogramma.

Dalla scrittura di tutti i ciclogrammi è stato possibile concludere che i tempi ciclo calcolati precedentemente sono adatti alla produzione annuali incrementata del 10% e pertanto si prevede di poter produrre le quantità richieste senza subire ritardi.

Nella figura sottostante, a titolo di esempio, si riporta il ciclogramma calcolato per la cella 5, ovvero la cella dove si prevede di saldare l'assieme braccio corto.

Table 5-ciclogramma per uno degli assiemi saldati

Robot / Operator	Descrizione	Saldatura CO2		Time [sec]		
		N° tratti	Lunghezza tratti [mm]	Inizio	Durata	Fine
	PARETE POSTERIORE CARRELLO 3,2T					
	PARETE POSTERIORE CARRELLO 3,5T					
	Rotazione tavola girevole			0,0	10,0	10,0
Operatore 7	Entra nella cella			10,0	5,0	15,0
	Prende pezzo da attrezzo con paranco - INS.047314080			15,0	20,0	35,0
	Cammina fino al contenitore (1 m/s) - 3,5m			35,0	3,5	38,5
	Carica pezzo in contenitore con paranco - INS.047314080			38,5	20,0	58,5
	Cammina fino al contenitore (1 m/s) - 2m			58,5	2,0	60,5
	Prende pezzo da contenitore con paranco - 047315560			60,5	20,0	80,5
	Cammina fino alla cella (1 m/s) - 3,5m			80,5	3,5	84,0
	Carica pezzo su attrezzo (2°FASE) con paranco - 047315560			84,0	20,0	104,0
	Cammina fino al sag (1 m/s) - 2m			104,0	2,0	106,0
	Prende pezzo da sag - 047315340			106,0	4,0	110,0
	Cammina fino alla cella (1 m/s) - 2m			110,0	2,0	112,0
	Carica pezzo su attrezzo (2°FASE) - 047315340			112,0	4,0	116,0
	Prende da prep.1 e carica su attrezzo - INS.047314100			116,0	8,0	124,0
	Prende da prep.2 e carica su attrezzo - INS.047314090			124,0	8,0	132,0
	Cammina fino al sag (1 m/s) - 2m			132,0	2,0	134,0
	Prende n.3 pezzi da sag - 047315550 - 2x047315370			134,0	15,0	149,0
	Cammina fino alla cella (1 m/s) - 2m			149,0	2,0	151,0
	Carica n.3 pezzi su prep.1 - 047315550 - 2x047315370			151,0	15,0	166,0
	Cammina fino al sag (1 m/s) - 2m			166,0	2,0	168,0
	Prende n.3 pezzi da sag - 047315540 - 2x047315370			168,0	15,0	183,0
	Cammina fino alla cella (1 m/s) - 2m			183,0	2,0	185,0
	Carica n.3 pezzi su prep.2 - 047315540 - 2x047315370			185,0	15,0	200,0
	Esce dalla cella			200,0	5,0	205,0
	Premi Pulsanti			205,0	2,0	207,0

	Smerigliatura/controllo/rework (tempo disponibile)			207,0	184,0	391,0
R7	Saldatura INS. PIASTRA SAGOMATA SUPERIORE - INS.047314100 (prep.1)		120	207,0	24,0	231,0
	Spostamento verso zona di saldatura successiva			231,0	4,0	235,0
	Saldatura INS. PIASTRA SAGOMATA INFERIORE - INS.047314090 (prep.2)		60	235,0	12,0	247,0
	Spostamento verso zona di saldatura successiva			247,0	4,0	251,0
	Saldatura INS. CORPO POSTERIORE CARRELLO - INS.047315320		680	251,0	136,0	387,0
	Home position			387,0	4,0	391,0

A valle della scrittura del ciclogramma si è calcolata il tempo di carico della cella e il tempo impiegato per varie lavorazioni manuali quali ad esempio smerigliatura/controllo/rework.

Per ogni cella è stato ottenuto un valore di saturazione ottimale.

Table 6-calcolo tempo di saturazione cella

SATURAZIONE						
PARETE POSTERIORE CARRELLO 3,2T					sec	min
PARETE POSTERIORE CARRELLO 3,5T						
Operatore 7	31%		carico		197,0	3,3
	29%		rework		184,0	3,1
	60%		TOT		381,0	6,4
R7	29%				184,0	3,1

4.6 Anomalie rilevate

Durante la fase di analisi dell'attuale sistema produttivo si sono riscontrate delle anomalie dovute ad una cattiva organizzazione del layout e verranno elencate nel seguito a seconda della tipologia delle stesse.

4.6.1 Anomalie alla ricezione

- Al momento della ricezione della merce, l'addetto non possiede il documento di trasporto per verificare la correttezza di quanto ricevuto;
- Il ricevimento della merce non viene effettuato sempre dallo stesso ingresso ma si impartiscono istruzioni diverse ai camion in entrata a seconda della merce trasportata;
- L'addetto non provvede immediatamente alla registrazione del materiale in entrata sul sistema informatico di cui si è dotata l'azienda;
- Spesso il materiale in ingresso non ha una codifica univoca;
- Spesso le risorse impiegate al ricevimento, in mancanza di entrata materiali, non sono impiegate in nessuna altra attività;
- In caso di errori o anomalie, l'addetto non è formato su cosa fare e si ritrova a fare viaggi o chiamate alla ricerca di istruzioni su come procedere;

4.6.2 Anomalie allo stoccaggio

Quando il carrellista si trova a dover fare lo stoccaggio dei materiali in entrata, spesso trova l'etichetta di identificazione non posizionata in modo corretto e deve scendere dal carrello e scansionarla con il terminale in radiofrequenza, questo spostamento genera una perdita di tempo e quindi di soldi.

Il materiale in ingresso non ha una precisa ubicazione, infatti il carrellista vaga tra i corridoi in cerca di una posizione che sia libera e compatibile con la tipologia di materiale da stoccare.

Uno grosso problema dello stoccaggio è causato dai contenitori nei quali si posizionano gli oggetti. Ogni contenitore risulta diverso dall'altro, impedendo di fatto l'impilaggio degli stessi e causando perdita di spazio in verticale. Un'altra conseguenza dell'utilizzo dei contenitori non adatti allo scopo è l'assenza di sicurezza, i materiali in questione sono spesso pesanti e ingombrati e vanno preservati al meglio per garantire la sicurezza degli operatori.

4.6.3 Anomalie di prelievo

Dalle anomalie di stoccaggio non possono che derivare delle anomalie di prelievo. Infatti, quando il carrellista deve cercare un materiale non è in grado di sapere con precisione dove questo sia e si ritrova a fare quello che ha svolto durante lo stoccaggio: vagare tra i corridoi alla ricerca del codice desiderato.

4.6.4 Anomalie di spedizione

A causa dell'assenza di una area destinata all'ingresso dei materiali e di una area destinata all'uscita degli stessi, spesso si ha un affollamento di camion di corrispondenza di queste aree causando di fatto confusione negli addetti. Quando è necessario spedire dei materiali è possibile che questi non siano in corrispondenza dell'area di prelievo e l'addetto deve vagare nel magazzino alla ricerca degli stessi.

4.6.5 Anomalie layout

Grazie al ricorso dello strumento dello spaghetti chart, è emerso che le aree di ricevimento e spedizione non ben identificare causano spreco di risorse, i flussi di stoccaggio e di prelievo spesso si incrociano e sono in surplus rispetto a quelli strettamente necessari. La mancanza o l'inefficienza della zona di stoccaggio causano un cattivo impiego delle risorse.

5 Gli strumenti utilizzati per il caso in esame

Nel seguito verranno illustrati gli strumenti che sono stati applicati per il caso in esame e quali benefici hanno apportato al processo produttivo.

