

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Sommario.....	9
Abstract.....	9
Introduzione.....	11
Capitolo 1: La Produzione Snella.....	13
1.1: Generalità.....	13
1.1.1: Cenni storici sulla Lean Production.....	15
1.1.2: I Passi della Lean Production.....	17
1.2: Gli Strumenti della Lean Production.....	19
1.2.1: Tecniche di Mappatura.....	19
1.2.2: Lavoro standard.....	26
1.2.3: Takt Time e Tempo Ciclo.....	29
1.2.4: La Cella e il Flusso Continuo.....	32
1.2.5: I Tempi Macchina.....	34
1.2.6: Il layout e il lavoro della cella.....	35
1.2.7: Il Kanban.....	41
1.3: Cenni sulle ultime correnti: il Lean Six Sigma.....	44
1.3.1: Svolgimento.....	45
1.3.2: L’approccio integrato Lean e Six Sigma.....	46
Capitolo 2: L’azienda Eurovinil S.p.A., la storia, i processi, lo stato attuale.....	48
2.1.1: Cenni storici dell’azienda.....	48
2.1.2: L’azienda oggi: le attività e i processi.....	50
2.2: I prodotti della Eurovinil S.p.A.....	52
2.2.1: La tenda pneumatica.....	52
2.2.2: La zattera di salvataggio.....	64
2.3: I reparti e i processi.....	67
2.4: Generalità sulla saldatura ad alta frequenza.....	77
2.4.1: Applicabilità.....	78
2.4.2: Caratteristiche tecniche e parametri.....	80
2.5: Cenni su sistema informativo e gestione della produzione.....	81
2.5.1: Cenni sul sistema della gestione per la qualità.....	83
2.6: Obiettivi del lavoro di Stage.....	87
2.6.1: impostazione generale.....	87

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

2.6.2: Obiettivi del progetto di re-layout.....	90
Capitolo 3: La modifica di layout dello stabilimento, progetto generale.....	92
3.1: La Prima Fase di Progettazione.....	92
3.1.1: Il Team di progetto, e le prime criticità di implementazione.....	92
3.2: Considerazioni sul reparto di Saldatura ad Alta Frequenza.....	95
3.2.1: Analisi di Pareto sulla criticità dei semilavorati.....	98
3.2.2: Considerazioni sui semilavorati critici.....	102
3.2.3: Layout previsto per la Saldatura.....	105
3.3: Considerazioni sul reparto di Confezionamento Zattere.....	108
3.3.1: Stato Attuale.....	108
3.3.2: Le opzioni di ricezione zattere in revisione.....	110
3.3.3: L’abbassamento stradale.....	112
3.3.4: Il paranco del confezionamento.....	113
3.3.5: Il progetto del nuovo confezionamento.....	114
3.4: Considerazioni sull’assemblaggio.....	116
3.4.1: Stato attuale.....	116
3.4.2: Ipotesi ala sud ovest.....	117
3.5: Considerazioni su altri reparti.....	120
3.5.1: Stoccaggio delle tende in magazzino.....	120
3.5.2: Totale dei Costi.....	123
3.6: L’analisi costi-benefici.....	123
3.6.1: Benefici per il minore movimentazione nell’area di saldatura e assemblaggio.....	124
3.6.2: Benefici per minor impiego di manodopera.....	127
3.6.3: Benefici per minori giacenze interoperazionali.....	130
3.6.4: benefici in merito al confezionamento.....	131
3.6.5: Riepilogo delle ore di manodopera in meno, del risparmio totale e dei costi.....	132
Capitolo 4: Progettazione ed esecuzione di due Case – Study di ottimizzazione.....	134
4.1: La Cella Vano Porta.....	135
4.1.1: Frontali.....	135
4.1.2: Il Vano Porta.....	136
4.1.3: le criticità e le operazioni previste.....	139
4.1.4: Progettazione degli stadi e delle attività nella cella.....	142

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

4.1.5: Confronto con lo standard attuale.....	147
4.1.6: I costi del progetto.....	150
4.2: Modifiche alla Revisione e Confezionamento Zattere.....	152
4.2.1: Valutazione economica dell'utilizzo del centro ricezione spedizione, e dell'estensione del paranco.....	152
4.2.2: I costi.....	155
Capitolo 5: Conclusioni.....	162
5.1: I risultati principali ottenuti.....	162
5.2: Sviluppi per il futuro: il proseguimento del progetto.....	164
Bibliografia.....	165

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

*Dedicato a tutti gli operatori Eurovinil,
con la speranza che questa tesi sia utile anche a loro.*

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

Sommario

L'argomento principale è la valutazione tecnico-economica di un progetto di completo relayout in ottica Lean dello stabilimento produttivo della Eurovinil S.p.A.. Si riporta dapprima una descrizione del progetto generale, e le tecniche utilizzate per stimare i costi e i benefici del progetto. Quest'analisi consente di individuare due case-study principali che verranno sviluppati con maggior dettaglio di progettazione, pervenendo ad una stima puntuale della redditività degli stessi. Seguiranno infine delle conclusioni in termini di risultati previsti dall'implementazione dei progetti illustrati, ed eventuali sviluppi futuri.

Abstract

The main theme of this thesis is a technical and economical evaluation of a complete Lean relayout project for the Eurovinil S.p.A. industrial plant. At first the general whole project is described, with the employed techniques for cost-saving estimation. This analysis allows to identify two principal case studies, that will be designed in detail, finally reaching a cash-flow estimation for the two projects. In the final chapter there are some considerations about foregone results, and some hypothetical future developments.

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

Introduzione

Il lavoro di tesi è incentrato principalmente sui processi di produzione della Eurovinil S.p.A. nell’ambito dello stabilimento di Grosseto. L’azienda è tra le leader del mercato mondiale per la produzione di articoli pneumatici in PVC. In particolare tende pneumatiche e zattere di salvataggio.

L’idea iniziale è quella di riorganizzare il sistema produttivo, passando da un sistema per reparti, tipico delle produzioni su commessa, ad un sistema per celle di lavorazione. Le linee guida su cui si è svolto il lavoro sono i vari paradigmi dell’impiantistica, della gestione della produzione e della *Lean Production*, al fine di perseguire riduzioni di sprechi di vario tipo, puntando sull’ordine, sull’organizzazione del processo produttivo.

L’analisi svolta cerca di trattare gli argomenti legati alla produzione a 360°, comprendendo quindi tutti i reparti dello stabilimento, e analizzandoli uno per uno attraverso varie tecniche di diverso tipo. Lo scopo è quello di valutare la possibilità ridurre le movimentazioni e le giacenze interoperazionali, semplificare i lavori degli operatori, riuscire a introdurre il concetto di “flusso continuo” di produzione. La storia delle industrie e la letteratura insegnano che non è facile, considerando soprattutto la notevole complessità dei cicli di lavorazione del caso in esame, con un prodotto finito che possiede fino a 40 componenti, e centinaia di fasi di lavorazione. Inoltre, difficilmente è stato possibile in passato introdurre delle celle di lavorazione su una produzione per commessa.

Tuttavia il layout per reparti tuttora presente in stabilimento può essere visto come un retaggio della passata produzione semiartigianale, focalizzata sull’uso della saldatura ad alta frequenza, e sulla produzione di qualsiasi manufatto in tessuto di PVC che fosse fabbricabile con questa tecnologia. Oggi invece la strategia si è focalizzata sul portafoglio prodotti, e su volumi di produzione medio - alti. Questo rende possibile ottenere riduzioni di movimentazioni e giacenze, attraverso organizzazione di celle di lavorazione per i semilavorati più critici. Ma comunque con un dovuto occhio di riguardo alla complessità e all’eterogeneità dei prodotti in portafoglio, che richiede una certa flessibilità di produzione. Non quindi delle celle rigide, ma flessibili, aperte alle possibili varianti di semilavorato. Ovvio che tutto ciò può essere raggiunto solo con un’elevata responsabilizzazione e cultura del personale di produzione.

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

Il primo capitolo tratta le principali tecniche di Lean Production. Con esso si intende offrire un manuale per l’implementazione pratica dei principi di flusso continuo, con le tecniche da utilizzare in ordine logico. Questo capitolo funge da analisi dello stato dell’arte riguardo a queste tecniche, con particolare approfondimento per quelle che verranno effettivamente usate in campo.

Il secondo capitolo descrive l’azienda Eurovinil. A partire da una breve descrizione storica, si descrive il processo industriale attuale, con gli attuali reparti e processi, qualche approfondimento sulla saldatura ad alta frequenza, sulla gestione della produzione e della qualità. Il capitolo si chiude con l’impostazione del progetto di tesi, e i suoi obiettivi.

Il terzo capitolo tratta il progetto di ottimizzazione e modifica dell’intero layout dello stabilimento, affrontato per tutti i reparti critici analizzati singolarmente. Lo scopo è giungere a uno stato To Be, che deve servire come traguardo di lungo termine per le tematiche della produzione. Si giunge infine a una stima del costo complessivo dell’intero progetto, e a una stima dei benefici, al fine di valutare la fattibilità dell’investimento.

Il quarto capitolo analizza con maggior dettaglio l’analisi di due case-study derivati dal macro progetto di ristrutturazione del layout. Grazie all’analisi generale, infatti, è stato possibile individuare due aspetti più specifici con un ampio margine di miglioramento a basso costo globale. Sono stati valutati questi due progetti di dettaglio al fine di analizzare i dettagli di implementazione, e giungere a una stima del costo e della redditività degli stessi.

Il quinto capitolo è un breve riepilogo dei risultati previsti dai progetti illustrati, ed eventuali tematiche accessorie per degli sviluppi futuri.

Capitolo 1: *La Produzione Snella*

1.1: Generalità

La *Lean Production* è un approccio alternativo alla produzione. Esso mira all’eliminazione di ogni forma di spreco nella gestione della produzione, al fine di perseguire la miglior qualità di prodotto e il miglior servizio, con tempi e costi più bassi possibile.

Alcuni testi definiscono la Lean Production come una vera e propria strategia di mercato, da aggiungersi alle note strategie di base: leadership di costo, differenziazione e focalizzazione di nicchia. Tali strategie presentano dei difetti, tra i quali si citano:

- La leadership di costo implica la diminuzione del costo variabile mediante pesanti investimenti in impianti. Questo spesso comporta l’aumento quasi esponenziale dei costi generali amministrativi per assolvere al controllo centralizzato (fenomeno noto come “proliferazione dei costi indiretti”).
- La differenziazione imposta dai vertici spesso non riesce a ricalcare alla perfezione gli effettivi movimenti del mercato.
- Una qualsiasi strategia imposta dal vertice aziendale si scontra con il bisogno di autonomia del personale di linea.

L’approccio Lean intende quindi rispondere a queste critiche proponendosi come nuovo paradigma organizzativo basato su piccoli e semplici processi auto-controllati, rendendo la produzione flessibile e veloce, e di conseguenza rendendo più produttive ed efficienti le macchine attuali senza comprarne di nuove. Inoltre si propone di rendere più semplice ed efficiente il processo di produzione e di informazione, tramite il perseguimento della qualità, l’eliminazione di attività inutili, anche avvalendosi delle iniziative autonome del personale di linea, che viene responsabilizzato e diventa un’entità fondamentale nella gestione ordinaria. Grazie all’empowerment del personale operativo si è in grado di gestire semplicemente e autonomamente i flussi produttivi senza bisogno di procedure complesse o complessi sistemi informativi.

Il concetto fondamentale alla base di questo approccio è quello di *Valore*. Il prodotto deve necessariamente essere venduto a un cliente, il che significa che deve possedere delle

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

funzionalità in grado di soddisfare i suoi bisogni. Per contro esistono delle attività aziendali e industriali volte alla produzione del prodotto. Alcune sono effettivamente indispensabili al raggiungimento delle funzionalità richieste, come ad esempio i processi tecnologici volti a conferire al prodotto le caratteristiche tecniche e geometriche richieste per implementarne la funzionalità. Altre attività, come le attese per macchina ferma, le movimentazioni inutili, i difetti di produzione, la sovrapproduzione di merci non richieste, sono tutti esempi di processi non richiesti dal cliente, e per i quali non è certo disposto a pagare. Tali attività non aggiungono valore agli occhi del cliente, pertanto sono da considerarsi sprechi. Il concetto base di conseguenza è chiarire fin dal principio le esigenze del cliente, il valore che deve possedere il prodotto secondo il punto di vista del cliente (ovvero per quali caratteristiche esso è disposto a pagare), ed eliminare ogni attività industriale che non aggiunge valore, ovvero non serve ad assolvere le funzionalità richieste dal cliente.

Il risultato sarà, oltre a una migliore definizione delle esigenze del cliente, quello di utilizzare meno di tutto: meno sprechi di spazio per accumuli di materiale, meno sprechi di materie prime grazie a una produzione più oculata, meno spreco di tempo perso per le attese.

La Lean Production individua 8 sprechi fondamentali:

- sprechi nella produzione:
 - Sovraproduzione: produzione eccessiva, dovuta a una gestione della produzione per lotti, o su previsione a magazzino. Si dovrebbe creare un sistema commerciale efficiente in modo da produrre solo ciò che serve quando serve.
 - Processazione: condurre processi produttivi in realtà non necessari, dovuti ad abitudini errate, a eccessiva complessità del processo. Si dovrebbe ridefinire il concetto di valore per il cliente, individuandone correttamente le attività a valore.
 - Difetti: caratteristiche che rendono il prodotto finale inutilizzabile, dovuti a difetti di materie prime, personale non addestrato, macchinari non funzionanti, mancata standardizzazione del lavoro.
- Sprechi nella gestione del flusso dei materiali:
 - Movimentazioni: trasporto superfluo dovuto a layout scadente, produzione a lotti.
 - Giacenze: accumulo di materiale dovuto a mancata sincronizzazione delle macchine, lunghi setup, produzione a lotti e mancanza di flusso continuo.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

- Attese: la produzione non parte per colpa di mancanza di materiale, o di operatore, o di macchina, errato studio dei processi.
- Sprechi nella gestione del personale:
 - Movimenti di lavoro: i movimenti svolti dal personale sono complessi e superflui, dovuti a un mancato studio del lavoro, ricerca di attrezzature e materiali, mancanza di ordine e di organizzazione
 - Comportamenti: il personale non esegue il lavoro correttamente, per mancanza o complessità eccessiva di informazioni, o di mancato coinvolgimento emotivo.

1.1.1: Cenni storici sulla Lean Production

La storia di come nasce quest’approccio alla produzione è interessante, soprattutto perché fa capire il contesto e i motivi che hanno dato origine a questo tipo di filosofia.

La Lean production nasce in Giappone negli anni del dopoguerra. In quel periodo storico il mondo era diviso tra stati vincitori, economicamente forti e con grandi aspettative per il futuro, e stati sconfitti, devastati e in gravi difficoltà. Inoltre, la grande povertà diffusa in tutto il mondo rese la domanda di gran lunga superiore all’offerta.

Il modello prevalente in tutti i settori era quello ormai consolidato della produzione di massa, nato negli anni trenta con la Ford, quasi 15 anni prima, e che aveva come motto “*Move the Metal*” ovvero lavorare e produrre più possibile, anche se in maniera non perfetta, con l’unico scopo di massimizzare le vendite sfruttando l’eccesso di domanda. Da questo punto di vista lo strumento del controllo qualità non è inteso come completa soddisfazione del cliente, ma è più che altro un mezzo di controllo statistico totalmente asservito alla produzione, al solo fine di creare prodotti in linea con un certo standard.

Gli statunitensi, con la volontà di trasmettere e condividere risorse e metodi anche agli stati più in difficoltà, cominciarono a spedire ingegneri in tutto il mondo allo scopo di diffondere i metodi statistici di qualità e i fondamenti della divisione del lavoro e della produzione di massa. Il Giappone in realtà non poteva permettersi investimenti tali da mettere in piedi una produzione di massa, ma aveva comunque alle spalle un background e una tradizione industriale già solidi e vincenti, fondati sull’efficienza, sull’ordine e sulla qualità del processo e del prodotto.

La Toyota era a quei tempi l’industria maggiore del Giappone, ma nonostante questo non poteva contare su grandi volumi di produzione. Non disponeva di risorse economiche per procurarsi altri impianti. Doveva affrontare la produzione con gli impianti esistenti. Il problema principale

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

era il tempo per passare da un tipo di produzione a un altro (tempo di *set-up*). Ad esempio per passare dallo stampaggio dei parafranghi a quello delle portiere era necessario un tempo intermedio di cambio degli stampi che inizialmente durava una giornata intera. Operai specializzati movimentavano gli stampi e li allineavano con enorme precisione. Un allineamento errato avrebbe provocato conseguenze disastrose: avrebbe fuso insieme il pezzo con lo stampo, causando una riparazione e un tempo di fermo macchina costosissimi. Gli americani non avevano questo problema, perché producevano pezzi diversi in presse diverse, ma i giapponesi come già accennato non potevano permettersi questo lusso, e dovevano ugualmente trovare il modo di soddisfare la domanda.

Vennero quindi messe a punto procedure semplificate per il cambio stampo. Vennero progettati dei rulli e altre attrezzature apposite per l'allineamento automatico degli stampi, in modo tale che anche i normali operatori di produzione potessero assolvere questo compito. Alla fine, con progressivi miglioramenti del processo, la durata del setup venne ridotta pesantemente: da una giornata intera, a 3 minuti. Non solo: vennero migliorati i sistemi di comunicazione aziendale, i sistemi di approvvigionamento tra fasi, vennero messi a punto metodi di lavoro al fine di tenere lo stabilimento pulito e in ordine, e veniva prodotto solo il necessario. Il sistema era diventato flessibile, poteva agilmente affrontare la produzione richiesta, facendo leva sulla velocità di riconversione e riadattamento del comparto produttivo. Per far sì che il sistema funzionasse, bisognava che i lavoratori fossero molto più consapevoli e addestrati di quanto lo fossero in passato. Il processo doveva auto-sostenersi, e gli operatori di linea rivestivano un ruolo decisivo, in quanto erano i principali responsabili dell'organizzazione della produzione. Dovevano essere partecipi, addestrati, ed emotivamente coinvolti. Un loro ammutinamento avrebbe compromesso completamente il sistema.

Ecco che in questo nuovo modo di concepire la produzione i processi sono “snelli”, ovvero semplici, privi di complessità, e utilizzano meno di tutto: meno manodopera, meno spazio, meno giacenze. La produzione “tirata” dalle richieste del cliente, e il perfetto bilanciamento tra processi fa sì che non ci sia quasi più bisogno di magazzini interoperazionali. Il punto di forza, il motto, non è più quello di produrre al massimo in modo imprescindibile, ma quello di affrontare la produzione richiesta in maniera ordinata ed efficiente.

L'approccio ha rivoluzionato la situazione economica del mondo. La Toyota raggiungeva risultati di gran lunga superiori della Ford, in termini di auto prodotte, tempi di produzione, pezzi conformi sul totale. Quest'approccio si è anche sviluppato alle altre funzioni aziendali, quindi

non solo la produzione, diventando così noto anche col nome di *Company Wide Quality Control*, successivamente definito col nome di *Total Quality Management*.

1.1.2: I Passi della Lean Production

L'implementazione della Lean Production dovrebbe essere un progetto da implementare in una sequenza logica di fasi. Ciascuna fase, come si vedrà, ha una serie di strumenti e metodi di supporto.

1° Fase: analisi dello stato attuale.

È necessario condurre un'analisi approfondita della situazione As Is, attraverso l'individuazione delle attività di lavoro elementari attualmente svolte (quindi determinare il Lavoro Standard) con l'ottica di individuare fin da subito attività a valore e attività a non valore. A questo scopo è utile mettere in piedi un sistema di indicatori di prestazione (Key Performance Indicators) che sia coerente con le strategie aziendali. Inoltre si prevede creare una mappatura del processo, ovvero un diagramma in grado di mettere in evidenza le attività, i tempi attivi o passivi, il flusso di valore, i parametri di processo. L'argomento principale deve essere quello del valore per il cliente. Ogni attività industriale che non comporta aggiunta di valore va eliminato.

2° Fase: progettare i cambiamenti.

Una volta individuati gli sprechi, è necessario trovare i modi di eliminarli, attraverso piccoli cambiamenti incrementali che consentono un miglioramento del lavoro attraverso piccoli passi (Kaizen), oppure una radicale riprogettazione del lavoro ex novo (Business Project Reengineering). Spesso questi due approcci devono coesistere e svolgersi uno insieme all'altro.

3° Fase: implementare i cambiamenti.

I progetti individuati devono essere implementati non necessariamente tutti insieme, ma valutando la possibilità di implementarne solo alcuni, valutarne i risultati e le difficoltà, e solo allora procedere con gli altri progetti, tenendo conto di quanto emerso al momento. Si dovrebbe condurre l'implementazione secondo la gestione per progetti (Project Management).

4° Fase: valutare i risultati

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

I cambiamenti apportati al processo produttivo dovrebbero senza dubbio tradursi in performance migliori in termini di indicatori. Il monitoraggio dei KPI è indispensabile per capire quanto tali progetti siano stati efficaci e come migliorare ulteriormente la prestazione.

1.2: Gli Strumenti della Lean Production

In letteratura sono noti molti strumenti associati alla Lean Production. Nelle prossime trattazioni si cerca di esaminare nel dettaglio tali strumenti, andando più possibile nell'ordine con cui essi dovrebbero essere implementati.

1.2.1: Tecniche di Mappatura

Al fine di approfondire l'analisi dello stato attuale, la Lean consiglia di fare uso di schemi e diagrammi, al fine di avere una profonda comprensione dello stato attuale e individuare con successo le attività a non valore.

Esistono diverse tecniche di mappatura, ognuna con scopi e caratteristiche diversi. Una prima classificazione può essere il livello di dettaglio dell'analisi. Si riporta una classificazione in tre livelli:

- 1) analisi dei macroprocessi dell'intera azienda
- 2) analisi della catena logistica di un prodotto, dal fornitore al cliente.
- 3) analisi dettagliata di un processo produttivo.

Ognuno di questi livelli è utile per scopi diversi. Il primo può mettere in evidenza alcune lacune nel sistema informativo aziendale, nell'organizzazione, nelle procedure o nei documenti. A questo proposito la tecnica di mappatura più utilizzata è il sistema IDEF0, consigliato anche dalla norme ISO 9000 per la qualità, da utilizzare nel manuale della qualità aziendale al fine di mantenere un approccio per processi.

Il secondo invece si propone di evidenziare eventuali lacune nella catena logistica, in merito a un particolare prodotto o semilavorato. Esso mette in evidenza anche i rapporti con i fornitori e i clienti. Non è escluso che si possano trovare eventuali miglioramenti anche a livello di rapporti, partnership, soluzioni contrattuali. Inoltre lo schema mette in evidenza le varie fasi di lavorazione a cui viene sottoposto un semilavorato, sottolineando alcuni dati come i tempi attivi di lavoro, le attese, la produttività. Sono utilizzate varie tecniche di mappatura, tra cui la “Catena Del Porter”, e la “Value Stream Mapping” (che è la tipologia proposta da molti testi a proposito di Lean Production).

Il terzo rappresenta un'analisi di un particolare processo. È uno dei livelli di analisi più dettagliati, entra nel dettaglio di come avviene un processo produttivo, a livello di attività e

operazioni. È importante in questa fase evidenziare i tempi in gioco, al fine di verificare i corretti bilanciamenti del processo produttivo. Le tecniche usate per questi scopi sono i PERT/CPM e le tecniche reticolari in genere. Molti testi consigliano di usare dei diagrammi basati su istogrammi di tempo, come si vedrà nel paragrafo seguente.

Si riporta una breve descrizione delle tecniche di mappatura più utilizzate.

- **Value Stream Mapping**

È un tipo di mappatura consigliato in molti testi in materia di Lean Production. Si propone di schematizzare la catena logistica di una tipologia di prodotto, evidenziando soprattutto il fornitore della materia prima, le fasi di lavorazione interne, il cliente.

Esso viene compilato seguendo una procedura di sette passi.

1. Identificare univocamente il prodotto di cui mappare la catena logistica, il cliente interessato e i requisiti dei clienti in merito ad esso, le materie prime richieste per esso.
2. Definire le fasi di lavorazione che affronta il semilavorato lungo la catena logistica. Quindi cominciare a disporre nel diagramma i simboli che indicano il fornitore (la partenza della catena logistica), le fasi e infine il cliente (l'arrivo della catena logistica). Le frecce progressive tra ogni fase rappresentano il flusso di materiale.
3. Ogni entità così identificata (fornitore, fasi e cliente) ha bisogno di informazioni per assolvere il proprio compito. Quindi il prossimo step consiste nell'evidenziare ogni flusso informativo tra entità. A tale scopo, è necessario aggiungere al diagramma le entità non ancora presenti da cui provengono le informazioni in questione. (Ad esempio, lo scheduling della produzione deve provenire da un ufficio MRP, di conseguenza è necessario aggiungere tale ufficio al diagramma, e segnalare il flusso informativo che va dall'ufficio alla fase).
4. Definire i periodi di attesa tra operazioni, e segnalarli nel diagramma.
5. Definire i punti di controllo, ovvero le fasi di ispezione e controllo qualità.
6. Specificare i tempi di ogni entità segnalata (e altre informazioni atte a rendere chiara la tempificazione).
7. Completare i box informazioni con ogni informazione sui processi considerata utile ai fini dell'analisi.

Per condurre efficacemente la stesura del Value Stream Mapping, è necessario seguire qualche regola di base.

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

- Iniziare “sul campo” ripercorrendo a ritroso il percorso del prodotto iniziando dal termine del processo fino allo start del processo
- Raccogliere dettagli sui centro di lavoro e sui processi “sul campo”
- Ci sono inventari intermedi? Dove sono locati?
- Come fa ogni centro di lavoro a sapere cosa produrre?
- Cycle Time / Uptime / Numero di turni / Dimensioni dei lotti di lavorazione / N. di operatori / % Scarto / Tipologie prodotto
 - Raccogliere dettagli ulteriori sugli inventari
- Dati storico dei consumi / Giacenze medie
- Fattori stagionali
- Meccanismo di pianificazione della produzione e dei materiali
- Ci sono inventari? Dove sono locati?
- WIP (Work In Progress)

VSM – Stato attuale

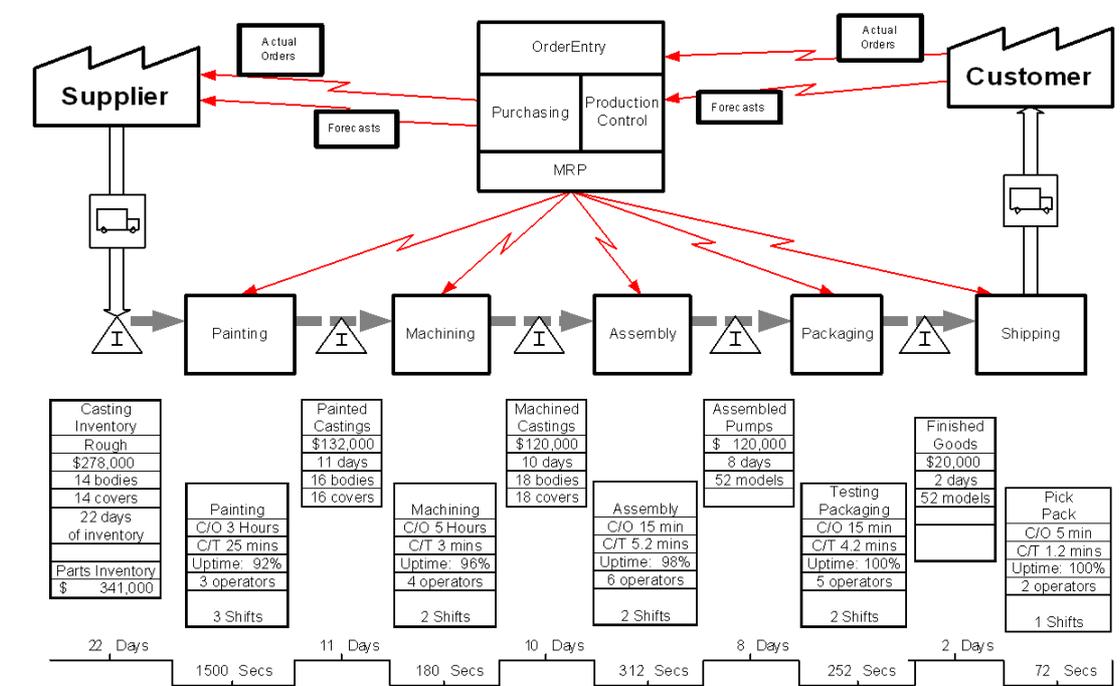


Figura 1 Esempio di Value Stream Mapping

Tale mappa deve essere il punto di partenza per trovare i punti deboli del processo, e di conseguenza capire che interventi fare per il miglioramento, e soprattutto quale dovrebbe essere la Value Stream Mapping futura. Il passaggio allo stato futuro dovrebbe essere studiato e progettato con interventi progressivi, da implementare con un progetto. In ogni stadio progressivo di progetto deve essere valutato il vantaggio (in termini di indicatori di prestazione) conseguito con quel particolare intervento. È necessario quindi porsi degli obiettivi in termini di indicatori, valutare i progetti “principali” (quelli che consentono di raggiungere i massimi risultati ai minimi costi) e infine condurre l’implementazione come pianificato. Al termine è necessario valutare se tali obiettivi sono stati soddisfatti come previsto. A questo proposito si dice che l’approccio deve essere del tipo P.D.C.A. ovvero:

Plan: progettare e pianificare gli interventi da applicare alla produzione

Do: condurre gli interventi come pianificato

Check: controllare i risultati

Act: applicare azioni correttive al fine di migliorare il processo.

- **Tecniche reticolari (PERT: Program Evaluation and Review Technique, oppure CPM: Critical Path Method)**

Questo tipo di tecnica è largamente usato per descrivere qualsiasi tipo di processo. Sono tecniche versatili, semplici e permettono di fare diversi tipi di analisi. Ciò le rende molto diffuse.

PERT deterministico

Si tratta di creare un diagramma a partire da una lista di operazioni elementari. Ciascuna operazione sarà soggetta a determinate precedenze (una determinata operazione può avvenire solo dopo aver terminato un'altra operazione). Quindi il metodo consiste semplicemente nel creare una rete di nodi e archi orientati (freccette), in cui i nodi sono le operazioni, e gli archi evidenziano le precedenze tra operazioni.

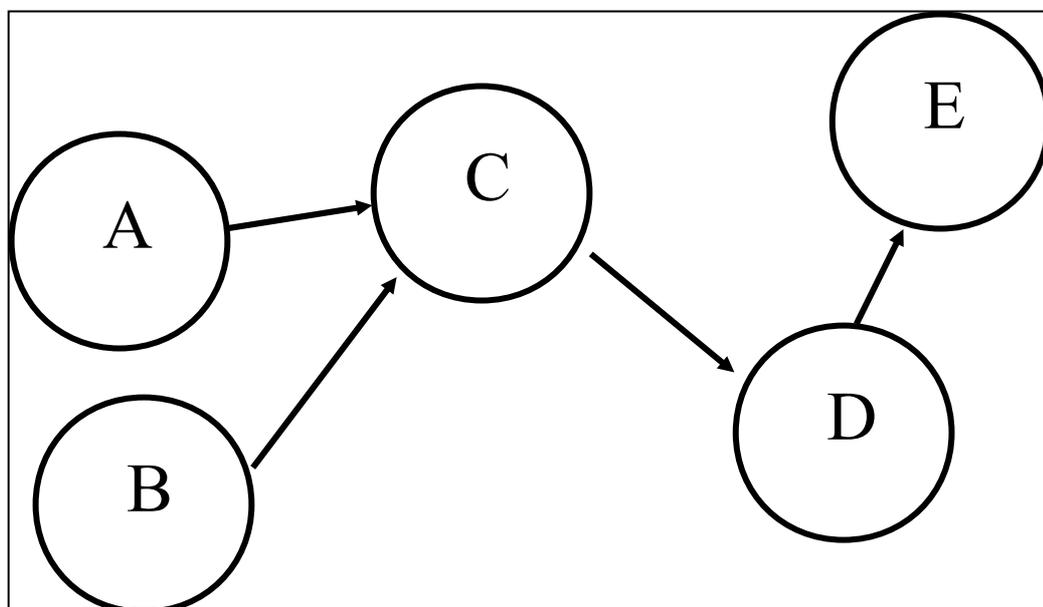


Figura 2 Esempio di reticolo PERT

In questo semplice esempio l’operazione C deve avvenire dopo le operazioni A e B. La D può avvenire solo dopo C, e la E dopo la D.

Questo semplice schema permette di fare una lunga serie di analisi, a partire dall’analisi dei tempi in modo sia deterministico sia statistico.

L’analisi deterministica dei tempi avviene considerando i tempi di svolgimento di ciascuna attività, a partire dall’inizio (solitamente, l’istante $t=0$). A partire da questi tempi, viene fatta una stesura progressiva del tempo richiesto, considerando che un’attività a valle può cominciare soltanto quando tutte quante le attività a monte sono state portate a termine. Pertanto la regola fondamentale è che l’istante minimo di inizio dell’attività, ad esempio, C deve essere pari alla durata più lunga delle attività A e B.

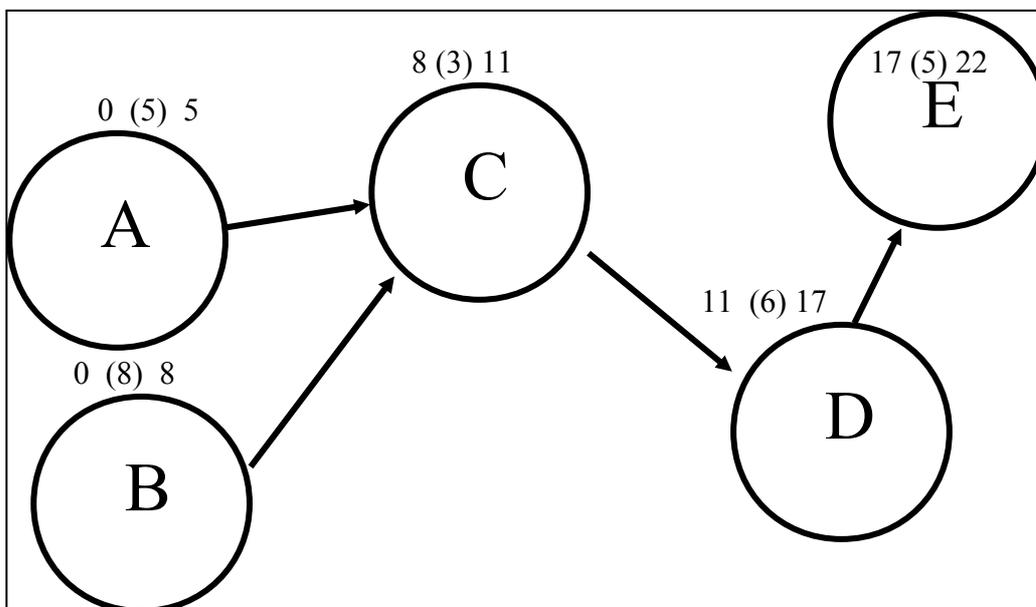


Figura 3 PERT con l’aggiunta dei tempi al più presto

Il diagramma viene completato quindi con dati dei tempi previsti. Il dato tra parentesi è la durata prevista dell’attività. Le due cifre prima e dopo sono rispettivamente *l’istante al più presto di inizio e di fine*. A titolo di esempio: l’attività C viene fatta partire all’istante 8 (perché deve aspettare la fine della durata B) e siccome dura 3, essa finisce all’istante $8+3=11$.

Si fa adesso notare che l’attività A non è vincolante ai fini della durata dell’intero processo. Se essa viene fatta partire con massimo 3 unità di tempo di ritardo, terminerà al più all’istante 8, e

questo non comporta nessun altro spostamento temporale e nessun allungamento del tempo totale di processo. Le altre attività invece, se ritardate o allungate, provocano inevitabilmente un allungamento del tempo totale di processo. Quest’ultime attività vengono dette *attività critiche*, e formano uno dei possibili *cammini* ovvero percorsi di attività da inizio alla fine. Il cammino formato da attività critiche è detto *cammino critico*.

Facendo considerazioni simili, è possibile stabilire anche gli *istanti al più tardi di inizio e fine*. Banalmente, per quanto riguarda l’attività A, gli istanti massimi di inizio e fine rappresentano lo slittamento che non comporta nessun ritardo di processo, quindi sono: istante di inizio al più tardi = 3 e istante di fine al più tardi = 8. Per quanto riguarda invece le attività del cammino critico gli istanti al più tardi di inizio e fine sono inevitabilmente coincidenti con quelli al più presto di inizio e fine.

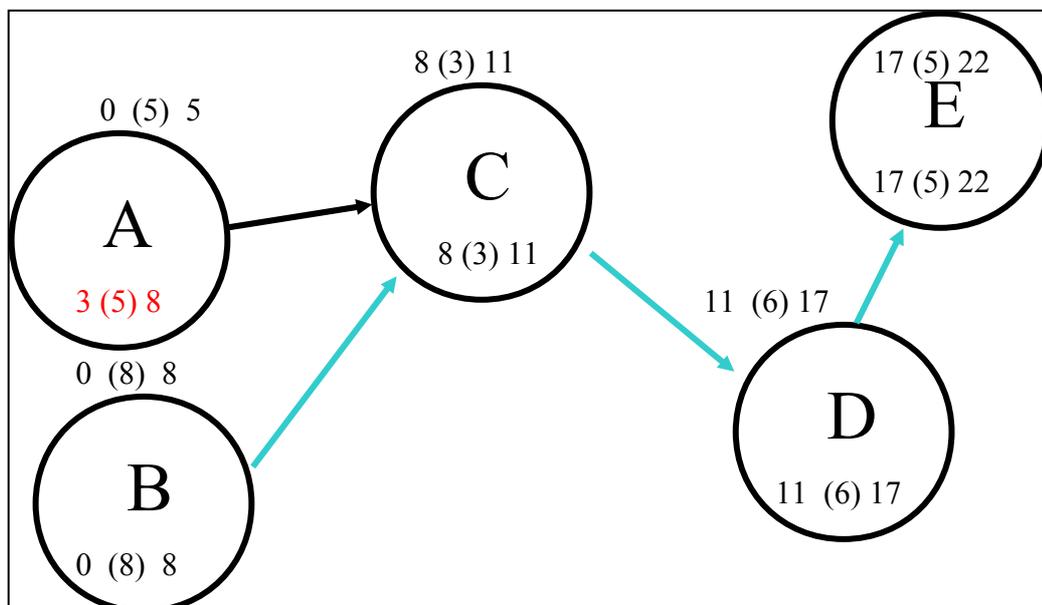


Figura 4 PERT con l'aggiunta dei tempi al più tardi e le attività del cammino critico (in celeste)

Ovviamente questi concetti possono essere espressi anche con un diagramma di *Gantt* in cui ogni operazione è rappresentata da una barra, la cui lunghezza è proporzionale alla durata.