5.1 Lo strumento dei 5W e la sua applicazione

Questo paragrafo sarà dedicato alla identificazione delle radici dei problemi riscontrati in ognuna delle fasi di cui si sono rilevate le anomalie tramite lo strumento dei 5W, precedentemente riportato.

Anche in questa fase è stato fondamentale il dialogo continuo con gli operatori così da scoprire le perplessità in merito ad ogni fase del ciclo di lavoro.

5.1.1 Fase di ricezione

Nella tabella 2 sono riportati tutti gli sprechi riscontrati nella fase di ricezione utilizzando il metodo delle 5W.

Table 7-identificazione degli sprechi per la fase di ricezione

Processo	7 muda	What	When	Where	Why	Who
Ricezione	Sovraproduzione	Le merci che arrivano in area ricezione sono più di quante questa possa ospitare	Spesso, durante la ricezione		L'area ricevimento è sottodimensionata o dimensionata rispetto a flussi di anni precedenti	Responsabilità del progettista
	Attese	I magazzinieri aspettano che gli addetti al ricevimento registrino i materiali in arrivo a gestionale	Ogni volta durante la fase di ricevimento	Area ricevimento	Gli addetti al ricevimento sono spesso impegnati in altre mansioni	
	Trasporto	Gli operatori spostano la merce difettosa in attesa della riconsegna al fornitore	Spesso		Mancanza di spazio all'interno dell'area ricevimento	Responsabilità fornitore
	Perdite di processo	Gli operatori di magazzino non riescono ad ubicare il materiale per anomalie o incomprensioni	Di media, un paio di volte a settimana	Area ricevimento o area magazzino	L'operatore deve chiedere informazioni su quanto da farsi	Responsabilità ricezione e/fornitori/magazzino
	Scorte	Si crea un deposito di materiale in eccesso/non presente in DDT/errato all'interno dell'area ricevimento	Spesso	Area anomalie	Impossibilità di ricevere il materiale	Responsabilità del fornitore

	Movimenti	Gli operatori spostano la merce ogni volta che ne arriva di nuova per fare spazio	Durante il ricevimento	Area ricevimento	Dimensione area ricevimento insufficiente	Responsabilità del progettista
	Prodotti difettosi	Si riscontrano anomalie tra il prodotto atteso e quello ricevuto	Spesso	Area ricevimento	Errore del fornitore	Responsabilità del fornitore

Nella matrice appena creata è possibile notare come le varie anomalie si susseguano a cascata: una prima inefficienza nell'area di ricevimento ne causa a valle molte altre. Il problema principale da risolvere è l'attesa a cui sono costretti gli operatori di magazzino; infatti, è necessario che essi attendano gli addetti alla ricezione in modo che la merce sia registrata a gestionale e solo dopo possono provvedere al posizionamento della merce in arrivo.

Successivamente gli addetti devono ricercare nell'area ricevimento il pallet corretto da stoccare, impiegando a volte anche 15 min. La responsabilità di queste attese prolungate e inefficienti è da imputare agli addetti al ricevimento che però spesso sono oberati di lavoro o impegnati in altre questioni lavorative importanti.

Un altro ricorrente responsabile dei muda ripetuti in area ricevimento è il fornitore: spesso arriva materiale non codificato pertanto gli operatori non riescono a fare match tra il materiale in area ricevimento e l'ordine in arrivo dal fornitore; altre volte invece si tratta di materiale errato, quantità sbagliate o difformità rispetto al documento di trasporto.

Infine, c'è un problema di dimensioni dell'area ricevimento. Lo spazio infatti risulta essere sottodimensionato rispetto alle reali necessità e quindi quando si hanno molti ordini in arrivo gli addetti si trovano a dover incastrare la merce come meglio possono, impiegando spostamenti e movimento superflui. Va inoltre detto che allo stato iniziale lo stabilimento si avvaleva molto

dell'area esterna, un'area non predisposta alla ricezione e che impone al materiale in arrivo il deterioramento per agenti atmosferici.

5.1.2 Fase di stoccaggio

Nella tabella 3 sono riportati gli sprechi identificati per il processo di stoccaggio del materiale.

Table 8-identificazione degli sprechi per la fase di stoccaggio

Processo	7 muda	What	When	Where	Why	Who
Stoccaggio	Sovraproduzione	Le scorte in eccesso limitano la visuale e l'allocazione di tutti gli altri materiali	Durante la fase di stoccaggio	In magazzino	C'è una cattiva allocazione e dei prodotti	Responsabilità del progettista
	Attese	-	-	-	-	-
	Trasporto	Rischio di danneggiare il materiale trasportato	Durante lo stoccaggio	In magazzino	Per stoccare il materiale il carrellista deve fare movimenti in eccesso	Sistema gestionale
	Perdite di processo	Il carrellista cerca una cella vuota dove ubicare il materiale percorrendo più volte le scaffalature	Durante lo stoccaggio		Il gestionale non indica dove stoccare la merce	Sistema gestionale
	Scorte	Si accumulano molti pallet in area ricevimento che attendono lo stoccaggio	Spesso	Area ricevimento	Sono stati consegnati molti pallet o il carrellista è impegnato in altre attività	Operatori di magazzino
	Movimenti	Il carrellista deve scendere dal			Il sistema	Responsabilità

		muletto per scansionare l'etichetta di identificazione della merce			di incollatura delle etichette non è efficiente	operatori di magazzino
	Prodotti difettosi	Errore nella scansione dell'etichetta della cella di ubicazione	Spesso	In magazzino	Le etichette delle ubicazioni sono molto vicine tra di loro	Responsabilità operatori di magazzino

Anche in questo caso, tutte le inefficienze che si incontrano durante l'analisi della fase di stoccaggio derivano da una causa a monte. In questo caso tutte le inefficienze sono da ricondurre al fatto che l'azienda non si è dotata di un sistema gestionale adatto alla propria produzione. Il sistema gestionale non indica al carrellista quali sono le celle libere in cui andare a depositare il materiale e ciò costringe l'operatore a vagare senza una direzione definita fino al ritrovamento di una cella che sia libera e adatta per dimensioni al tipo di materiale che si intende stoccare.

Procedendo con questa modalità, è facile concludere che aumenti il rischio di danneggiamento dei prodotti trasportati e il carrellista incorre anche nel rischio di incrociare altri flussi di processi diversi, causando ancor più confusione e spreco di risorse.

5.1.3 Fase di prelievo

Nella tabella 4 sono identificati gli sprechi per la fase di prelievo ponendosi le 5 domande previste dall'ottica lean.

Table 9-identificazione degli sprechi per la fase di prelievo

Processo	7 muda	What	When	Where	Why	Who
Prelievo	Sovraproduzione	Le scorte in eccesso limitano la visuale e l'allocazione di tutti gli altri materiali	Durante la fase di prelievo	In magazzino	C'è una cattiva allocazione e delle scorte dei prodotti	Responsabilità del progettista
	Attese	Se il carrellista non trova il materiale da prelevare contatta gli addetti al ricevimento in modo che gli indichino un'altra cella			Il materiale non è stato stoccato correttamente	Responsabilità degli addetti allo stoccaggio
	Trasporto	L'operatore cerca il materiale che gli serve girando tra le corsie			Il materiale non è stato stoccato correttamente	Responsabilità degli addetti allo stoccaggio
	Perdite di processo	Il prelievo non è pallet intero ma è a picking			Se viene effettuato un prelievo a picking il gestionale lo registra come pallet intero	Sistema gestionale
	Scorte	Mancanza di scorte necessarie a soddisfare le esigenze del cliente		Ufficio acquisti		
	Movimenti	L'operatore deve scendere dal mezzo e cercare il materiale che gli serve		Aree di stoccaggio a terra	Le aree di stoccaggio a terra non sono suddivise in modo ottimale e il	Responsabilità dell'addetto allo stoccaggio

					materiale è stoccato in modo casuale	
	Prodotti difettosi	-	-	-	-	-

Molte delle anomalie rilevate potrebbero essere risolte con l'introduzione di un gestionale più adatto alle esigenze dell'azienda. Si sottolinea che in questa, come anche in tutte le altre fasi, la comunicazione tra gli addetti dei vari reparti sia fondamentale ed è bene incoraggiare lo scambio di informazioni.

5.1.4 Fase di spedizione

Table 10-identificazione degli sprechi per la fase di spedizione

Processo	7 muda	What	When	Where	Why	Who
Spedizione	Sovrapproduzione	-	-	In magazzino	-	-
	Attese	Il mezzo di trasporto necessario non è disponibile	Durante la fase di spedizione		Gli operatori hanno molte consegne da fare	Responsabilità degli addetti alla spedizione
	Trasporto	L'operatore rimette a posto del materiale non adatto alla consegna			L'operatore preleva del materiale con codice errato	Responsabilità degli addetti allo stoccaggio
	Perdite di processo	-			-	-
	Scorte	-			-	-
	Movimenti	-	-		-	-
	Prodotti difettosi	Merce non compatibile con la spedizione	Raramente		Area spedizione	Merce danneggiata o obsoleta

In area spedizione sono state individuate le seguenti anomalie di processo. Il trasportatore che deve consegnare la merce alle aziende a valle spesso si ritrova ad attendere in area spedizione affinché gli addetti all'imballaggio concludano il loro lavoro. Le cause possono essere ricercate nel fatto che ci sono il processo di prelievo non è ottimizzato, talvolta mancano dei prodotti.

Anche qui si ripercuotono le inefficienze avvenute a monte come lo stoccaggio errato di prodotti, i quali vengono ritrovati in celle di ubicazione errate.

Quando accade che, durante il processo di spedizione, un operatore preleva del materiale errato è opportuno che questo venga ricollocato nel più breve tempo possibile, evitando eccessive movimentazioni e provvedendo a liberare subito l'area spedizioni.

5.2 Lo strumento delle 5S e la sua applicazione

Nel capitolo precedente sono state individuate le problematiche rilevate durante il processo e ora è necessario determinare delle soluzioni che limitino o eliminino la criticità rilevata.

Le proposte di miglioramento presentate nel seguito sono state ricavate sia attingendo alla letteratura in merito al lean thinking e studiando casi simili sia con il dialogo con gli operatori in magazzino, che grazie alla loro esperienza diretta sul campo, hanno potuto esprimere la propria opinione.

Si richiamano qui brevemente il concetto a cui si riferiscono le 5S per meglio comprendere le tabelle sottostanti. Le 5S sono:

- seiri (separare)
- seiton (ordinare)
- seiso (pulire)

- seiketsu (standardizzare)
- shitsuke (disciplina).

5.2.1 Fase di ricezione

Nella tabella 11 è riportato il metodo delle 5S applicato alla fase di ricezione per ognuna delle 7 categorie di sprechi riscontrati.

Table 11-applicazione 5S alla fase di ricezione

Area di miglioramento	Problema rilevato	Separare	Ordinare	Pulire	Standardizzazione	Disciplina
Ricezione	Sovraproduzione: le merci che arrivano in area ricezione sono più di quante questa possa ospitare	Bisogna separare gli ingressi a seconda del tipo di merce in arrivo e indirizzare i fornitori all'ingresso esatto		Sgombrare l'area ricevimento da tutto ciò che è superfluo	-	Tenere sotto controllo il processo e il suo KPI
	Attese: I magazzinieri aspettano che gli addetti al ricevimento registrino i materiali in arrivo a gestionale		Gli operatori di magazzino devono avere il compito di verificare eventuali errori da parte della ricezione		Gli addetti al ricevimento devono immediatamente inserire a gestionale la merce in arrivo, se le risorse sono sottodimensionate provvedere ad incrementarle	
	Trasporto: Gli operatori spostano la merce difettosa in attesa della riconsegna al fornitore	Individuare al più presto il materiale che presenta anomalie e spostarlo in una zona dedicata				Gestire i prodotti anomali in una sola fase, provvedendo alla registrazione e anomalie e riconsegna al fornitore

Perdite di processo: Gli operatori di magazzino non riescono ad ubicare il materiale per anomalie o incomprensioni	Gli addetti devono comunicare tempestivamente i loro dubbi o chiedere le informazioni di cui necessitano		Formare adeguatamente gli addetti in modo che riescano a gestire qualsiasi eventualità
Scorte: Si crea un deposito di materiale in eccesso/non presente in DDT/errato all'interno dell'area ricevimento	Spostare tutto il materiale non idoneo in un'area apposita nell'area ricevimento in modo che non si crei confusione		Comunicare nel più breve tempo possibile le anomalie rilevate ai fornitori in modo che possano risolvere
Movimenti: Gli operatori spostano la merce ogni volta che ne arriva di nuova per fare spazio	Riorganizzare il layout per prevedere un'area ricevimento adatta alle necessità		Tenere sotto controllo i flussi in entrata e prevedere eventuali variazioni future in modo da dimensionare in maniera corretta
Prodotti difettosi: Si riscontrano anomalie tra il prodotto atteso e quello ricevuto	Prevedere delle segnalazioni anomali che gli addetti al ricevimento possano compilare ogni giorno per monitorare l'andamento delle anomalie		Comunicare sempre con il fornitore eventuali mancanze

Una possibile soluzione che permetterebbe di minimizzare o addirittura azzerare le anomalie registrate in fase di ricezione è quella di prevedere una zona di ricezione adatta ai flussi di materiali dell'azienda. Per fare ciò è necessario un re-layout della struttura. Il solo aumento di spazio però non è sufficiente. È necessario che la zona si attrezzata per ogni necessità, si pensi ad esempio ad una zona in cui stoccare il materiale quando questo perviene con delle difformità ed è necessario attendere il fornitore che la venga nuovamente a ritirare. Spostare questo materiale in zona prelievo sarebbe controproducente, infatti si aumenterebbero le movimentazioni che non sono un valore aggiunto per l'azienda. Va inoltre considerato che auspicabilmente le difformità vanno rilevate il prima possibile e quindi a portata di richiamo del fornitore.

5.2.2 Fase di stoccaggio

Nella tabella 12 è riportato il metodo delle 5S applicato alla fase di stoccaggio per ognuna delle 7 categorie di sprechi riscontrati.

Table 12-applicazione 5S alla fase di stoccaggio

Area di miglioramento	Problema rilevato	Separare	Ordinare	Pulire	Standardizzazione	Disciplina
	Sovraproduzione: Le scorte in eccesso limitano la visuale e l'allocazione di tutti gli altri materiali				Prevedere un acquisto e una produzione più oculata delle merci di più largo consumo per evitare eccessi indesiderati che causano inefficienze	
	Attese:					
	Trasporto: Rischio di danneggiare il materiale trasportato	Evitare che il carrellista si muova tra le celle per ubicare il materiale aggiornando il sistema gestionale e facendo il modo che questo indichi all'addetto la cella corretta			Evitare che la fase di stoccaggio avvenga in concomitanza con quella di prelievo, la diminuzione dell'incrocio di flussi incide sulla diminuzione della probabilità che la merce si danneggi	
	Perdite di processo: Il carrellista cerca una cella vuota dove ubicare il materiale percorrendo più volte le scaffalature					
	Scorte: Si accumulano molti pallet in area ricevimento che attendono lo stoccaggio	Stoccare i pallet il prima possibile all'arrivo	Separare i pallet che vanno stoccati da quelli che necessitano ulteriori controlli o che devono essere rimandati al fornitore			
	Movimenti: Il carrellista deve scendere dal muletto per scansionare l'etichetta di identificazione della merce				Istruire correttamente gli operatori sulla modalità di applicazione delle etichette	

	Prodotti difettosi: Errore nella scansione dell'etichetta della cella di ubicazione	Aggiornare il gestionale in modo che indichi la cella corretta in cui scansionare il materiale			
--	--	--	--	--	--

La prima cosa che è stata notata è la limitazione delle applicazioni del gestionale di cui si è dotate l'azienda pertanto è necessario un aggiornamento dello stesso. Infatti, una caratteristica rilevata che quest'ultimo deve possedere è la possibilità di indicare al carrellista in quale cella ubicare il materiale anche in considerazione della tipologia di prodotti di cui si vuole effettuare lo stoccaggio. Se questa feature si potesse integrare si ridurrebbero certamente i tempi che il carrellista impiega, ne consegue un migliore impiego delle risorse. Anche lo spaghetti chart risultante ne gioverebbe in pulizia.