PERT Stocastico

In realtà la durata di un’attività non è prevista in modo deterministico e sicuro. È piuttosto qualcosa di prevedibile ma comunque con un certo margine di incertezza. È stata elaborata una

variante simile della tecnica Pert con dei tempi stocastici, ovvero con un tempo rappresentato da una certa distribuzione di probabilità.

In questo caso quindi ogni tempo di attività viene descritto con una distribuzione di probabilità, ovvero con un parametro che rappresenta il tempo medio, e un secondo parametro che ne rappresenta la varianza.

Questi dati di valor medio e varianza vengono calcolati considerando il tempo di conduzione attività come una variabile aleatoria di tipo Beta, per la quale valgono le seguenti formule:

$$\text{Media : } m = \frac{A + 4M + B}{6}$$

$$\text{Varianza : } \sigma^2 = \frac{(B - A)^2}{36}$$

Dove A, M e B sono delle previsioni di durate condotte con l'esperienza: A è la durata più ottimistica, M è la durata più probabile, B è la durata pessimistica.

Si conduce quindi l'analisi dei tempi identica al caso deterministico, utilizzando però le durate medie m calcolate con queste formule. Si ottiene anche stavolta un percorso critico, costituito da una serie di variabili aleatorie, ognuna con una certa media e certa varianza. Pertanto, secondo il fondamentale teorema del limite centrale, è possibile considerare questa somma di variabili aleatorie come una variabile aleatoria Gaussiana come media pari alla somma delle medie, e la varianza pari alla somma delle varianze.

Con questa impostazione si ottiene quindi la durata media dell'intero processo (la somma delle medie del cammino critico) e la varianza (somma delle varianze), ed è possibile condurre analisi statistiche del tipo: determinare la probabilità di finire il progetto entro un tempo tot, oppure viceversa progettare le durate di attività affinché il progetto duri al 95% di probabilità entro un certo tempo T , e così via.

Si fa notare inoltre che nel caso stocastico è possibile trovare un cammino critico, ma è anche vero che ci saranno anche altri cammini non critici, ma che hanno una varianza tale da diventare facilmente critici con buona probabilità. È necessario dunque fare attenzione anche alle medie e alle varianze dei cammini “subcritici”.

1.2.2: Lavoro standard

Un processo produttivo deve essere considerato come un connubio tra i 4 fattori fondamentali noti col termine 4M: Machines (macchine); Materials (materiali); Men (uomini); Methods

(metodi). Una corretta analisi deve partire dall’osservazione del lavoro condotto dal fattore Men, ovvero dagli operatori di produzione. In questa fase è necessario individuare le operazioni compiute da ogni operatore al livello più dettagliato possibile (chiamate anche “elementi di lavoro”). Un elemento di lavoro è quindi il più piccolo “incremento di lavoro” che si può apportare a un prodotto. È un’operazione elementare, non più scomponibile tra più operatori, che rappresenta il singolo gesto, il “mattoncino” con cui è possibile comporre la macro-attività.

Quest’analisi è utile perché permette di analizzare ogni “elemento di lavoro”, permette di capire i passaggi logici, prendere nota su ogni elemento di lavoro e capire se può essere condotto in modo più semplice. Ma soprattutto, con questa analisi si può dire se un elemento di lavoro è a valore o meno. Diventa facile, con questo tipo di scomposizione, individuare elementi di lavoro che non aggiungono valore al prodotto finale come ad esempio:

- camminamenti
- attività fuori dal ciclo (ad esempio: alimentazione di materiali/macchinari)
- attese degli operatori che attendono l’esecuzione di una lavorazione al macchinario
- tempo necessario per scaricare pezzi lavorati dai macchinari

e così via.

Per individuare queste operazioni, si dovrebbe evitare di consultare i fogli di ciclo iniziali, perché il più delle volte non riflettono la realtà operativa, e soprattutto perché lo scopo non è lo stesso. Lo scopo del ciclo di lavorazione è di trasmettere al personale operativo quale è il lavoro da svolgere. Contiene i tempi attivi e passivi della macchina, e non dell’operatore. Lo scopo delle operazioni elementari invece deve essere quello di avere una profonda comprensione delle operazioni che avvengono realmente in stabilimento, in modo tale da individuare sprechi, e poter elaborare soluzioni alternative. Per far ciò, è indispensabile rilevare queste operazioni sul campo, a contatto con i lavoratori, e capire le operazioni che conducono.

Inoltre, ogni elemento di lavoro rilevato avrà un suo tempo. Diventa fondamentale acquisire i tempi di ogni operazione. Anche in questo caso è necessario effettuare rilevazioni sul campo, seguendo alcune regole di base:

1. evitare di cronometrare attività che sono chiaramente degli sprechi, come camminamenti, attese del tempo macchina, e soprattutto attività extra-lavoro. Non fanno realmente parte del lavoro (non aggiungono valore). Piuttosto cronometrare ogni singola operazione, dopodiché cronometrare il processo intero. La differenza di questi due tempi sarà il tempo speso negli sprechi.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali Secondo la Logica “Lean”

- per avere dati verosimili bisogna fare molti campionamenti, cronometrare anche fino a 10 volte la stessa operazione. È un grosso lavoro, ma aiuta a capire il funzionamento del processo. Alla fine è possibile calcolare un tempo medio e una varianza, ma se è il caso si dovrebbe eliminare il tempo massimo. Il tempo minimo dovrebbe essere valutato come traguardo realisticamente possibile.
- non dimenticare mai la cortesia: mettere in chiaro che si sta misurando il lavoro, e non l’operaio. Spiegare cosa si sta facendo e a che serve, evitare di scrivere senza spiegare di che si tratta.

Diventa possibile creare un diagramma tempificato delle operazioni svolte in sequenza dagli operatori.

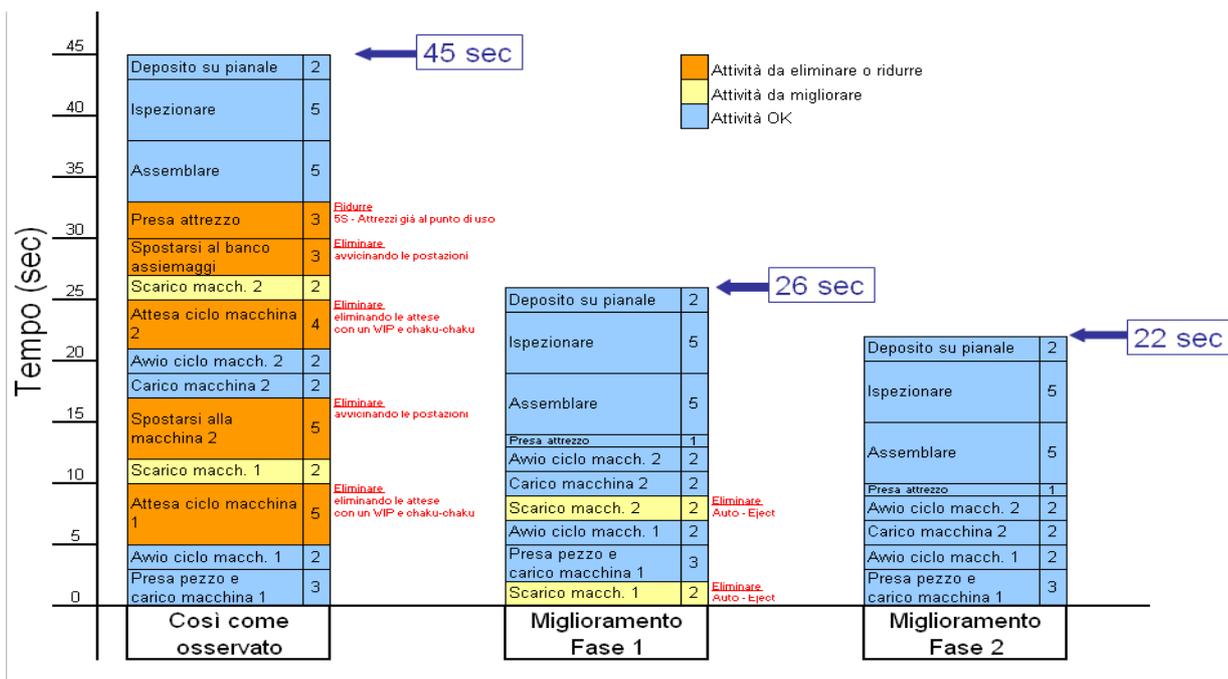


Figura 5 Diagramma dei tempi delle operazioni

Il diagramma di sinistra evidenzia le operazioni elementari di un operatore, il cui compito è seguire il pezzo lungo 3 fasi di lavorazione su una macchina. Allo stato attuale l’operatore attende sempre l’operazione ciclo macchina, e si occupa anche dello spostamento del pezzo lungo la linea. In questo caso l’operatore segue la lavorazione di un pezzo singolo. Quindi, nell’ambito di quella particolare porzione di produzione, si ha che il pezzo in lavorazione (pezzo

“work in progress”) è uno solo. La linea processa un pezzo alla volta, e solo dopo che è uscito un pezzo dalla linea, ne entrerà un altro.

Nel secondo caso invece, attraverso una parziale automazione della linea, e un bilanciamento dei tempi in gioco, è possibile fare in modo che l’operatore non debba ogni volta aspettare il tempo macchina, ma metta a produrre più work in progress nella linea, accavallando i tempi in modo intelligente. Ad esempio può utilizzare il tempo macchina per caricare altre macchine con altri pezzi. Attraverso un’analisi dei tempi può essere possibile sfruttare i tempi di inattività dell’operatore (per l’attesa ciclo macchina) per introdurre più work in progress nella linea, e così eliminare le attese. Si raggiunge in questo modo un regime di produzione con una produttività di 26 o addirittura 22 secondi (nel caso di scarico e carico automatico). È chiaro che questo comporta una revisione pressoché completa dell’operazione, e un cambiamento notevole del lavoro.

1.2.3: Takt Time e Tempo Ciclo

La produttività è un elemento chiave di ogni azienda. Il problema fondamentale che si propone il Lean è quello di produrre solo il necessario, nei tempi previsti. Di conseguenza, per fare questo, il primo aspetto da considerare è esaminare la domanda di mercato, e arrivare a stimare una domanda media di prodotto finito nell’unità di tempo. È chiaro che questo parametro dipende dal sistema commerciale dell’azienda, ad esempio se l’azienda produce su previsione di vendita (make to stock) dovrà stimare la domanda media in base al mercato, oppure se l’azienda produce secondo gli ordini a catalogo del cliente (make to order) dovrà fare delle previsioni in base allo storico degli ordini ricevuti, oppure se progetta il prodotto ad hoc per il cliente (engineer to order) dovrà fare delle previsioni ancora più difficili, perché non esiste progetto di prodotto fino al momento dell’ordine. Ad ogni modo dovrebbe essere possibile arrivare a stabilire una domanda media nell’unità di tempo. Tale parametro è appunto il *Takt Time*. Si deve calcolare prendendo la domanda in una giornata lavorativa, e dividendo tale domanda per il tempo di lavoro previsto in una giornata (quindi numero di turni * 8 ore, a cui bisogna sottrarre le fermate programmate ad esempio per setup o per manutenzione programmata a calendario). Solitamente

il Takt Time si esprime come un tempo nel quale devo vendere un pezzo. (ad esempio, 30 minuti ogni pezzo).

Questo parametro serve essenzialmente per bilanciare la produzione alla quantità effettiva che devo vendere, in termini di numero di linee e di numero di operatori.

Ogni linea possiede un particolare tempo di ciclo (il tempo con cui produco un pezzo), e sulla base di questo tempo ciclo devo avere un numero di linee tale da soddisfare il takt time. Se ad esempio una linea produce 1 pezzo l’ora, mentre il takt time suggerisce di vendere 1 pezzo ogni quarto d’ora, è chiaro che servono 4 linee di produzione. In generale si ha:

$$N_{\text{Linee/Stadi}} = \text{Tempo Ciclo} / \text{Takt Time}$$

Questo concetto è valido anche per determinare il numero di operatori in una singola linea.

Si supponga di avere una linea in cui ho un certo numero di operatori, i quali devono condurre alcune operazioni su un pezzo, per poi darlo all’operatore successivo. Il tempo ciclo in questo caso è il tempo totale che si impiegherebbe se il lavoro fosse svolto da un operatore solo. Nel momento che ci sono due o più operatori, il lavoro verrà scomposto attraverso gli elementi di lavoro e distribuito in più parti. È chiaro anche che, dopo un certo tempo transitorio, i pezzi cominceranno a uscire dalla linea a un ritmo pari all’operatore più “lento”, ovvero dallo stadio di processazione che prende più tempo.

A questo punto, se si rende questo tempo più lungo uguale al nostro takt time, si ottiene una linea che produce al ritmo richiesto per poter vendere. Non solo, ma se bilanciando le operazioni degli operatori in modo che ogni stadio duri esattamente il takt time, si ottiene un bilanciamento ottimale della linea, minimizzando attese e fermate. La figura a destra illustra un esempio di bilanciamento dei tempi sulla base del takt time, in cui l’ultimo operatore ha meno lavoro.

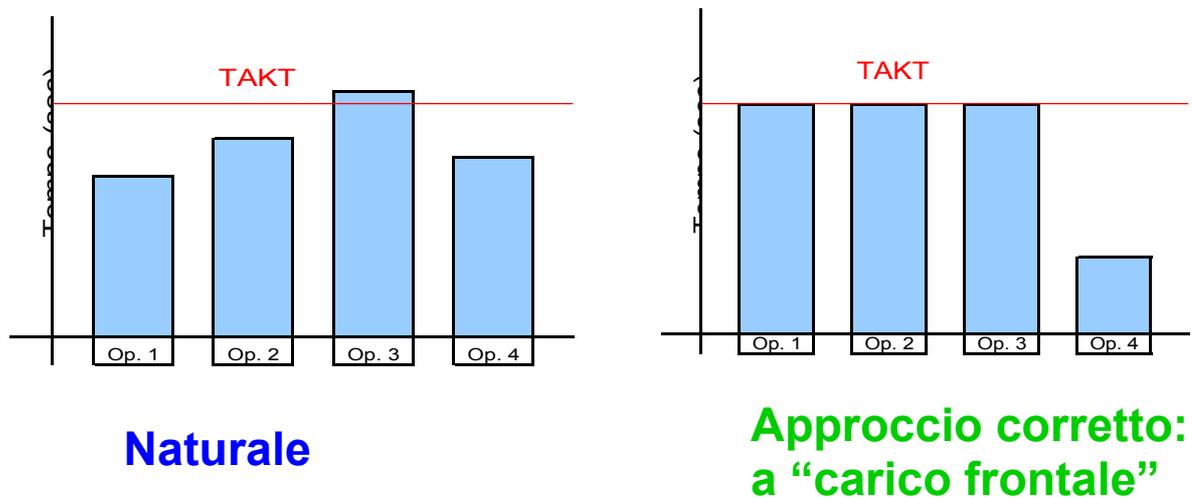


Figura 6 bilanciamento dei tempi rispetto al Takt Time

L’approccio consigliato è quello a destra, in cui abbiamo la concentrazione dello spreco “attesa” al solo ultimo operatore, anziché distribuirlo tra tutti gli operatori. Questo metodo permette di evidenziare subito i problemi che avvengono, in quanto gli operatori a “carico pieno”, nel momento che incorrono in un problema di qualsiasi tipo (ad esempio mancanza di materia prima, di un’attrezzatura, ecc…) sono costretti a superare il takt time, evidenziando immediatamente problemi di gestione. Distribuire attese varie agli operatori invece maschererebbe i problemi di gestione e non consentirebbe di affrontarli.

Si sottolinea che questa operazione non è affatto facile, principalmente perché non esistono procedimenti e tecniche universali per snellire tutti i processi produttivi possibili, a causa della loro estrema eterogeneità e le molte variabili coinvolte. È necessario sempre esaminare attentamente la situazione specifica a partire dallo stato attuale e dalle mappature di processo, il tipo di processo, gli attori coinvolti, e trovare dei sistemi ad hoc per suddividere e riprogettare il lavoro. Inoltre si dovrebbe tenere conto anche di fattori di stress del lavoro: un takt time troppo breve rende il lavoro molto ripetitivo e stressante e in questo caso si dovrebbe mantenere un tempo operatore più lungo, magari adottando meno linee, o meno operatori; d’altro canto un takt time troppo lungo rende il processo noioso per l’operatore, oppure troppo complesso, con un eccessivo numero di operazioni, di difficile memorizzazione o standardizzazione.

Si fa notare infine che il takt time deve riferirsi alla domanda di mercato, che non possiamo cambiare, ma anche al tempo di produzione, di cui invece abbiamo il controllo. Ne deriva che, se

ad esempio abbiamo un takt time troppo breve o troppo lungo, è possibile modificare il tempo di produzione in diversi modi: in primo luogo modificando il numero di turni (passe da 2 turni a tre, o viceversa, a seconda del bisogno), oppure usando una cella per più semilavorati omogenei (ad esempio, se prima una cella conduceva la lavorazione di un solo semilavorato, e se ne introduce un altro nella stessa cella, difatti si dimezza il tempo disponibile per la produzione del semilavorato), oppure modificando il numero di celle (se prima un semilavorato veniva prodotto in una cella dedicata, e successivamente si allestisce un'altra cella identica, difatti si raddoppia il tempo di produzione di quel semilavorato).

Decidere il takt time (e di conseguenza il tempo di produzione disponibile) è un punto critico del progetto, perché comporta una serie di scelte “politiche” di cui tenere conto (numero di turni, numero di operazioni elementari, numero di celle/linee, numero di operatori, dimensioni e forma della cella, passaggi di mano, movimentazioni, ecc...).

Si sottolinea infine che questo lavoro di parcellizzazione e distribuzione dei tempi-operatore deve necessariamente svolgersi di pari passo con l'analisi dei tempi macchina, per ottenere un interfacciamento ottimale tra le due entità. Inoltre tutto questo è correlato a come si decide di disporre gli operatori nella linea, e quali movimenti vengono progettati. È necessario infatti trovare la giusta combinazione di spazi e tempi affinché il connubio tempo-operatore (visto nel lavoro standard) e il tempo macchina rimanga coerente col takt time scelto.

Si parlerà dell'analisi dei tempi macchina nel paragrafo relativo.

1.2.4: La Cella e il Flusso Continuo

Una *cella* è una porzione delimitata dell'ambiente produttivo, progettata per produrre flessibilmente una famiglia di pezzi “omogenei” (dal punto di vista delle operazioni produttive richieste) implementando un “flusso continuo” di produzione.

Flusso Continuo significa che i pezzi dovrebbero entrare e uscire da una cella così come entrano ed escono da una macchina singola, cioè uno alla volta, continuamente. Gli operatori nella cella sono responsabilizzati a sostenere questo tipo di lavoro, collaborando tra loro al fine di mantenere la produzione continua e snella.

Una produzione per reparti o a lotti, come esplicitato in figura, comporta che avvenga ogni volta una pallettizzazione e un trasporto del lotto, e l'operazione successiva avviene solo quando il lotto intero è pronto per essere pallettizzato e trasportato. Il che è uno spreco per due motivi: si

perde tempo nella palletizzazione e movimentazione componenti; la fase successiva deve necessariamente aspettare la terminazione del lotto.

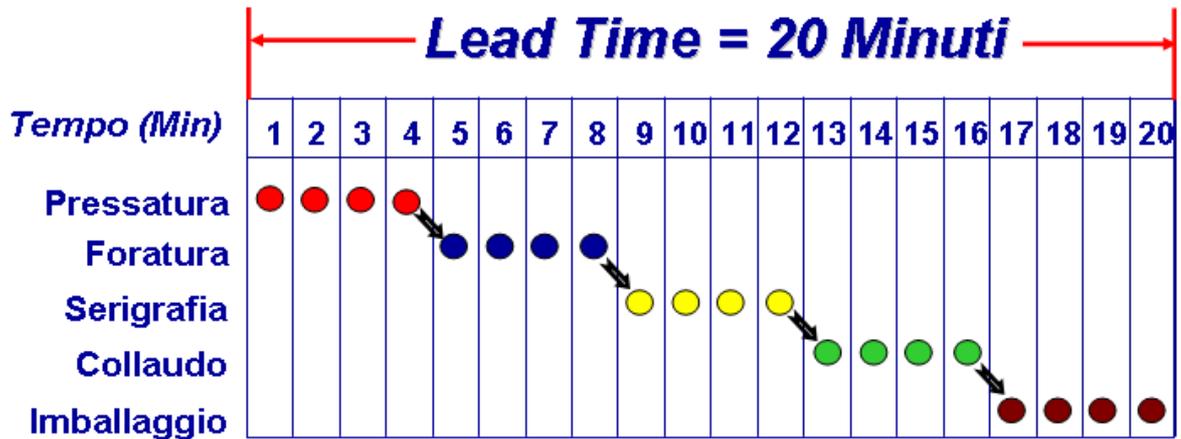


Figura 7 Produzione a lotti

Produrre in una cella con operazioni in sequenza, progettate per essere continue e bilanciate, comporta quindi il duplice vantaggio di ridurre drasticamente il lead time, e di evitare magazzini interoperazionali, attese, trasporti e altri tipi di sprechi.

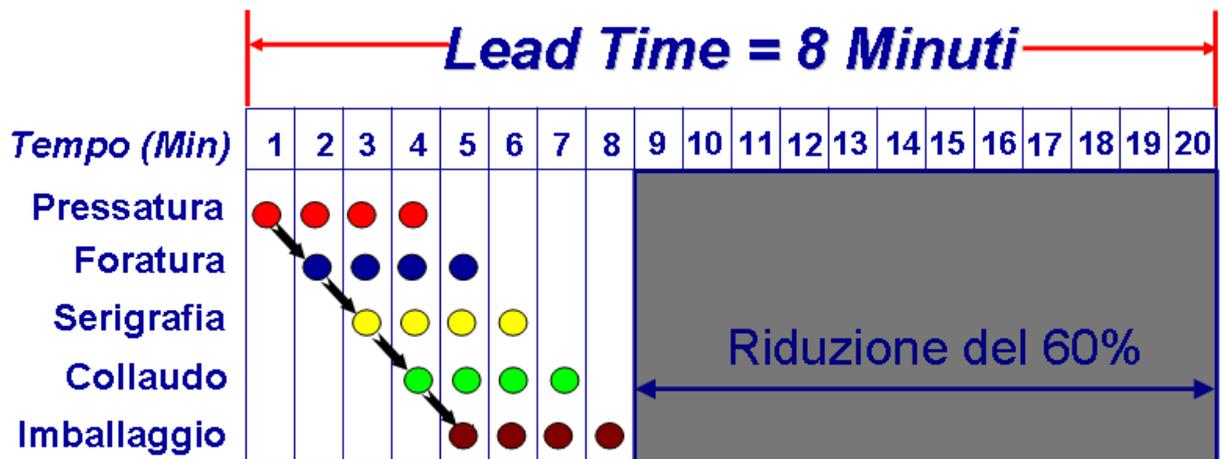


Figura 8 Produzione a flusso continuo

In una cella i semilavorati da produrre devono essere più omogenei possibile, sia dal punto di vista delle operazioni richieste, sia dal punto di vista dei tempi ciclo, altrimenti sarà difficile

mantenere un flusso continuo quando si producono congiuntamente due tipi eccessivamente diversi di semilavorato.

1.2.5: I Tempi Macchina

La cella deve essere progettata tenendo conto della coordinazione tra le cosiddette 4 M (Men - uomini; Machines - macchine; Materials - materiali; Methods – metodi). Dopo aver calcolato il takt time è necessario chiedersi costantemente se le macchine a disposizione riusciranno ad assolverlo, ovvero se è possibile trovare una combinazione di tempi che permette di rispettare il takt time.

Dopo aver condotto la parcellizzazione e tempificazione delle azioni elementari svolte dagli operatori, è necessario adesso indagare l'altro fattore tempo fondamentale, ovvero i tempi macchina. Ogni macchina deve completare il suo ciclo di lavorazione entro il takt time, altrimenti non siamo in grado di assolvere alla produzione richiesta e dobbiamo modificare i parametri (ad esempio, usare un'altra macchina per assolvere alla produzione, oppure aumentare i turni).

Molti testi suggeriscono di calcolare i tempi macchina complessivi come somma di tre componenti:

1. tempo macchina effettivo (il tempo il cui viene svolta la lavorazione);
2. tempo di carico e scarico (il tempo che c'è tra l'uscita di un pezzo e l'entrata di un altro pezzo);
3. tempo perso per il setup fratto il minimo batch size (nel caso di cambiamento delle configurazioni della macchina per passare da una lavorazione all'altra, si suppone che esiste un lotto minimo di produzione per rendere utile il setup, e si divide il tempo di setup per il numero di pezzi di questo lotto minimo; in questo modo abbiamo una quantificazione del tempo perso per setup in ogni ciclo macchina).

Con questo calcolo si hanno i tempi di tutti gli stadi di produzione, ed emerge subito l'esistenza di un possibile collo di bottiglia. Se ad esempio abbiamo una macchina con un tempo macchina complessivo che si avvicina troppo al takt time, o che addirittura lo supera, questa macchina è da considerarsi un anello debole. È necessario provvedere in uno dei seguenti modi: aggiungere

un'altra macchina identica in parallelo; fare uno studio approfondito delle azioni per l'utilizzo di questa macchina cercando di eliminare gli sprechi (evento kaizen); dividere le operazioni che fa la macchina in due macchine; valutare la possibilità di automatizzare il carico/scarico. Se nessuna di queste azioni è possibile non c'è altra soluzione che modificare il takt time nei modi già accennati, oppure disaccoppiare questa fase dalla cella, metterla in un'altra cella, e collegare le due celle con dei sistemi di comunicazione kanban (che si vedranno più avanti).

1.2.6: Il layout e il lavoro della cella

Un punto chiave dell'implementazione dei progetti di Lean Production è la disposizione delle macchine nella cella, al fine di rendere comodi e semplici i movimenti rendendo efficiente il processo.

A questo proposito una tattica utile è quella di progettare il layout immaginando di avere al suo interno solo un operatore, che svolge tutte le operazioni dall'inizio alla fine. Questo operatore singolo deve potersi muovere comodamente, deve poter affrontare tutte le operazioni una dopo l'altra senza affrontare lunghi spostamenti. Le macchine devono essere poste vicine, per evitare di camminare per lunghi percorsi, ma nel contempo l'operatore non deve essere costretto in uno spazio angusto. Progettare la cella in questo modo favorisce la fluidità del processo, evita che si creino stadi intermedi di processo, evita il crearsi di accumuli interoperazionali di materiale.

Un tipo di layout estremamente diffuso è quello ad U, in cui le celle sono disposte una dopo l'altra formando una U. Si tratta di una delle soluzioni più diffuse, anche perché l'ipotetico operatore singolo condurrebbe le operazioni stando all'interno della U e avendo tutte le macchine vicine tra loro, dirette verso di lui e a portata di mano.



Figura 9 Esempio di progettazione di cella ad "U"

Esistono alcune linee guida per la corretta progettazione della cella. Anzitutto una cella non deve essere più ampia di 1 o 2 metri, al fine di mantenere vicine le due linee della U. Si dovrebbe progettare ogni singolo movimento, tenendo conto dell'ergonomia delle operazioni (fare in modo che i pulsanti, le leve, le attrezzature, siano di comodo utilizzo) nonché il passaggio da una fase all'altra (avere chiaro dove la macchina scarica il pezzo, e fare in modo che sia più fluida possibile la fase di smontaggio/montaggio materiale da una macchina all'altra).

Per quanto riguarda la possibilità di automatizzare i processi, è consigliabile riuscire ad automatizzare almeno l'operazione di scarico del pezzo dalla macchina a lavorazione ultimata. Ulteriori automatizzazioni non sono molto utili, specie se la domanda è estremamente variabile ed è richiesta massima flessibilità di produzione. Ad ogni modo, in una cella dovrebbero esserci macchine più o meno allo stesso “livello di automazione” (ad esempio, macchine che hanno tutto lo scarico pezzo automatico).

Bisogna progettare accuratamente l'arrivo dei materiali nella cella. Le linee guida a questo proposito sono ad esempio: porre tali materiali vicino all'operatore, per evitare che debba andare a cercarli altrove, utilizzare più possibile la forza di gravità perché consente di movimentare “gratis” il materiale, utilizzare i sistemi kanban/supermarket (che vedremo in seguito) per

l'arrivo/partenza di materiale, evitare qualsiasi tipo di accumulo. Devono essere previsti i movimentatori (chiamati anche *Water Spider*) che dotati di carrello o di attrezzatura adeguata si occupano dei grandi spostamenti da una cella all'altra, oppure dal supermarket alla cella. All'interno della cella invece sono gli operatori che si occupano di trasferire i materiali; devono trovarli sempre pronti all'uso, devono eseguire sempre le operazioni assegnate senza mai fare operazioni extra.

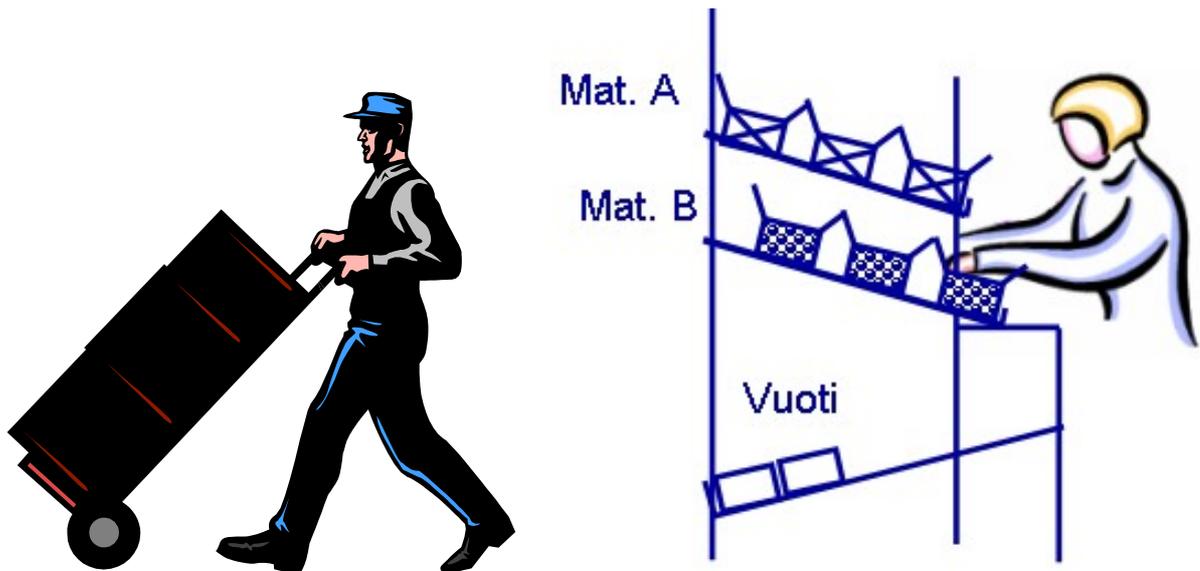
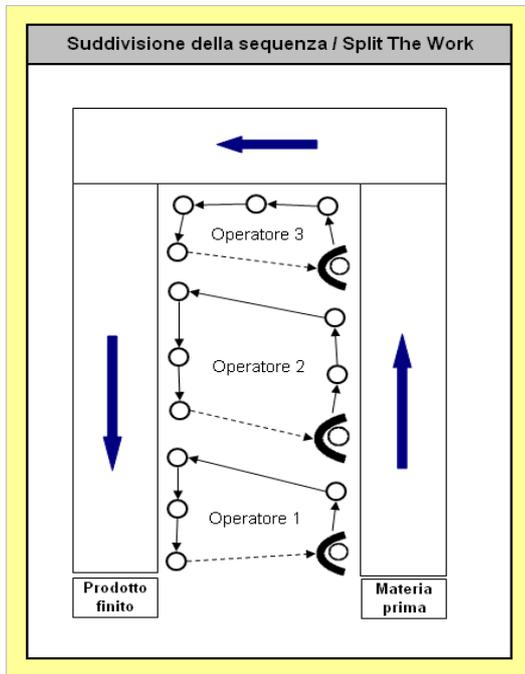


Figura 10 l'operatore carrellista assolve al trasporto esterno, mentre l'operatore nella cella conduce le lavorazioni e gli spostamenti interni alla cella

Assegnare i lavori elementari all'interno della cella è un'attività strettamente correlata a come saranno disposti gli operatori dentro la cella. Esistono diverse tipologie di distribuzione delle operazioni e delle postazioni all'interno di una cella. Se ne illustrano alcune.

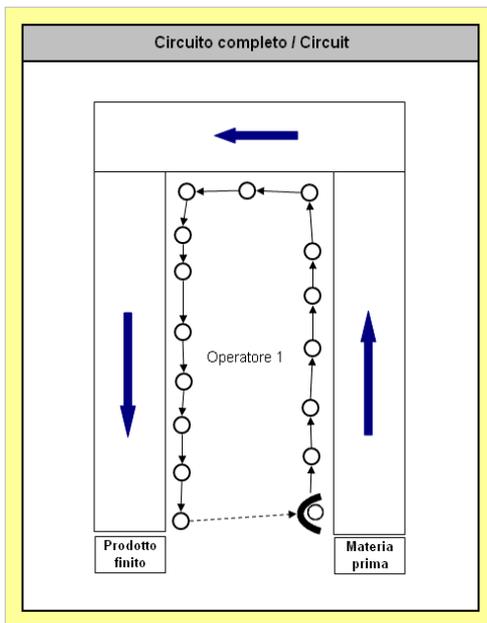
- Split the work



Gli operatori dentro la U sono in grado di agire su entrambe le linee della U senza fare grandi spostamenti. Questo rende possibili moltissime varianti della distribuzione del lavoro. Di conseguenza questa tecnica ha il vantaggio di trovare, tra le varie combinazioni possibili, quella che meglio viene incontro al Takt Time. Inoltre è possibile variare nel tempo questa combinazione, per venire incontro alle eventuali variazioni di domanda. È opportuno che il primo operatore esegua sia le operazioni finali, che le operazioni finale. Questo automaticamente crea il ritmo dell'intera cella.

Figura 11 esempio di "Split the work"

- Circuito completo



In questa variante un solo operatore si occupa della cella. È semplice da attuare, ma richiede che l'operatore abbia una grande esperienza e una profonda conoscenza del prodotto. Solitamente si utilizza questa tecnica a cella appena funzionante, per fare dei test di prova.

Figura 12 esempio di circuito completo

- Circuito a Inseguimento

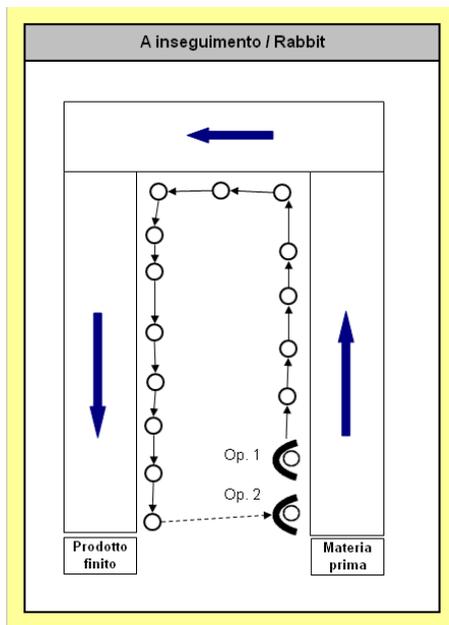


Figura 13 esempio di "Inseguimento"

Si tratta di un'immediata variante della tecnica precedente. Prevede che due operatori seguano la linea compiendo tutto il percorso, uno dopo l'altro. Rispetto alla versione precedente, è una soluzione più produttiva ed efficiente, consente di ruotare il lavoro rendendolo più interessante e meno faticoso.

- Flusso contrario

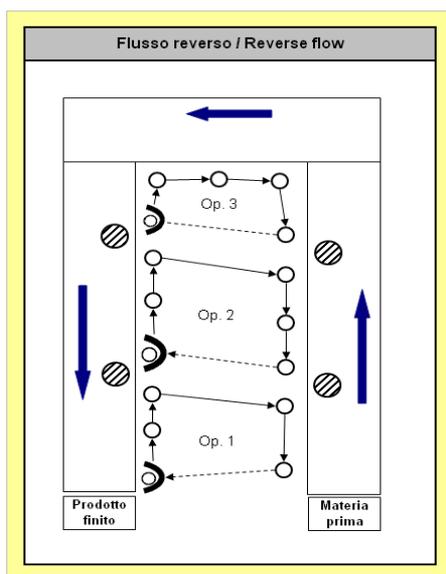
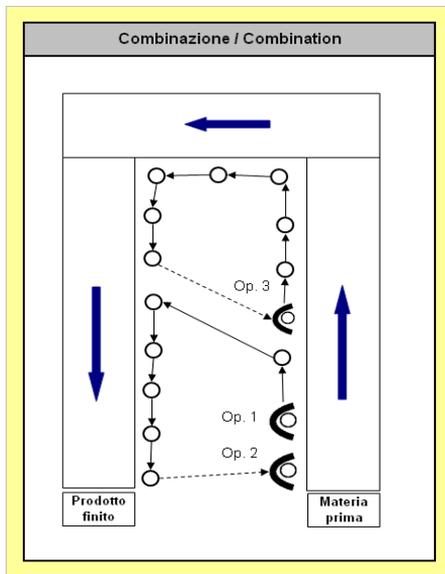


Figura 14 Esempio di "Flusso contrario"

Prevede che gli operatori si muovano in senso opposto al materiale. Viene utilizzato soprattutto quando i prodotti, per essere movimentati e caricati sulle macchine, richiedono l'uso di entrambe le mani. È considerato un buon compromesso intermedio prima di agevolare/migliorare il processo di carico scarico, ad esempio con una parziale automazione dello stesso.

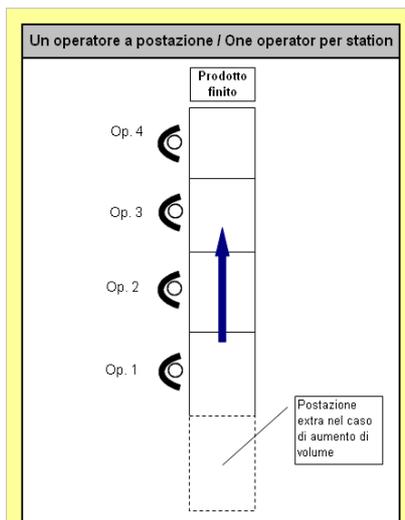
o Combinazione



Spesso le caratteristiche delle macchine e dei tempi in gioco rende necessaria l'adozione di una soluzione ibrida tra le varie opzioni viste.