Infine, va notato che limitare le movimentazioni limita in modo sostanziale le probabilità che il materiale incappi in danneggiamento.

Un eventuale aggiornamento del gestionale consentirebbe inoltre di migliorare il sistema di scansione del codice prodotto e ciò si ripercuoterebbe su un processo di stoccaggio più lineare e semplice.

5.2.3 Fase di prelievo

Nella tabella 13 è riportato il metodo delle 5S applicato alla fase di prelievo per ognuna delle 7 categorie di sprechi riscontrati.

Table 13-applicazione 5S alla fase di prelievo

Area di miglioramento	Problema rilevato	Separare	Ordinare	Pulire	Standardizzazione	Disciplina
	Sovrapproduzione: Le scorte in eccesso limitano la visuale e l'allocazione di tutti gli altri materiali				Prevedere un acquisto e una produzione più oculata delle merci di più largo consumo per evitare eccessi indesiderati che causano inefficienze	
	Attese: Il carrellista non	Se un materiale viene prelevato da una cella in				

trova il materiale da prelevare e contatta gli addetti al ricevimento in modo che gli indichino un'altra cella	cui non era previsto comunicare tempestivamente la difformità per aggiornare il gestionale		Prevedere controlli periodici dell'ubicazione della merce	
Trasporto: L'operatore cerca il materiale che gli serve girando tra le corsie	Comunicare tempestivamente la mancanza di materiale nella cella predisposta			
Perdite di processo: Il prelievo non è pallet intero ma è a picking			Aggiornare il gestionale in modo che preveda un sistema sia a picking che a pallet	
Scorte: Mancanza di scorte necessarie a soddisfare le esigenze del cliente	Tenere sotto controllo le previsioni di produzione			
Movimenti: L'operatore deve scendere dal mezzo e cercare il materiale che gli serve	Prevedere delle indicazioni chiare all'interno del magazzino in modo che l'operatore non sia costretto a scendere dal mezzo		Posizionare la merce in maniera corretta	
Prodotti difettosi:	-			

Durante la fase di prelievo si verificano delle inefficienze che, altro non sono, la ripercussione di errori effettuati durante gli step a monte. Molte inefficienze, infatti, si ripercuotono a cascata lungo tutto il processo produttivo.

Se il carrellista non trova l'oggetto desiderato nella posizione indicata a gestionale tale inefficienza si può certamente ricondurre alla fase di stoccaggio: aggiornando il sistema e la fase di stoccaggio si ridurrebbe notevolmente lo spreco di risorse quali movimenti superflui del carrellista e attese prolungate.

Per migliorare il processo, è necessario che i carrellisti aggiornino in modo puntuale il gestionale ogni volta che prelevano del materiale da una posizione non prevista per tenere aggiornata la giacenza e evitare che quella stessa situazione si verifichi di nuovo.

Una altra possibile implementazione è quella di tenere un inventario mensile in modo da tenere aggiornata la giacenza e la posizione di ogni codice; in questo modo si identificano anche possibili errori e disallineamenti e una volta identificati sarà possibile correggerli

5.2.4 Fase di spedizione

Nella tabella 14 è riportato il metodo delle 5S applicato alla fase di spedizione per ognuna delle 7 categorie di sprechi riscontrati.

Table 14-applicazione 5S alla fase di spedizione

Area di miglioramento	Problema rilevato	Separare	Ordinare	Pulire	Standardizzazio ne	Disciplina
	Sovraproduzione:	-				
	Attese: Il mezzo di trasporto necessario non è disponibile	Prevedere dei mezzi di trasporto coerenti con le necessità dei flussi produttivi			Procedere alla spedizione dei pallet pronti in maniera celere	
	Trasporto: L'operatore rimette a posto del materiale non adatto alla consegna	Dividere i pallet pronti da quelli non adatti alla spedizione e riposizionare quest'ultimi in maniera celere			-	
	Perdite di processo:	-				
	Scorte:	-				
	Movimenti:	-				
	Prodotti difettosi: Merce non compatibile con la spedizione	Prevedere una posizione adatta per la merce non compatibile con la consegna in modo che non venga confusa			-	

Può verificarsi che durante il processo di prelievo ci siano degli errori come, per esempio, prelevare il materiale sbagliato per la spedizione, oppure che tale materiale sia obsoleto o danneggiato. Se siamo nella prima eventualità bisogna dividere i pallet da spedire da quelli che non sono stati richiesti e riposizionare ogni codice al proprio posto. È importante che questa operazione venga fatta nel più breve tempo possibile in modo da evitare confusione in area di spedizione. Va precisato, che come lean thinking detta, ogni movimentazione superflua che non porta valore aggiunto al cliente va evitata e per tale motivo è auspicabile, quando non imperativo, che ogni volta che il carrellista preleva dei codici a magazzino controlli che siano quelli effettivamente richiesti

5.3 La costruzione del Fpep per il caso in esame

Per ottenere un database quanto più completo possibile è stato necessario prevedere un periodo iniziale di osservazione diretta nello stabilimento e colloqui con il personale che si occupa della movimentazione del materiale.

Il database che si intende costruire riporterà 4 macro-sezioni corrispondenti alle 4 sottostrutture del ponte oggetto del nostro esame, ovvero:

- Colonna comando
- Carrello comando
- Braccio lungo
- Braccio corto

Generalmente quando si approccia alla scrittura di un PFEP si ricorre alla distinta base dell'oggetto in esame. Quest'ultima di solito si trova all'interno del sistema informativo dell'azienda che centralizza tutte le informazioni utili al processo produttivo. In questo caso invece, tale mole di informazioni mancava ed è stato compito dell'azienda di consulenza poterle mettere insieme.

Come già detto, per avere tutte le informazioni necessarie, sono state condotte una serie di interviste con il personale di officina per rispondere ad alcune domande:

- che livello di scomposizione ha la parte in esame?;
- Si tratta di una parte che viene acquistata dal fornitore, ovvero “buy”? si tratta invece di una parte che viene prodotta in azienda (prodotto make)? Oppure è una parte che viene ottenuta dall’unione di elementi più semplici? In quest’ultimo caso verrà apposta la dicitura “saldato”;
- Da dove proviene il componente?
- Dove viene stoccato il componente?
- Quale unità di stoccaggio viene utilizzata per il componente?
- Quando vengono prelevati?
- A quanto ammonta il tempo di approvvigionamento? Ovvero il tempo che intercorre tra il prelievo e l’arrivo dei materiali in reparto?

È molto importante tenere presente, durante la redazione di questo documento, che l’obiettivo è quello di essere più chiari possibili, di voler comunicare le giuste informazioni in modo completo a chi poi ne trarrà beneficio. Ecco perché in questo caso è stato scelto di inserire anche l’immagine del componente, per aiutare visivamente i futuri fruitori del documento.

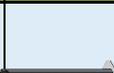
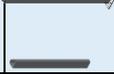
LIVELLO SCOMPOSIZIONE	DESCRIZIONE COMPONENTE	CODICE ELEMENTO	QUANTITA'	IMMAGINE ELEMENTO	MAKE OR BUY
1	COLONNA	047320010	1		SALDATO
2	INS. LAMIERATO COLONNA	047320270	1		SALDATO
3	LAMIERATO COLONNA	047320020	1		MAKE
3	CANALINA PASSAGGIO CAVI COLONNA	047320050	1		MAKE

Figura 5.1-FPEP

In realtà, nella prima stesura del FPEP sopra rappresentata, il documento presenta altre due colonne, ovvero fornitore e distanza in km del fornitore dalla sede di produzione. Va tenuto presente che il lavoro dell'azienda di consulenza è in corso nel mentre l'azienda cliente aggiorna tutti i dati, i CAD dei prodotti da industrializzare e i relativi codici, nonché informazioni primarie quali quelle necessarie per rispondere alla domanda make or buy. Pertanto, il progettista decide di prevedere che in corso d'opera possano esserci informazioni aggiuntive da implementare.

La chiave in questa fase è rappresentata dalla flessibilità. In letteratura si trovano centinaia e centinaia di direttive riguardo quali informazioni dovrebbe o non dovrebbe contenere il FPEP. Tuttavia, è sempre bene tener presente il tipo di lavoro da svolgere e il suo fine.

In questa parte del plan for every part lo scopo è quello di tener sempre sottomano l'allocazione dei prodotti, dall'ingresso all'ubicazione finale. Tra una lavorazione e l'altra il materiale si sposta all'interno dello stabilimento e in mancanza di un'organizzazione chiara per tutti gli addetti ai lavori è facile poter smarrire il materiale oppure incappare in sprechi quali un'eccessiva movimentazione.

LOGISTICA INTERNA									
IN	DEPOSITO	LAVORAZIONI INTERNE 1	DEPOSITO 1	LAVORAZIONI INTERNE 2	DEPOSITO 2	CELLA DI SALDATURA	DEPOSITO 3	VERNICIATURA	ALLOCAZIONE FINALE
---	---	---	---	---	---	R9	AREA KITTING R9	---	AREA PICKING PER SPED. RAV.
---	---	---	---	---	---	R9	---	---	---
MAG. ESTERNO TEMP.	MAGAZZINO VERTICALE	TAGLIO	DEPOSITO TEMP. TAGLIATI	PIEGATURA	DEPOSITO TEMP. PIEGATI	R9	---	---	---

Figura 5.2-dati riguardanti la logistica interna

Infine, una parte considerevole del lavoro è stato riservato al dimensionamento dei contenitori.

Il primo step da compiere per poter arrivare al dimensionamento è stato quello di riportare le dimensioni e il peso di ogni componente, come nell'esempio sottostante.

DIMENSIONI			
peso Kg per elemento	LUNGHEZZA ELEMENTO (mm)	LARGHEZZA ELEMENTO (mm)	ALTEZZA ELEMENTO (mm)
117,570	410	410	2734
99,029	240	240	2719
96,804	240	240	2719
1,568	12	37	2468

Figura 5.3-informazioni riguardanti le dimensioni degli oggetti prodotti

CONTENITORE								
base	lato	h	PORTATA	TIPOLOGIA MdR	Q.TA' x MDR	Q.TA' LOTTO MINIMO	Q.TA' TOT MdR	VOLUME MDR m ³
#N/D	0	0	0		2	48	24	#N/D
2200	1000	1000	1500	SPLH CONTENITORE SPECIALE	16	48	3	2,2000
2200	1000	1000	1500	SPLH CONTENITORE SPECIALE	16	48	3	2,2000
2200	1000	200	1500	SPLL CONTENITORE SPECIALE	144	48	1	0,4400

Figura 5.4-informazioni riguardanti i contenitori che si ritrovano nel FPEP

5.3.1 Alcune considerazioni sulle informazioni raccolte

Grazie alla comunicazione con le persone coinvolte in officina e nella movimentazione dei materiali possiamo riportare i seguenti aspetti:

- Si utilizza una logica di approvvigionamento di tipo push ovvero tutti i materiali necessari vengono prelevati all'inizio del ciclo di saldatura;

- La modalità di gestione delle parti non è standardizzata, sia in termini di stoccaggio che in termini di modalità di riordino dei materiali. Questo comporta una rilevante difficoltà nel ricercare le parti necessarie e aumenta pertanto anche il tempo impiegato dal magazziniere.

5.4 *La scelta dei contenitori*

Sulla base delle informazioni raccolte tramite lo strumento FPEP è stato possibile fare un primo dimensionamento dei contenitori a seconda dell'oggetto da trasportare.

Table 15-dimensionamento contenitori

	SPECIALE	PALLET [1200mmx800mm]	ODETTE [600mmx400mm]	
Carelli colonne	6	46	44	unità
Bracci	-	116	39	
Totale pieni	6	162	83	
	251			
Totale (pieni+vuoti)	12	324	166	
	502			

I numeri estrapolati da questa tabella sono da considerare solo per i contenitori pieni di tutta la gamma di produzione. Vanno quindi almeno moltiplicati x 2 per la gestione pieno/vuoto.

È stato poi implementato sul layout il dimensionamento dei magazzini per verificare le dimensioni totali e capienza per numero di pallet.

Lo stesso è stato fatto anche per le scaffalature a rulli per la gestione delle odette nelle aree kitting.

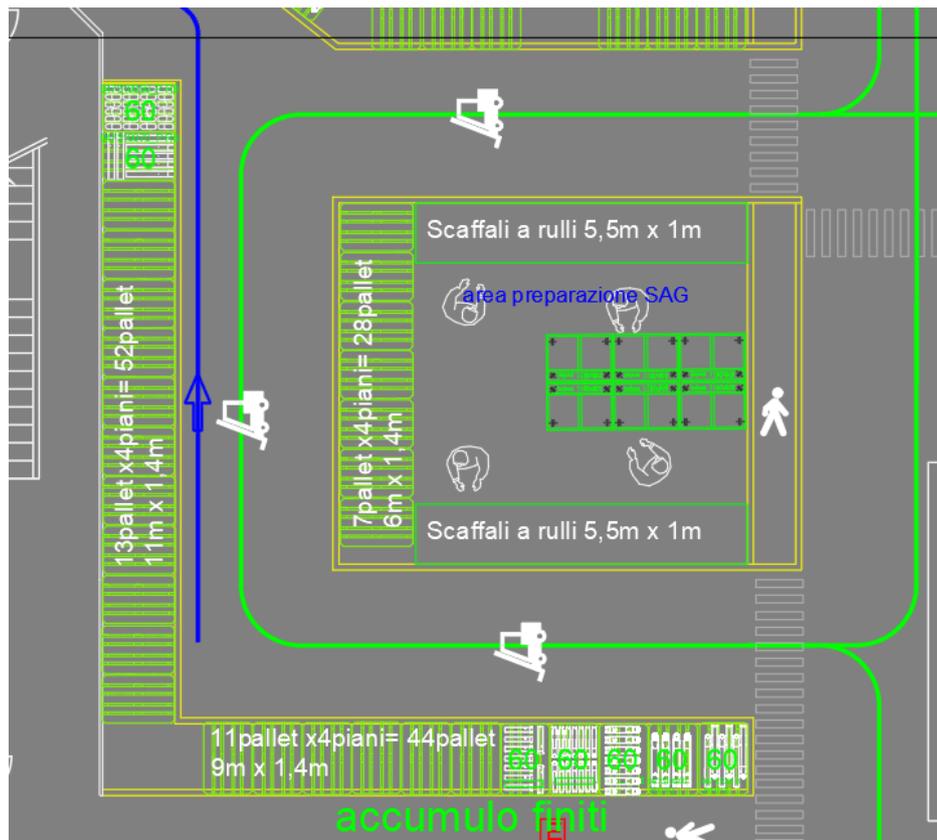


Figura 5.5-dimensionamento magazzini

Sulla base del layout precedente, è stata sviluppata questa tabella rappresenta la scomposizione dei nuovi magazzini che andranno inseriti per la gestione del progetto.