Figura 15 Esempio di Combinazione

o Un operatore ogni postazione



Questa soluzione ha il vantaggio di essere molto semplice da capire e da implementare, ma non comporta nessuno sforzo di bilanciamento delle operazioni. Si può usare questa tecnica solo quando i tempi macchina sono simili. Per favorire la creazione del flusso continuo può essere utile mettere un sistema automatico di movimentazione, come ad esempio un nastro trasportatore.

Figura 16 esempio di operatore ogni postazione

○ A Forcella

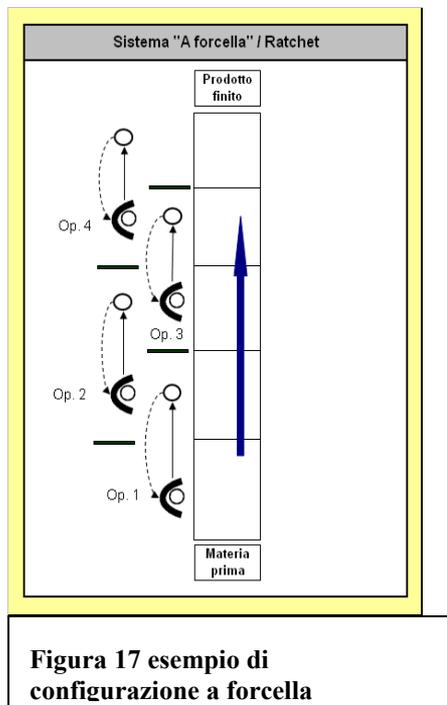


Figura 17 esempio di configurazione a forcella

Il numero di postazioni è più grande di uno rispetto al numero degli operatori. Ogni operatore si muove sulle due postazioni (ad esempio lo scarico sulla macchina a monte, e il carico sulla macchina a valle, dopodiché il pezzo passa alle mani dell'operatore successivo). Questo sistema ha il vantaggio che il movimento degli operatori crea automaticamente il ritmo. In pratica può essere implementata solo se i tempi macchina sono simili, e si riesce ad assolvere il takt time in modo accettabile.

1.2.7: Il Kanban

La cella viene quindi progettata al fine di mantenere bilanciata la produzione dal punto di vista dei tempi, in modo da avere un ritmo costante e garantire la continuità della produzione. Resta comunque il fatto spesso non è possibile accorpate in una cella tutte le lavorazioni di tutto il ciclo di prodotto. Ad esempio una cella troppo complessa può essere più difficile da gestire. Oppure ci possono essere macchine fisse al pavimento, che non è possibile spostare per metterle nella cella. Oppure esistono semilavorati destinati a diverse produzioni, e non è consigliabile portare eccessiva eterogeneità in una sola cella.

Per questi e altri motivi, è ragionevole supporre che ci siano diverse celle nel reparto, e che un prodotto “output” di una cella sia un prodotto “input” per un'altra cella. È importante quindi che due celle siano regolate da un sistema che consenta loro un'efficace comunicazione in termini di pezzi da produrre e tempi di produzione. È quindi necessario accoppiare e coordinare l'attività di due celle in serie con due traguardi fondamentali: evitare che ci siano accumuli intermedi da una

cella all'altra; fare sempre ciò che serve quando serve, sfruttando ad esempio la flessibilità della cella, e produrre altri semilavorati di altro tipo quando non è necessario produrre semilavorati di un certo tipo.

Per questo motivo sono nati i sistemi Kanban. Kan (看 o カン) significa “visuale”, Ban (板 o バン) significa “segnale” o “tabellone”. In pratica dunque, tradotto letteralmente, è un segnale visuale. Kanban di conseguenza è un qualsiasi segnale di tipo visuale per far iniziare un'azione, di qualunque tipo. Questa azione può essere il bisogno di un particolare materiale/prodotto, può essere un segnale visuale per richiedere l'assistenza o informazione. Quello che è importante è che il segnale viene sempre fatto in maniera visuale e con procedure semplici, concordate e standardizzate in risposta ad esso.

Possono essere in una forma qualsiasi: un cartellino (Kanban tradizionale), in forma di contenitori (pieni o vuoti), in forma di spazio riempito o non per terra, in forma di una richiesta digitale (e-Kanban) per fornitura del materiale ecc. Può essere in qualsiasi forma visuale immaginabile che segnali, in modo inequivocabile e comprensibile da tutti, il bisogno di una azione (fornitura, assistenza, informazione). Una cella a valle che preleva alcuni pallet di pezzi dal processo a monte, libera dello spazio. La presenza di spazio libero è anch'essa un segnale visuale. Anche questo semplice esempio è un tipo di Kanban: il processo a valle (cliente) va dal processo a monte (supermercato) per acquistare i pezzi di cui ha bisogno al momento e nella quantità in cui ha bisogno, e il processo a monte, in funzione di questo prelievo, produce immediatamente la quantità che è appena stata prelevata.

Esistono comunque altre varianti più complesse. Una delle versioni più diffuse è quella che prevede l'utilizzo di cartellini e di un tabellone apposito. Nel momento in cui il processo a valle preleva dei contenitori di pezzi, l'operatore stacca dai contenitori stessi degli appositi cartellini, e li appende al tabellone. Nel momento che questi cartellini raggiungono un limite segnato nel tabellone, allora vuol dire che il *punto di riordino* è stato raggiunto, e che è adesso possibile procedere con la produzione.

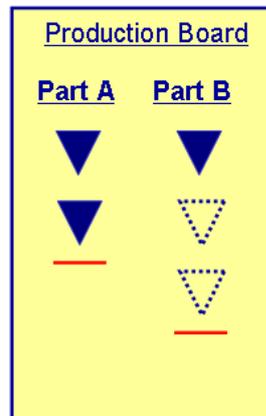


Figura 18 esempio di tabellone per il Kanban

Il *punto di riordino* è un concetto tipico dell'ingegneria industriale. Rappresenta quel livello di giacenza, raggiunto il quale è necessario ordinare nuovo materiale. Si calcola come segue:

$$EOQ = dm \cdot lt + Ss$$

Dove dm è la domanda media nell'unità di tempo e lt è il *lead time*, ovvero il periodo che intercorre dal momento che è stata richiesta la merce al momento in cui arriva, infine Ss è la scorta di sicurezza. La formula indica che la merce che mi rimane al momento in cui emetto l'ordine deve bastare a sopravvivere fino a che non arriva la merce. Di conseguenza se ad esempio ho una domanda media di 3 pezzi al giorno, e ho un lead time di 15 giorni, come minimo devo avere 45 pezzi a magazzino, altrimenti finisco i pezzi a mia disposizione prima dell'arrivo della nuova merce. Infine devo considerare la scorta di sicurezza per tenere conto dell'incertezza della domanda. Solitamente si calcola a partire dalle tabelle della distribuzione Gaussiana.

Per far funzionare il Kanban in maniera efficace, è necessario seguire le sei regole fondamentali:

1. nessun particolare difettoso non può essere inviato all'attività a valle
2. il processo a valle viene a ritirare solo quello di cui ha bisogno e nulla di più
3. l'attività a monte deve produrre solo ed esclusivamente la quantità esatta ritirata dall'attività a valle
4. la produzione deve essere bilanciata
5. il kanban è il mezzo per ottenere una gestione particolareggiata
6. stabilizzare e razionalizzare i processi

1.3: Cenni sulle ultime correnti: il Lean Six Sigma

Le varie tecniche Lean che si sono susseguite nella storia hanno lo scopo, come si è ampiamente visto nei precedenti paragrafi, di eliminare qualsiasi tipo di spreco, al fine di raggiungere un certo obiettivo di costo e di produttività. Nel momento in cui si riesce a portare il costo medio variabile di produzione a un certo livello, vuol dire che è stato raggiunto l'obiettivo. Quello che però la Lean da sola non può controllare è la varianza del costo. Ad esempio, si supponga di riuscire a diminuire il costo medio da 10 € a pezzo, a 7 € a pezzo. Se la varianza è molto elevata, il dato 7 € in realtà non è molto veritiero, perché indica che si può passare da un range che va da un minimo “eroico” di, ad esempio, 3 € a un picco di inefficienza di 11 €.

Ecco perché sono state elaborate delle tecniche di sinergia tra la Lean Production e la Six Sigma sulla base di questo paradigma: la lean production da sola non è in grado di controllare la varianza dei parametri obiettivo, la Six Sigma da sola non è in grado di ridurre gli investimenti e i costi operativi attraverso progressivi miglioramenti continui. La sinergia delle due tecniche, incorporata in un contesto dal background culturale molto elevato, può portare a drastiche riduzioni di costo e grandi efficienze.

La metodologia Six Sigma è stata introdotta per la prima volta con grande successo dalla Motorola, che dimostrò come fosse possibile ridurre la varianza di processo a livelli ritenuti impensabili. Il concetto teorico alla base della teoria Six Sigma è che il valor medio di una variabile aleatoria risulta poco importante se è ampiamente disperso. Soprattutto se la dispersione è tale da uscire dal range di tolleranza scritto nelle specifiche. Di conseguenza il Six Sigma descrive i metodi statistici per tenere sotto controllo la varianza di una variabile aleatoria, e fare in modo che sia coerente con le tolleranze ammesse.

La teoria statistica dice che all'interno di un range centrato sul valor medio e ampio 6 volte la deviazione standard (da cui il nome sei sigma) si ha più del 99% delle realizzazioni della variabile aleatoria. Di conseguenza l'obiettivo è quello di fare in modo che questa ampiezza grande Sei Sigma sia esattamente uguale al range di tolleranza ammesso, in modo tale da produrre sempre pezzi conformi, con meno dell'1% di scarti. In sostanza si tratta di ridurre la deviazione standard del processo affinché sia grande quanto un sesto del range ammesso.

1.3.1: Svolgimento

La metodologia Six Sigma si articola nelle seguenti fasi:

Definire. In questa fase il gruppo di lavoro deve identificare il processo o prodotto da migliorare, tradurre i bisogni del cliente in requisiti (detti in inglese CTQ – Critical to Quality), identificare i partecipanti necessari per il progetto e sviluppare una pianificazione di alto livello. Al termine solitamente si conduce un riesame, in cui si richiede alla Direzione l’approvazione a procedere. I principali strumenti utilizzati in questa fase sono: [diagramma di flusso](#), [diagramma di Gantt](#), diagramma “[dentro o fuori dalla cornice](#)”.

Misurare. Questa fase consiste nella valutazione dell’attuale livello di prestazione del processo o prodotto relativamente ai requisiti individuati. Occorre dapprima individuare e validare un adeguato sistema di misura, poi effettuare la misura. Infine, per confronto dei risultati con gli standard richiesti, si può calcolare l’attuale livello di sigma. Si utilizzano tipicamente: [statistica descrittiva](#), [campionamento](#), [test di Ripetibilità-Riproducibilità](#) (Gage R&R).

Analizzare. Sulla base dei dati misurati, si applicano le tecniche statistiche per individuare le cause dei difetti e per quantificare in che misura ogni causa (o l’interazione tra più cause) influenza il requisito studiato e la sua varianza. Gli strumenti utilizzati sono numerosi, alcuni tra i più comuni sono qui elencati: [analisi della varianza](#) (ANOVA), [istogramma di Pareto](#), [regressione](#), [correlazione](#), [stratificazione](#).

Migliorare (Improve). Questa è la fase in cui si propongono e si mettono in pratica i miglioramenti: solo dopo aver compreso a fondo le cause dei difetti. È infatti una prerogativa del *Sei Sigma* quella di evitare che si salti immediatamente alle soluzioni. Occorre creare un ventaglio di possibili soluzioni agendo direttamente sulle cause più importanti, effettuare un’analisi di costi e benefici, valutare la necessità e le modalità di eventuali esperimenti o test pilota. Per selezionare la soluzione migliore, si utilizzano frequentemente: [FMEA](#) (Failure

Modes and Effects Analysis), DOE (Design of Experiments - Progettazione degli Esperimenti), [Analisi costi-benefici](#).

Controllare. In questa fase si tiene sotto controllo il processo, al fine di standardizzarlo e stabilizzarlo. Si quantifica l’entità del miglioramento e si intraprendono azioni di supporto come la redazione delle procedure definitive e l’addestramento del personale.

Si possono utilizzare i seguenti strumenti: [Diagramma di controllo](#), [Piano di controllo della qualità](#).

Dalle iniziali delle fasi, questo metodo è indicato con l'acronimo DMAIC.

A queste sono state successivamente aggiunte:

Recognize: messa a punto della strategia di intervento; (livello zero del DMAIC);

Standardise: definizione e codifica della best practice, (livello sei del DMAIC);

Integrate: azioni complementari a supporto della filosofia adottata, (livello sette del DMAIC).

1.3.2: L’approccio integrato Lean e Six Sigma

Una applicazione tipica dell’approccio congiunto Lean Production e Six Sigma riguarda ad esempio lo snellimento di un tempo. Se il focus del progetto è la variabile tempo, l’approccio Lean Six Sigma consente di raggiungere contemporaneamente il doppio obiettivo di:

- ridurre il tempo medio con interventi tipici Lean di snellimento, controllo degli sprechi, eliminazione di attese inutili;
- ridurre la varianza del tempo con strumenti statistici di controllo varianza e analisi delle cause della dispersione.

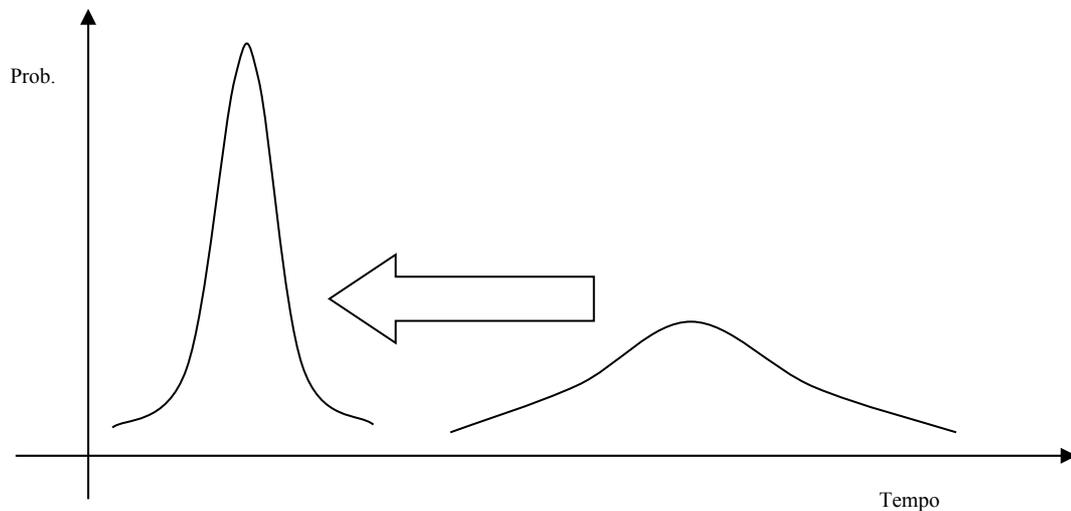


Figura 19 Il duplice effetto dell'approccio integrato Lean Six Sigma

Anzitutto il progetto deve partire, come ogni progetto, con una analisi dello stato attuale. Nel caso specifico è essenziale verificare sul campo quali sono le stazioni di lavoro, e analizzare i dati dei lavori, per capire i ritardi di tempo che ci sono stati in passato. Solitamente viene rispettato il principio di Pareto, ovvero, il 20% delle entità è responsabile dell'80% del ritardo totale. Con una analisi di Pareto quindi è possibile determinare le stazioni più critiche (le cosiddette *Time Traps*), e focalizzarsi su di esse, al fine di avere il massimo incremento di performance.

Per ciascuna delle maggiori *Time Traps* individuate si assolve la consueta analisi dello stato attuale, misurazioni dei ritardi e individuazioni delle cause e degli sprechi, utilizzando sia strumenti tipici Lean visti nel precedente capitolo (tecniche di mappatura, lavoro standard, celle di lavorazione, kanban, produzione pull), sia strumenti tipici Six Sigma, come diagrammi cause-effetto, correlazioni, analisi delle Componenti Principali (PCA), Anova, strumenti Poka Yoke (“a prova di errore”).

Capitolo 2: *L’azienda Eurovinil S.p.A., la storia, i processi, lo stato attuale*

2.1.1: *Cenni storici dell’azienda*



Figura 20 il logo dell'azienda.

EUROVINIL S.p.A. opera dal 1958 nel settore della produzione di articoli gonfiabili con la tecnica di saldatura “ad alta frequenza”, che offre la migliore unione oggi ottenibile tra tessuti plastificati. Si realizza senza colle o adesivi, ma tramite una fusione controllata del materiale.

In questo tipo di saldatura sono assenti le pericolose zone di ricottura, presenti in quasi tutti gli altri tipi di saldatura. La caratteristica che ha sempre contraddistinto Eurovinil è stata quella di applicare la sua tecnologia di produzione ad articoli destinati a mercati diversi. Il costante investimento nella ricerca e nell’aggiornamento dei prodotti ha permesso all’azienda di divenire in pochi anni leader dei settori nei quali si è presentata.

Nei primi anni della sua storia l’azienda produceva oggetti gonfiabili per il tempo libero, articoli promozionali, giocattoli, ecc. Alla fine degli anni sessanta il marchio Eurovinil era il più importante del settore e si contraddistingueva per prodotti di alta qualità e di ottimo design.

Sono di quel periodo gli accordi in esclusiva con la Walt Disney per la produzione di pupazzi gonfiabili e di articoli promozionali e pubblicitari che hanno riscontrato notevole successo in tutto il mondo. Alla fine degli anni settanta questo settore è stato definitivamente abbandonato.

Nel 1969 avviene l’ingresso nel campo della nautica da diporto con la produzione del primo battello gonfiabile, il modello *E1*. Questo battello è stato il primo a essere realizzato con tessuti spalmati in Policloruro di Vinile (PVC) interamente saldato quando nel mercato imperavano i battelli costruiti con tessuti in gomma, le cui parti erano incollate e non saldate. L’utilizzo di

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

materiali innovativi assemblati tramite saldatura, tecnica molto più affidabile dell'incollaggio, che garantiva notevoli economie di scala, ha permesso in pochi anni all'EUROVINIL di offrire una gamma molto diversificata di battelli e di divenire leader del settore in Europa.

Con l'avvento dei gommoni con carena in vetroresina di grandi dimensioni, che richiedono una forte personalizzazione alle esigenze del cliente e quindi un approccio più di tipo “artigianale” che industriale, l'EUROVINIL ha deciso di limitare la sua produzione ai battelli aventi una lunghezza massima di 3 metri, i cui volumi di vendita sono adeguati ad una produzione su scala industriale.

Nel 1977 c'è stato l'ingresso nel settore della sicurezza in mare con la produzione della prima zattera autogonfiabile da diporto. Anche in questo caso in breve tempo la gamma delle zattere prodotte si è notevolmente ampliata. Nel 1982 è stata ottenuta l'approvazione del Ministero Francese. Nel 1984 è stata prodotta ed approvata la prima serie di zattere per la navigazione professionale destinata alla Marina Mercantile.

In seguito sono state ottenute tutte le approvazioni necessarie per le varie normative nazionali ed internazionali di zattere destinate sia alla navigazione da diporto che mercantile (Navi passeggeri, da Carico e da Pesca). Attualmente la gamma prevede zattere da quattro fino a cinquanta Persone, del tipo Lanciabile, Ammainabile o Autoraddrizzante.

All'inizio degli anni ottanta, con l'esperienza acquisita nella saldatura di tessuti spalmati, è iniziata la progettazione e produzione di articoli ad alto contenuto tecnologico destinati al settore militare (zattere di uso aeronautico mono e pluriposto, salvagenti autogonfiabili, sacche per il sollevamento di aerei incidentati, cuscini divaricatori, distillatori solari ecc.). Nel 1985 è stata realizzata la prima Tenda a struttura pneumatica, che si contraddistingueva rispetto alle tende tradizionali per la rapidità di montaggio, per la possibilità di modularità con altre tende e per la facilità di trasporto. Progressivamente sono state realizzate strutture sempre più grandi e complesse per coprire le esigenze di un mercato in continua evoluzione. Oggi sono disponibili tende a struttura pneumatica di varia forma e dimensioni (tende ricovero personale e mezzi, tende officina, hangar ricovero aerei ed elicotteri ecc.) progettate e costruite in accordo con le richieste dei vari clienti sia per usi civili sia militari.

I Clienti forniti sono rappresentati dalle Forze Armate dei principali paesi NATO, come pure dalle organizzazioni di Protezione Civile, Vigili del Fuoco, Gestione Emergenze, di vari paesi, sia Europei che extra-Europei.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Attualmente l'EUROVINIL sta sviluppando progetti che prevedono la fornitura di sistemi che comprendano tende e servizi ad esse collegate quali ad esempio ospedali da campo, stazioni di bonifica NBC, ecc. EUROVINIL ha oggi acquisito una posizione di riconosciuta autorità nel settore degli equipaggiamenti logistici per uso campale. Il ruolo richiesto dagli utilizzatori, ed assunto dall'azienda, è sempre più quello di un integratore di sistemi, piuttosto che quello di mero fornitore di oggetti.

Nel 1984 la EUROVINIL ha ottenuto dalla Direzione Generale delle Costruzioni Aeronautiche e Spaziali il riconoscimento di conformità alla normativa NATO AQAP-1, prima azienda del settore in Italia.

Nel 1989 la EUROVINIL ha ottenuto dal Registro Italiano Navale (RINA) la certificazione di conformità alle normative per la qualità "ISO 9001". Dal 1996 la EUROVINIL fa parte del gruppo Wardle Stores, divenuto successivamente Survitec Group. A questa holding fanno capo diverse aziende operanti prevalentemente nel campo della sicurezza della navigazione con produzione di zattere di salvataggio e di sistemi di abbandono nave sia per il settore civile che militare. Tra queste le più importanti sono la RFD (Irlanda del Nord), Beaufort (Inghilterra), DSB (Germania) e la ISSI (USA).

Attualmente la EUROVINIL occupa circa 150 dipendenti nella sede, che misura una superficie di circa 20.000 mq. Ad eccezione della materia prima e di alcuni accessori, tutte le lavorazioni per ottenere il prodotto finito avvengono nello stabilimento di Grosseto.

2.1.2: L'azienda oggi: le attività e i processi

Il layout attuale, prettamente per reparti (taglio, saldatura ad alta frequenza, cucitura, finitura e gonfiaggio archi, assemblaggio finale, confezionamento zattere, revisione zattere) deriva dal fatto che in precedenza l'azienda era focalizzata essenzialmente sul processo di saldatura ad alta frequenza. Era considerata la core competency principale, pertanto si cercava di usarla il più possibile per la più ampia gamma di prodotti possibile. La produzione era quindi del tutto su richiesta: veniva costruito un prodotto con modalità “semi-artigianali”, esclusivamente sulla base delle specifiche espresse dal cliente.

Adesso la strategia si è spostata sulla progettazione di prodotto, in particolare su due prodotti principali: tende pneumatiche, zattere di salvataggio.



Figura 21 Esempi di Tende Pneumatiche.



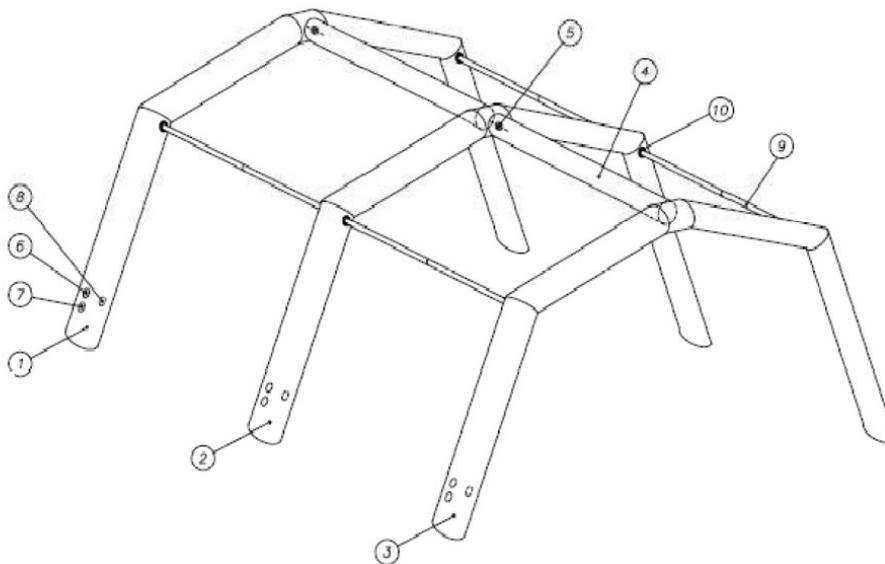
Figura 22 Esempi di Zattere di Salvataggio.

Già da alcuni anni l’azienda ha raffinato i progetti e le funzionalità di questi due prodotti, ottenendo validi risultati dal punto di vista delle vendite. Si rende quindi necessario aggiornare la tipologia di produzione, rendendola coerente con questa strategia di prodotto, in modo tale da ridurre sprechi, puntare sull’efficienza, e conseguentemente avere maggior utile.

2.2: I prodotti della Eurovinil S.p.A.

2.2.1: La tenda pneumatica

La tenda pneumatica è il prodotto principale, in quanto contribuisce maggiormente al fatturato dell’azienda. È dotata di struttura pneumatica, ovvero è sorretta grazie al gonfiaggio di una struttura formata da elementi pneumatici, alla pressione differenziale di 0,3 bar.



–Quote in cm

10	Innesto per asta distanziale	8
9	Asta distanziale in lega leggera	4
8	Valvola di gonfiaggio interna	3
7	Valvola di sovrappressione	3
6	Valvola di gonfiaggio esterna	3
5	Morsetto di connessione aria arco-distanziatore	2
4	Distanziatore pneumatico	2
3	Arco posteriore	1
2	Arco centrale	1
1	Arco anteriore	1
POS.	DESCRIZIONE	Q.tà

Figura 23 la struttura di una tenda pneumatica “a 3 archi”. In figura sono evidenziate le valvole di gonfiaggio, di sovrappressione, di connessione pneumatica col distanziale, e le palerie di supporto in corrispondenza del cambio pendenza.

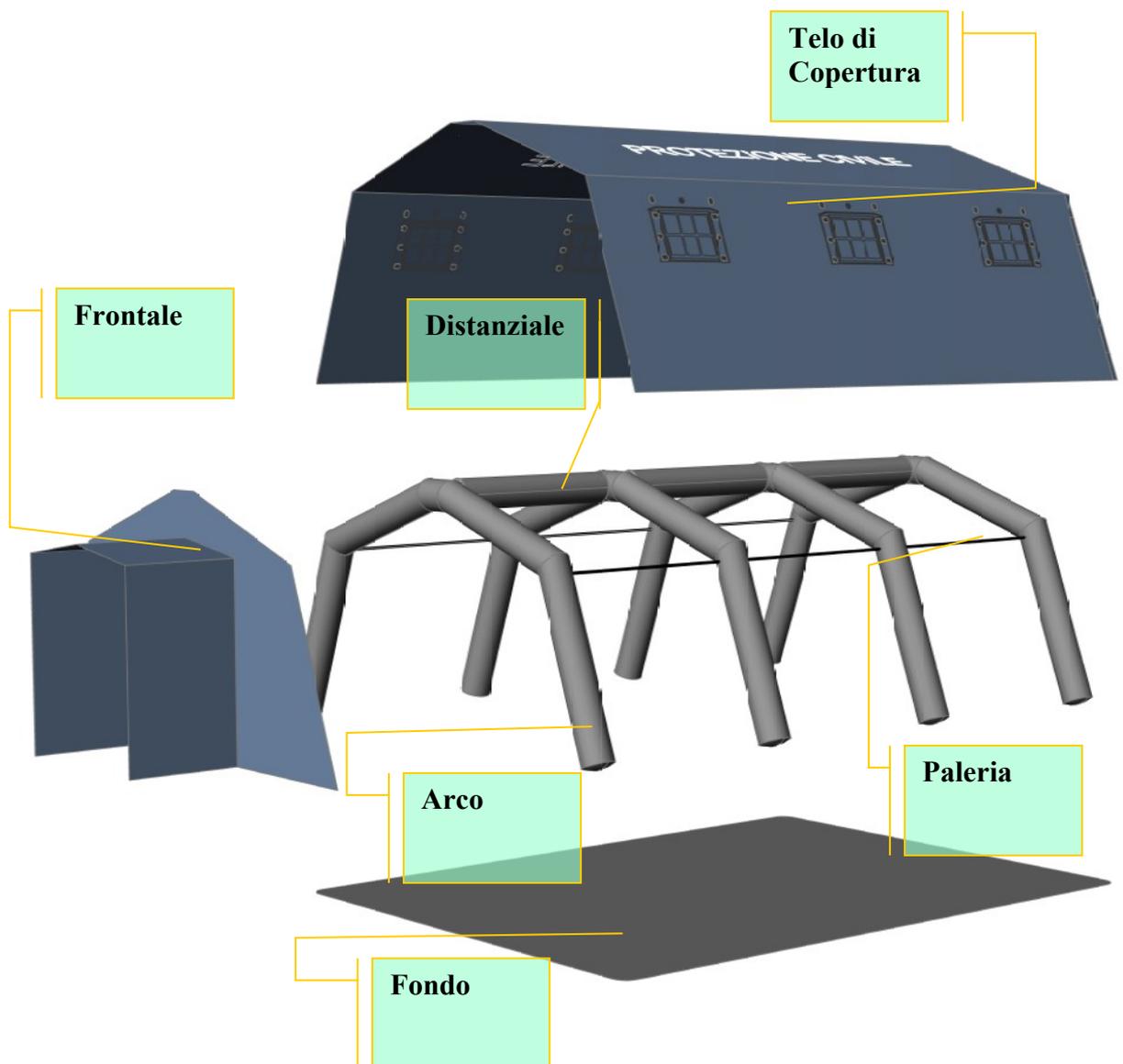


Figura 24 Esploso della tenda, e la terminologia dei componenti principali

Nell'esploso sono riportati i termini principali dei componenti della tenda pneumatica.

- Il *telo di copertura* funge da tetto e pareti della tenda.
- I due *teli frontali*, anteriore e posteriore, fungono da facciate.
- Il *telo di fondo* funge da pavimento.
- Gli *archi* (l'elemento principale, responsabile del corretto funzionamento del prodotto).

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

- I *distanziali* (l'elemento che si frappone tra gli archi in corrispondenza del colmo, e tiene gli archi alla distanza richiesta, ogni arco comunica pneumaticamente col suo distanziale a valle).
- La *paleria* (sistema di pali di alluminio che impedisce agli archi di ruotare, e funge da sostegno per fissare eventuali sistemi accessori come il sistema di illuminazione).

È un prodotto complesso sia perché formato da moltissimi componenti e processi (si prevedono circa 200 fasi di lavorazione per fabbricare una tenda) sia perché negli ultimi anni l'azienda ha cercato di venire il più possibile incontro alle esigenze dei clienti, generando quindi moltissimi modelli di tenda. Si riportano i modelli principali.

○ Tenda Pronto Impiego



Figura 25 tenda pronto impiego.

Tenda a struttura pneumatica di nuova concezione, indicata per interventi di tipo immediato, al fine di fornire al personale operativo un punto di ricovero nel più breve tempo possibile e con ingombri ridotti.

- **Leggerezza:** pesa circa 40 kg;
- **Ingombro Ridotto:** stivabile in un bagagliaio di un'autovettura;
- **Rapidità e facilità d'uso:** si aziona con bombola CO2 in circa 30 secondi;
- **Possibilità di personalizzazioni:** la sacca valigia e la tenda stessa sono personalizzabili con grafiche ad hoc;
- **Materiali:** parte pneumatica: tessuto spalmato poliuretano; copertura: tessuto nylon idrorepellente; catino: tessuto PVC ad alta resistenza.

○ Tenda Piccola



Figura 26 tenda piccola.

Tenda a struttura pneumatica idonea per impieghi di pronto intervento e per soluzioni campali a lungo termine.

- **Rapidità e facilità di montaggio:** 1 solo operatore 4 minuti;
- **Maggiore spazio utile interno:** assenza di paleria verticale;
- **Modularità:** per mezzo di moduli di collegamento, corridoi, può essere collegata ad altre tende EV;
- **Facilità di Trasporto:** occupa solo 1m³;
- **Materiali:** tessuto spalmato in PVC di nuova concezione che riduce l'irraggiamento solare;

Possibili Usi: alloggi operativi, ricovero persone/famiglie, posto medico avanzato, ospedale da campo.

○ Tenda Media



Figura 27 tenda media.

La tenda Multifunzionale nella sua composizione base a tre moduli offre una superficie di 105m².

- **Modularità:** aggiungendo moduli centrali si può ampliare la superficie fino a 160m²;
- **Facilità di Montaggio:** la struttura si monta senza l'utilizzo di personale specializzato;
- **Rapidità di Montaggio:** grazie alla tecnologia pneumatica, si monta in meno di un'ora, con notevoli vantaggi rispetto alle tradizionali strutture in metal frame;
- **Facilità di trasporto:** ogni modulo occupa solo 1,5 m²;
- **Tecnologia:** saldatura ad alta frequenza che garantisce, rispetto alle altre tecnologie, un completo isolamento dell'ambiente esterno;

Possibili Usi: Ricovero mezzi, officina, magazzino, ricovero persone, sale riunioni, sala mensa.

○ Tenda Hangar



Figura 28 tenda hangar.

L’Hangar Eurovinil è stato studiato per essere destinato a molteplici utilizzi manutenzione e ricovero di elicotteri o di mezzi pesanti. Grazie alla struttura completamente pneumatica l’Hangar garantisce la modularità, la facilità di trasporto e la velocità di montaggio.

In funzione del numero dei moduli centrali, possono essere ottenute lunghezze variabili. Due porte carraie presenti sui moduli posteriore ed anteriore garantiscono il passaggio di mezzi di grandi dimensioni. La struttura è fissata al terreno per mezzo dei picchetti e può essere facilmente rimossa.

Possibili Usi: Ricovero mezzi ed elicotteri, manutenzione veicoli, officina, magazzino, aula conferenze.

Oltre alla tenda in sé per sé, ci sono alcuni accessori a corredo, di cui alcuni compresi nel prezzo, altri opzionali.

Gli accessori compresi nel prezzo sono:

Paleria:



Figura 29 esempio di paletto per l'aeratore.

Sacco con i vari pali necessari all'utilizzo della tenda: ci sono le aste distanziatrici, di supporto per la struttura da montare nelle apposite sedi in corrispondenza del cambio pendenza degli archi. Le aste distanziatrici hanno la funzione di irrigidire la struttura portante pneumatica. Ogni singola asta è articolata, per contenere l'ingombro durante il trasporto, ed è composta da due tratti di tubo collegati mediante uno snodo con dispositivo di blocco ad innesto automatico. Collegando i due terminali (delle aste) con gli innesti saldati sugli archi e portando lo snodo in posizione completamente dritta, si irrigidisce la struttura per mezzo di un perno di bloccaggio ad innesto automatico. Le aste hanno la funzione di aumentare la rigidità e la resistenza complessiva ai carichi e in più servono come supporti per l'ancoraggio degli accessori, quali l'impianto elettrico. Nel sacco sono presenti anche i paletti per l'aeratore (ovvero un'apertura sul telo tenda, che può essere mantenuto aperto con un'apposita asta per permettere il ricircolo d'aria).

Picchetti:



Figura 30 esempio di picchetto di controventamento.

Sacco con 22 picchetti da utilizzare per il fissaggio della tenda al terreno, al fine di aumentarne la resistenza al vento. Nel sacco è inclusa la mazza per piantare i picchetti.

Kit di gonfiaggio manuale e riparazione:



Figura 31 valigetta con il kit per le riparazioni di emergenza, e gonfiatore manuale

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

Sono compresi due gonfiatori manuali e un kit di emergenza comprendente: il manuale d’istruzioni, valvole di gonfiaggio e di sovrappressione di ricambio, toppe (di tessuti identici a quelli della tenda stessa), colla e pennello per riparare eventuali falle negli archi, ago e filo per riparare il telo ombreggiature, se presente.

Gli accessori optional (a pagamento) sono:

Gonfiatore Elettrico:



Figura 32 esempio di gonfiatore elettrico.

Potenza elettrica 1.000W, tensione di alimentazione 230 V 50Hz, grado di protezione IP54, doppio isolamento, portata (litri/minuto) 1.100, prevalenza (bar) 0.30 max., dimensioni (mm LxPxH) 260x260x310.

Impianto Elettrico di Illuminazione:



Figura 33 esempio di impianto di illuminazione.

È composto dal quadro di distribuzione, lampade al neon, prolunghe, lampade di emergenza.

Telo Coibente:



Figura 34 telo coibente montato nella tenda.

Realizzato in materiale ignifugo, protegge l'ambiente interno dalla condensa e dall'umidità e favorisce il mantenimento della temperatura.

Tappeti:



Figura 35 esempio di tappeto.

Tappeto speciale a riciclo vinilico di colore verde. Composto da strisce arrotolabili, crea una pavimentazione interna che isola dall'umidità del terreno e trattiene la polvere.

Kit Ombreggiatore:



Figura 36 telo ombreggiatore montato sulla tenda.

Protezione esterna che abbatte la temperatura interna di circa 5-7 gradi e protegge dall'irraggiamento solare.

Grella Livellante:



Figura 37 singola grella livellante.

In materiale altamente resistente, svolge la funzione di livellare la superficie sottostante la tenda e permette la composizione di percorsi di camminamento.

Climatizzazione:



Figura 38 generatore d'aria calda, condizionatore, pompa di calore.

2.2.2: La zattera di salvataggio

La zattera di salvataggio è un prodotto fondamentale per l'emergenza nautica, reso obbligatorio in Italia per imbarcazioni professionali (imbarcazione usata da un'azienda come ad esempio per trasporti, traghetti, pesca, ecc...) e diporto (imbarcazioni private omologate per navigare a oltre minimo 6 miglia dalla costa).

Esistono diversi modelli di zattera a seconda dalla normativa di riferimento cui deve sottostare. Per quanto riguarda il diporto in Italia, è prevista la zattera *Coastaldry* per navigazioni tra 6 e 12 miglia dalla costa, mentre per oltre 12 miglia è obbligatoria la zattera *ISO* (nel rispetto della norma *ISO 9650*).



Figura 39 Zattere *Coastaldry* e *ISO* destinate all'Italia.

Esistono molti altri modelli a seconda del paese di destinazione e delle normative presenti (per ogni paese ci sono normative differenti cui sottostare, oppure non esistono normative e in quel caso è sufficiente il modello standard). Uno dei fattori principali è che deve necessariamente esistere un modello di zattera per ogni norma vigente cui la zattera stessa dovrà sottostare.