È suddivisa per le diverse area di locazione e dimensionata per portare il maggior numero di contenitori possibili tra europallet e odette.

SCAFFALI FISSI							
LUNGHEZZA	LARGHEZZA	ALTEZZA	ALTEZZA PIANI	N° PIANI	POSTI PALLET PER PIANO	POSTI PALLET TOT MAGAZZINO	PORTATA MINIMA PER PIANO
12000	1400	4800	1200	4	14	56	11200 Kg
12000	1400	4800	1200	4	14	56	11200 Kg
11000	1400	4800	1200	4	13	52	10400 Kg
9000	1400	4800	1200	4	11	44	8800 Kg
7500	1400	4800	600	8	9	72	7200 Kg
7500	1400	4800	600	8	9	72	7200 Kg
6000	1400	4800	1200	4	7	28	5600 Kg
5000	1400	4800	1200	4	6	24	4800 Kg
5000	1400	4800	1200	4	6	24	4800 Kg
POSTI PALLET TOT						428	

Figura 5.6-dimensionamento scaffali fissi

SCAFFALI A RULLI							
LUNGHEZZA	LARGHEZZA	ALTEZZA	PIANI IN	PIANI OUT	POSTI ODETTI IN	POSTI ODETTI OUT	PORTATA MINIMA PIANI IN
5500	1000	1800	2	1	83	41	825 Kg
5500	1000	1800	2	1	83	41	825 Kg
5000	1000	1800	2	1	75	38	750 Kg
5000	1000	1800	2	1	75	38	750 Kg
POSTI ODETTI TOT					315	158	

Figura 5.7-dimensionamento scaffali a rulli

Per la gestione delle odette nelle aree kitting, sono stati scelti degli scaffali a rulli con ripiani di IN (inclinati verso l'operatore per l'asservimento dei pieni) e ripiani di OUT (inclinati verso l'esterno per il ricircolo dei vuoti).

Questo permette un facile e veloce approvvigionamento dei materiali con il minor flusso logistico possibile.

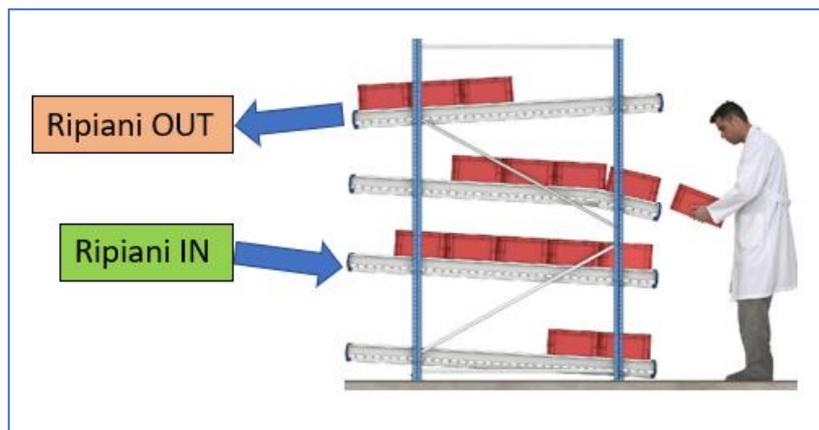


Figura 5.8-rappresentazione degli scaffali a rulli con ripiani IN e ripiani OUT



Figura 5.9-rappresentazione degli scaffali a rulli con ripiani IN e ripiani OUT

Sono stati di conseguenza identificate quelle che saranno le tipologie di contenitori utilizzati per tutta la produzione.

Verrà quindi sviluppata tutta la gestione logistica sulla base dell'utilizzo solamente di questi contenitori per avere la massima standardizzazione possibile.

CONTENITORE	TIPOLOGIA	SIGLA	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	ALTEZZA	PORTATA
SPECIALE	SPONDA BASSA	SPLL	2200	1000	200	1500 Kg
	SPONDA ALTA	SPLH	2200	1000	1000	1500 Kg
PALLET	GABBIA BASSA	GTB1	1200	800	565	800 Kg
	GABBIA MEDIA	GTB2	1200	800	785	800 Kg
	GABBIA ALTA	GTB3	1200	800	1015	800 Kg
ODETTE	SUPER SMALL	SS	300	200	148	20 Kg
	SMALL LOW	SL	400	300	148	20 Kg
	LARGE LOW	LL	600	400	148	20 Kg

Infine, sono stati simulati delle rappresentazioni 3D per i particolari più critici e la loro eventuale pallettizzazione.



Figura 5.10-rappresentazione 3D contenitori

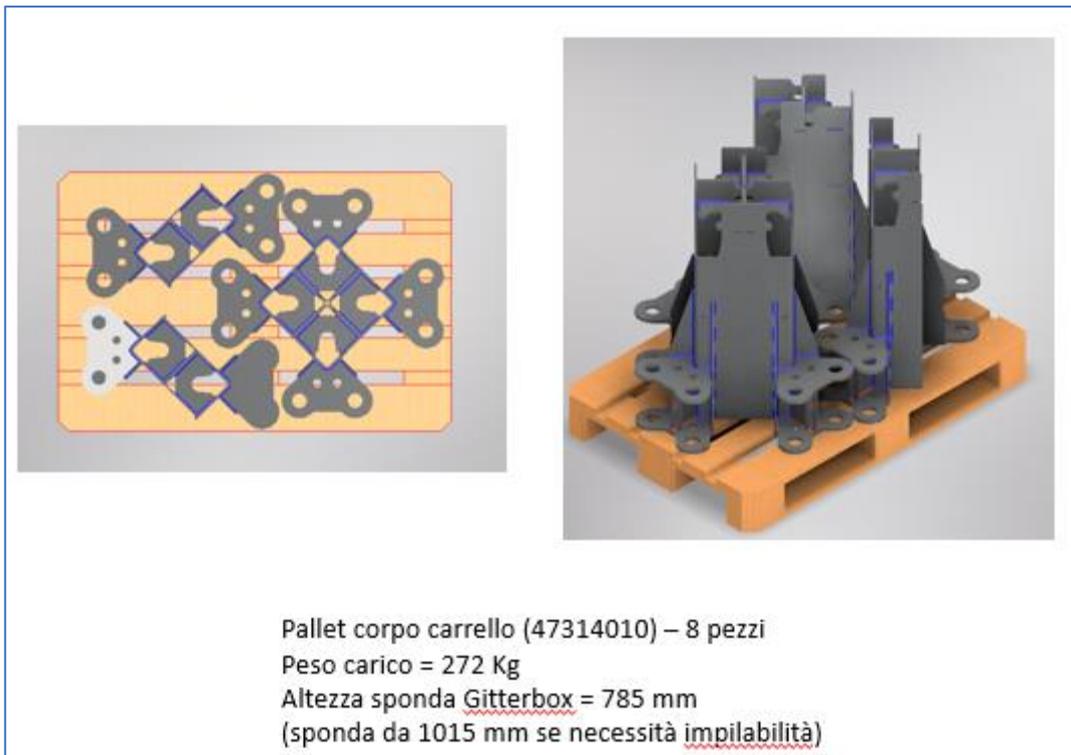


Figura 5.11.-rappresentazione 3D impilamento oggetti più critici

5.5 OPL per il processo di saldatura

Nella figura 5.11 è rappresentata la griglia di OPL che l'azienda di consulenza ha prodotto per il suo cliente.

Le linee guida per la compilazione sono tanto chiare quanto semplici e verranno riportate nel seguito per meglio spiegare l'utilità di questo strumento.