Per quanto riguarda la navigazione professionale, le normative sono più stringenti e sottostanno a una particolare convenzione denominata S.O.L.A.S., apposta per la sicurezza della navigazione professionale.



Figura 40 Esempio di zattere S.O.L.A.S.



Figura 41 la confezione della zattera.

Il funzionamento delle zattere è il seguente. Inizialmente la zattera è confezionata in un contenitore compatto, da cui fuoriesce una fune. In caso di necessità di abbandonare la nave, le persone a bordo gettano la confezione in mare mantenendo la fune in mano, e tirano forte la fune stessa. Questo fa sì che la bombola all'interno della zattera (contenente una miscela di azoto e anidride carbonica a pressioni che raggiungono talvolta i 200 bar) venga aperta. Il gas si diffonde velocemente nella zattera gonfiandola in breve tempo. La zattera è dotata di luce lampeggiante sul montante, per agevolarne la visibilità, e al suo interno ha le seguenti dotazioni:

- acqua
- cibo liofilizzato
- medicinali

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

- fuochi di emergenza
- batterie di ricambio per la luce lampeggiante
- kit di riparazione, nel caso di foro sulla zattera
- remi

Le dotazioni in questione possono variare a seconda della norma di riferimento.

La zattera è costituita da: un telo di fondo, con tasche per la zavorra e per la bombola; due tubolari (uno inferiore e uno superiore) che costituiscono le pareti della zattera, su cui sono montate le corde di armamento; un tubolare montante (assente nel modello *Coastaldry*) dotato di tenda al fine di coprire e proteggere le persone nella zattera.

Ogni due anni la zattera deve essere sottoposta a revisione. Che può essere *ordinaria* o *straordinaria*. Nella revisione ordinaria la zattera viene aperta, viene controllata la scadenza della bombola, il funzionamento della luce, la scadenza delle dotazioni deperibili come acqua, cibo, medicinali. Se viene trovato un materiale che ha scadenza entro due anni dopo la data di revisione in corso, vuol dire che scadrà prima della prossima revisione, pertanto viene sostituito. Nella revisione straordinaria invece, oltre a queste attività, viene anche gonfiata la zattera e tenuta gonfia per circa tre ore (anche questo valore dipende dal modello di zattera) al fine di verificarne la tenuta. In caso di perdita viene riparata.

2.3: I reparti e i processi

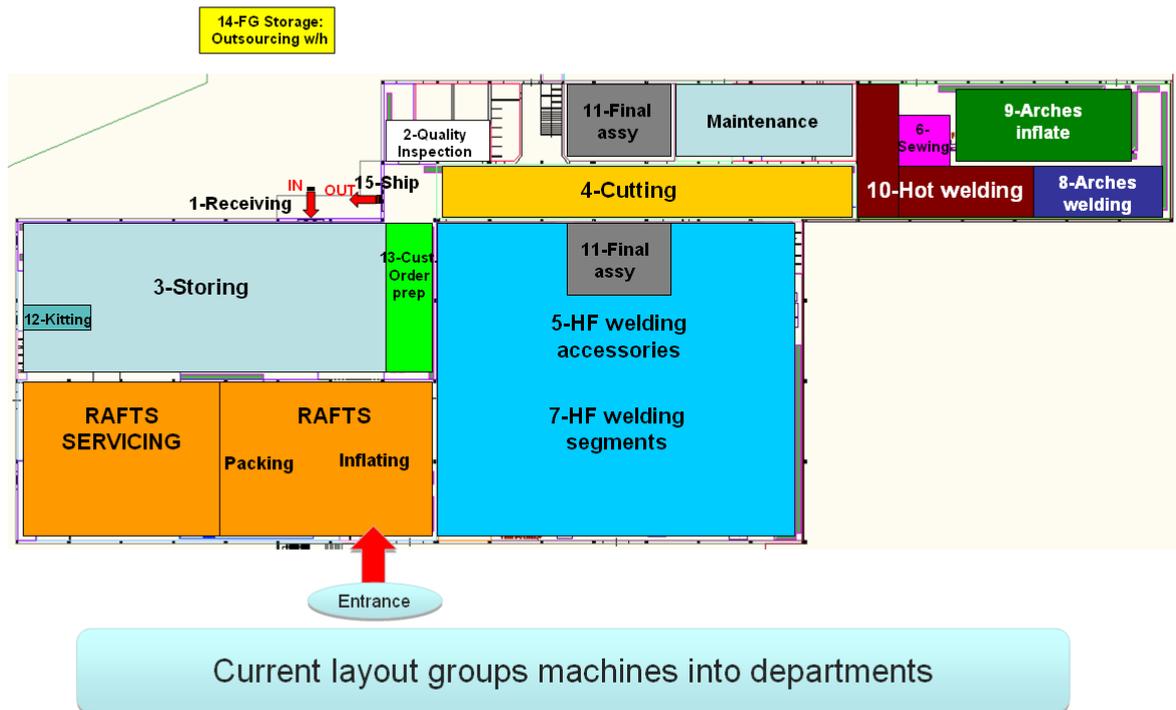


Figura 42 Le aree del layout attuale.

Si riporta ora una breve descrizione di ogni reparto, in modo da illustrare le attività e le sequenze logiche della produzione dell’Eurovinil. Ci si riferisce alla numerazione e alla nomenclatura della Figura 42.

- Fase di ricezione materie prime (1: receiving - 2: quality inspection – 3: storing).

Le materie prime dell’azienda sono bobine di tessuto poliestere spalmato in polivinilcloruro (PVC). Queste bobine vengono ricevute nella zona di carico e scarico evidenziata in figura. I magazzinieri registrano l’arrivo e, dopo che la merce è stata accettata dal controllo qualità, la preparano e la stoccano nel magazzino.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**



Figura 43 La zona di ricezione e spedizione, esempi di bobine di PVC

- Fase di Taglio (4: cutting).

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

Lungo il corridoio principale sono poste le due macchine per il taglio del tessuto (una per il taglio automatico, una per il taglio manuale). Gli operatori montano la bobina su un'apposita traversa, la svolgono lungo un tavolo, e procedono con il taglio dei settori richiesti per la produzione.



Figura 44 Il reparto del taglio e alcuni esempi di pezzi tagliati.

- Fase di Saldatura (5 e 7: High Frequency Welding)

I settori affrontano una fase di saldatura ad alta frequenza. Questa tecnologia rappresenta la competenza base dell'azienda, il cuore del macroprocesso aziendale. In tale fase i settori

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

vengono arricchiti con delle borchie e accessori vari, oppure vengono saldati tra loro. Tramite varie saldature progressive si arriva al semilavorato completo.

Il procedimento consiste nel frapporre le parti da saldare fra due elettrodi, uno mobile e l'altro fisso. Quello mobile viene premuto verso quello fisso, schiacciando il materiale. Una volta che la pressione ha raggiunto il valore opportuno, agli elettrodi viene applicata una tensione sinusoidale di opportuno valore, e a una frequenza prefissata. Si genera calore per effetto joule, e dopo pochi secondi i pezzi risultano saldati.



Figura 45 il reparto di saldatura HF e alcune macchine.

- Fase di Cucitura (6: Sewing)

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Alcuni accessori (come strisce di velcro, o bottoni di vario tipo) devono essere cuciti sul tessuto. Si rende necessaria una fase di cucitura in cui le operatrici utilizzano varie macchine da cucire a 1 o 2 aghi. Spesso questa fase deve seguire un preciso ordine in base a precedenze tecnologiche, di conseguenza capita spesso che un semilavorato venga movimentato dalla saldatura alla cucitura, successivamente di nuovo alla saldatura.



Figura 46 estratto del reparto cucitura.

- Saldatura finale e gonfiaggio degli archi (8: Arches Welding; 9: Arches Inflate)

I vari semilavorati che compongono l'arco vengono saldati insieme in questo reparto tramite saldatura a caldo, ottenendo l'arco completo. L'arco finito viene gonfiato e affronta un test di tenuta: viene tenuto in sovrappressione per 1 ora, e a pressione normale per 24 ore.



Figura 47 deposito degli archi che affrontano il test di tenuta.

- Saldatura a caldo (10: Hot Welding)

Alcuni semilavorati (come ad esempio i semilavorati particolarmente ampi come i teli di copertura e i fondi delle tende) devono affrontare una fase di saldatura a caldo. Per le giunzioni più ampie tra settori è da preferirsi la saldatura a caldo rispetto alla saldatura HF: riesce ad essere più efficace e veloce nel caso di giunto con profili più irregolari, e inoltre permette di comprimere e modellare il giunto per farlo divenire dello spessore richiesto.

Vengono utilizzate macchine *a cuneo* per creare lunghe giunzioni di saldatura, oppure macchine *a soffio* per le giunzioni più corte. Le prime sono macchine dotate di un lungo tavolo, e di un carrello scorrevole con operatore a bordo, ancorato sul lato lungo del tavolo. L'operatore monta i due giunti in un'apposita sede sul carrello scorrevole (il tavolo è di aiuto per poggiare i teli stesi), e a questo punto il carrello comincia a scorrere lungo il tavolo per procedere con la saldatura.

La saldatura a soffio invece è un processo in cui i due giunti da saldare vengono accoppiati e fatti imboccare manualmente in un sistema di rulli, che trascinano i lembi e li premono tra loro mentre viene mandato su di essi un getto d'aria calda necessario alla saldatura. La

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali Secondo la Logica “Lean”*

macchina è dotata di cappa e di condotto di aspirazione per evacuare i gas che si generano da questo processo.



Figura 48 macchina a soffio, macchina a cuneo, ed estratto del reparto di cucitura, saldatura a caldo e gonfiaggio archi.

- Assemblaggio finale (11: Final Assy)

I vari semilavorati che compongono una tenda vengono tutti portati nelle postazioni di assemblaggio. Tramite un paranco apposito viene sollevato il telo di copertura e viene affrontata la saldatura finale (saldatura del telo di copertura al fondo). Dopodiché il paranco viene movimentato nella postazione di assemblaggio, accanto alla postazione di saldatura, in cui vengono montati gli archi al suo interno, vengono gonfiati, per verificarne il corretto

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

montaggio. La tenda gonfiata viene lavata e pulita, viene sgonfiata, viene ripiegata all'interno di un apposito sacco tenda. Viene infine imballata ed è pronta per essere spedita al cliente.



Figura 49 estratti della zona di assemblaggio, con le due zone di assemblaggio ai lati della zona di saldatura.

- Dotazioni e cordami (kitting)

Le tende e soprattutto le zattere hanno bisogno di corde e accessori di vario tipo. In questa zona vengono preparati cordami utilizzati, le dotazioni e i vari kit di accessori.

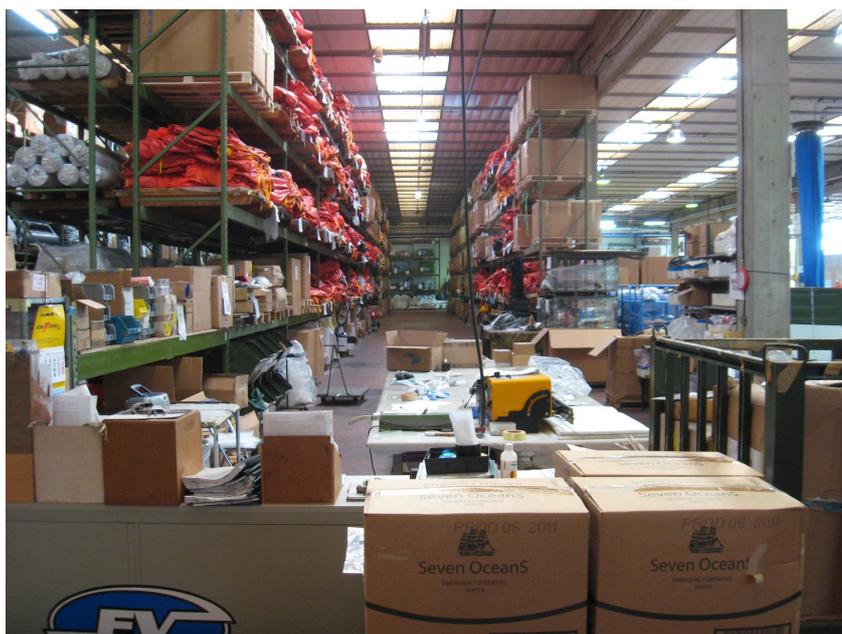


Figura 50 La postazione dotazioni e cordami

- Gonfiaggio e Confezionamento Zattere (Rafts Inflating and Packing)

Le zattere nuove saldate in reparto di saldatura HF affrontano qui una fase di armamento (vengono accessoriate manualmente delle varie corde necessarie al funzionamento) e gonfiaggio. La zattera viene tenuta gonfia per circa 3 ore in media (dipende dalla grandezza della zattera), allo scopo di verificarne la tenuta. Le zattere che superano questa fase vengono confezionate.

Il processo di confezionamento consiste nell'accessoriare la zattera dei vari kit di emergenza (acqua, medicinali, cibo liofilizzato, remi ecc...) e nel montarla all'interno della sua confezione. Si tratta di un'operazione da eseguire con cura, altrimenti la zattera non si aprirebbe nel modo richiesto. Per questa fase si utilizzano operatori fortemente specializzati. Inoltre la zattera deve essere posta sotto una pressa apposita, per fare in modo che entri nella confezione. Dopo aver chiuso e imballato la confezione, la zattera è pronta per essere spedita.

- Revisione Zattere (Rafts Servicing)

Ogni due anni la zattera deve essere revisionata, al fine di verificarne la funzionalità, eventualmente riparare i difetti, e sostituire le dotazioni andate a male. Il processo di

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

revisione è simile al confezionamento, con la particolarità che ogni zattera ha una sua particolare storia, e necessita ogni volta di un tipo di ricezione, revisione, spedizione diverso in base alle richieste del cliente.



Figura 51 estratto del reparto di armamento, confezionamento e revisione zattere.

- Spedizione (Ship)

I prodotti finiti vengono stoccati nel magazzino e spediti.

2.4: Generalità sulla saldatura ad alta frequenza



Figura 52 macchina per la saldatura ad alta frequenza.

La saldatura ad Alta Frequenza (*High Frequency Welding*) è un processo in cui le superfici da unire vengono riscaldate alla temperatura di rammollimento o di fusione tramite dissipazione di corrente elettrica per mezzo di un campo elettrico ad alta frequenza, e con applicazione di pressione controllata, per lo più senza materiale d'apporto.

Il materiale da saldare viene posto uno sopra l'altro tra due appositi elettrodi, e viene attivata tra di essi una corrente alternata ad alta frequenza. Si genera dunque calore per effetto joule dovuto alle dissipazioni di energia nel mezzo dielettrico. Tale calore, unito alla pressione controllata applicata tra gli elettrodi che schiacciano il materiale fino allo spessore desiderato, innesca il procedimento di diffusione molecolare e di coalescenza. Dopo aver disattivato la corrente in alta frequenza, la pressione viene mantenuta per un certo periodo, al fine di completare adeguatamente il processo di fusione. Generalmente non si utilizza materiale d'apporto, e non c'è bisogno di ulteriori azioni di rifinitura al prodotto finito.

2.4.1: Applicabilità

Tale tecnologia sfrutta le caratteristiche dielettriche di un materiale plastico, in modo da creare per effetto joule un aumento di temperatura, localizzato nel giunto da saldare. È importante quindi che il materiale da saldare abbia caratteristiche dielettriche tali da creare una dissipazione sufficiente allo scopo. In particolare deve possedere una costante dielettrica relativa ϵ e un fattore di dissipazione $\tan(\delta)$ tali che il fattore di perdita (pari al prodotto tra i due) sia almeno pari a 10^{-2} . La costante dielettrica relativa ϵ è un numero adimensionale, maggiore di uno, che quantifica la polarità di un mezzo dielettrico, ovvero la sua capacità di polarizzarsi a livello molecolare. In pratica, nel caso di materiale fortemente polare, le molecole si orientano in direzione coerente al campo elettrico, e di conseguenza ne attenuano l'entità. Più un materiale è polare, più esso attenua il campo elettrico a cui viene sottoposto. Nella fattispecie si tratta del numero per il quale si deve moltiplicare la costante dielettrica del vuoto ϵ_0 per avere la costante dielettrica assoluta del mezzo. Si può dunque scrivere la formula:

$$\epsilon_r = \epsilon \epsilon_0$$

Il secondo termine, il fattore di dissipazione $\tan(\delta)$ tiene conto invece del fenomeno di dissipazione di un condensatore reale. Il sistema costituito da due elettrodi e il materiale frapposto, dal punto di vista dell'analisi dei circuiti, è da considerarsi un condensatore. Come tutti i condensatori reali, esso è schematizzabile con una resistenza in parallelo, che ne rappresenta le perdite. Di conseguenza oltre alla corrente I_C circolante nel condensatore, sfasata esattamente di 90° rispetto alla tensione, esiste anche una corrente I_R circolante nella resistenza, in fase con la tensione.

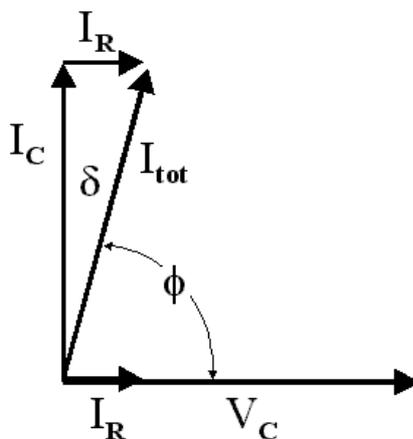


Figura 53 i fasori dei parametri in gioco nel processo.

L'angolo δ tra corrente teorica e corrente reale è quindi l'angolo che quantifica tale fenomeno. Il coefficiente $\tan(\delta)$ è dunque il coefficiente di dissipazione. Il fattore di perdita è il prodotto tra costante dielettrica relativa e coefficiente di dissipazione.

Materiali come Acetato di cellulosa (CA) Poliammide 6, Polivinilcloruro (PVC) e in generale tutti i polimeri a struttura polare presentano un fattore di perdita ben oltre il valore limite, quindi sono perfettamente saldabili con tale tecnologia. Materiali invece come le Poliolefine, il Polietilene, il Polistirene e Poliestre (il nucleo del tessuto usato dall'azienda) non sarebbero saldabili. I materiali che sono di poco sotto la soglia di saldabilità vengono preparati tramite un aumento di temperatura (che aumenta la costante dielettrica e li rende saldabili). Nel caso in esame il tessuto è composto da uno strato di pasta di PVC spalmata su un'anima formata da un tessuto di fili di poliestere, con la tecnologia della Spalmatura. Con tale trattamento il PVC entra anche tra le trame del tessuto di poliestere (che non fonde durante la saldatura, per i motivi sopraesposti). Tale caratteristica rende questo tipo di tessuto adatto alla tenuta pneumatica, perché il PVC in questo modo ha modo di occupare tutti i pori delle maglie del tessuto. Grazie a questa caratteristica l'aria non ha modo di entrare, nemmeno dall'estremità del tessuto, evitando così il fenomeno descritto in figura (l'aria entra da un'estremità del tessuto, fa il giro completo del tubolare, ed esce dall'altra estremità).

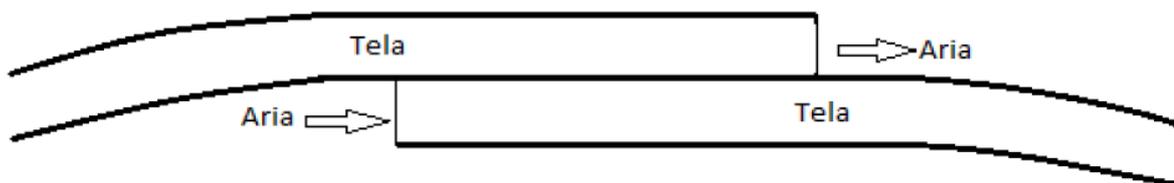


Figura 54 schema del fenomeno di perdita d'aria nel caso di tessuto non spalmato in PVC.

Essenzialmente per questo motivo il tessuto richiesto al fornitore è richiesto esclusivamente tessuto trattato con la tecnica della Spalmatura.

2.4.2: Caratteristiche tecniche e parametri

La macchina per la saldatura in alta frequenza è una pressa, predisposta per alzare o abbassare un elettrodo mobile di forma opportuna, che comprime il materiale allo spessore desiderato contro un elettrodo di riscontro solidale al piano fisso.

La potenza erogata in questo processo è molto variabile, dipende dall'applicazione prevista, e può variare da qualche decina di Watt a qualche centinaio di KiloWatt. Per calcolare la potenza in gioco, si considera anzitutto che la potenza elettrica di interesse nel processo, ovvero quella che viene dissipata in calore, è la potenza *attiva* del bipolo, ovvero:

$$P = V_C I_{tot} \cos \varphi = V_C I_{tot} \sin \delta = V_C I_C \operatorname{tg} \delta$$

Inoltre in un circuito capacitivo si ha che

$$I_C = 2\pi f V_C C$$

Mentre la capacità è

$$C = \varepsilon_A S/d$$

Quindi sostituendo nella prima espressione si ottiene la formula complessiva della potenza termica, in funzione dei parametri di processo:

$$P = 2\pi f V_C^2 S/d \varepsilon_0 \varepsilon \operatorname{tg} \delta$$

Questa formula evidenzia quali parametri da dimensionare per determinare la potenza. Si nota che i parametri S (area) e d (distanza) sono specifici del progetto di prodotto e non si possono variare. Inoltre ε e $\operatorname{tg} \delta$ sono specifici del materiale. Di conseguenza, per avere controllo sulla potenza, bisogna controllare la frequenza f e la tensione V .

Anche la frequenza non interviene molto nel dimensionamento della potenza, perché ha il seguente vincolo: deve essere scelta in modo da non disturbare le radiocomunicazioni. Il CISDRA (Comitato Internazionale Soppressione Disturbi Audizioni) ha fissato tre valori di frequenza adatti a questo scopo: 13.65 MHz, 27.12 MHz (è il valore più usato), 40.68 MHz.

La tensione di conseguenza è il parametro fondamentale per il calcolo della potenza dissipata, in quanto essa dipende dal suo quadrato. Solitamente la tensione efficace ai capi varia in un range da 600 a 1200 Volt.

Per evitare che nascano archi elettrici indesiderati tra il piano mobile e il piano fisso viene posto uno strato isolante tra il materiale e il piano fisso.

Il tempo di saldatura deve consentire di raggiungere la temperatura di rammollimento (quindi dipende dalla potenza, dalla temperatura di fusione del materiale e dal calore specifico dello

stesso). Solitamente tale tempo è dell'ordine di 2 o 4 secondi. Il tempo di mantenimento in pressione solitamente è pari a circa la metà del tempo di saldatura.

2.5: Cenni su sistema informativo e gestione della produzione

Si vuole illustrare il processo di gestione della produzione, partendo dal momento in cui la funzione commerciale emette l'*ordine di vendita* (chiamato *OV*) di un certo lotto di tende.

Tale *OV* è un documento che contiene tutti i dati necessari alla transazione commerciale: tipologie e quantità ordinate, tipologia di pagamento, tipologia di trasporto, data, clausole, ecc...

Il documento fondamentale per l'organizzazione della produzione è ovviamente la *distinta base*.

La distinta, come noto, è la scomposizione ad albero dei materiali e semilavorati che compongono il prodotto finito veduto sul mercato. Nel nostro caso tale distinta è organizzata ad albero in tre livelli: materie prime, semilavorati, prodotti finiti. Nel momento in cui tale ordine è emesso, esso viene scomposto attraverso i dati della distinta base al fine di giungere alle seguenti informazioni:

- materie prime totali richieste per la produzione
- semilavorati da produrre

Per quanto riguarda il primo punto, viene elaborato il documento chiamato *dettaglio impegni*, ovvero il documento in cui vengono elencati i materiali totali per assolvere la commessa (ovvero materie prime per singolo pezzo, presenti in distinta base, moltiplicate per la quantità ordinata presente in ordine di vendita). Tale documento servirà ad esempio, all'ufficio acquisti, per verificare se la disponibilità di magazzino basta ad assolvere la produzione e procedere ad ordinazioni presso i fornitori in caso contrario. Viene quindi dato origine all'MRP necessario alla produzione.

Per quanto riguarda il secondo punto, i semilavorati da produrre, si sottolinea che sono stati definiti ufficialmente al secondo livello della distinta base dei semilavorati notevoli, necessari alla creazione del prodotto. I semilavorati in questione sono i seguenti:

- *psc tende (assemblaggio)*
- *frontali*

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

- *linea zattere*
- *archi*
- *revisioni zattere*
- *kit accessori zattere*
- *zattere grandi*
- *settore b2*
- *telo tende*
- *distanziatori*
- *fondi*
- *prototipi*
- *varie confezionamento*
- *sacchi*

Questi semilavorati ufficiali in distinta sono stati decisi sulla base dell’esperienza e della facilità di gestione. Oltre al dettaglio impegni quindi vengono emessi altri documenti necessari a far partire la produzione di ciascun lotto di semilavorati, chiamati *Ordini di Produzione (OP)*.

Sulla base quindi delle quantità da vendere vengono prodotti tanti OP, ciascuno per ogni lotto di semilavorati, con la relativa quantità di semilavorati da produrre.

Ogni semilavorato presente in distinta possiede un proprio *Ciclo di Lavorazione (CL)*, comprendente le fasi di lavoro e i tempi standard (ottenuti con un cronometraggio a campione). Di conseguenza l’Ordine di Produzione viene ulteriormente scomposto, attraverso i dati del CL, nelle Bolle di Produzione. La Bolla di Produzione è il documento più “elementare” che dà input a una particolare lavorazione di un lotto di manufatti ad una macchina. Di conseguenza essa, sulla base del ciclo e delle quantità da vendere, riporta la lavorazione da compiere, e la quantità di pezzi da produrre in quella particolare lavorazione.

Tale bolla possiede anche delle apposite tabelle che gli operatori di produzione devono riempire, segnalando il loro nome e numero di matricola, l’orario a cui hanno lavorato a quella particolare lavorazione, il numero di pezzi prodotti durante tale orario. Questi orari servono sia a tenere traccia del lavoro svolto dagli operatori (dati da utilizzare in amministrazione per il calcolo delle retribuzioni), sia a capire se una lavorazione ha richiesto più o meno tempo rispetto allo standard. Se ha richiesto più tempo, sarà compito dell’ufficio industrializzazione indagare sul qual è stato il problema e prendere i provvedimenti necessari.

Grazie ai tempi così registrati e al costo orario della manodopera è possibile di conseguenza risalire al costo della manodopera diretta, per ciascun semilavorato e per ciascuna lavorazione. Quando tutte le bolle del relativo ordine di produzione sono state compilate e le lavorazioni eseguite, è possibile registrare i dati nel software e chiudere l’ordine di produzione.

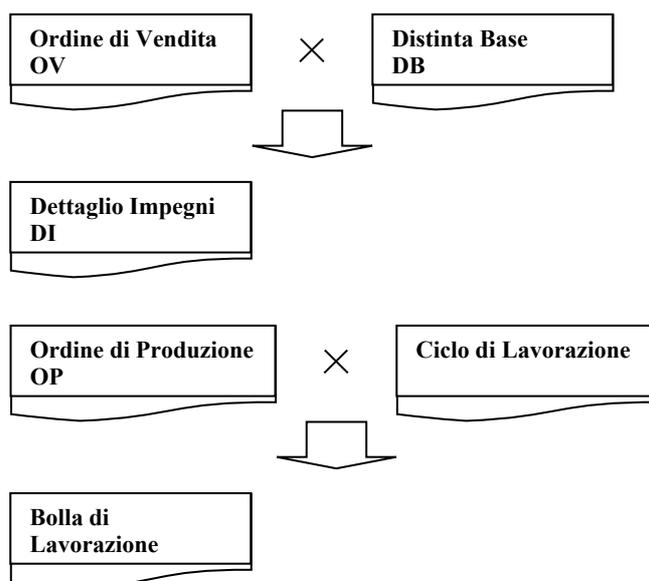


Figura 55 Flusso dei documenti per la Gestione della Produzione.

Il sistema informativo consente inoltre di creare delle apposite estrazioni, attraverso delle query. Il sistema informativo permette vari tipi di estrazioni, secondo data, OP, operatore, macchina, ecc...

Ad esempio, dal momento che ogni fase del CL è codificata con un preciso numero di fase, è possibile estrarre i dati relativi a tutte le lavorazioni di quella precisa fase svolte in un certo periodo prefissato. Oppure relativamente a un singolo OP. La query restituisce direttamente un foglio excel con riportati automaticamente la durata consuntiva e la durata standard inserita a priori nel sistema, per valutarne con immediatezza eventuali scostamenti.

2.5.1: Cenni sul sistema della gestione per la qualità

L’azienda, dal 1989, ha un sistema di gestione per la qualità certificato ISO 9001.

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

Le teorie dichiarate dall'azienda in merito, ufficializzate nel Manuale della Qualità, sono a favore dell'approccio per processi, e degli strumenti ai fini della conduzione efficace di procedure e monitoraggi, al fine di perseguire il miglioramento continuo delle performance aziendali.

Il sistema Qualità della Eurovinil S.p.A. individua i seguenti principali processi aziendali, di cui rimanda alle procedure relative:

1. Processo di progettazione di nuovi prodotti
2. Processo di approvvigionamento materie prime e/o semilavorati
3. Processo di produzione dei manufatti
4. Processo di commercializzazione e fornitura dei manufatti
5. Processo per la revisione e riparazione di mezzi di salvataggio (zattere) e tende a struttura pneumatica
6. Processo di Miglioramento Continuo

Ciascuno di questi processi è illustrato nel manuale della qualità per mezzo di diagrammi di flusso. Il Manuale rimanda anche alle procedure, le quali descrivono con maggior dettaglio i singoli processi, evidenziando le responsabilità, i documenti e le procedure di controllo per mantenere il sistema efficace e performante.

A titolo di esempio, si riporta il diagramma di flusso relativo al processo “Progettazione di Nuovi Prodotti”.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

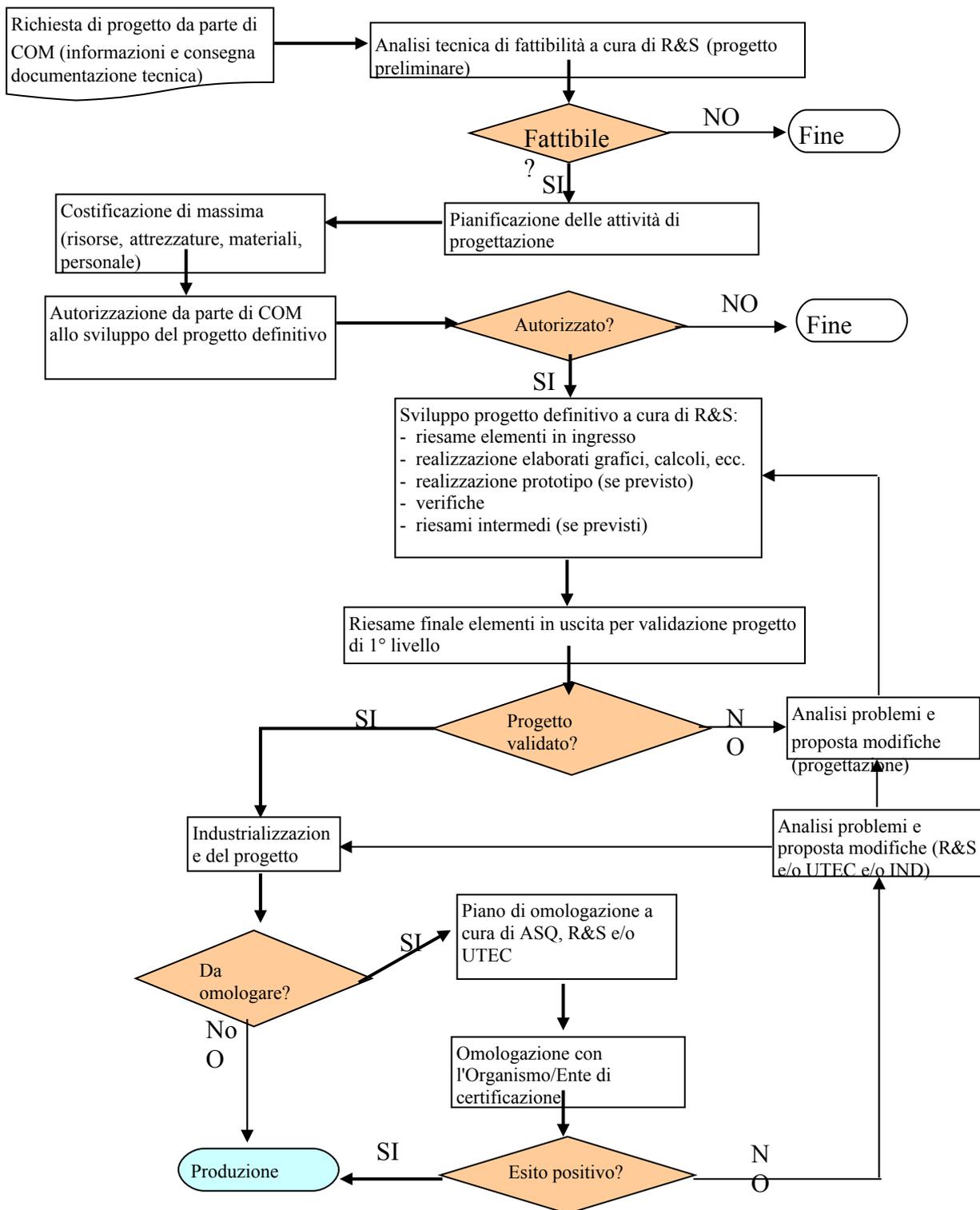


Figura 56 Diagramma di flusso del processo di sviluppo prodotto.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Il processo si articola quindi nelle seguenti fasi (mettendo in evidenza i documenti di controllo relativi):

- 1) dopo la richiesta di sviluppo (generalmente da parte degli uffici commerciali, ma non necessariamente), gli elementi principali del progetto vengono valutati per assicurare la **Fattibilità Tecnica**.
- 2) Se il progetto è considerato fattibile, si esegue una pianificazione dello sviluppo del progetto, comprendente le verifiche, i riesami di progetto, le risorse necessarie. Si giunge così a una valutazione dei costi relativi a tale sviluppo, e al giudizio sulla **Fattibilità Economica**.
- 3) Se il progetto è autorizzato a seguito della fattibilità economica, il progetto evolve come pianificato, si assolvono le verifiche e i riesami previsti. Prima dell'industrializzazione, si assolve la **Validazione di Primo Livello**, al fine di valutare la rispondenza del prodotto così progettato con le specifiche iniziali. Tale validazione serve essenzialmente a procedere all'industrializzazione di prodotto.
- 4) Dopo aver industrializzato a buon fine il processo, si procede con la **Validazione di Secondo Livello**, con la quale si certifica che il prodotto è coerente con i mezzi produttivi. Il prodotto a questo punto fa parte del portafoglio prodotti dell'industria.

Coerentemente con questo processo, per ogni progetto di sviluppo viene redatto un documento generale, detto **Piano di Sviluppo**. Tale documento viene svolto man mano che il progetto evolve, e contiene in ordine cronologico tutti i momenti di sviluppo e controllo. Quindi, in linea di massima, è composto da: fattibilità tecnica, pianificazione, fattibilità economica, riesame elementi in ingresso, verifiche, riesami (ed eventuali verbali con i risultati), validazione di primo e secondo livello, eventuali altri documenti tecnici relativi alla descrizione del prodotto (disegni, capitolati, verbali di verifica, relazioni proprie o dei fornitori che hanno partecipato allo sviluppo ecc...).

2.6: Obiettivi del lavoro di Stage

2.6.1: impostazione generale

Il primo argomento affrontato dell’esperienza di stage è stato l’impostazione del progetto di layout. Era già stato deciso dal vertice aziendale di condurre questo tipo di progetto, dal momento che l’attuale layout (prettamente per reparti) non è più adatto al tipo di produzione affrontata attualmente.

Il layout attuale è prettamente per reparti (si veda paragrafo 2.3) tipico della produzione semi-artigianale che avveniva in precedenza. Adesso si cerca di puntare di più sulla qualità del prodotto e della progettazione, pertanto si rende necessario adeguare il sistema produttivo a questa strategia.

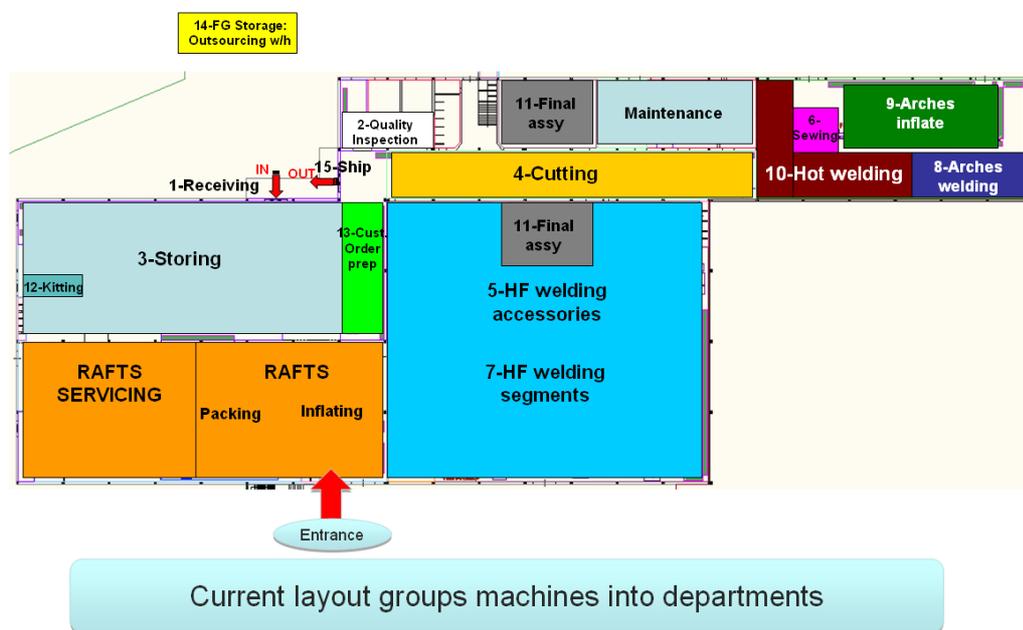


Figura 57 Le aree del layout attuale.

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali Secondo la Logica “Lean”*

Sono stati fatti numerosi studi di layout in passato, e come primo passo si è deciso di rivedere questi vecchi studi, e di fare una sintesi di tutte le migliori soluzioni elaborate, implementandole in un nuovo studio di layout.