È necessario riportare sempre l'origine dell'istruzione:

- Kaizen: segnare il numero identificativo del Kaizen
- Suggerimento/Segnalazione: segnare il numero del Quick Kaizen che è scaturito dal suggerimento
- Model Area: es: WO sellatura, AM PCN...
- Modifica prodotto (che abbia impatto sui cicli di lavoro): se applicabile, segnare un numero identificativo (es: numero MR)

A volte le OPL possono richiedere uno schema diverso dalla semplice dualità OK / NON OK associata a un'operazione oppure ad un comportamento. Bisogna rimuovere la dicitura OK / NON OK se necessario, come anche la riga di separazione in mezzo al foglio.

O.P.L. One Point Lesson		Origine:		Rif. N.
Scheda N.		<input type="checkbox"/> Kaizen		-----
Reparto:		<input type="checkbox"/> Suggerimento / Segnalazio		-----
		<input type="checkbox"/> Model Area		-----
		<input type="checkbox"/> Modifica prodotto		-----
Pilastro:	<input type="checkbox"/> S(Sicurezza) <input type="checkbox"/> WO(Organizzazione del Posto di Lavoro) <input type="checkbox"/> AM(Manutenzione Autonoma) <input type="checkbox"/> PD(Sviluppo delle Persone)			
	<input type="checkbox"/> QC(Controllo Quali) <input type="checkbox"/> L&CS(Logistica&Servizio al Cliente) <input type="checkbox"/> PM(Manutenzione Professionale) <input type="checkbox"/> EEM / EPM (Gestione Anticipata Prodotto / Impianti)			
TEMA:				
<p>Pillar considerato più rilevante per i seguenti aspetti :</p> <ul style="list-style-type: none"> * La natura del problema / miglioramento impartato * quale tipo di competenza viene accresciuta 				
<p>NB: OPL = ONE POINT LESSON = lezione in un solo punto. E' bene che venga impiegata per istruzioni semplici ed immediate che richiedano UN SOLO FOGLIO, con contenuti VISUALI e meno scritte possibili. Per istruzioni più complicate utilizzare una SOP, modulo 549</p>				
<p>Segnare l'origine dell'istruzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Kaizen: segnare il numero identificativo del Kaizen -) Suggerimento/Segnalazione: segnare il numero del Quick Kaizen che è scaturito dal suggerimento -) Model Area: es: WO sellatura, AM PCN... -) Modifica prodotto (che abbia impatti sui cicli di lavoro): se applicabile, segnare un numero identificativo (es: numero MR) 				
<p>Numero della scheda a cura di analisi lavoro, secondo lo schema CODICE REPARTO_NUM PROGRESSIVO, es:</p> <ul style="list-style-type: none"> -) PFMC_01 -) PCS_01 				
<p>E' consigliabile che il capo reparto conservi copia originale con le firme all'interno del diario prevenzionale, ed esporre PRESSO LA POSTAZIONE DI LAVORO copia a colori.</p>				
<p>A volte le OPL possono richiedere uno schema diverso dalla semplice schematizzazione OK / NON OK associata a un'operazione / comportamento: rimuovere la dicitura OK / NON OK se necessario, come anche la riga di separazione in mezzo al foglio.</p>				
NON OK		OK		
Problema :	<ul style="list-style-type: none"> -) SAL - Metodi -) Qualità fabbricazione -) Sicurezza e ambiente -) Resp. Manutenzione 	Miglioramento :		
Note :		<ul style="list-style-type: none"> -) Resp. PS -) Resp. Q -) RSPP 		
Data formazione:				
Formatore:				
Allievo:				
Redazione:	Verifica:	Indice rev. Scheda:	Data:	

Figura 5.12-guida alla compilazione OPL per il caso in esame

È inoltre consigliabile che il capo reparto conservi una copia originale e che la esponga presso la postazione di lavoro una copia a colori. Anche in questo caso si sottolinea l'importanza della comunicazione a colpo d'occhio.

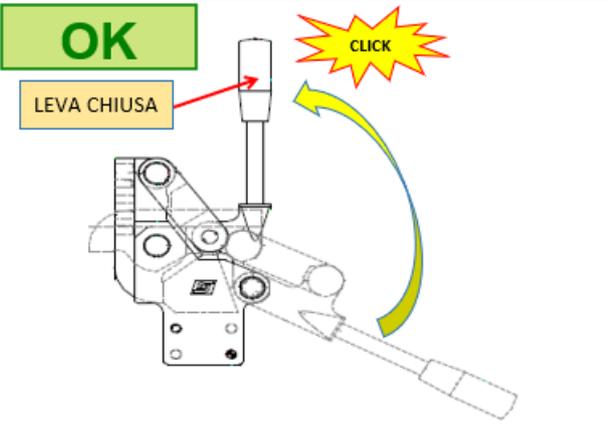
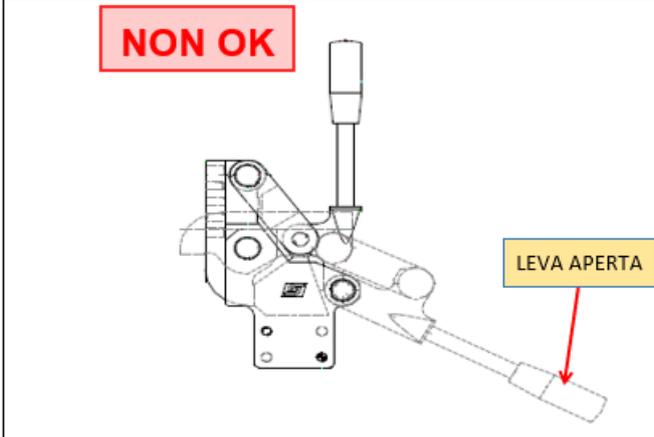
		<h1>O.P.L.</h1> <p>(One Point Lesson)</p>		Origine: <input type="checkbox"/> Kaizen Rif. N. ----- <input checked="" type="checkbox"/> Suggerimento / Segnalazione Rif. N. SMP_VSG <input type="checkbox"/> Model Area Rif. N. ----- <input type="checkbox"/> Modifica prodotto Rif. N. -----	
Scheda N. OPL_001 Reparto: LINEA AUTOMATICA SALDATURA_2 COLONNE		TUTTE LE ATTREZZATURE CON CHIUSURE MANUALI			
Pilastro: <input checked="" type="checkbox"/> S(Sicurezza) <input type="checkbox"/> WO(Organizzazione del Posto di Lavoro) <input type="checkbox"/> AM(Manutenzione Autonoma) <input type="checkbox"/> PD(Sviluppo delle Persone) <input type="checkbox"/> E(Ambiente) <input type="checkbox"/> QC(Quality Control) <input type="checkbox"/> L&CS(Logistica&Servizio al Cliente) <input type="checkbox"/> PM(Manutenzione Professionale) <input type="checkbox"/> EEM / EPM (Gestione Anticipata Prodotto / Impianti)					
TEMA: Chiusure Leve di Bloccaggio (Morsetti)					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="background-color: green; color: white; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">OK</div>  </div>			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">NON OK</div>  </div>		
Problema : La Mancata corretta chiusura della leva sino a fine corsa, comporta la collisione del Robot durante la fase di movimentazione			Miglioramento : Accertarsi che la leva abbia effettuato il click di fine corsa		
Note :					
Data formazione:					
Formatore:					
Allievo:					
Redazione: (C.a.a.r S.p.a)		Verifica:		Indice rev. Scheda: 0 Data: 25/02/2022	

Figura 5.13-compilazione OPL per chiusura leva di bloccaggio particolare da saldare

5.6 Phase in-Phase out

Durante il processo che ha portato all'industrializzazione dei ponti di sollevamento auto è stato necessario prevedere un phase in-phase out. Nel seguito si spiegarà il concetto alla base di questa definizione e i passi che sono stati compiuti per poter progettare questa fase della produzione nel modo più rispondente alle richieste del cliente.

Innanzitutto, bisogna introdurre il concetto di ciclo di vita di un prodotto. Il ciclo di vita di un prodotto è un modello di marketing introdotto per spiegare e definire le fasi che un prodotto attraversa durante la sua vita utile, dove per vita utile si intende l'intervallo di tempo che intercorre tra il momento in cui il prodotto arriva sul mercato e il momento in cui ne viene definitivamente eliminato.

Le fasi sopracitate sono: introduzione, crescita, maturità e declino. La fase di introduzione si verifica quando il prodotto viene lanciato sul mercato e generalmente ci si associa una lenta crescita, man

mano che il target di riferimento conosce il prodotto e ne risulta interessato si assiste alla fase di crescita. In questa fase le vendite subiscono un'impennata, la domanda è vigorosa ed entrano sul mercato altri produttori. Quando il prodotto è ormai affermato le aziende produttrici concentrano i loro sforzi sul mantenere la fetta di mercato ormai conquistata. In questa fase le vendite raggiungono un picco massimo. Infine, si assiste ad una fisiologica diminuzione della domanda e il prodotto è ormai nella sua fase di declino.



Figura 5.14-ciclo di vita di un prodotto

Pertanto, è inevitabile ad un certo punto che un prodotto, in virtù del suo ciclo di vita, possa entrare in quella che viene definita phase out ovvero la sua fase di declino che prevede la fuoriuscita dal mercato e di conseguenza che venga dismesso il suo ciclo produttivo.

È importante gestire questo momento che per l'azienda risulta essere molto complicato, basti pensare che una cattiva gestione può causare all'azienda perdite ingenti.

Il phase out può essere dovuto essenzialmente a tre motivi:

- Fine serie: il prodotto intende essere dismesso e pertanto il codice del prodotto verrà estinto.

Il settore commerciale concorda con i clienti le ultime quantità da consegnare;

- Restyling: il prodotto cambia solo in alcune sue parti, ovvero cambia la distinta base. I codici rimangono gli stessi;
- Cambio codice: il prodotto subirà notevoli cambiamenti che non permettono di assumere lo stesso codice che verrà pertanto sostituito.

Quale che sia il caso di nostro interesse, il primo step da compiere è quello di identificare i materiali della distinta base che non serviranno più. Se il primo caso è quella più intuitivo, negli altri due è necessario confrontare le distinte, pertanto si effettua una esplosione scalare della distinta e si comparano tra loro le due distinte.

Successivamente si valuta la giacenza dei codici rispetto agli ordini già presi per verificare se il magazzino verrà svuotato una volta che tutti gli ordini saranno evasi. Nel caso in cui la giacenza sia di gran lunga superiore alle quantità da consegnare si può dedurre che si tratti di quantità facilmente smaltibili perché impiegate in una vasta gamma di prodotti.

Nel percorso di consulenza per il cliente in oggetto la fase di progettazione dello spegnimento della gamma superata e dell'introduzione della gamma di prodotti nuovi ha comportato uno sforzo che si è concentrato maggiormente nel reperimento delle informazioni utili.

La prima informazione importante è stata la corrispondenza di codici tra la gamma superata e quella invece da introdurre.

Famiglie gamma nuova	Famiglie corrispondenti gamma superata				
KPX32	KPX337W	KPX337LW	KPX337WK	KPX337LWK	KPX315LWK
KPX35	KPX343WK	KPN235WEK	KPN345WEK		
KPX32R	KPX337LWR				
KPX35EV	KPX357EV				
KPX35LL	KPN235LLK				

Figura 5.15-corrispondenza gamma nuova e gamma superata

Inoltre, è stato necessario reperire le informazioni riguardanti il consumo mensile della gamma superata per poter prevedere l'attuale capacità produttiva della stessa.

	MEDIA consumi mensile dal 01/01/21 al 18/11/21
KPX337W	35,18
KPX343WK	49,09
KPX357EV	2
KPX337LW	46,73
KPN235WEK	2,45
KPX337WK	103,64
KPN345WEK	2
KPX337LWK	112,64
KPX315LWK	1,09
KPX337LWR	7,45
KPN235LLK	5,27

Figura 5.16-media consumi mensili considerando l'anno precedente all'industrializzazione

Infine, è necessario fare una previsione realistica, e volendo essere conservativi, ottimistica della produzione stimata per le famiglie della gamma nuova da introdurre.

	Famiglie gamma nuova - ponti/anno									
	KPX32	KPX32R	KPX35	KPX35EV	KPX35LLK	KPX55LIKTA	KPX42	KPX42LIK	KPS	KPH
lifts/year	3960	220	890	300	130	462	310	1150	3963	7370
lifts/month	330,0	18,3	74,2	25,0	10,8	38,5	25,8	95,8	330,3	614,2
lifts/day	16,8	0,9	3,8	1,3	0,6	2,0	1,3	4,9	16,8	31,2
OLD/Year	4485,1	104,2	824,4	48,8	66,5	569,6	137,4	993,0	3004,9	2493,0
lifts/month	373,8	8,7	68,7	4,1	5,5	47,5	11,4	82,8	250,4	207,8
lifts/day	19,0	0,4	3,5	0,2	0,3	2,4	0,6	4,2	12,7	10,6

Figura 5.17-previsione produzione gamma da introdurre

In letteratura non sono state riscontrate linee guida per massimizzare l'efficienza di una fase così delicata per un'azienda produttiva. Prevedere la riorganizzazione produttiva nel mentre si continua a produrre risulta essere una sfida progettuale di non poco conto. Come più volte precisato anche all'interno di questo elaborato, la letteratura si scontra spesso con i limiti che i casi reali portano all'attenzione del progettista. Questo, presumibilmente, il motivo per cui progettare la fase di ramp up non è banale e rimanda tutto all'esperienza del progettista.

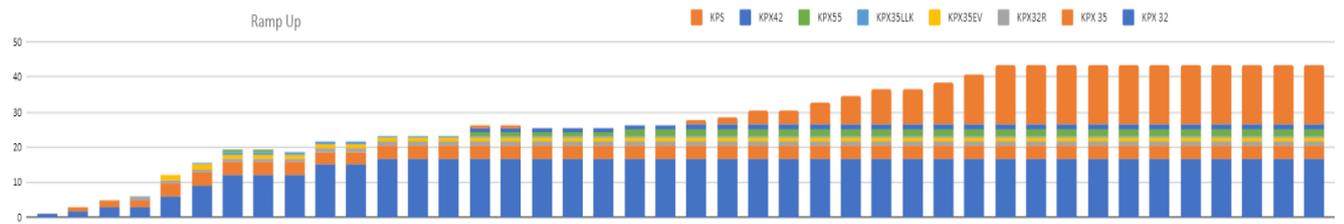


Figura 5.18-ramp up produttivo

6 Conclusioni

Alla fine delle analisi svolte, si può concludere che gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti. Nella prima parte dell'elaborato ci si è concentrati sulla mappatura e sull'analisi AS IS dello stabilimento e la priorità è stata quella di acquisire una conoscenza approfondita dei processi con particolare attenzione all'identificazione degli sprechi di risorse. Nella seconda parte invece ci si è concentrati sull'applicazione degli strumenti forniti dal lean thinking al fine di migliorare e ottimizzare il processo produttivo.

Grazie alle implementazioni fatte l'azienda ha potuto godere di un flusso produttivo più scorrevole e procedere all'introduzione dei nuovi modelli produttivi.

7 Bibliografia

Villa, Murari, Antonelli, *Sistemi di Produzione*, CLUT, Torino, 2004

Hitomi, *Manufacturing Systems Engineering*, Taylor&Francio, UK, 1996

European School of Project Management, *Probabilità e statistica a supporto del project management*

Federica Ferraresi, *Il Materials Managment: Logiche e Criteri di Gestione dei Materiali*, Key Project S.r.l.

Bhasin S., *Lean Management Beyond Manufacturing*, Springer, Svizzera, 2015

Arunagiri P. e Gnanavelbabu A., *Identification of Major Lean Production*, 2014

Procedia Engineering, *Waste in Automobile Industries using Weighted Average Method*