Così facendo si è pervenuti a uno studio preliminare di layout, da considerarsi come la base di partenza per lo studio. I cambiamenti principali sono i seguenti (si consulti la Figura 58).

- (Colore Rosso): Spostamento delle macchine a cuneo e la zona di assemblaggio archi nell'ala sud ovest, al fine di raccogliere in una sola area le operazioni finali della produzione tende. Questa zona inoltre chiuderebbe perfettamente il ciclo del flusso di materiale per quanto riguarda la produzione delle tende.
- (Colore Verde): Spostamento del gonfiaggio archi dall'ala nord est alla zona sud del locale reparto di saldatura HF. Si intende infatti creare una vera e propria linea archi (rappresentata dalla freccia verde), e l'area gonfiaggio archi dovrebbe essere posta immediatamente a valle di quest'ultima.
- (Colore Blu): Spostamento del reparto di confezionamento e revisione zattere dall'ala sud ovest all'ala nord est. Si intende far questo per liberare l'ala sud ovest, che a questo punto accoglierebbe l'assemblaggio finale, e creare appunto un flusso lineare di materiale per quanto riguarda la produzione di tende. Inoltre si vorrebbe aggiungere un nuovo centro ricezione e spedizione zattere nei pressi del nuovo confezionamento, in modo da ricevere le zattere qui e non più al centro spedizione/ricezione del magazzino. Questo viene fatto al fine di avere un flusso materiale delle zattere molto più lineare. Infine si vorrebbe creare una vera e propria linea zattere (rappresentata dalla freccia blu).
- (Stella Nord Est): in questa zona è presente un tendone utilizzato come deposito e lavaggio tende. Si vorrebbe ridefinire questa zona, ad esempio creando un deposito zattere.
- (Stella al centro): in questa zona è presente il locale per la ricarica dei carrelli elevatori. In un'ottica di risparmio di spazio di stabilimento, si vorrebbe trasferire quest'area all'esterno dello stabilimento e utilizzare questo spazio per altre attività.
- (Stella Sud Ovest): si vorrebbe ridefinire l'area di carico e scarico merci, cercando ad esempio di dividere la ricezione e la spedizione in due zone diverse, al fine di rendere più semplici queste attività. Inoltre si vorrebbe creare un nuovo spazio per il deposito tende

in questa zona (che attualmente sono stoccate all'esterno). Inoltre quest'area sarà adibita alla ricezione delle bobine PVC, mentre le zattere in revisione dovranno essere ricevute in un nuovo punto di ingresso, nei pressi del nuovo confezionamento zattere.



Figura 58 modifiche principali nel progetto di layout

A livello generale, il nuovo layout dovrebbe comparire come in figura. Si noti che il confezionamento e revisione zattere sono state spostate nell'ala nord-est, mentre nell'ala sud-ovest è stato messo l'assemblaggio finale tende. Questo creerebbe un flusso di materiale ordinato e circolare, evidenziato dalle frecce.

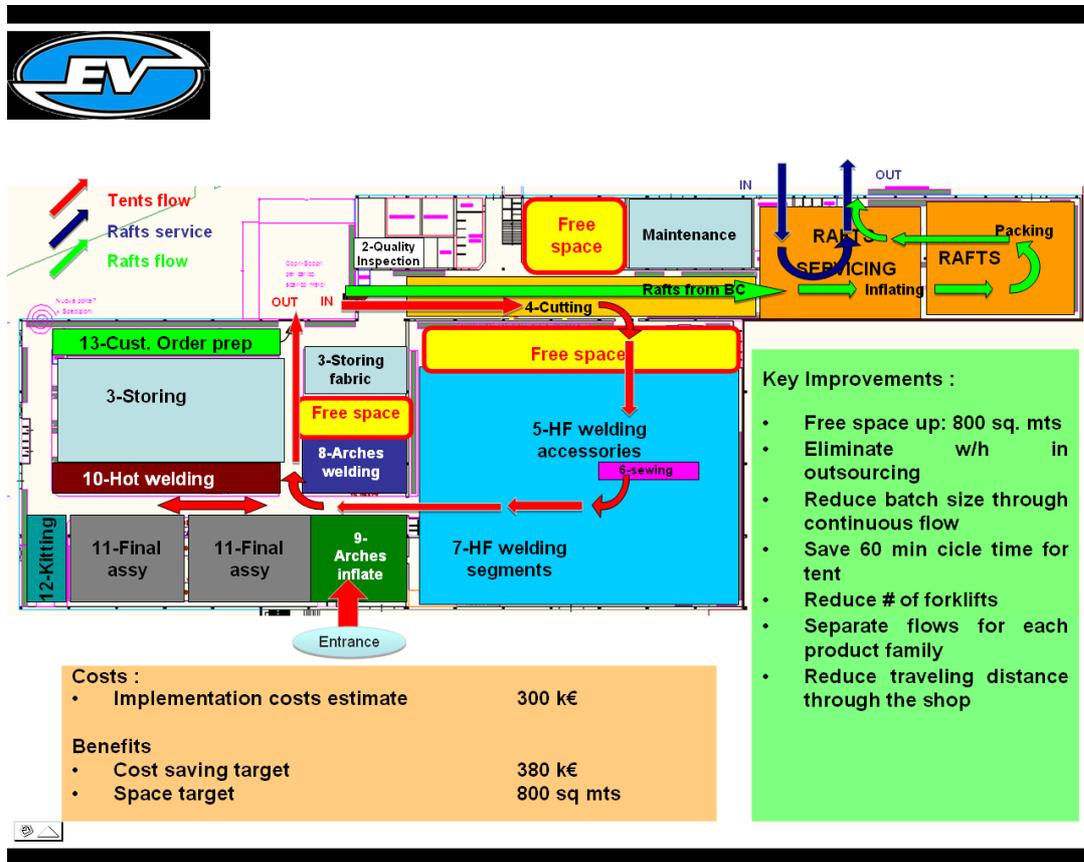


Figura 59 Progetto di Massima del nuovo Layout

2.6.2: Obiettivi del progetto di re-layout

Si procede dunque con la progettazione del re layout secondo le linee guida del progetto di massima, allo scopo di verificare se è possibile conseguire i seguenti obiettivi.

- Ridurre l'entità dei **lotti di produzione** attraverso l'implementazione dei concetti di flusso continuo. (Quindi produrre in maniera più flessibile).
- Ridurre la lunghezza delle **movimentazioni con carrello**, cercando di implementare delle celle di lavorazione a flusso continuo, quindi di fatto eliminando le movimentazioni con carrelli all'interno delle celle.

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali Secondo la Logica “Lean”*

- Ridurre il **numero di carrelli** impiegati nello stabilimento.
- Ridurre il **lead time di produzione**, con conseguente aumento di produttività e riduzione di manodopera diretta.
- Ridurre le ore-uomo, e quindi il **numero di operatori** impiegati.

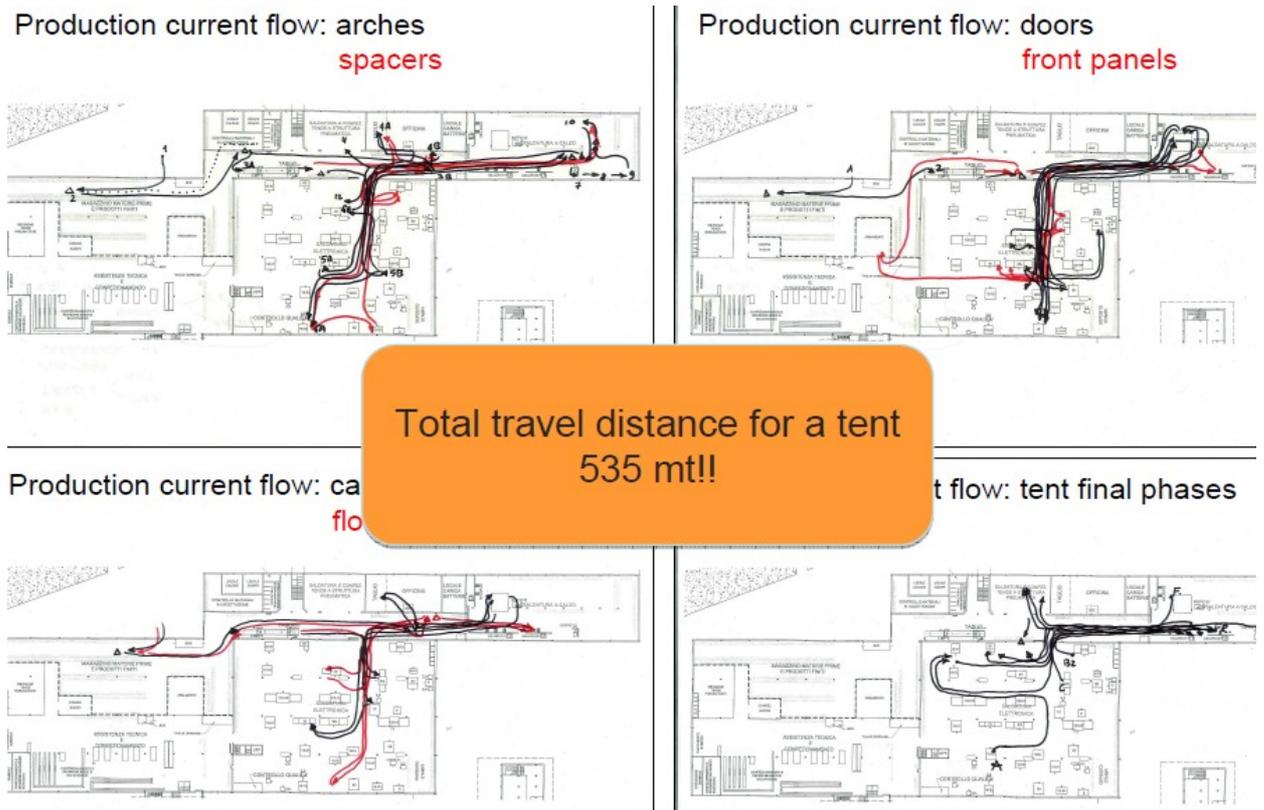


Figura 60 esempi di "Spaghetti-Maps" ovvero percorsi delle movimentazioni tramite carrelli elevatori

Capitolo 3: *La modifica di layout dello stabilimento, progetto generale*

3.1: La Prima Fase di Progettazione

3.1.1: Il Team di progetto, e le prime criticità di implementazione

Al fine di verificare la validità delle soluzioni proposte, si è deciso di formare un team di persone esperte delle tematiche relative alla produzione nello stabilimento, e di fissare a cadenza fissa delle riunioni in cui discutere e ridefinire le soluzioni di progetto.

Il team è formato da:

- Ing. A. G. : Responsabile della produzione
- Gionata Prinzo: ufficio industrializzazione – referente del progetto di re-layout
- E. B. : ufficio industrializzazione – responsabile della pianificazione della produzione, della stesura dei cicli, della gestione della produzione
- F. F. : ufficio industrializzazione – responsabile dei disegni tecnici e dell'ingegnerizzazione del prodotto
- M. M. : ufficio magazzino – responsabile della gestione delle giacenze, logistica magazzino
- A. S. : Caporeparto produzione zattere
- L. G. : Caporeparto produzione tende
- M. F. : Responsabile tecnico elettronico

Durante la prima riunione sono emersi alcuni punti chiave, riguardati sia problemi principali dei processi operativi da risolvere contestualmente al progetto di relayout, sia problemi da affrontare per il relayout stesso.

- Per quanto riguarda il reparto di saldatura HF c'è effettivamente il problema del flusso produttivo estremamente intricato e inefficiente. Teoricamente i semilavorati dovrebbero

essere messi su uno scaffale, ma questo è sempre pieno, e di conseguenza i pallet con i semilavorati vengono sparsi per il reparto, causando notevoli disagi per la mancanza di spazio e per la ricerca del materiale. In questa zona è essenziale implementare le celle di produzione, e prevedere un'area gonfiaggio archi grande come quella attuale. È stato deciso inoltre di aggiungere uno scaffale aggiuntivo.

- Per quanto riguarda il reparto zattere, come per il caso della saldatura, il problema è il flusso materiale delle zattere in revisione, che non è lineare. Le zattere provengono dalla zona di ingresso del magazzino, vanno nell'area di controllo accettazione, dove viene controllata la matricola, le revisioni passate, e tutti i documenti relativi alla tracciabilità. Dopo un periodo di attesa la zattera viene revisionata e imballata, e viene stoccata su una seconda rulliera, che funge da magazzino prodotti finiti.
- Sempre a riguardo dell'area zattere, il problema principale è quello dello stoccaggio delle zattere revisionate. Attualmente viene adoperata una rulliera, che ospita i pacchi con dentro le zattere revisionate. Questa rulliera nei periodi di produzione intensa è sempre piena, e gli operatori sono costretti a mettere le zattere impilate su pallet per terra. Non solo, ma il problema principale è quello di trovare la zattera da spedire tra quelle stoccate sulla rulliera e quelle sui pallet, operazione che deve essere condotta leggendo tutte le etichette di tutte le zattere fino a trovare quella richiesta (operazione che condotta tutto il giorno diventa molto stressante). Dopodiché le zattere da inviare devono essere montate su un pallet, e portate col trans pallet fino al centro spedizione.
- Per quanto riguarda l'assemblaggio, un problema può essere il trasferimento delle macchine a cuneo. Si tratta di macchine particolari, che necessitano di apposito ancoraggio al terreno e necessitano di un pavimento liscio per scorrere in modo regolare, al fine di ottenere una saldatura idonea. Si dovrà procedere al loro trasferimento prevedendo un binario ulteriore per lo scorrimento.
- Sempre per l'assemblaggio, molti sostengono che nella zona prevista non c'è molto spazio per due piazzole di assemblaggio. È necessario progettare accuratamente la posizione delle piazzole e delle macchine, nonché studiare l'utilizzo dei paranchi al fine di rendere il processo scorrevole.

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

- Per quanto riguarda il magazzino, bisogna prevedere un nuovo scaffale per le tende confezionate. Dovrà essere più profondo di quelli utilizzati attualmente, per contenere il pacco della tenda che è più grande.
- Bisogna trovare una zona adatta ad ospitare il locale carica batterie dei carrelli. Dovrebbe essere una zona esterna, ma possibilmente chiusa e riparata per evitare problemi di umidità che potrebbero danneggiare gli impianti elettrici, nonché prevedere la costruzione di un percorso liscio e coperto che i carrelli possono percorrere in sicurezza per raggiungere l'interno dello stabilimento.
- Bisogna prevedere anche nuovi portoni per le zone di carico scarico perché quelli attuali sono vecchi e poco funzionali.

In questa fase operativa il lavoro principale è stato quello di condurre molti colloqui con i membri del team, al fine di raffinare progressivamente le soluzioni ai problemi riscontrati (i problemi specifici verranno esaminati più avanti in una trattazione specifica per reparto).

Si è giunti, dopo diverse riunioni, a una soluzione da considerarsi definitiva, per la quale è stata stilata una lista di azioni da fare per realizzarla. Per ciascuna azione sono stati decisi i fornitori possibili, sono stati contattati al fine di avere un preventivo, mentre per le azioni da svolgere internamente è stato stimato il costo della manodopera necessaria per quel lavoro. Si è giunti alla fine ad avere una voce di preventivo di costo per ciascuna azione individuata.

Al fine di analizzare più in dettaglio i problemi accennati, si procede ora alla trattazione dell'analisi del relay layout per ogni singolo reparto.

3.2: Considerazioni sul reparto di Saldatura ad Alta

Frequenza

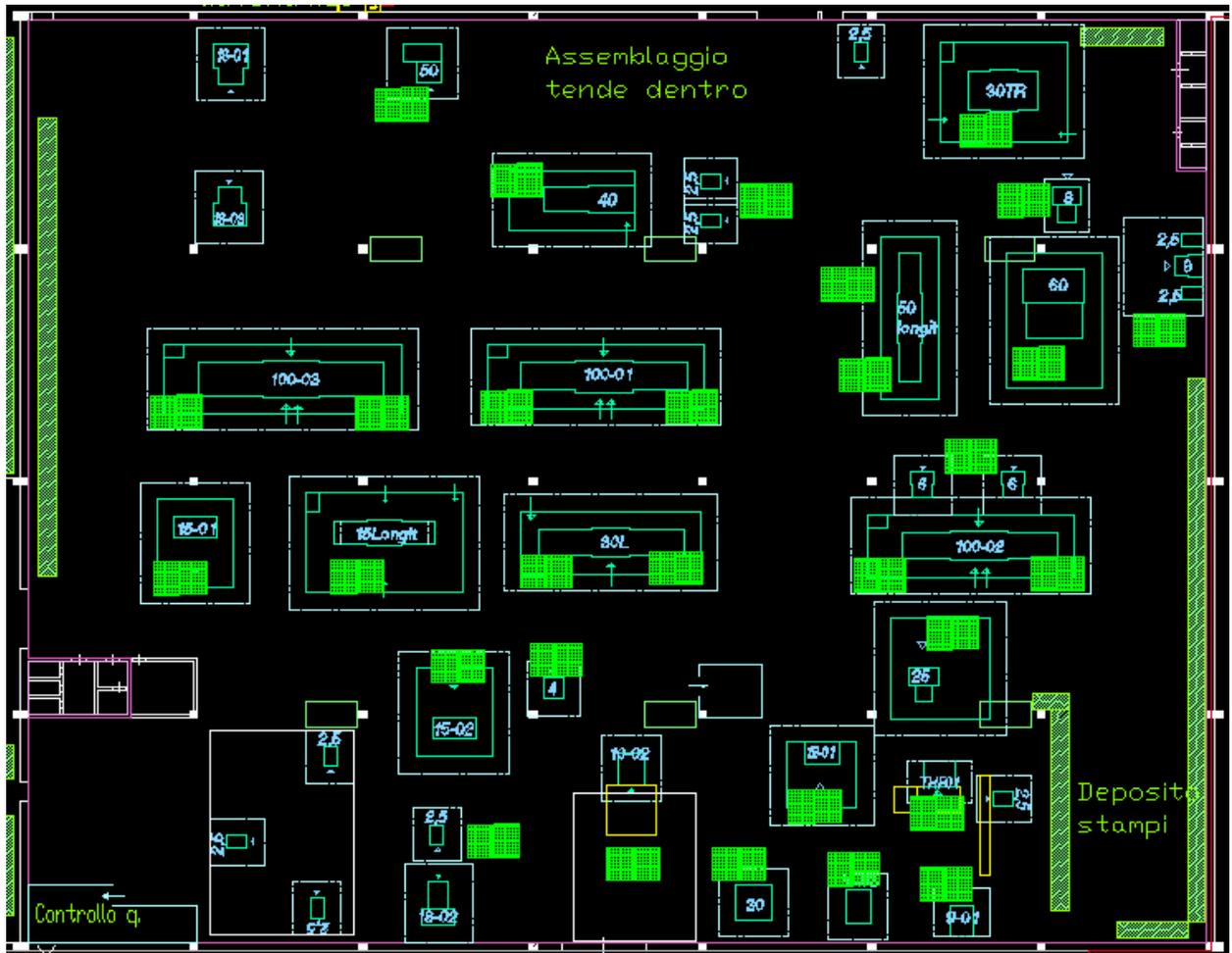


Figura 61 pianta del reparto di saldatura ad alta frequenza allo stato attuale

In questo reparto è presente l'ampio parco macchine adibito alla tecnologia di saldatura ad alta frequenza. Si tratta di una trentina di macchine (circa 36), nominate principalmente in base alla loro potenza massima erogabile in kilowatt (ad esempio, la macchina chiamata “60” è in grado di erogare massimo 60 kW).

È necessario distinguere tra due tipi di macchina: a vassoio e non. Le macchine a vassoio sono quelle più grosse, in cui lo stampo fisso e il tessuto da saldare vengono posti su di un vassoio scorrevole, che in seguito viene fatto scorrere sotto il montante al fine di eseguire la saldatura.



Figura 62 Esempio di macchina a vassoio

Questo tipo di macchine solitamente è più grosso e normalmente dotato di pedana sopraelevata di legno per permetterne l’utilizzo alle operatrici. Questo tipo di macchina è ancorato al terreno, pertanto lo spostamento di tali macchine è da considerarsi estremamente costoso. Di conseguenza, come ipotesi semplificativa, si pone il vincolo di non spostare macchine a vassoio. A sua volta è possibile distinguere anche macchina a vassoio longitudinale (se il vassoio entra nel montante dal suo lato più corto, in tal caso la macchina possiede la sigla “longit” oppure “l”), o trasversale (se invece entra dal lato più lungo, e in questo caso possiede la sigla “tr”).



Figura 63 esempi di macchine non a vassoio

Le macchine non a vassoio sono quelle più piccole, in cui lo stampo e il tessuto vengono posti su un piano fisso di lavorazione, direttamente sotto il controstampo mobile. Queste macchine possono essere facilmente spostate in un’ottica di re-layout, a patto che vengano raggiunte dall’impianto elettrico, e dal sistema idraulico di acqua (per il raffreddamento) e aria compressa (per il funzionamento).

Un primo cambiamento fondamentale è quello di aggiungere uno scaffale, al fine di evitare che vengano in futuro lasciati i semilavorati nello stabilimento. Tale scaffale è stato previsto nella parete nord (che attualmente è occupata da alcune macchine e da una piazzola di assemblaggio).

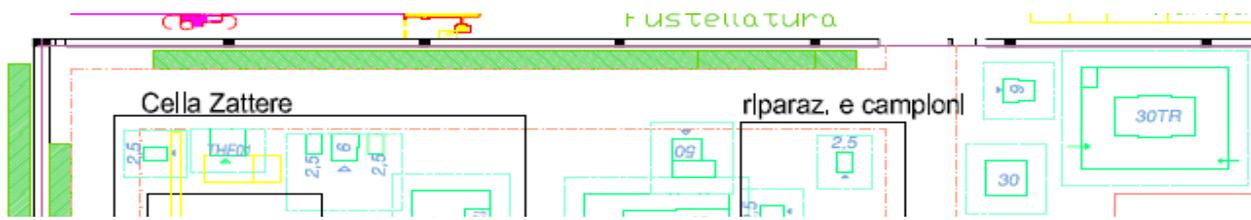


Figura 64 dettaglio della posizione in cui si prevede di mettere il nuovo scaffale

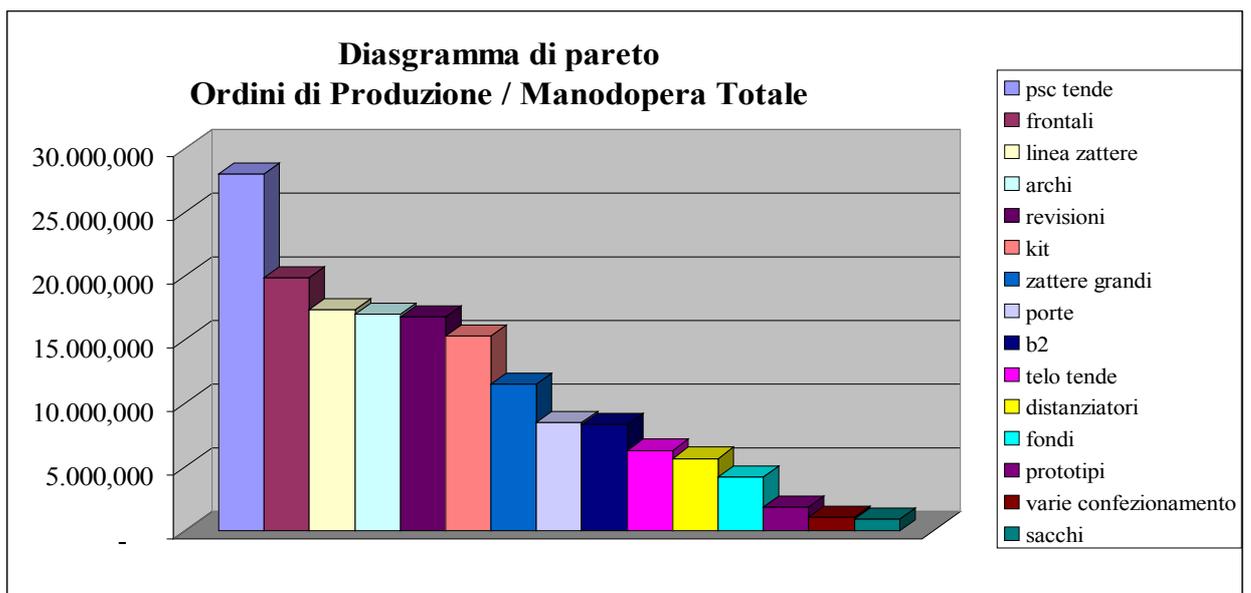
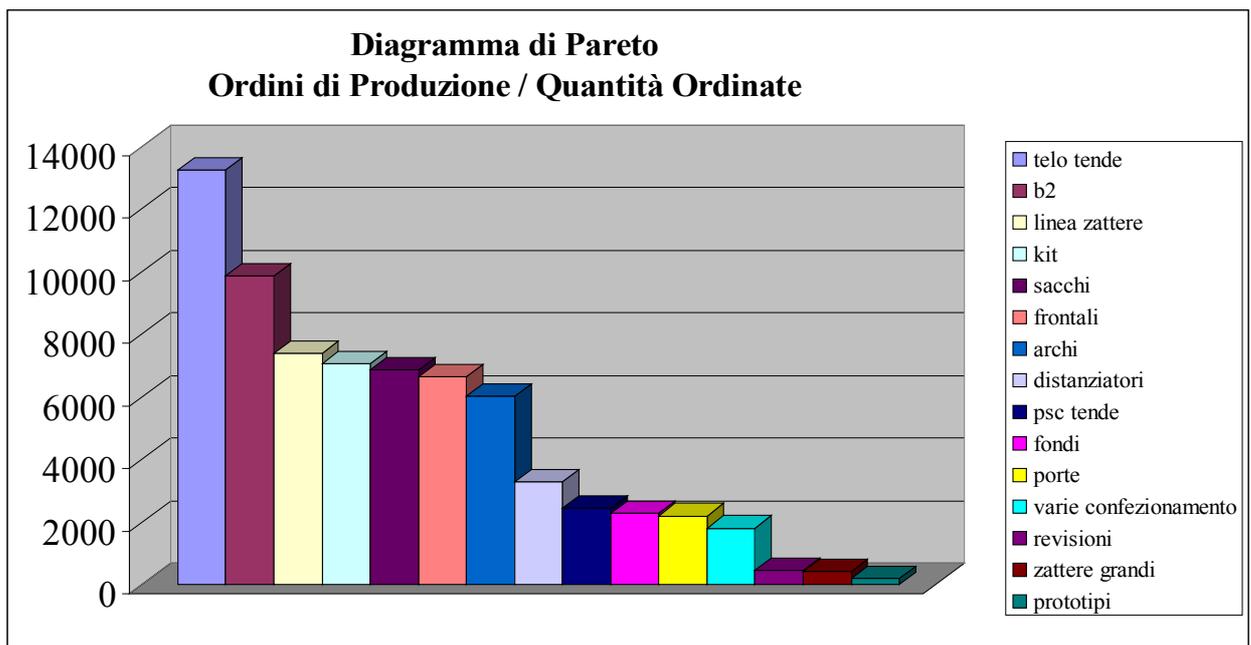
Per decidere come affrontare il layout di questo reparto, è stata fatta un'analisi di criticità dei semilavorati.

3.2.1: Analisi di Pareto sulla criticità dei semilavorati

È stata condotta un'analisi dei dati dell'anno passato per quanto riguarda la produzione dei semilavorati, allo scopo di individuare i semilavorati più critici, che dovrebbero essere prodotti con una linea di produzione più efficiente e snella possibile.

Anzitutto sono stati considerati tutti gli Ordini di Produzione dell'anno scorso, e sono stati raggruppati per semilavorati (ad esempio, tutti gli OP per gli archi, per i teli tenda, per la linea zattere ecc...).

Dopodiché sono stati calcolati due parametri: quantità totali ordinate e ore di manodopera totali. Sono stati creati due diagrammi ordinati in modo decrescente, per mettere in evidenza i semilavorati con i valori più alti.



Si conduce un'analisi incrociata di questi due fattori, assegnando un punteggio “di criticità” per ogni semilavorato. Lo svolgimento è questo: si assegna un punteggio P_Q a ogni semilavorato sulla base degli ordini totali. Il criterio di attribuzione dei punteggi è svolto attraverso una normalizzazione sul valore più alto. Nel caso delle quantità ordinate il valore più alto è la voce “telo tende”, di conseguenza si normalizzano le varie voci rispetto ad esso, e si moltiplica per 10. Si ottengono i seguenti valori.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

<i>voce</i>	<i>quantità ordinate</i>	<i>punteggio</i>
psc tende	2445	1,846816225
frontali	6642	5,016995241
linea zattere	7394	5,585013974
archi	6018	4,545660548
revisioni	456	0,344436891
kit	7075	5,344059219
zattere grandi	424	0,320265881
b2	9852	7,441649671
telo tende	13239	10
distanziatori	3277	2,475262482
fondi	2266	1,711609638
prototipi	184	0,138983307
varie confezionamento	1810	1,367172747
sacchi	6876	5,193745751

Si assegna inoltre un punteggio P_{MDO} per quanto riguarda le ore di manodopera totale. In modo identico, in questo caso normalizzando rispetto al valore di “psc tende” che è quello più alto.

<i>voce</i>	<i>manodopera totale</i>	<i>punteggio</i>
psc tende	27.985,917	10
frontali	19.857,18	7,09541909
linea zattere	17.379,07	6,209932974
archi	17.015,35	6,079968794
revisioni	16.795,65	6,001465304
kit	15.257,62	5,451893048
zattere grandi	11.504,17	4,11069854
b2	8.382,56	2,995279438
telo tende	6.332,27	2,262664779
distanziatori	5.693,81	2,03452788
fondi	4.249,46	1,518426693
prototipi	1.853,65	0,662349808
varie confezionamento	1107,799981	0,39584195
sacchi	959,34	0,342792341

Per valutare la criticità complessiva, tenendo conto sia di quantità sia di ore di lavoro, è necessario stabilire dei pesi da attribuire ai due parametri, per tenere conto della loro differente

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

influenza. Ad esempio, si è pensato di assegnare un peso W_{MDO} pari a 3 alla manodopera totale, e un peso W_Q di 2 alla quantità totale ordinata. Il punteggio di criticità complessiva P_{TOT} viene quindi calcolato con una somma pesata dei punteggi.

$$P_{TOT} = P_Q * W_Q + P_{MDO} * W_{MDO}$$

I punteggi ottenuti sono:

<u>psc tende</u>	<u>33,6</u>
<u>frontali</u>	<u>31,3</u>
<u>linea zattere</u>	<u>29,7</u>
<u>archi</u>	<u>27,3</u>
<u>revisioni</u>	<u>18,6</u>
<u>kit</u>	<u>27,0</u>
<u>zattere grandi</u>	<u>12,9</u>
<u>b2</u>	<u>23,8</u>
<u>telo tende</u>	<u>26,7</u>
<u>distanziatori</u>	<u>11,0</u>
<u>fondi</u>	<u>7,9</u>
<u>prototipi</u>	<u>2,2</u>
<u>varie confezionamento</u>	<u>3,9</u>
<u>sacchi</u>	<u>11,4</u>

Quindi, mettendo in ordine decrescente si ottiene questa lista di semilavorati.

<u>psc tende</u>	<u>33,6</u>
<u>frontali</u>	<u>31,3</u>
<u>linea zattere</u>	<u>29,7</u>
<u>archi</u>	<u>27,3</u>
<u>kit</u>	<u>27,0</u>
<u>telo tende</u>	<u>26,7</u>
<u>b2</u>	<u>23,8</u>
<u>revisioni</u>	<u>18,6</u>
<u>zattere grandi</u>	<u>12,9</u>
<u>sacchi</u>	<u>11,4</u>
<u>distanziatori</u>	<u>11,0</u>
<u>fondi</u>	<u>7,9</u>
<u>varie confezionamento</u>	<u>3,9</u>
<u>prototipi</u>	<u>2,2</u>

Si ottiene che i 4 semilavorati più critici sono: assemblaggio tende, frontali, linea zattere, archi.

3.2.2: Considerazioni sui semilavorati critici

PSC Tende

L'assemblaggio delle tende (che sugli ordini di produzione viene chiamato PSC ovvero Parte Saldata Completa) è un processo produttivo che non avviene in saldatura, bensì nell'area apposita di assemblaggio. Nel progetto completo di layout originale questa attività è prevista nell'ala sud ovest insieme alle saldature finali (come previsto al paragrafo 2.6.1)2.6.1, in modo da rendere le operazioni finali più veloci e snelle.

Frontali

Per quanto riguarda i frontali, si prevede di porre una cella di lavorazione a flusso continuo che include alcune delle operazioni per la produzione dei frontali. In prima approssimazione, si può considerare che la cella sia costituita dalle 3 macchine a vassoio 15longit, 30longit, 100-01. Eventualmente è possibile prevedere un'area cucitura al suo interno.

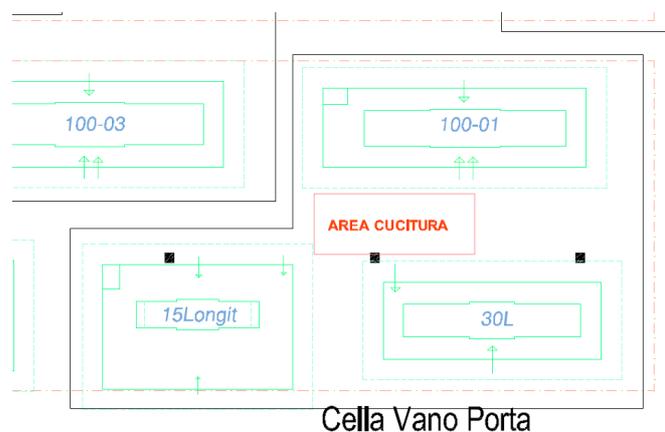


Figura 65 progetto di massima della cella vano porta

In un primo momento si preferisce procedere con considerazioni di massima, al fine di avere un'idea delle macchine che è necessario spostare, e avere quindi le prime basi per richiedere dei preventivi per lo spostamento di macchine, revisione impianto idraulico di raffreddamento, impianto elettrico. Si parlerà più approfonditamente della cella vano porta nel capitolo riguardante i progetti di dettaglio.

Zattere

Per quanto riguarda la linea zattere, si parte dal fatto che è necessaria la macchina 100-03, l'unica macchina a vassoio del ciclo di lavorazione. Di conseguenza si è deciso di spostare le altre macchine del ciclo, al fine di creare un percorso pressoché circolare.

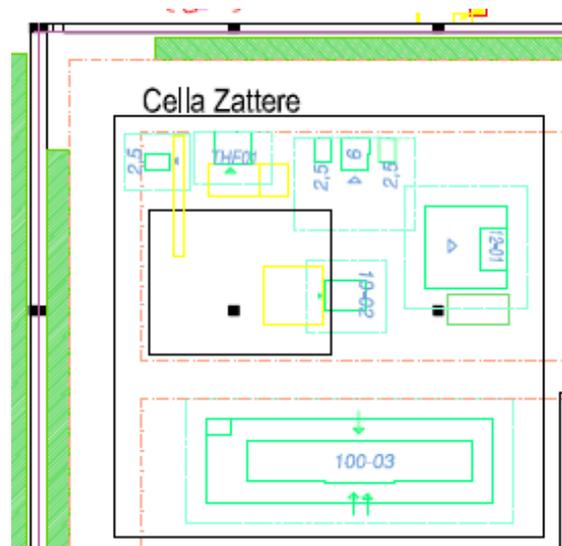


Figura 66 progetto di massima della cella zattere, nell'area nord ovest del reparto

Tale cella prevede due principali difficoltà di implementazione:

- le macchine nella zona più a nord non sono vicine a nessuna colonna o parete, il che rende difficile la modifica dell'impianto elettrico. L'unico modo per far giungere l'energia alle macchine è quello di prevedere delle strutture di cemento vicino a queste macchine, tali da ospitare il quadro elettrico relativo.
- Le operazioni finali richiedono dei tavoli per operazioni manuali, quindi si è dovuto procedere a ricavare lo spazio necessario richiesto dall'operazione (il rettangolo più piccolo in figura).

Archi

La linea archi, similmente alla linea zattere, deve svolgersi attorno alla macchina 100-02, in quanto macchina a vassoio. Essa non potrà in ogni caso contenere tutte le operazioni del ciclo perché sono previste in esso anche altre macchine a vassoio.

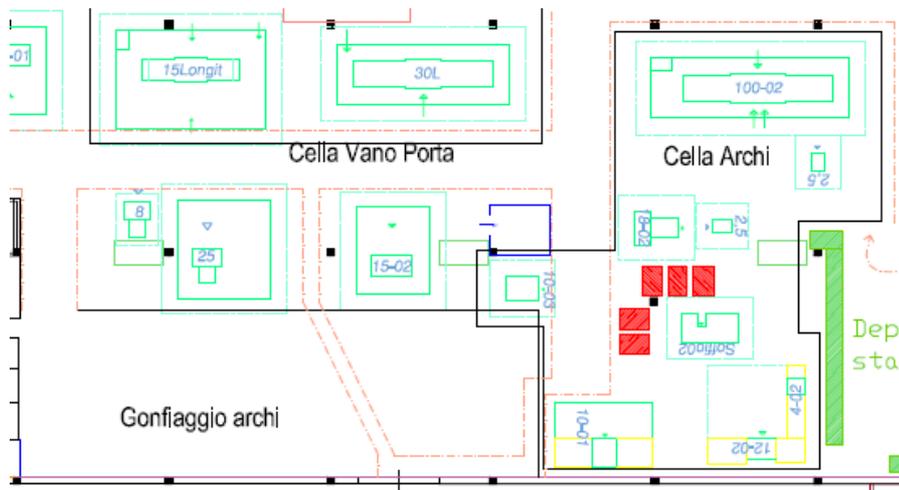


Figura 67 Pianta della cella archi, con il gonfiaggio archi a valle di essa

Per rendere davvero efficace la cella ci si è posti l'obiettivo di porre a valle di essa lo spazio per il gonfiaggio archi. È stato deciso di ricavare tale area lungo la parete sud. La cella archi quindi si sviluppa verso sud, per ottenere un percorso lineare diretto fino alle piazzole di assemblaggio, previste nell'ala ovest.

Altre Modifiche

Si prevede un'altra area cucitura, nell'angolo nord est, vicino alle macchine 30tr, 30 e 60. Tali macchine hanno immediatamente a monte o a valle un'operazione di cucitura, quindi si suppone di avvicinare la cucitura al fine di ridurre le movimentazioni.

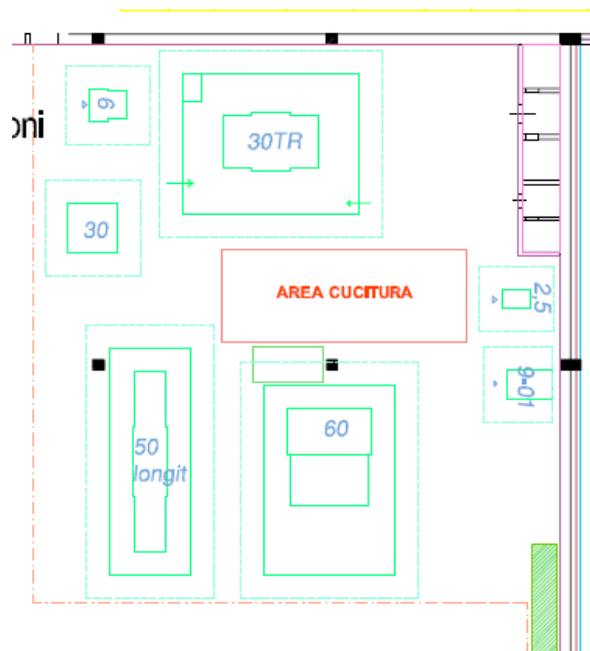


Figura 68 la posizione dell'area cucitura

Per quanto riguarda la cucitura, c'è il problema che allo stato attuale essa non può entrare nel reparto di saldatura. Le macchine saldatrici ad alta frequenza creano un campo magnetico oscillante ad alta frequenza, che impedisce il corretto funzionamento di qualsiasi apparecchio elettronico. Di conseguenza le macchine da cucire allo stato attuale non funzionano correttamente. Le soluzioni pensate per risolvere questo problema sono due: o prevediamo l'utilizzo di macchine da cucire puramente meccaniche, oppure si prevede un cablaggio dell'elettronica delle macchine da cucire verso una cabina esterna al reparto.

3.2.3: Layout previsto per la Saldatura

Il layout previsto, viste le considerazioni citate, è il seguente.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali Secondo la Logica “Lean”

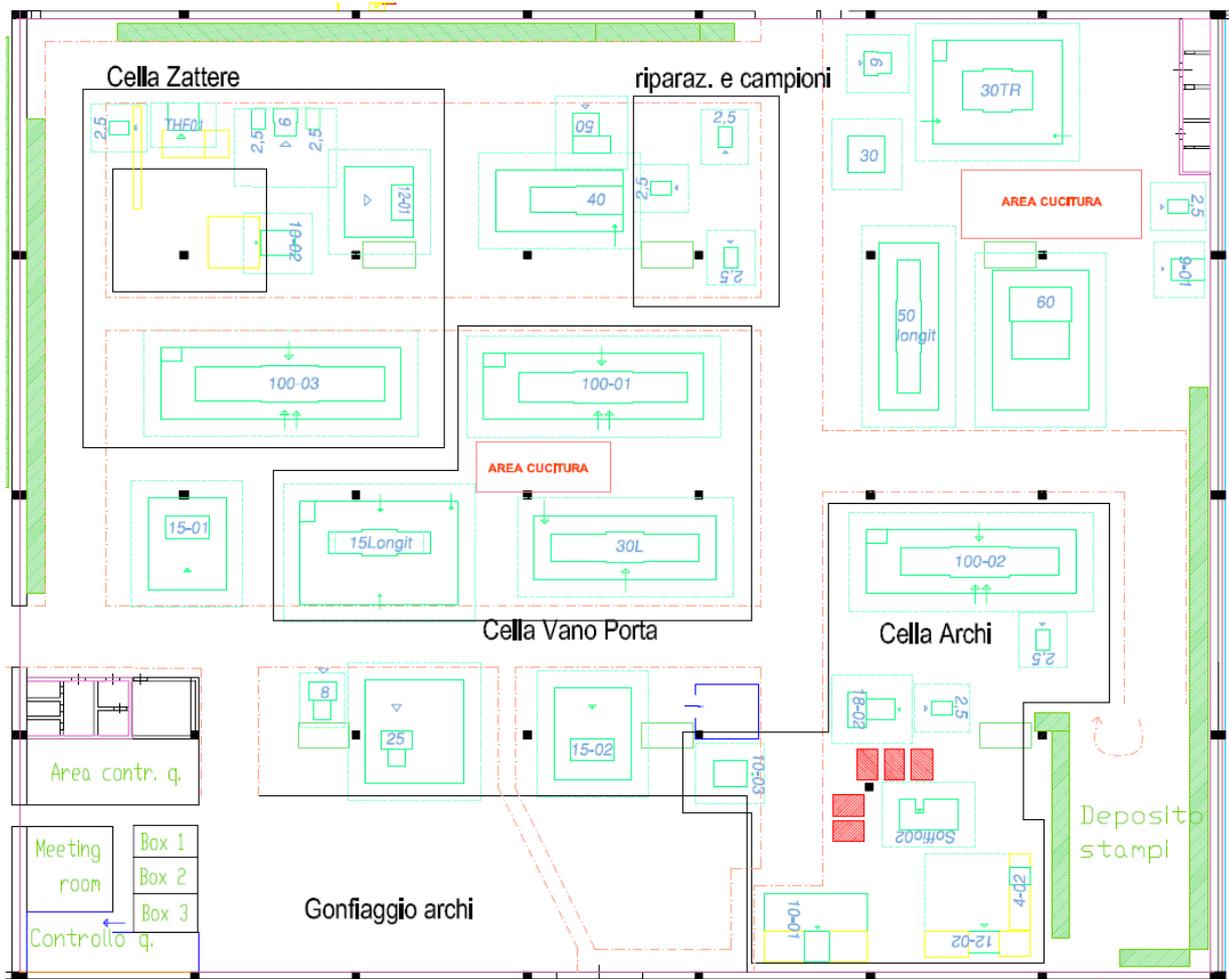


Figura 69 layout previsto per il reparto di saldatura ad alta frequenza

Tale modifica prevede lo spostamento di circa 14 macchine, con conseguente revisione e modifica dell'impianto elettrico (costo preventivato di circa 10000 €) e idraulico (costo preventivato di circa 3000 euro). Inoltre un punto critico del progetto è lo spostamento della macchina a Soffio (soffio02) che prevede un impianto di captazione polveri a valle. Di conseguenza il suo spostamento richiede la ricostruzione del suddetto impianto. Si sottolinea che al momento non è stata fatta una progettazione puntuale delle attività produttive nella cella (ovvero il vero cuore della progettazione di una cella produttiva). Si preferisce per ora rimanere a grandi linee nell'analisi, con l'unico scopo di giungere a un costo di massima dei lavori.

Per procedere alla stima dei costi, sono stati aggiunti i preventivi dei fornitori esterni. Per quanto riguarda i lavori svolti internamente, sono state condotte delle stime di costo in merito alla manodopera usata per condurre il lavoro, calcolata come segue: durata prevista del lavoro *

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

numero operatori dedicati * costo di un'ora di manodopera (16,80€). È stato tralasciato il costo per mancata produzione (difficilmente calcolabile, a causa dell'estrema eterogeneità dei semilavorati).

Una stima dei costi relativa ai lavori relativi a questo reparto è la seguente:

Lavoro	Costo (€)	Categoria
Nuovo Aspiratore macchina a soffio	780	Carpenteria Macchine
Spostamento macchine (allestimento celle)	8h*10op* 16,80 = 1344	Carpenteria Macchine
Spostamento area prototipi/riparazioni	1h*1op * 16,80= 16,80	Carpenteria Macchine
Allestimento area gonfiaggio archi	2h*1op* 16,80= 33,60	Carpenteria Macchine
Scaffalatura aggiuntiva	2h * 4op * 16,80= 134,4	Magazzino
Impianto elettrico saldatura	10000	Imp. Elettrico
Rivedere impianto aria/vuoto/acqua saldatura	3000	Idraulica
TOTALE	15275	

3.3: Considerazioni sul reparto di Confezionamento

Zattere

3.3.1: Stato Attuale

Lo stato attuale prevede il reparto Confezionamento zattere nell'ala sud ovest.

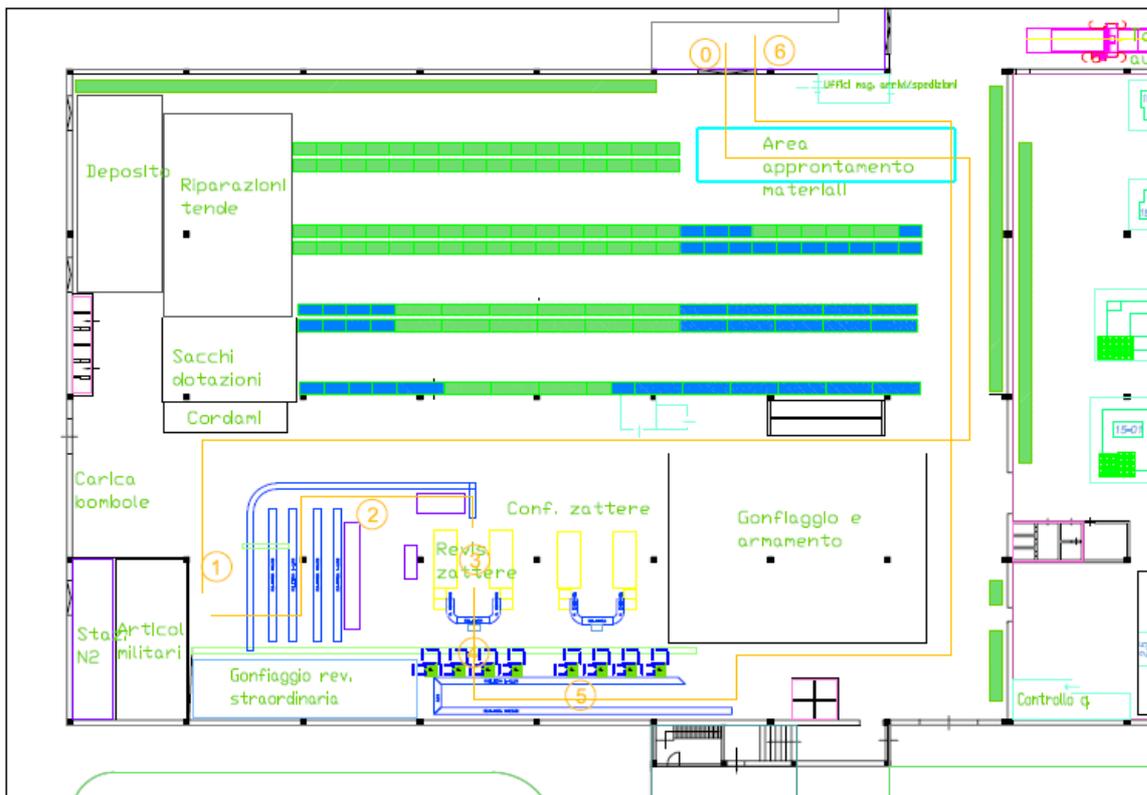


Figura 70 Il flusso delle zattere in revisione nel reparto di confezionamento zattere

Il processo fondamentale di questo reparto è senza dubbio la revisione delle zattere. Ogni zattera venduta affronta per legge tale revisione ogni due anni (come riportato nel paragrafo 2.2.2).

In relazione alla Figura 70 si illustrano le fasi principali del processo:

- Fase 0:** ricezione. Le zattere vengono ricevute nel punto di ricezione del magazzino. Vengono movimentate con carrello elevatore verso il punto di smistamento.

Fase 1: smistamento. L'impiegata esamina i documenti delle zattere, ne decide il tipo di revisione (ordinaria o straordinaria), ne stampa i documenti per l'avvio dei controlli. Se la revisione è straordinaria, la zattera viene portata nella zona di gonfiaggio revisioni straordinarie, al fine di verificarne la tenuta. Se è ordinaria, questa fase viene omessa, e la zattera è direttamente posta nelle rulliere, per la fase 2.

Fase 2: controllo bombole. L'operatore lungo le rulliere esegue il controllo delle bombole, e sostituisce quelle in scadenza. I pallet visualizzati in viola contengono appunto le bombole nuove appena gonfiate nella stazione apposita.

Fase 3: revisione. La zattera in uscita dalle rulliere viene stesa sul tavolo da due operatori, e affronta la revisione vera e propria (in cui vengono controllate la luce e le varie dotazioni a corredo). A fine revisione gli stessi operatori rimpiegano la zattera dentro un apposito sacco di nylon, che viene chiuso con una semplice saldatura a caldo.

Fase 4: pressatura. La zattera viene messa nella sua confezione e viene messa in una pressa, per fare in modo che entri nella confezione stessa. L'operazione è agevolata dal circuito idraulico di sottovuoto, che viene collegato al sacco di nylon ed evita che ci siano rotture. L'operatore stesso della pressatura imballa la confezione e procede, con l'aiuto di un paranco, a porre la confezione imballata nella scatola di cartone.

Fase 5: stoccaggio. Come già accennato, è la fase più critica del processo, in quanto la zattera deve essere cercata (operazione molto lunga e faticosa quando ci sono molte zattere stoccate) e prelevata a mano da due operatori. (Ne servono due perché è un collo pesante, che può raggiungere facilmente gli 80 kg, e in quella zona non arriva il paranco).

Fase 6: spedizione. la zattera prelevata è messa su un pancale e viene portata al centro spedizione del magazzino, dove viene presa dai corrieri.

In questo reparto vengono anche visionate e confezionate le zattere nuove (quelle che provengono dal reparto di saldatura). Si illustra brevemente questo processo.

Le zattere vengono già parzialmente “armate” nel reparto di saldatura. Per armamento si intende il montaggio di tutte le corde relative al funzionamento della zattera. Dalla saldatura le zattere parzialmente armate vengono poste nell’area contrassegnata come “gonfiaggio e armamento”. Tale armamento necessita di per sé che la zattera venga gonfiata. Finito l’armamento la zattera viene tenuta gonfia per un certo periodo di tempo al fine di verificarne la tenuta. Il periodo di tempo varia in base al modello della zattera.

Alla fine di questa fase, le zattere vengono portate nei tavoli per assolvere alla dotazione degli accessori, e alla pressatura, in modo identico alle zattere in revisione. Nel caso di zattere nuove non esiste problema di stoccaggio, perché vengono immediatamente spedite ai clienti che le hanno ordinate.

3.3.2: Le opzioni di ricezione zattere in revisione

Il progetto di massima prevede di spostare tale area nell’ala nord est, in cui si trova attualmente il gonfiaggio archi (approfittando del fatto che tale operazione è spostata in saldatura).

Il cambiamento principale da apportare è quello di creare un centro apposito per la ricezione e spedizione zattere, in modo tale da eliminare la movimentazione interna di zattere rendendo il loro percorso di attraversamento più breve. Tale centro deve fungere anche da ufficio/call center per i clienti che hanno mandato al zattera a revisionare e desiderano sapere in quanto tempo sarà pronta per la riconsegna.

Per tale centro sono state prese in considerazione due opzioni principali. Un’opzione consiste nel porla nell’attuale locale di carica carrelli. La seconda opzione consiste nel porre la ricezione e la spedizione nella stessa zona, in corrispondenza della porta dotata di “copri/scopri”.

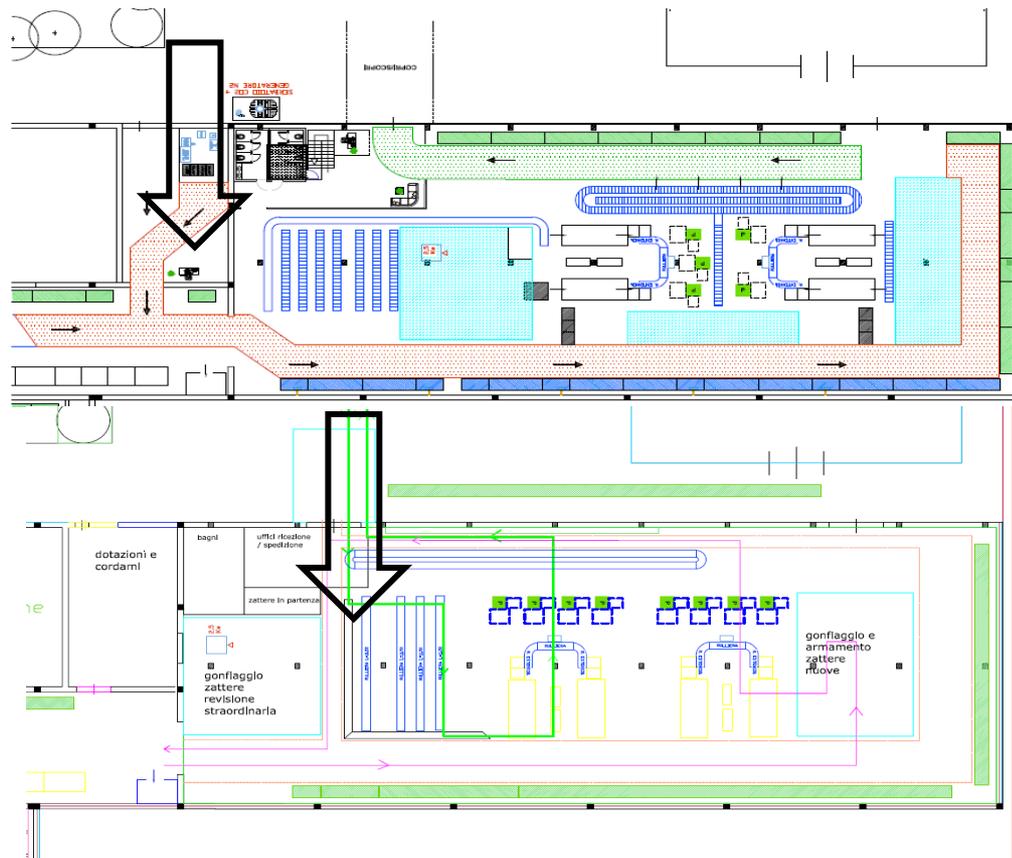


Figura 71 le due opzioni di ricezione zattere. In alto, la prima opzione, con ricezione nella stanza accanto, in cui attualmente c'è il locale carica carrelli. In basso, la seconda opzione, la porta con copri scopri.

I motivi principali a favore della seconda opzione sono:

- Specie per le revisioni, è importante che le impiegate che ricevono o inviano le zattere siano a stretto contatto con gli operatori. Nell'ambito delle revisioni ogni zattera ha una sua storia, delle sue caratteristiche, viene ricevuta, revisionata e spedita in modo sempre diverso. Se ci fossero problemi al momento della ricezione e spedizione, le impiegate devono poter chiedere informazioni in maniera semplice e veloce agli operatori, senza ogni volta dover camminare per lunghi tragitti. Sarebbe un grosso ostacolo al lavoro, un tornare indietro rispetto allo stato attuale.
- Si dovrebbe utilizzare il paranco anche per la fase di ricezione e spedizione: si risparmierebbe l'impiego costante di operatori asserviti a queste fasi (con conseguente risparmio sul costo di manodopera) e con snellimento e semplificazione dell'operazione. Porre la ricezione in un'altra stanza non consentirebbe questo miglioramento essenziale del processo.

- Porre la ricezione in questa zona consentirebbe di avere un flusso circolare delle zattere. Studiando adeguatamente il layout, le zattere entrerebbero dalla zona con copri e scopri, vengono poste nelle rulliere, attraversano i tavoli di revisione e le presse, vengono stoccate nelle rulliere ritornando esattamente allo stesso punto, rimanendo sempre nelle vicinanze. Comporterebbe un grande risparmio di spazio, di percorso, di tempo. Ecco un esempio di come potrebbe essere il layout in questo caso: (le frecce verdi sono il flusso di zattere in revisione)

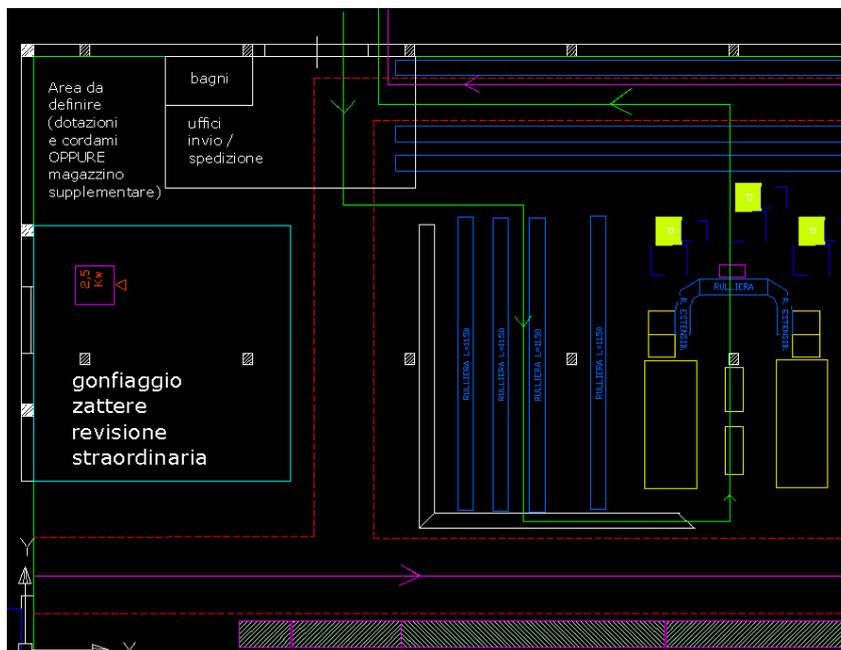


Figura 72 il flusso delle zattere in revisione (in verde)

- Porre la ricezione in questa zona lascerebbe il locale carrelli libero per poter mettere i centri dotazioni/cordami/revisione articoli militari, che altrimenti non si saprebbe dove mettere.

3.3.3: L'abbassamento stradale

In entrambi i casi è richiesta l'esecuzione di un lavoro stradale, in quanto per arrivare a tale piazzola è presente un ponte, che impedisce il passaggio a mezzi più alti di 4 metri. Si prevede

quindi un lavoro per l’abbassamento di circa mezzo metro al fine di garantire il passaggio a tutti i mezzi. Inoltre si prevedono anche dei marciapiedi laterali con transenne per garantire il transito dei pedoni in sicurezza.

È stato redatto quindi un progetto per tale abbassamento stradale ed è stato richiesto un preventivo presso la ditta A.A., il quale si aggira attorno ai 26.000€.

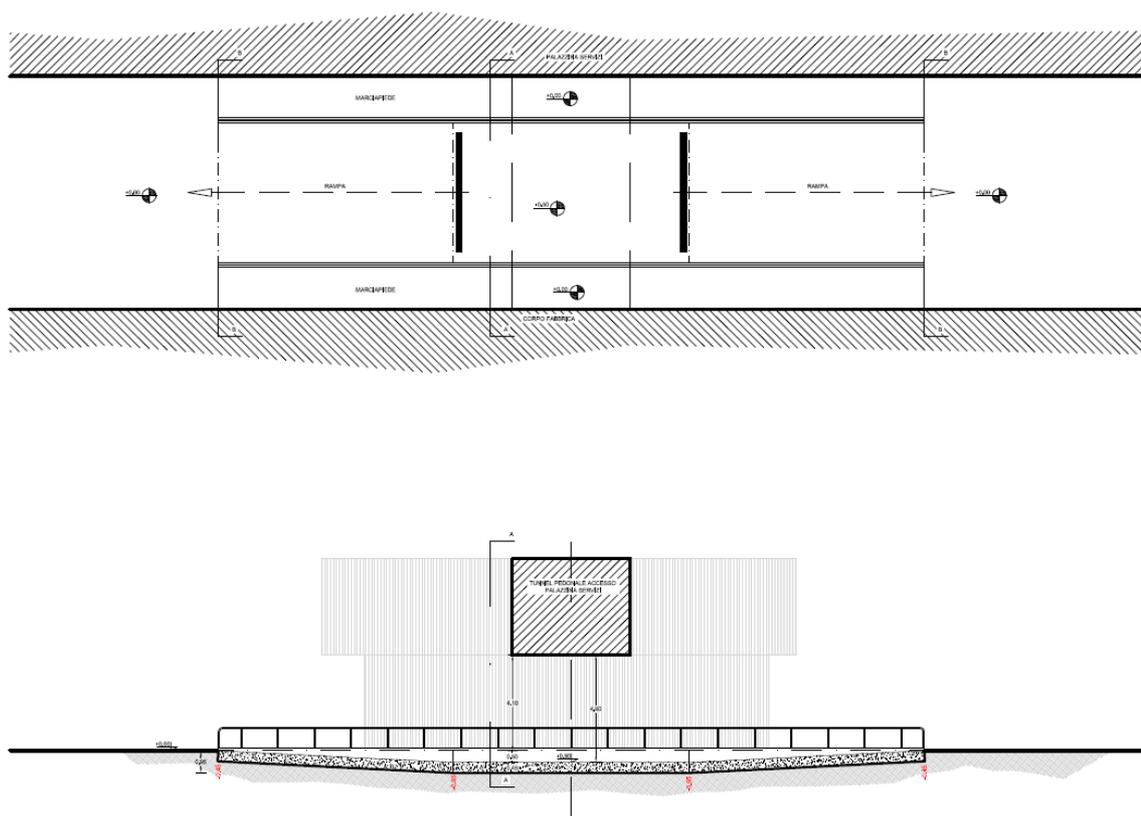


Figura 73 il progetto di abbassamento stradale con transenne e marciapiedi laterali

3.3.4: Il paranco del confezionamento

Attualmente il paranco del confezionamento viene usato soltanto per la fase di pressatura e imballaggio del collo. Si valuta la possibilità di aggiungere un binario e una traversa per trasformare il paranco in un carroponete, al fine di aumentarne l’area di utilizzo.

Con questa modifica si aumenterebbe l'operatività del paranco, che sarebbe utilizzabile anche nelle fasi di ricezione (ovvero il deposito nelle rulliere in ingresso) e nella fase finale di

spedizione (che come già accennato è quella più critica), ovvero in sintesi verrà usato dagli operatori del nuovo centro ricezione/spedizione zattere.

La valutazione economica di questo progetto viene esaminata nel dettaglio nel paragrafo 4.2.1.

3.3.5: Il progetto del nuovo confezionamento

Il progetto totale, viste le considerazioni finora svolte, è il seguente:

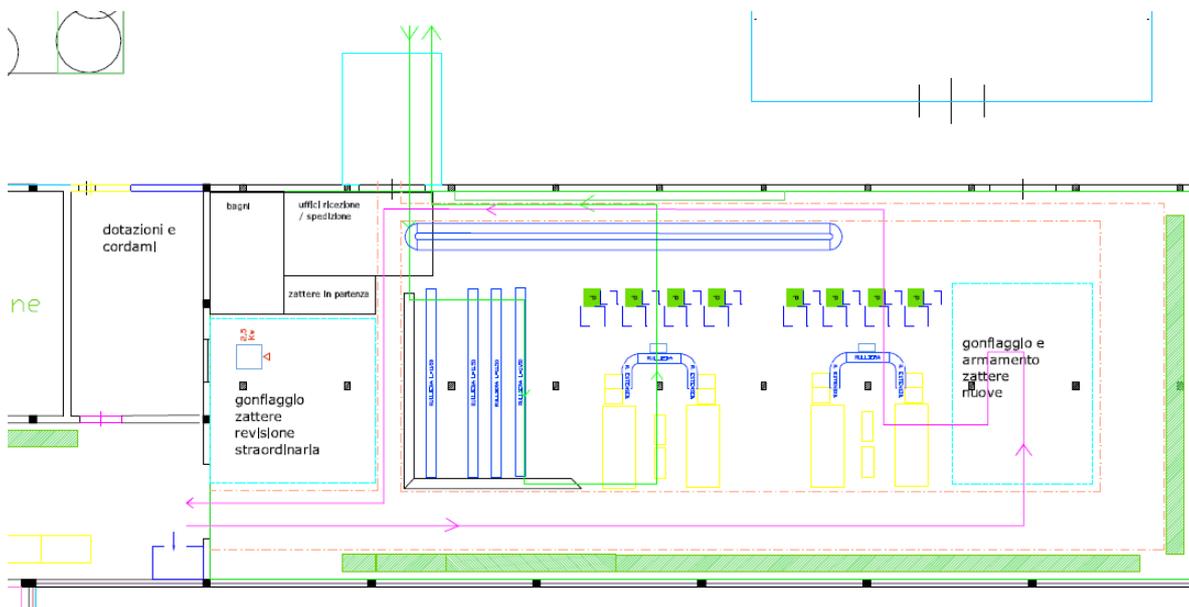


Figura 74 Il Progetto del Nuovo Confezionamento (quindi nell'ala nord est)

Il problema fondamentale è quello dello snellimento del flusso zattere in revisione, di conseguenza si è cercato di disporre le attrezzature in modo da renderlo più breve possibile. Subito in ingresso si hanno quindi le rulliere, e a valle si prevedono i tavoli per la revisione. È stato inoltre deciso di mettere il carroponte a ridosso della parete nord, in modo da asservire le rulliere per lo stoccaggio delle zattere revisionate. Questo consente di creare un flusso di zattere revisionate breve e circolare, evidenziato dalle linee verdi. Si sottolinea infine che in questo locale non sono presenti i bagni, quindi si prevede nel progetto di costruirli all'interno del centro ufficio spedizione/ricezione (al fine di renderlo disponibile anche per i clienti che vengono a ritirare la zattera).

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Il resto del locale è adibito all’armamento e confezionamento delle zattere nuove, che provengono dalla saldatura. La lista delle azioni da fare per arrivare a questo layout, con conseguente stima dei costi tramite preventivi, è la seguente:

Lavoro	Costo (€)	Categoria
Sistemare portoni (porte a libro)	5350	Portoni
Rivedere impianto di aria compressa nuovo confezionamento	478	Idraulica
Realizzazione impianto per sotto-vuoto nuovo confezionamento	2943	Idraulica
Realizzare box del Caporeparto (o spostare quello esistente)	2400	Box
Pavimento per area gonfiaggio	11250	Pavimenti
Spostare rev. art. militari, sacchi, cordami	1h*2op*16,80€= 33,6	Mov. Interne
Nuova rulliera	7000	Mov. Interne
Bagno al confezionamento	19630	Edilizia
Stanza con postazione per gestione/ricezione/spedizione zattere	10000	Box
Spostare tavoli, rulliere, presse e postazioni di lavoro del reparto	4h*5op*16,80€= 336	Mov. Interne
montare linea e paranco del confezionamento	8000	Carpenteria Macchine
Allestire copri-scopri per spedizione/ricezione zattere	500	Tettoie/Coperture
Attraversamento pedonale sicuro con transenne/blocchi e abbassamento livello stradale	26000	Lavori Stradali
TOTALE	87420,6	

3.4: Considerazioni sull'assemblaggio

3.4.1: Stato attuale

Attualmente l'assemblaggio viene svolto nelle apposite piazzole. Esistono due centri di assemblaggio, uno lungo il corridoio davanti al taglio, e uno in saldatura. Nel centro di assemblaggio ci sono due fasi di lavoro: la saldatura finale (ovvero la saldatura del telo di copertura con il fondo della tenda); e l'assemblaggio vero e proprio. Prima della saldatura il telo di copertura viene agganciato a un paranco (dotato di un end effector apposito) e rimane agganciato ad esso sia per la saldatura che per l'assemblaggio. Una volta terminata la saldatura viene fatto scorrere il paranco in una delle due piazzole, in cui avviene l'assemblaggio.

L'assemblaggio vero e proprio consiste nelle seguenti operazioni.

- fissaggio degli archi al telo di copertura
- fissaggio del telo coibente agli archi (se previsto)
- gonfiaggio archi per verificarne il corretto montaggio
- una volta gonfiata, pulire la tenda
- sgonfiarla con il sottovuoto e pulirla in superficie
- rimpiegarla e metterla nel sacco di confezionamento
- metterla nella scatola di cartone con imballaggio per formare il collo finale.

È indispensabile pallettizzare i vari componenti necessari e portarli nei pressi della piazzola di assemblaggio. I pallett con i componenti necessari, nello specifico, sono:

- 4 tavoli con teli di copertura (con frontale già saldato)
- 1 tavolo con i fondi
- 3 pallet con gli archi
- 3 pallet con i teli coibenti (da montare internamente)
- 1 pallet per i sacchi (l'involucro con cui si vende la tenda)
- 1 pallet con i perni per il fissaggio (fissaggio archi al telo di copertura, e fissaggio telo coibente agli archi)
- scaffale con i pacchi stesi in cui mettere la tenda confezionata
- 2 pallett con i vari cordami da aggiungere, se necessari

- scaffali con varie attrezzature (cotone, alcool per pulire le tende, attrezzature per l’agganciamento al paranco, ecc...)

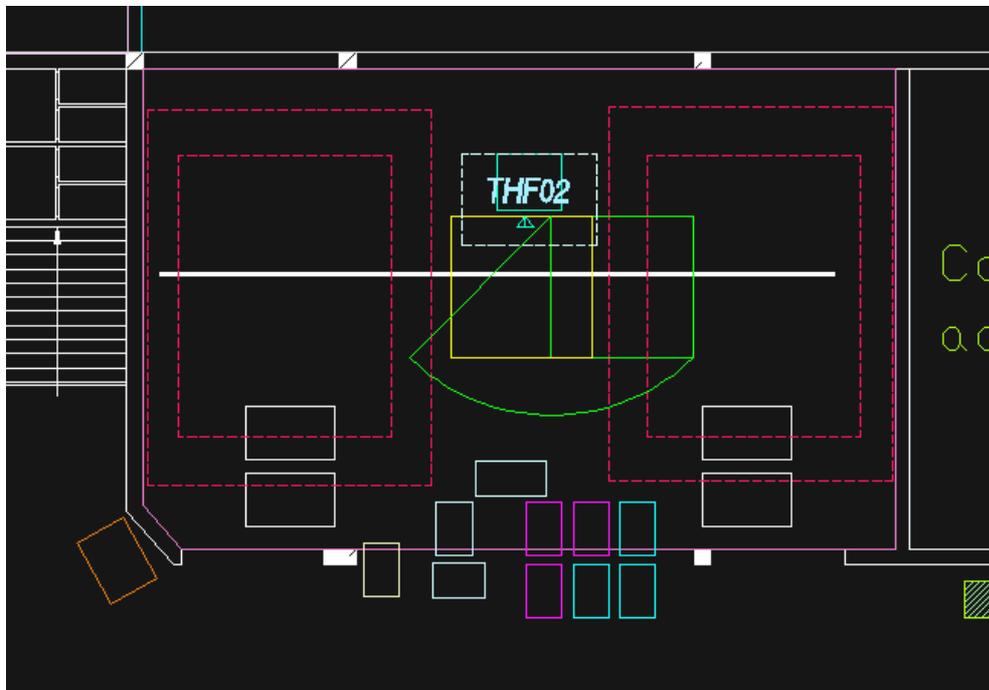


Figura 75 il centro assemblaggio lungo il corridoio. È stata evidenziata la posizione dei pallet, e la rotazione del tavolo centrale per assolvere la saldatura finale

Il problema di questo processo è appunto la copiosa presenza di pallet sul pavimento, che rende difficile la circolazione e il lavoro di assemblaggio, anche in considerazione del movimento rotazionale con cui le operatrici movimentano il tavolo per saldare.

3.4.2: Ipotesi ala sud ovest

L’idea del progetto di re layout è di porre i due centri di assemblaggio nella zona dell’attuale confezionamento. Questo consentirebbe di avere l’assemblaggio subito a valle del gonfiaggio archi, e chiuderebbe il cerchio del flusso fisico di tende (come illustrato in Figura 59).

Un altro concetto fondamentale è quello di mettere le macchine per le saldature finali (principalmente le macchine di saldatura a caldo, quindi macchine a cuneo e macchine a soffio) anche esse in quest’ala. Questo consentirebbe di evitare grandi palletizzazioni e spostamenti dei teli di copertura e dei fondi, bensì renderebbe possibile il trasferimento immediato di questi componenti appena saldati direttamente nella piazzola di assemblaggio.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

Il lavoro principale riguarda quindi lo spostamento delle macchine a cuneo, avendo cura di rendere il pavimento liscio lungo il percorso del carrello per non compromettere la qualità della saldatura.

Al fine di implementare realmente il flusso continuo, si prevede estendere l’uso del paranco anche alle fasi di saldatura a caldo. In questo modo il telo di copertura appena completato alla saldatura verrebbe agganciato al paranco e movimentato presso la piazzola di saldatura finale. L’obiettivo è quindi cercare di progettare le attività al fine di tenere il telo di copertura sul paranco il più possibile.

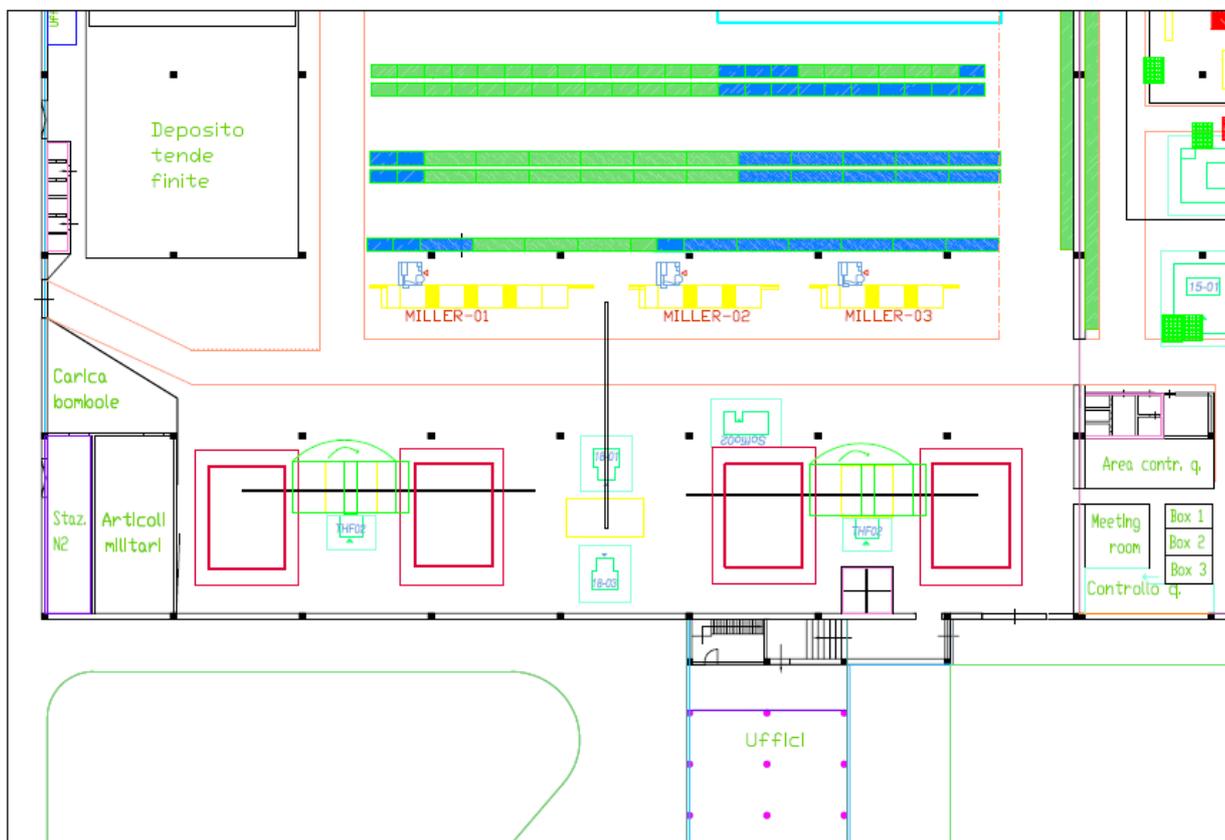


Figura 76 l'ipotesi per l'area di assemblaggio

Dopo alcuni tentativi, la soluzione ritenuta migliore dal team è quella in figura.

I processi produttivi, in questa soluzione, avvengono in questo modo:

- Dal reparto di saldatura arrivano i settori, da saldare insieme con saldatura a cuneo per formare i teli di copertura e i fondi.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

- Tali settori vengono saldati alle macchine a cuneo (la scelta della macchina dipende essenzialmente dalle dimensioni del giunto di saldatura richiesto).
- Il telo di fondo deve essere portato direttamente alle piazzole di assemblaggio finale. Si dovranno anche in questo caso trasportare con i tavoli, ma comunque data la vicinanza si suppone che questo trasporto possa essere svolto dagli operatori stessi per mezzo, ad esempio, di tavoli con le ruote o transpallet.
- Il telo di copertura invece viene direttamente agganciato al paranco (verticale), e viene portato alla saldatura con i frontali (la zona centrale tra le sedi di assemblaggio).
- Affrontata la saldatura con i frontali, si utilizzano le linee paranco (orizzontali) per portare il telo di copertura saldato ad affrontare la saldatura finale e l'assemblaggio.

Una stima dei costi per realizzare questo reparto è la seguente:

Lavoro	Costo (€)	Categoria
Smontare box	1000	Box
Impianto elettrico per le tre macchine a Cuneo	2000	Imp. Elettrico
Spostamento macchine a Cuneo (con scavo per binario)	2550	Carpenteria Macchine
Pavimento a terra 2 x 280 mq	13500	Pavimenti
rivedere impianto aria compressa e sotto vuoto in nuovo assemblaggio	3027	Idraulica
Impianto elettrico per le macchine (paranchi, gonfiaggio, ecc....)	2000	Imp. Elettrico
riadattare linea paranchi	1500	Carpenteria Macchine
Spostamento del carro ponte a cavalletto	950	Carpenteria Macchine
Schermatura macchine 18KW01; 18KW03; 50KW	12000	Schermature
Spostamento macchinari 12-THF01; 12-THF02	2h*2op*16,80= 67,2	Carpenteria Macchine
Spostamento macchinari 18KW01; 18KW03	2h*2op*16,80= 67,2	Carpenteria Macchine

Nuovo Aspiratore macchina a soffio e trasferimento macchina	675	Carpenteria Macchine
TOTALE	39336,4	

3.5: Considerazioni su altri reparti

3.5.1: Stoccaggio delle tende in magazzino

Si prevede di porre una scaffalatura nuova, di profondità opportuna, al fine di stoccare le tende finite.

Creare un magazzino interno per le tende ha un duplice vantaggio: portare lo stoccaggio delle tende vicino alle fasi finali; rendere le tende più facili da movimentare per le spedizioni.

Per quanto riguarda l'avvicinamento delle tende, si considera che le tende vengono piegate e imballate nei pressi della piazzola di assemblaggio. Attualmente la distanza tra piazzola e magazzino tende finite (magazzino esterno nel “campi da tennis”) è di circa 150 metri. Inoltre il carrellista movimentava solo un pacco-tenda alla volta, a causa delle sue notevoli dimensioni. Quindi il costo di questa operazione può essere calcolato stimando il tempo di percorso. $150 \text{ m} / 2 \text{ m/sec} = 75 \text{ sec}$. Aggiungendo 60 secondi di carico e scarico, 115 sec.

Nella nuova configurazione si hanno i depositi a circa 40 metri dalle piazzole di assemblaggio. Il nuovo tempo di percorrenza-carico-scarico è di 80 secondi, con un risparmio di tempo per tenda di 35 secondi (considerando 80 tende al mese si hanno 0,77 ore al mese).



Figura 77 le Tende vengono attualmente stoccate nelle zone contrassegnate in rosso: i campi da tennis (a nord) e nel parcheggio sotto gli uffici (a sud). Si intende portare il deposito nel magazzino con una scaffalatura adeguata per velocizzare i processi operativi di magazzino

Per quanto riguarda il procedimento di magazzinaggio e spedizione, si considera che attualmente le tende sono tutte stoccate una sopra l'altra ai “campi da tennis” all'interno di tende pneumatiche, senza scaffalatura adeguata. Questo è un punto molto critico del processo, perché quando arriva un ordine di una tenda, il magazziniere è costretto a raggiungere il magazzino esterno (tragitto di circa 95 metri) e andare a cercare il collo giusto all'interno della tenda e, una volta identificata, deve chiamare uno o due carrellisti per farsi togliere tutti i colli davanti al collo da prelevare. Se il collo è molto in profondità, i carrellisti sono costretti a togliere quasi tutte le tende del deposito, e a rimetterle a posto dopo il prelievo. Operazione che può durare anche fino a due ore. Si sottolinea che il magazziniere è costretto a ricorrere ai carrellisti per evitare di

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

lasciare incustodito l’ufficio, dal momento che possono arrivare dei clienti, degli ordini, delle richieste di qualsiasi tipo.

Una volta trovata la tenda, è necessario aggiungere all’ordine anche gli accessori. La tenda finita presenta tre accessori base compresi nel prezzo che sono: paleria, picchetti, kit di gonfiaggio e riparazione. Inoltre possono esserci degli altri accessori optional richiesti dal cliente, come ad esempio i teli coibenti, i lettini, gli armadietti, il kit di mantenimento in pressione, l’aria condizionata, il pavimento di gresse da porre sotto la tenda, ecc... Questi accessori sono stoccati nel magazzino interno e richiedono massimo una mezz’ora di ricerca. Dopo che è stato trovato tutto, la tenda è pronta per essere spedita.

In totale si stima quindi una durata “pessimistica” di circa 2 ore per prelevare e preparare una tenda finita con accessori. La durata più “ottimistica” (ovvero il caso in cui la tenda sia facilmente accessibile nel deposito ai capi da tennis, e accessori facilmente accessibili in magazzino) può essere stimata di circa 45 minuti (30 minuti per il prelievo della tenda, 15 minuti per il prelievo accessori, senza bisogno di carrellista).

Di conseguenza, avendo stimato durata massima e minima, si può ipotizzare una durata media di prelievo e preparazione di circa $(120 + 45) / 2 = 82,5$ minuti (circa un’ora e venti).

Se lo stoccaggio tende fosse allestito con scaffale all’interno del magazzino, i magazzinieri ipotizzano che si riuscirebbe a preparare l’intero ordine da spedire (tenda e accessori) in massimo mezz’ora, minimo dieci minuti, stimando quindi un tempo medio di 20 minuti. Soprattutto non ci sarebbe bisogno di chiamare carrellisti, perché a questo punto non ci sarebbe più il problema di lasciare incustodito l’ufficio, e se ne occuperebbero direttamente i magazzinieri.

Di conseguenza il beneficio principale è il risparmio di tempo: si passerebbe da 82,5 min a 20 min, con una riduzione stimata di circa un ora per tenda (quindi **80 ore al mese**).

<u>Costi del Magazzino:</u>	
Spostamento merce (creare spazio)	4h*2op* 16,80= 134,4
Nuova Scaffalatura Tende	10000
Nuova copertura carico/scarico	17000
Nuove porte	9600

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

TOTALE Magazzino	36734,4 €
------------------	-----------

3.5.2: Totale dei Costi

Il totale di tutti i costi sopra esposti è il seguente:

TOTALE saldatura	15275
TOTALE confezionamento	87420,6
TOTALE assemblaggio	39336,4
TOTALE Magazzino	36734,4
<u>Altre Varie:</u> Revisione globale impianti elettrico, idraulico, antincendio	50000
Nuovi box uffici	10000
TOTALE	238766,4 €

Si può prevedere quindi un costo totale tra i 220 e i 250 mila euro.

3.6: L'analisi costi-benefici

Per considerare i benefici derivanti da questa ristrutturazione del layout, si preferisce focalizzarsi sui benefici per la riduzione di manodopera. Si tratta infatti del beneficio più immediato da calcolare, e immediatamente percepibile nel conto economico. Ai benefici che verranno calcolati si dovranno poi aggiungere i benefici relativi all'aumento di produttività, e alla diminuzione di scorte di semilavorati (che vengono tralasciati perché di difficile valutazione).

3.6.1: Benefici per il minore movimentazione nell’area di saldatura e assemblaggio

Per la stima della riduzione della movimentazione si è pensato di fare un calcolo relativo ai tempi di spostamento.

Considerando il ciclo di lavorazione, sono stati analizzati i percorsi per ogni trasporto di semilavorati tra una lavorazione all’altra, ed è stata fatta una stima di ciascun percorso. Ponendo una velocità media dei carrelli di 2 m/s, sono state considerate tutte le lunghezze dei percorsi nella saldatura, e dividendo per la velocità si è giunti al tempo di percorrenza di ogni percorso. A questo è necessario aggiungere un tempo per il carico del pallet (e relative manovre per la ripartenza) e di scarico del pallet all’arrivo (anch’esso comprendente le varie manovre dovute al fatto che il carrellista deve posizionarsi in modo preciso per scaricare nella posizione desiderata). In prima approssimazione, si aggiunge un tempo totale di 60 secondi (30 per il carico e 30 per lo scarico).

Al fine di verificare il tempo di movimentazione allocato alla produzione di una singola tenda, è necessario considerare quanti pezzi vengono movimentati ogni volta, e quanti pezzi finiscono nella tenda finita. La stima dei semilavorati che vengono mediamente trasportati sul carrello è il passaggio più complicato, principalmente perché è una cifra estremamente variabile, dipende ogni volta dalla quantità prevista dall’Ordine di Produzione. In ogni caso si è giunti a una stima, dovuta principalmente alle dimensioni del semilavorato, e allo spessore che presenta.

Il tempo totale di trasporto è stato quindi diviso per i semilavorati trasportati, e moltiplicato per il numero di semilavorati che finiscono nella tenda finita (prendendo a riferimento una tenda 4 archi 2 porte). La somma di tutti i tempi così calcolati è una stima del tempo speso in movimentazione al fine di fabbricare una tenda.

Lo stesso ragionamento è stato ripetuto con i percorsi previsti nel nuovo layout di saldatura HF, ed è stato nuovamente calcolato il tempo totale di movimentazione per una tenda.

Sono stati fatti questi calcoli per tutti i semilavorati. Si riportano le tabelle per illustrare i valori.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

<i>Flusso attuale</i>	percorso (metri)	carrello?	tempo di percorso (secondi)	velocità media carrello 2 m/s		pezzi sul pallet	pezzi sulla tenda (4 archi 2 porte)	tempo per tenda	metri per tenda
				tempo totale (+60 sec)	91				
settore 1a da taglio a 60kW	62	1	31	31	91	50	2	3,64	2,48
settore 1 da taglio a 60kW	62	1	31	31	91	50	2	3,64	2,48
da 60kW a soffio01	111	1	55,5	55,5	115,5	30	2	7,7	7,4
da soffio01 a 15longit	128	1	64	64	124	30	2	8,266666667	8,533333333
da 15longit a 30L	10	0	0	0	0	30	2		
settore 2ax da taglio a 15longit	62	1	31	31	91	150	2	1,213333333	0,826666667
da 15longit a 30L	10	0	0	0	0	0	2		
settore 2dx da taglio a 30L	52	1	26	26	86	150	2	1,146666667	0,693333333
settore 3 da taglio a 2,5	56	1	28	28	88	150	2	1,173333333	0,746666667
da 2,5 a 30L	7	0	0	0	0	0	2		
linguette da taglio a 2,5	10	1	5	5	65	150	8	3,466666667	0,533333333
da 2,5 a 30tr	8	0	0	0	0	0	8		
pannelli dx e ax da taglio a 30tr	21	1	10,5	10,5	70,5	50	4	5,64	1,68
da 30tr a cucitura	72	1	36	36	96	30	4	12,8	9,6
da cucitura a rivettatura	114	1	57	57	117	30	4	15,6	15,2
da rivettatura a 100-01	37	1	18,5	18,5	78,5	30	4	10,46666667	4,933333333
lenbo di coil da taglio alla 30kW	60	1	30	30	90	50	2	3,6	2,4
da 30kW a cucitura	123	1	61,5	61,5	121,5	20	2	12,15	12,3
da cucitura a 2,5	111	1	55,5	55,5	115,5	20	2	11,55	11,1
settore base lenbo coil da taglio a cucitura	53	1	26,5	26,5	86,5	150	2	1,153333333	0,706666667
da cucitura a 2,5	111	1	55,5	55,5	115,5	150	2	1,54	1,48
lenbo coil saldato da 2,5 a 100-01	25	1	12,5	12,5	72,5	20	2	7,25	2,5
settore 123 da 30L a 100-01	6	0	0	0	0	0	2		
settore 123LC da 100-01 a cucitura	78	1	39	39	99	10	2	19,8	15,6
da cucitura a 100-01	78	1	39	39	99	10	2	19,8	15,6
settore 123LC e pannelli da 100-01 a 2,5	3	0	0	0	0	0	2		
								78,95333333	116,7933333

Figura 78 la tabella per calcolare i tempi relativi alla movimentazione. Il percorso in metri è stato convertito in tempo di tragitto in secondi (dividendo per la velocità). Sono stati aggiunti 60 secondi per il carico e scarico. Il tempo totale è stato diviso per i pezzi trasportati, e moltiplicato per i pezzi che finiscono in una tenda finita (prendendo a riferimento una 2 porte 4 archi).

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

	percorso (metri)	carrello?	tempo di percorso (secondi)	tempo totale	91	pezzi sul pallet	pezzi sulla tenda (4 archi 2 porw)	tempo per tenda	metri per tenda	2,48
Filaso Arcuato										
settore Ia	62	1	31			50		3,64		
da taglio a 60kW										
settore 1	62	1	31		91	50		3,64	2,48	
da taglio a 60kW										
da 60kW a soffio01	42	1	21		81	50		5,4	2,8	
da soffio01 a 15longit	42	1	21		81	30		5,4	2,8	
da 15longit a 30L	10	0	0		0	30		0	0	
settore 2ax										
da taglio a 15longit	62	1	31		91	150		1,213333333	0,826666667	
da 15longit a 30L	10	0	0		0	0				
settore 2dx										
da taglio a 30L	52	1	26		86	150		1,146666667	0,693333333	
settore 3										
da taglio a 2,5	56	1	28		88	150		1,173333333	0,746666667	
da 2,5 a 30L	7	0	0		0	0				
linguette										
da taglio a 2,5	10	0	0		0	150				
da 2,5 a 30tr	8	0	0		0	0				
pannelli dx e sx										
da taglio a 30tr	21	1	10,5		70,5	50		5,64	1,68	
da 30tr a cucitura	10	0	0		0	30				
da cucitura a rivestitura	5	0	0		0	50				
da rivestitura a 100-01	46	1	23		83	30		11,06666667	6,133333333	
lenbo di coll										
da taglio alla 30kW	15	1	7,5		67,5	50		2,7	0,6	
da 30kW a cucitura	15	0	0		0	20				
da cucitura a 2,5	22	0	0		0	20				
settore base lenbo coll										
da taglio a cucitura	43	1	21,5		81,5	150		1,086666667	0,573333333	
da cucitura a 2,5	15	0	0		0	150				
lenbo coll saldato										
da 2,5 a 100-01	20	1	10		70	20		7	2	
settore 123										
da 30L a 100-01	6	0	0		0	0				
settore 123LC										
da 100-01 a cucitura	3	0	0		0	10				
da cucitura a 100-01	3	0	0		0	10				
settore 123LC e pannelli										
da 100-01 a 2,5	3	0	0		0	0				
Tempo totale per tenda:										38,32
sima riduzione percentuale:										51%

Figura 79 tabella per il calcolo dei tempi di trasporto previsti nel nuovo layout

Questo lavoro è stato fatto per ogni semilavorato, considerando sia lo stato attuale che lo stato previsto nel nuovo layout, al fine di giungere a una stima della riduzione del tempo di movimentazione.

La riduzione totale stimata del tempo di movimentazione con carrello è di circa il 52% in meno. Questa cifra deve essere tradotta in un risparmio per valutarne la redditività. Ci si concentra sul risparmio di tempo che si può conseguire. Se tale risparmio è superiore alle 160 ore mensili, è possibile eliminare il costo di un carrellista.

Per quanto riguarda gli interventi in saldatura il risparmio mensile di tempo si ottiene come somma dei contributi di risparmio di tempo per le tende (risparmio di tempo per singola tenda * 80 tende) più il risparmio di tempo per le zattere (risparmio di tempo per singola zattera * 400 zattere). Si ottiene in questo modo un risparmio totale di 18,21 ore/mese + 5,12 ore/mese = **23,33 ore/mese**, ovvero poco più di un decimo delle 160 ore. Quindi per ora non è possibile eliminare un carrellista. Si deve valutare se con le altre migliorie si riesce ad aggiungere altro risparmio di tempo fino a totalizzare 160 ore mensili.

3.6.2: Benefici per minor impiego di manodopera

Con la creazione di celle all'interno del reparto, si suppone che le operatrici non saranno più asservite alla macchina, bensì potranno muoversi nella cella alimentando diverse macchine. Questo ridurrebbe l'impiego di manodopera.

Per poter calcolare con certezza quanto risparmio di manodopera sarà possibile è necessario procedere con il calcolo del lavoro standard, l'adozione di uno specifico Takt Time, e la ripartizione di operazioni tra gli operatori nella cella.

Si preferisce per ora a condurre un'analisi molto a grandi linee, al fine di avere una stima provvisoria, con la quale decidere se è opportuno o meno andare avanti con l'analisi.

Sono state considerate le celle che verranno allestite (ovvero: archi, zattere, vano porta) e per ciascuna di esse è stato stimato un ritmo di produzione richiesto in base alla produzione totale dello scorso anno. Si giunge così ad una stima del takt time richiesto per la cella. Tale ritmo di produzione viene messo a confronto col tempo totale di lavorazione richiesto, calcolato come somma delle sole operazioni che verranno condotte all'interno della cella per quel particolare semilavorato, al fine di stimare il numero di stadi di produzione richiesti. Tale numero di stadi di produzione viene usato per analizzare il tipo di produzione da implementare, e quanti operatori

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

richiede ogni stadio (si decide di condurre l’analisi in questo modo principalmente perché alcune macchine hanno necessariamente bisogno di due operatori per fare un pezzo, non è detto che uno stadio di produzione abbia un solo operatore).

Il tempo totale in questione è stato stimato a partire dai tempi presenti nel foglio di ciclo, aggiungendo 5 minuti per il carico e 5 minuti per lo scarico. Si considera una produzione di 80 tende al mese, 400 zattere nuove al mese, il mese di 23 giorni lavorativi e 16 ore di lavoro al giorno.

Cella Archi:

operazioni condotte nella cella:

- 1) accessoriamiento settori 1 e 5 alla 100-02 (3,5 min)
- 2) accessoriamiento settori 2 e 4 alla 100-02 (3,5 min)
- 3) accessoriamiento toppa con innesto settore 1 (2 min)
- 4) accessoriamiento toppa con innesto settore 5 (2 min)
- 5) saldatura fondello settore 1 (5 min)
- 6) saldatura fondello settore 5 (5 min)
- 7) saldatura tutti i settori alla soffio (12 min)
- 8) saldatura incroci alla 4-02 (4 min)
- 9) saldatura incroci alla 8-02 (7,5 min)
- 10) saldatura finale di chiusura alla 10-01 (12 min)

stima del tempo totale comprensivo di carico e scarico: 102,5 minuti. (1,708 ore)

Ritmo di produzione richiesto: 80 tende al mese = 320 archi al mese =

1 arco ogni 0,8 ore

Stadi di produzione richiesti: $1,708 / 0,8 = 2,13 = 3$ stadi di produzione

Si può considerare uno stadio di accessoriamiento (operazioni 1-2-3-4-5-6, due operatori), un secondo stadio di saldatura dei settori (operazione 7-8, un operatore) e uno stadio di saldatura finale (operazioni 9-10, 1 operatore). Per un totale di 4 operatori.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Considerando che attualmente i processi impiegano circa 5 operatori, si ha 1 operatore in meno.

Cella Vano Porta:

Operazioni condotte nella cella:

- 1) accessoriamiento settori 1 e 2sx nella 15longit (2 min)
- 2) accessoriamiento e saldatura dei soffiotti al settore 3 (0,8 + 0,7 + 3,5 minuti = 5 min)
- 3) saldatura a T del lembo di collegamento (3,5 minuti)
- 4) saldatura settori 1 + 2dx + 2sx + 3 nella 30longit (4,5 min)
- 5) saldatura rinforzi, bordini e lembo di collegamento alla 100-01 (10 min)
- 6) cucitura velcro (16 min)
- 7) saldatura pannelli porta dx e sx alla 100-01 (10 min)
- 8) saldatura pattina di protezione a una 2,5 (7 minuti)

stima del tempo totale comprensivo di carico e scarico: 138 minuti. (2,3 ore)

Ritmo di produzione richiesto: 80 tende al mese = 240 vani porta al mese = 1 vano porta ogni 1,5 ore

Stadi di produzione richiesti: $2,3 / 1,5 = 2$ stadi

Circa 4 operatori. Non si rilevano diminuzioni di manodopera.

Cella Zattere:

- 2) accessoriamiento tubolare inferiore alla 100-03 (4,5 min)
- 3) accessoriamiento tubolare superiore alla 100-03 (4,5 min)
- 4) formazione tubolare superiore alla 12-01 (4,5 min)
- 5) formazione tubolare inferiore alla 12-01 (4,5 min)
- 6) saldatura montante alla 6 (16 min)
- 7) chiusura tubolare superiore alla 12thf01 (15 min)
- 8) chiusura tubolare inferiore alla 12thf01 (15 min)

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

9) saldatura del fondo alla 100-03 (8 min)

10) unione tubolari con semifasce (20 min)

stima del tempo totale comprensivo di carico e scarico: 142 minuti. (2,36 ore)

Ritmo di produzione richiesto: 400 zattere al mese, 1 zattera ogni ora.

Stadi di produzione richiesti: $2,36 / 1 = 2,36 = 3$ stadi di produzione

Si può considerare uno stadio di accessoriamiento e formazione (operazioni 1-2-3-4; 2 operatori) un secondo stadio di chiusura tubolari e saldatura montante (operazioni 5-6-7; 2 operatori) e un terzo stadio di saldature finali (operazioni 8-9; 2 operatori). Per un totale di 6 operatori.

Considerando che attualmente i processi impiegano circa 7 operatori, si ha 1 operatore in meno nella produzione.

Totale di operatori in meno: 2

3.6.3: Benefici per minori giacenze interoperazionali

Attualmente ogni macchina presenta delle giacenze interoperazionali, sia a monte, che a valle. Questo è dovuto al fatto che ogni trasporto è fatto tramite carrello. Nel nuovo layout si suppone che le movimentazioni all'interno della cella vengano condotte dalle operatrici, e che i carrelli si limitano a intervenire solo nei grandi spostamenti tra celle.

È stata fatta una stima delle giacenze che verranno eliminate attraverso l'implementazione delle celle. Si stima che ci saranno circa 20 pallet in meno di giacenze interoperazionali. Si deve a questo punto moltiplicare per il costo di possesso medio di un pallet al mese. Dato di difficile valutazione dovuto all'estrema eterogeneità dei manufatti.

3.6.4: benefici in merito al confezionamento

I vantaggi derivanti dal trasferimento del confezionamento zattere è anzitutto quello relativo alla creazione di un nuovo punto di ricezione e spedizione, che rende il percorso delle zattere da revisionare molto più corto e lineare. Inoltre sarà possibile scaricare e caricare i colli senza bisogno di due operatori.

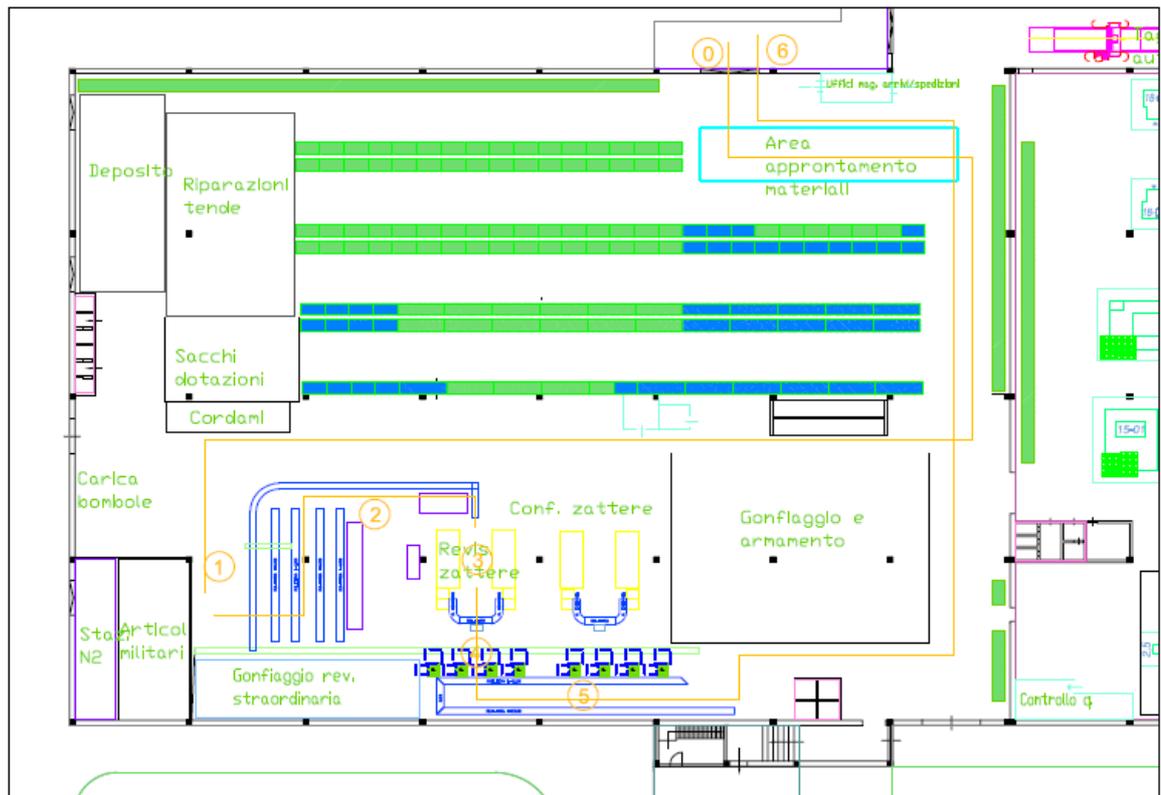


Figura 80 in arancio il flusso di zattere in ingresso

Per fare questo calcolo è stato tracciato sulla pianta del layout attuale il percorso creato dalle zattere. Esse vengono movimentate con il carrello fino alla zona in basso a sinistra, dove l'impiegata ne controlla i documenti, ne sceglie il tipo di revisione e ne stampa i documenti allegati e gli indirizzi. Poi la zattera viene adagiata con un paranco su un sistema di rulliere, dove un operatore ne controlla la bombola, fin quando arriva ai tavoli di revisione. Qui due operatori aprono la zattera, ne controllano le dotazioni, le luci, e ne compilano i documenti.

Dopodiché gli operatori piegano la zattera, la danno a un altro operatore che esegue la pressatura, il confezionamento e l'imballaggio della zattera, che viene stoccata nella rulliera, in basso a destra.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Il percorso per portare la zattera dalla ricezione all'impiegata è di circa 135 metri. Il tempo risultante sarà quindi 187,5 secondi (considerando andata e ritorno sono 375 secondi/zattera, quindi 0,104 ore/zattera). È necessario considerare anche che in media vengono portate due zattere per volta. Di conseguenza si stima un risparmio di tempo di circa $0,104 \text{ ore zattera} * 400 \text{ zattere al mese} / 2 =$ circa **20 ore / mese**.

Passando al costo per il miglioramento dell'operazione di carico e scarico, si considera che attualmente il processo è costoso principalmente perché le zattere devono essere cercate nella rulliera, e una volta trovata, servono due operatori che la caricano sul trans pallet. Nel dettaglio le fasi sono queste: l'impiegata alle spedizioni riceve gli ordini, e manda i due operatori col trans pallet ad effettuare il carico dell'ordine. Considerando la difficoltà nella ricerca, questi operatori impiegano diverso tempo nel trovare le zattere da spedire (si suppone un tempo di 10 minuti a zattera). Di conseguenza il processo di ricerca coinvolge: 3 persone (impiegata e i due operatori) per dieci minuti a zattera.

Nel nuovo layout si prevede l'implementazione di un carroponete, in modo tale da estendere l'uso del paranco anche nella fase di scarico zattere. Il che permetterebbe alla stessa impiegata di prelevare la zattera, senza uso di due operatori.

Il risparmio di tempo che si ottiene per gli operatori è il seguente:

$$0.1667 \text{ ore/zattera} * 400 \text{ zattere/mese} * 2 = \mathbf{133 \text{ ore/mese}}$$

3.6.5: Riepilogo delle ore di manodopera in meno, del risparmio totale e dei costi

Si hanno di conseguenza due principali voci di risparmio:

- la manodopera in meno dovuta all'implementazione di celle
- le ore di manodopera in meno totali calcolate tra tutte le voci. Questa voce, contrariamente alla precedente, non è una eliminazione diretta di un operatore, ma se il totale di queste ore risulta maggiore di un multiplo di 160, è possibile eliminare un operatore. In altre parole, ogni 160 ore risparmiate è possibile eliminare il costo di un operatore, mentre le ore che rimangono di resto sono da considerarsi un aumento di produttività.

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Considerando quest'ultima voce di risparmio, abbiamo le seguenti ore mensili in meno nel sistema produttivo:

- movimentazioni in meno col carrello dovute all'implementazione di celle e assemblaggio: 23,3 ore
- movimentazioni in meno dovute al magazzino: 80 ore
- movimentazioni in meno col carrello per la movimentazione di zattere: 20 ore
- movimentazioni in meno con il paranco per la spedizione zattere: 133 ore

Il totale risparmio di tempo mensile che si ottiene è quindi: 23,3 ore + 80 ore + 20 ore + 133 ore = 256 ore/mese.

Con questo risparmio di tempo è possibile eliminare il costo di un operatore, che uniti ai due operatori che vengono eliminati in saldatura sono pari a un risparmio annuale di:

$$16,80 \text{ €/ora} * 160 \text{ ore/mese} * 12 \text{ mesi /anno} * 3 = \mathbf{96.768 \text{ €/anno}}$$

e avere comunque un resto di 256 ore – 160 ore = 96 ore, da considerarsi come aumento di produttività.

Questa cifra è comunque da prendere con cautela, in quanto calcolata con considerazioni sommarie, per avere una idea del risparmio.

Sommando invece le varie voci di costo si ottiene la seguente cifra di costi totali:

Si può supporre che il risparmio totale sia all'incirca 100.000 €, e considerando che il costo del progetto è di circa 250.000 € si ottiene che l'investimento viene recuperato in circa due - tre anni.

Capitolo 4: *Progettazione ed esecuzione di due Case – Study di ottimizzazione*

Il progetto di ottimizzazione generale costa quindi complessivamente attorno ai 240 mila euro. Si tratta ovviamente di una cifra alta, soprattutto per il momento attuale di crisi.

D'altronde questo progetto è da considerarsi un traguardo da raggiungere in molto tempo, in un'ottica di lungo termine. L'analisi dello stato *to be* è servita per avere un'idea della situazione a cui si deve tendere in futuro, ed è stata essenziale per comprendere i costi e le problematiche produttive relative allo stabilimento.

Nel frattempo si è deciso di approfondire due aspetti più dettagliati relativi a questo macro-progetto, con l'obiettivo di progettarli accuratamente in dettaglio, ed avere un'idea molto più chiara del beneficio economico relativo ad essi. L'idea è quella di prendere, tra i vari sotto-progetti compresi, quelli con il massimo rapporto Beneficio/Costo.

Con quest'ottica sono stati scelti i seguenti due sotto-progetti: la cella Vano Porta, e la linea di revisione zattere.

4.1: La Cella Vano Porta

Il progetto della cella Vano Porta è stato scelto principalmente perché non richiede spostamento di macchine. Di conseguenza non ci sono costi relativi al fermo della produzione per lo spostamento, costi di modifica all’impianto idraulico, costi per la gestione del cambiamento (come ad esempio i costi per portare a standard la nuova tipologia di produzione). Nel contempo, apportiamo i tipici benefici della produzione a flusso continuo (minori scorte, maggiore produttività, maggiore efficienza, minore manodopera diretta ecc...).

4.1.1: Frontali

I frontali sono i teli che chiudono il lato anteriore e posteriore della tenda. Sono quasi sempre provvisti di vano porta. Tale vano porta è un semilavorato particolarmente complesso, in quanto deve implementare il meccanismo di apertura e chiusura “a scorrimento manuale”. Una volta finito il vano porta, per completare il frontale non bisogna far altro che saldare al vano porta altri quattro semplici settori, dotati solo di alcune borchie (per il fissaggio di corde di controventamento e, solitamente, del logo del cliente). Si è quindi pensato di intervenire soprattutto sul processo del Vano Porta al fine di semplificare e rendere più snella la produzione di Frontali.



Figura 81 Esempio di frontale di tenda media

4.1.2: Il Vano Porta



Figura 82 il vano porta

Il vano porta è composto da questi settori elementari:

- settore 1
- settore 1 A
- settori 2 sx e 2 dx
- settore 3
- pattina di protezione dello scorrevole
- settore di base del lembo di collegamento
- lembo di collegamento
- due “soffietti” da applicare al settore 3
- pannelli porta dx e sx

- linguette con fibbie fastex da mettere sui pannelli porta

Le fasi di produzione del vano porta si articolano come segue:

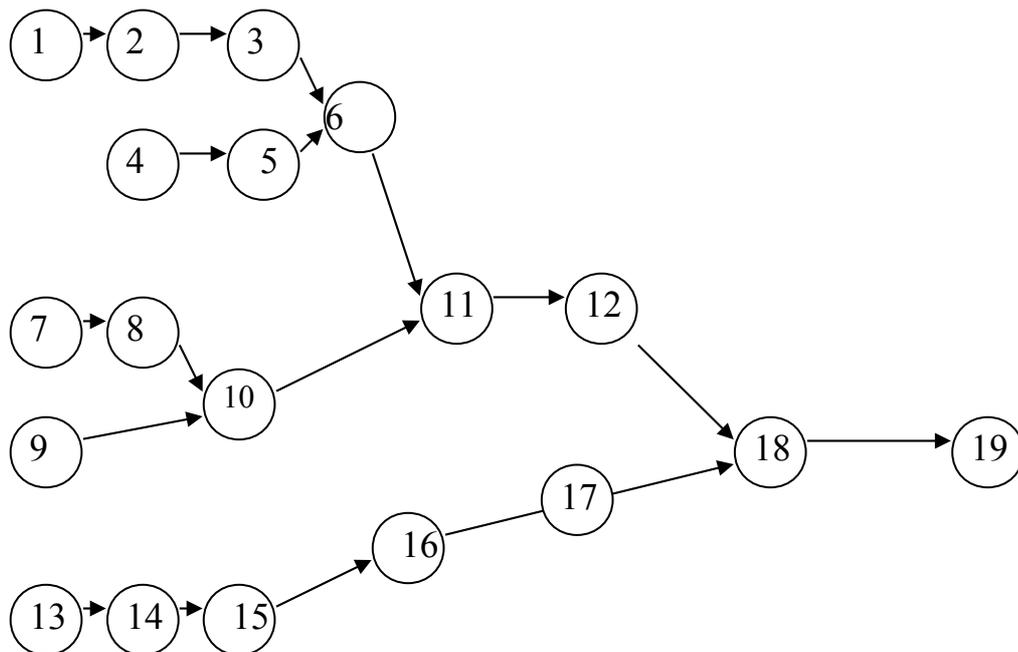


Figura 83 diagramma PERT per le precedenze tecnologiche tra le operazioni

1. saldare i bottoni nel settore 1 e nel settore 2SX (4 per volta) nella 15L
2. saldare i settori 1 e 1 A nella 60
3. saldare gli smussi sella Soffio 01
4. saldare rinforzi sul 3, il bottone e il rinforzo al soffierto, i soffierti al 3 (tutte saldature da fare su macchine da 2,5 kW)
5. cucitura del velcro sul settore 3
6. saldare insieme i settori 1, 2SX, 2DX, 3 nella 30L
7. saldatura delle asole sul Lembo di Collegamento nella 30.
8. cucitura di preformatura sul Lembo di Collegamento
9. cuciture sul Settore di Base del lembo di collegamento (preformatura e velcro)
10. saldare il Settore di Base al Lembo di Collegamento con una saldatura a “T” in una 2,5.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

11. saldare il Lembo di Collegamento sul settore 123 nella 100-01
12. cucitura del velcro sui settori 123
13. saldare le linguette con le fibbie fastex in una 2,5 kW
14. saldare linguette ai pannelli porta dx e sx sulla 40 kW
15. cucire striscia di velcro sui pannelli porta
16. fissare i bottoni a pressione col torchietto, rivettare 3 ganci per lo scorrimento ai pannelli porta e metterci dentro il cordino apposito (operazione manuale)
17. cucire chiusure lampo e cucitura di preformatura
18. saldare i pannelli porta sul vano porta
19. saldatura della pattina di protezione sul vano porta in una 2,5

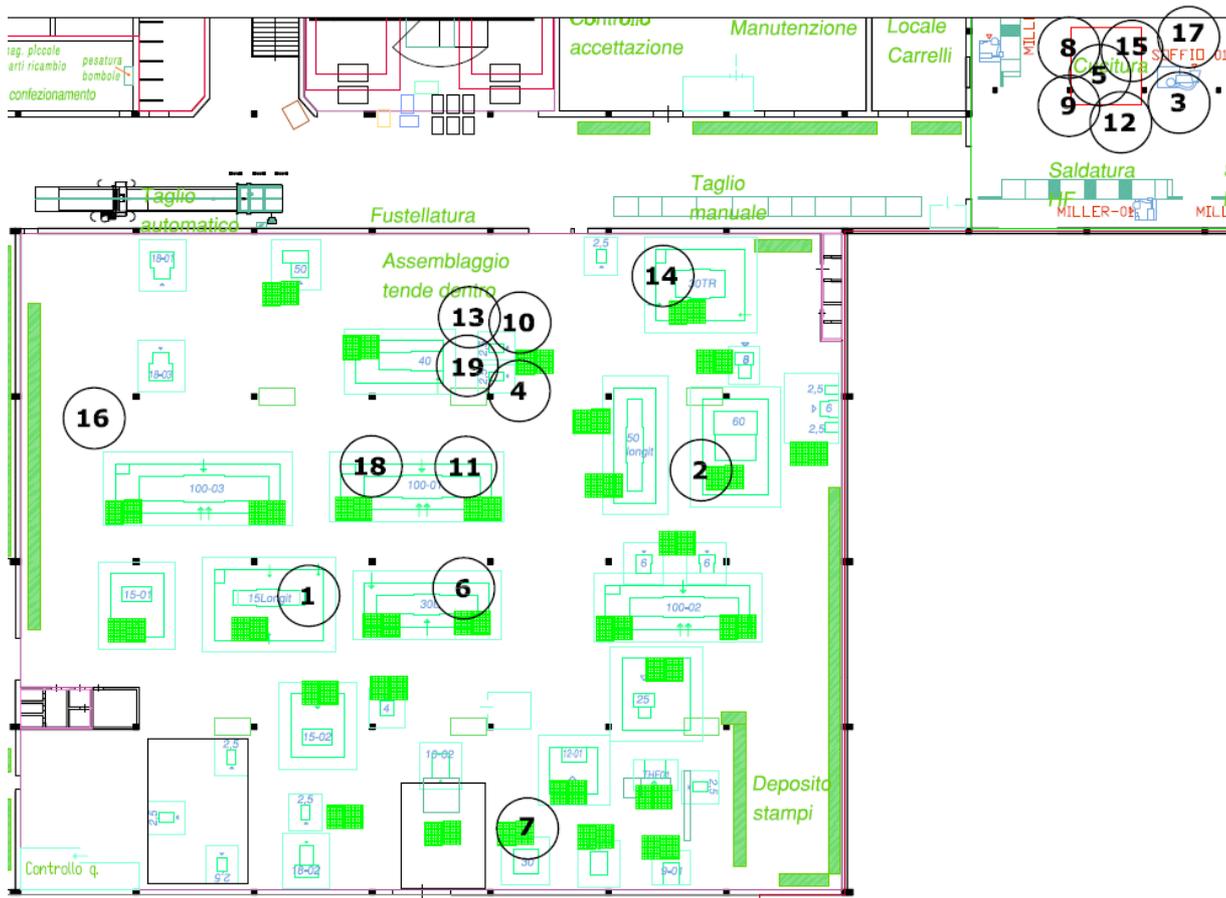


Figura 84 la successione delle operazioni in reparto per la produzione del vano porta

Dalla Figura 84 e dall'analisi delle operazioni si può constatare che ci sono operazioni in sequenza che vengono condotte in macchine vicine tra loro: la 30L (operazione 5: saldatura dei

settori 1, 2sx, 2dx e 3); 100-01 (operazioni 10 e 16: saldatura del lembo di collegamento ai settori già saldati 1, 2dx, 2sx, 3 e successivamente nell’altro vassoio saldatura dei pannelli dx e sx al vano porta). Queste macchine sono vicine tra loro e sono fisse al pavimento in quanto macchine a vassoio. Inoltre si può constatare che molte operazioni (in particolare la 4, la 9, la 12, la 17) avvengono su macchine 2,5, che possono essere facilmente spostate nello stabilimento e portate in prossimità delle macchine in considerazione. Di conseguenza un’idea da prendere in considerazione è quella di allestire una parziale cella vano porta in prossimità di queste macchine.

Con queste considerazioni, è possibile prevedere un progetto di massima per una cella vano porta.

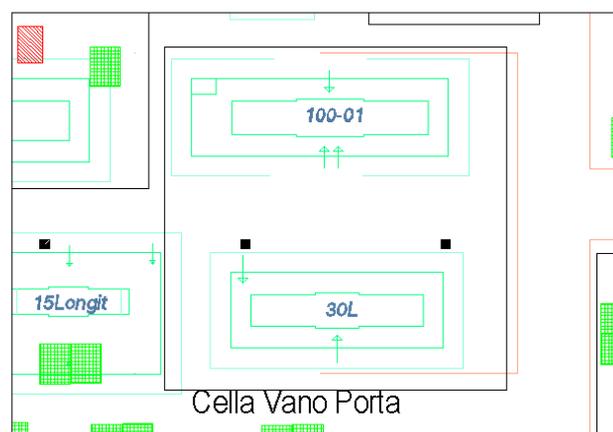


Figura 85 progetto di massima della cella vano porta

4.1.3: le criticità e le operazioni previste

In collaborazione con il caporeparto L. G. si è deciso di analizzare le criticità che riguardano l’implementazione di questa cella di produzione.

1) Per quanto riguarda il problema della cucitura c’è da dire che purtroppo essa allo stato attuale non può essere introdotta all’interno della saldatura, in quanto le macchine ad alta frequenza generano un campo magnetico oscillante che ne compromette il funzionamento. Sono tuttora in corso degli studi per cercare di evitare il problema attraverso delle schermature magnetiche. La decisione provvisoria presa è stata la seguente: nel caso del vano porta la cucitura serve per

fissare le strisce di velcro che in realtà non sono indispensabili, pertanto si condurrà la prova direttamente eliminando la cucitura di tali strisce di velcro.

2) Per implementare efficacemente il concetto di flusso continuo, è necessario trovare il sistema per trasferire il materiale da una lavorazione all'altra, evitando l'uso di carrellisti (che invece devono effettuare le movimentazioni tra la cella e l'esterno). A tale proposito si è pensato a implementare un sistema di rulliere a gravità, oppure di nastri trasportatori. Un punto fondamentale al fine del successo del progetto è progettare accuratamente questo sistema.

3) È necessario definire accuratamente non solo le operazioni da condurre nella cella e fuori dalla cella (al fine di ottenere un bilanciamento dei tempi dei diversi stadi di produzione) ma anche i punti di ingresso e di uscita del materiale, sia dall'esterno alla cella (quindi prevedere una postazione per il pallet con il materiale di ingresso), sia tra gli stadi interni alla cella (quindi valutare il posizionamento dei sistemi di movimentazione, i pallet destinati a ricevere il materiale, infine verificare che non intralcino eventuali attività esterne alla cella, come il transito dei carrelli).

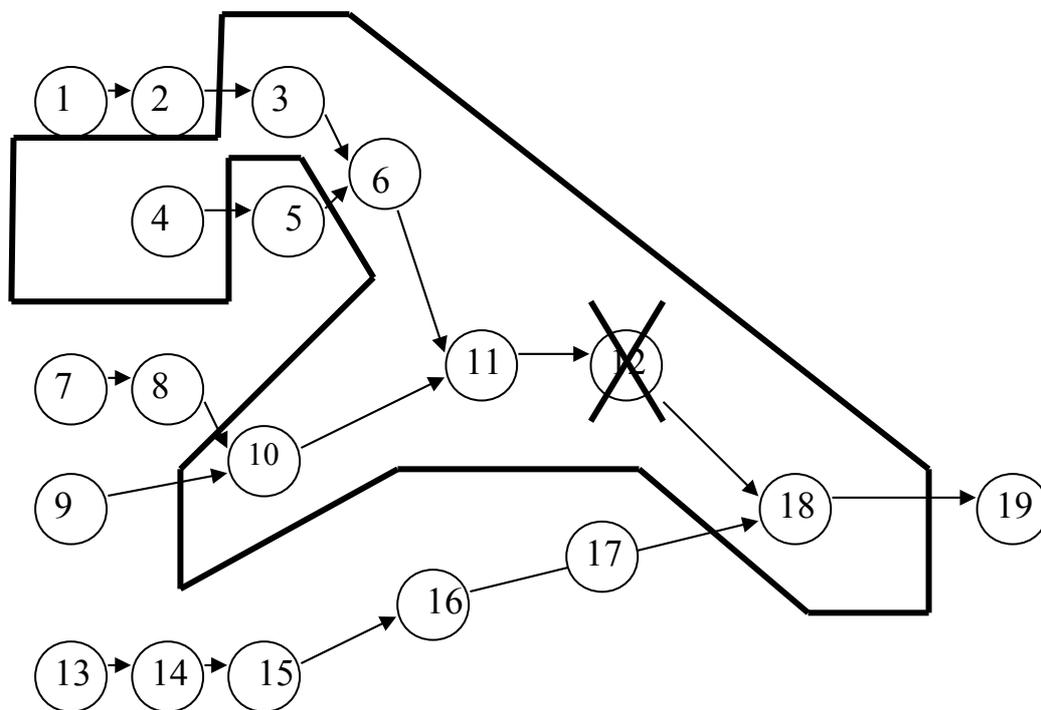


Figura 86 le operazioni che verranno condotte nella cella prevista. Si noti che le operazioni di cucitura sono state eliminate, per i motivi sopraesposti.

Da questa figura si evidenziano le operazioni che verranno condotte nella cella. Ne consegue che la cella dovrà avere quattro input: l'operazione 3 deve ricevere dall'operazione 2 i settori 1 e 1 A saldati insieme e con gli smussi saldati nella Soffio 01, insieme alla minuteria (borchie normali, borchie tagliate, rinforzi); l'operazione 4 deve ricevere i settori 3 direttamente dal reparto di taglio, i soffiotti e la minuteria (rinforzi e bottoni); l'operazione 10 deve ricevere il Lembo di Collegamento non ancora saldato e il settore di base, entrambi accessoriati e cuciti; dall'operazione 17 provengono i pannelli tenda dx e sx dotati di cucitura di preformatura, velcro, chiusura lampo e linguette con fibbia Fastex. Bisogna quindi considerare opportuni ingressi di questi semilavorati, prevedendo gli spazi necessari alle operazioni con carrello per ognuno di questi ingressi.

Si illustra ora nel dettaglio l'analisi dei tempi delle operazioni della cella, con riferimento alle macchine e ai tempi:

- Operazione 4a: saldatura dei rinforzi sul 3

Macchina: 2,5

Tempo totale: **1 minuto**

- Operazione 4b: saldatura dei bottoni ai soffiotti

Macchina: 2,5

Tempo totale: **0.8 minuti**

- Operazione 4c: saldatura dei rinforzi occhiello ai soffiotti

Macchina: 2,5

Tempo totale: **0,7 minuti**

- Operazione 4d: saldare i soffiotti al settore 3

Macchina: 2,5

Tempo totale: **3,5 minuti**

- Operazione 5: saldare insieme i settori 1, 2dx, 2sx, 3

Macchina: 30L

Tempo totale: **4,5 minuti**

- Operazione 9: saldatura a “T” del lembo di collegamento

Macchina: 2,5

Tempo totale: **3,5 minuti**

- Operazione 10: saldare il lembo di collegamento completo ai settori saldati 1 2 3

Macchina 100-01

Tempo totale: **14,3 minuti**

- Operazione 16: saldare i pannelli dx e sx al vano porta

Macchina: 100-01

Tempo totale **12,8 minuti**

Una volta determinati i tempi, è necessario individuare il processo collo di bottiglia, e cercare di dimensionare gli altri stadi di produzione al fine di avere un bilanciamento di tempi. Nel caso in esame il punto critico è sicuramente l’operazione 10 (saldatura del lembo di collegamento ai settori uniti 1 2 3), che impiega più tempo.

4.1.4: Progettazione degli stadi e delle attività nella cella

Dal momento che l’operazione 10 costituisce l’operazione più lunga, essa costituisce da sola uno stadio di produzione. Si dovranno progettare gli altri stadi di produzione al fine di rendere più simili possibile le durate degli stadi.

L’operazione successiva, la 16 (saldatura dei pannelli porta al vano porta) dura anche essa intorno ai 15 minuti (12,8 minuti). A questo punto si rende necessario progettare il primo stadio con alcune delle operazioni rimanenti, al fine di avere una durata simile a quella degli altri stadi.

Con la collaborazione del caporeparto L. G. è stata elaborata la seguente soluzione:

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

operatori sono teoricamente liberi), e il prelievo e ripiegamento del settore appena uscito. Il tempo finora considerato dell’operazione, ovvero 4,5 minuti, si può ripartire in modo più corretto: 1 minuti per la preparazione, 1,5 minuti per la saldatura, 2 minuti per il prelievo e ripiegamento.

In ombra alla saldatura vera e propria l’operatore 1-b esegue l’innesto centrale del settore precedentemente lavorato.

Dal diagramma di Gantt si può vedere la sequenza di operazioni.

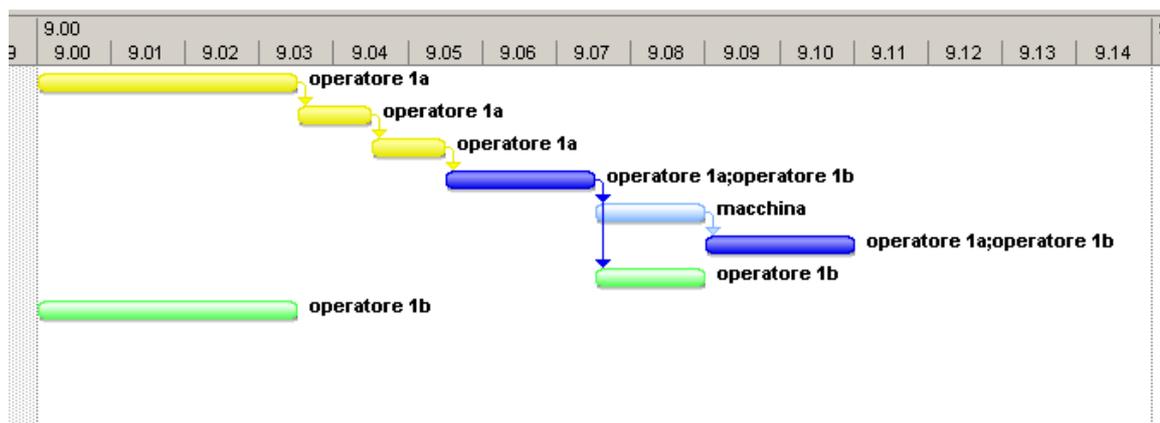
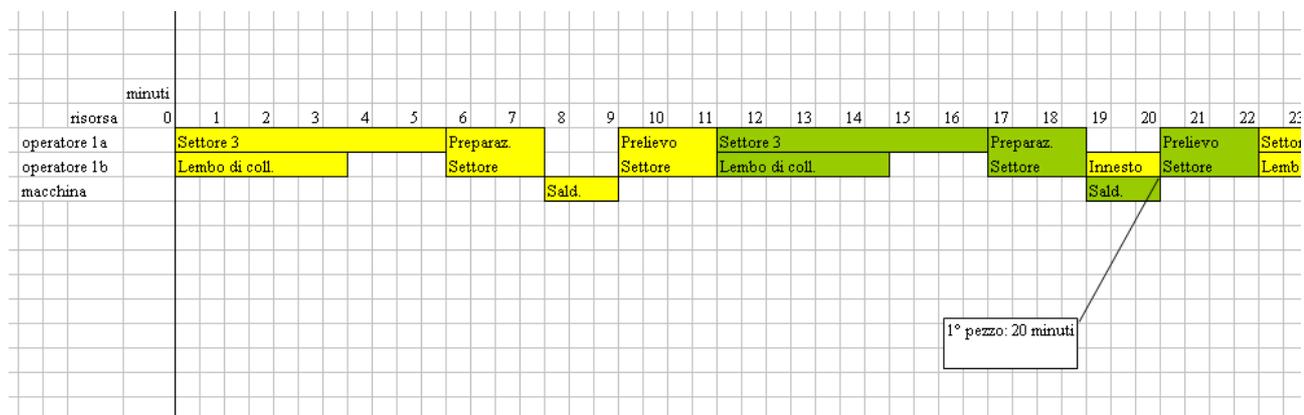


Figura 88 Diagramma di Gantt per le operazioni del primo stadio

Dopo il transitorio in cui l’operatore 1-a esegue le operazioni sul sett. 3, si ha un modulo di regime in cui esce un settore 123 completo ogni 11 minuti circa. Questo si vede facilmente osservando i seguenti diagrammi di Gantt.



Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

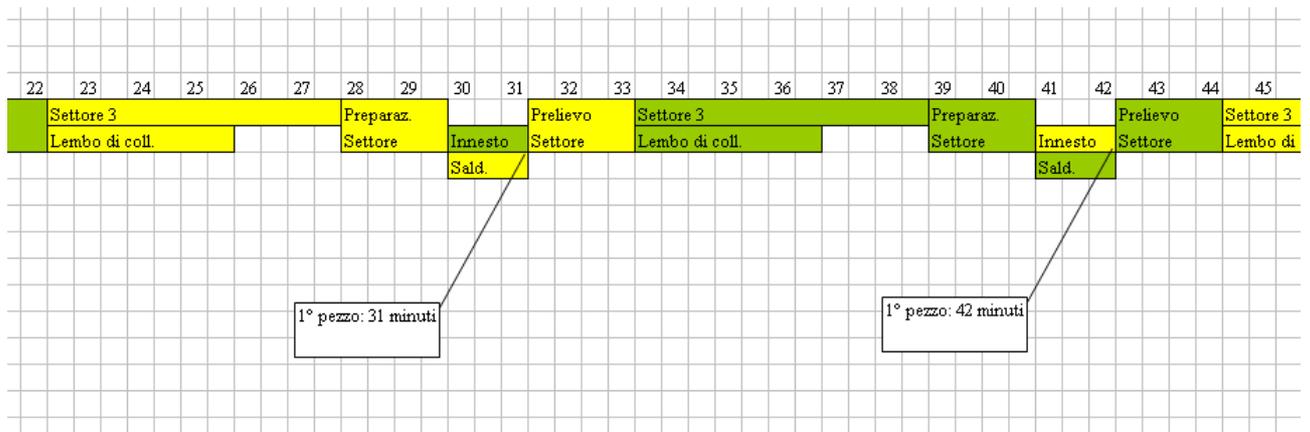


Figura 89 Gantt con le operazioni in sequenza, al fine di vedere il transitorio (fino al minuto 20) e il regime di produzione (dal minuto 20 in poi esce un pezzo ogni 11 minuti)

I settori 123 finiti vengono posti sul sistema di movimentazione insieme al lembo di collegamento, e arrivano al secondo stadio, dove viene saldato il lembo di collegamento. L’operazione dura 14,3 minuti (anche in questo caso si suppone che i primi 4 minuti siano di lavoro degli operatori che pongono i settori sullo stampo, la saldatura in sé dura 5,3 minuti, e le operazioni finali di prelievo e messa sul nastro trasportatore durano 5 minuti). Infine, dopo la seconda rulliera, c’è il terzo stadio, in cui viene affrontata la saldatura dei pannelli. Tale operazione dura circa 12,8 minuti (anche in questo caso si suppone che i primi 3 minuti siano di lavoro degli operatori, la saldatura in sé dura 5,8 minuti, e le operazioni finali di prelievo e messa sul pallet di uscita durano 4 minuti).

Di conseguenza il Gantt complessivo compreso di tutti gli stadi è il seguente:

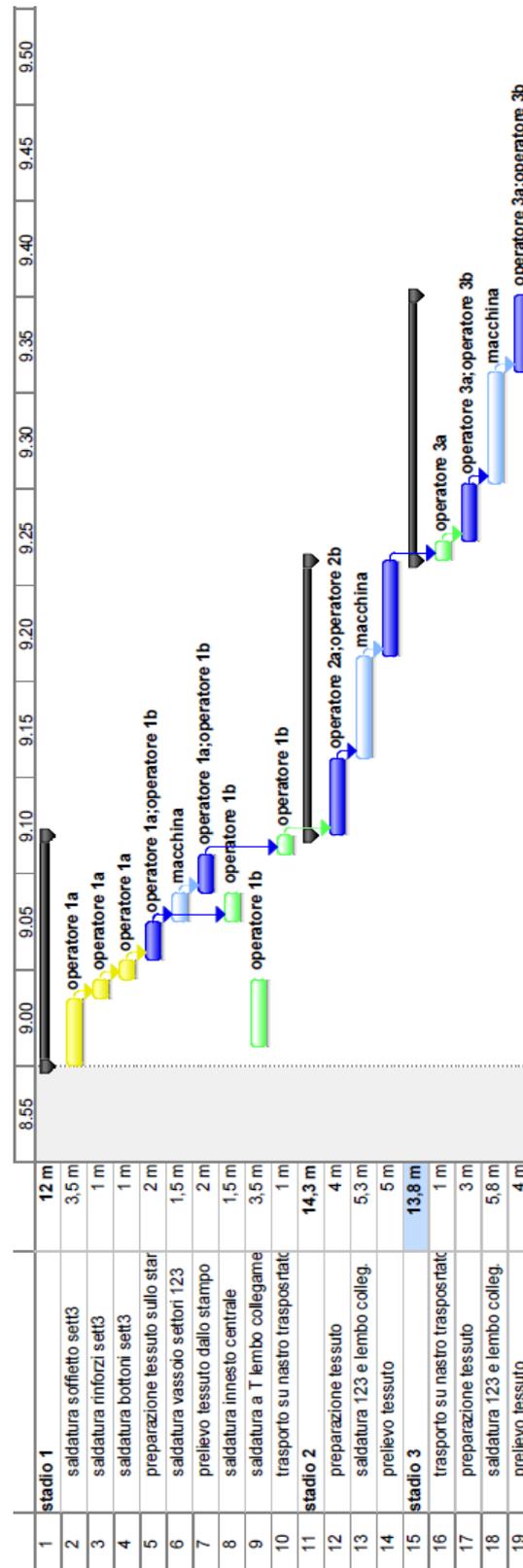


Figura 90 la pianificazione della attività della cella, con la ripartizione in stadi

La tempificazione dei tempi degli stadi dunque è la seguente:

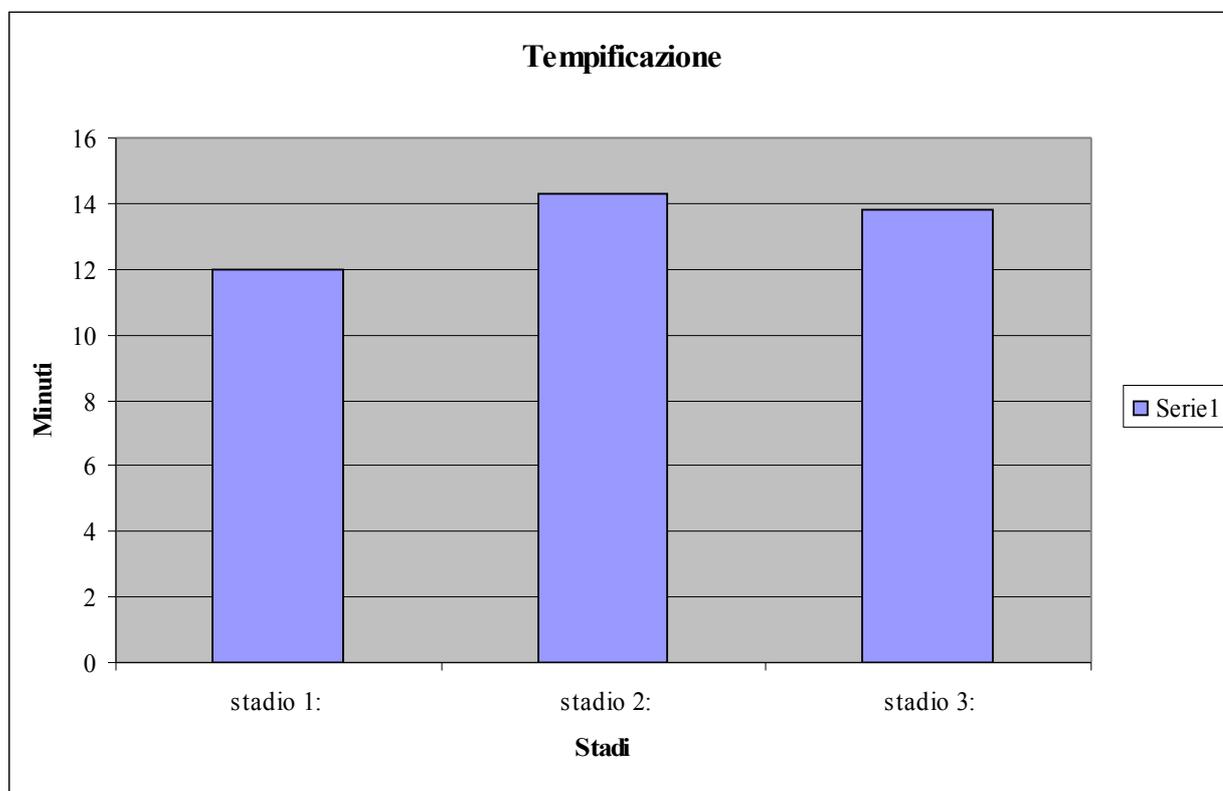


Figura 91 tempificazione degli stadi di produzione

Gli stadi, con questo tipo di progettazione, sono da considerarsi abbastanza bilanciati. Lo stadio leggermente più lungo è il secondo, con 14,3 minuti. Di conseguenza è lecito supporre che i vani porta completi usciranno da tale stadio ogni 14,3 minuti. Si può arrotondare per eccesso e supporre un tempo di uscita di 15 minuti.

4.1.5: Confronto con lo standard attuale

Lo standard attuale della produzione di vani porta prevede una pianificazione di questo tipo.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

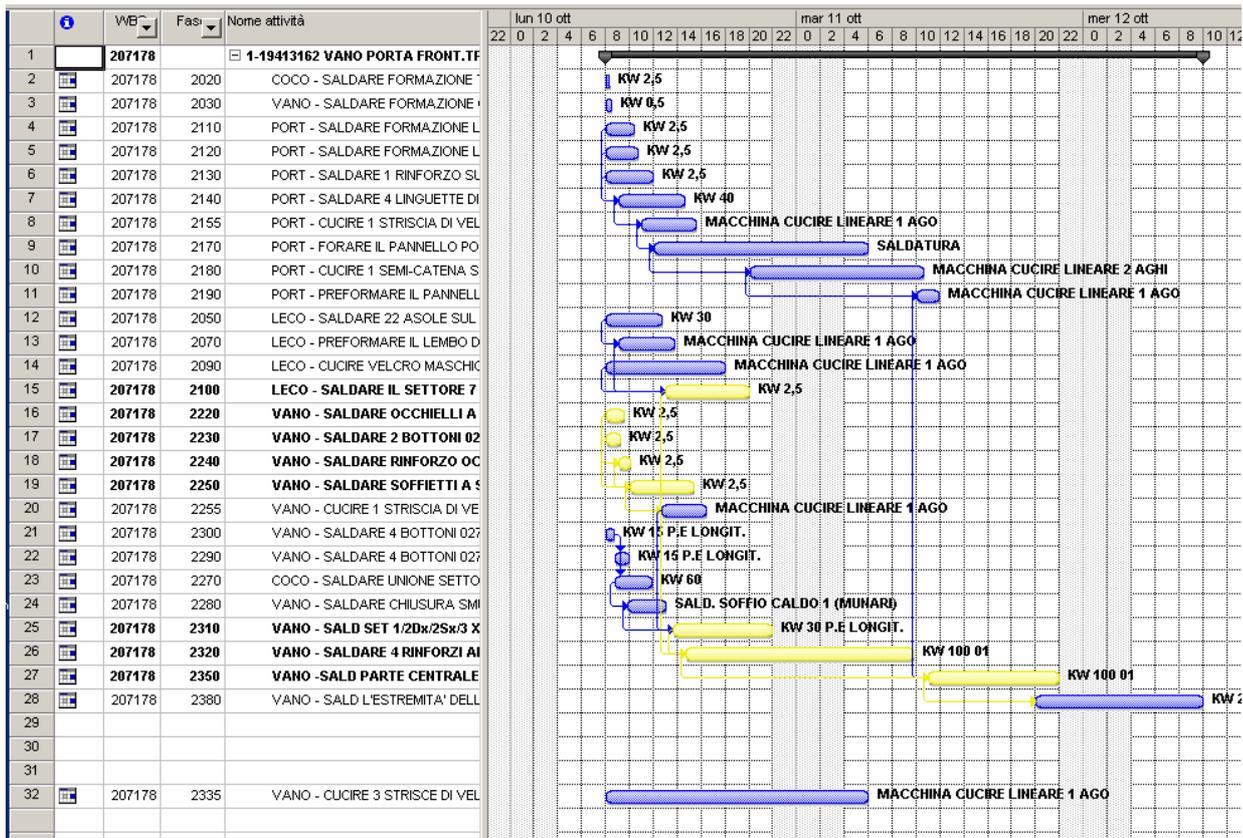


Figura 92 La pianificazione standard per la produzione di un lotto di 84 vani porta (in giallo le operazioni che verranno svolte nella cella)

La pianificazione si basa sulle commesse ricevute, prendendo in considerazione il numero totale di vani porta richiesti per quella commessa. Ogni operazione presente nel relativo foglio di ciclo viene quindi moltiplicata per il numero totale di componenti necessari (ad esempio, se si tratta della saldatura dei bottoni sui soffietti, sono presenti due soffietti per vano porta, di conseguenza se è necessario produrre 50 vani porta, viene pianificata l'operazione di saldare 100 soffietti). Le operazioni così definite vengono posizionate temporalmente in modo tale da rispettare le precedenze (ad esempio una operazione a valle di un'altra viene fatta partire circa un'ora dopo la precedente, di default, in modo tale che l'operazione precedente nel frattempo ha prodotto un numero di pezzi tale da consentire all'operazione a valle una produzione continua; si tratta di decisioni prese dal responsabile della pianificazione, sulla base della sua esperienza).

Questa in figura è una pianificazione standard. Per fare il calcolo preciso sono stati considerati invece i dati consuntivi, relativi ad alcuni Ordini di Produzione recenti. Prima di tutto sono state isolate le operazioni di interesse, che andranno all'interno della cella prevista (evidenziate in giallo nelle figure).

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**



Figura 93 la pianificazione standard per le sole attività previste in cella

scr. C	add	lavor	descr. lavoraz.	descrizione operazione	qtaord	qtaric	qta fase	colpi	T. prev.	T. imp.	ore spes	h. setup	h. E.C.
/2,5	1	LECO	lembo di colleg.	SALDARE IL SETTORE 7 ALLA F	54	54	1	2	3,5	3,71	3,34	0	0
/2,5	1	LECO	lembo di colleg.	SALDARE IL SETTORE 7 ALLA F	36	36	1	2	3,5	3,72	2,23	0	0
/2,5	1	LECO	lembo di colleg.	SALDARE IL SETTORE 7 ALLA F	10	10	1	2	3,5	3,72	0,62	0	0
/2,5	1	LECO	lembo di colleg.	SALDARE IL SETTORE 7 ALLA F	26	21	1	2	3,5	3,71	1,3	0	0

Figura 94 consuntivo di una operazione (saldatura a T del lembo di collegamento). Cerchiati i dati di interesse: la quantità di output prodotta, le ore spese per quella quantità, gli operatori che hanno lavorato durante quelle ore. Si hanno 4 righe perché nell’ordine di vendita c’erano 4 modelli diversi, di conseguenza nel database si trovano accorpate i 4 Ordini di Produzione.

Per calcolare il costo della manodopera diretta per queste operazioni, si esegue il calcolo della somma delle ore di manodopera diretta. In figura si vede il consuntivo di una operazione (nella fattispecie si tratta della saldatura a T del lembo di collegamento). Si prende la durata di ciascuna operazione, e si moltiplica per gli operatori necessari in quell’attività. La somma di queste ore, sono le ore-uomo totali per produrre il numero di vani porta totali richiesti nell’Ordine di Produzione (nel caso in figura, sono stati prodotti 54 vani porta). Dividendo per 54 si ottengono le ore di manodopera diretta necessarie per produrre il vano porta.

Questo calcolo è stato svolto per tutti e 4 gli Ordini di Produzione visualizzati, ed il risultato è stato pressoché identico: 2 ore e mezzo di manodopera diretta per produrre un vano porta.

ORE OPERATORE per singolo output	2,503889
	2,504167
	2,503
	2,504286

Figura 95 il risultato del calcolo per le ore di manodopera diretta per singolo vano porta (e in merito alle sole operazioni previste in cella)

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

Nella futura cella invece la pianificazione (come già visto in Figura 90) prevede che esca un pezzo ogni 15 minuti (0,25 ore). Considerando che lavorano 6 operatori, si ottiene che le ore di manodopera per creare un vano porta è $0,25 * 6 = 1,5$ ore. Ne consegue che si ha un risparmio di 1 ora di manodopera ogni vano porta.

Considerando che nell'ultimo anno sono stati prodotti circa 2200 porte, il risparmio annuo può essere calcolato come segue: $2200 * 1 \text{ ora} * 16,80 \text{ €} = 36.960 \text{ €}$ quindi circa 37 mila euro di risparmio annuale.

4.1.6: I costi del progetto

Gli unici costi “vivi” imputabili alla creazione della cella riguardano l'acquisto dei due nastri trasportatori che collegano gli stadi.

A questo proposito è stato fatto un preventivo in collaborazione con la ditta Bonechi s.r.l. a partire dalle dimensioni del tessuto rimpiegato. È stato quindi preso il pezzo più grande (ovvero il pezzo che esce dal secondo stadio, settori 1, 2, 3, e lembo di collegamento). Con l'aiuto di una operatrice esperta dei processi produttivi è stato rimpiegato il settore, e ne sono state prese le dimensioni e il peso.

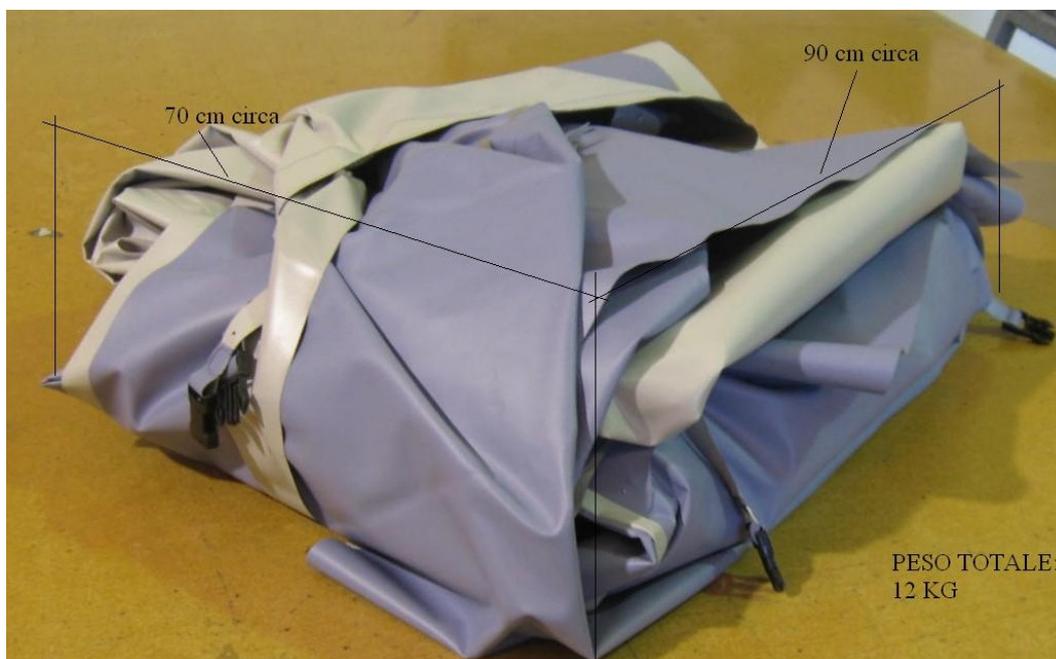


Figura 96 dimensioni del pezzo da movimentare con i nastri

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali*
Secondo la Logica “Lean”

Di conseguenza si prevedono due nastri trasportatori larghi circa 80 cm, uno lungo 660cm (passaggio tra primo e secondo stadio) e l'altro lungo 850cm (passaggio tra secondo e terzo stadio). Dal momento che si tratta di tessuti, si prevede anche l'istallazione di una protezione ai lati del nastro, per evitare che il nastro si apra nel percorso.

Il funzionamento previsto è il seguente: una volta pronto il pezzo, viene messo sul nastro, e viene premuto il pulsante d'alimentazione. Quando il pezzo arriva in fondo, passa davanti a un sensore di prossimità ad infrarossi che interrompe l'alimentazione. Quindi la logica è molto semplice: sono sufficienti due interruttori, uno manuale per l'avviamento, e l'altro comandato dal sensore per lo spegnimento del motore. Tale funzionamento implica che ci sarà al massimo un pezzo sul nastro.

Infine si è decisa la potenza del motore dei nastri. Si considera che tale potenza influisce sulla velocità con cui si muoveranno i pezzi sul nastro. Si usa, infatti, questa formula:

$$W = \frac{P \cdot g \cdot V \cdot \lambda}{\eta}$$

Il termine P è il peso che grava sul rullo motore (in kilogrammi) ed è composto da tre componenti: peso dei rulli di sostegno, peso del nastro, peso del materiale trasportato. In prima approssimazione, considerando che il pezzo pesa circa 12 kg, si approssima per eccesso per tenere conto degli altri due componenti, e si pone un valore di circa 15 kg.

Il termine g è l'accelerazione di gravità, e serve a passare dai kilogrammi ai Newton, per avere il valore di forza-peso.

Il termine λ indica il coefficiente d'attrito, per avere la forza effettivamente applicata ai rulli.

Il termine V indica la velocità, in modo tale da ottenere la potenza teoricamente sufficiente (sapendo che potenza = forza * velocità).

Il termine η indica il rendimento del sistema.

Considerando che verrà trasportato solo un pezzo per volta, e che si ritiene sufficiente una velocità di mezzo metro al secondo, si ottiene che la potenza sufficiente è:

$$W = \frac{15 \text{ kg} \cdot 9,807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,7}{0,8} = 64,3 \text{ W}$$

Di conseguenza si sceglie, tra le potenze disponibili a catalogo, il motore dalla potenza che si avvicina di più a questa potenza soglia calcolata.

Il costo preventivato per questi due nastri trasportatori sono: 7.020 € per il nastro da 660 cm; 8.200 € per quello da 850 cm. In totale 15.220 €.

4.2: Modifiche alla Revisione e Confezionamento Zattere

È stato scelto il progetto di modifica per la revisione in quanto si ritiene che sia uno dei processi con migliori margini di miglioramento. Ciò è dovuto principalmente al fatto che le zattere vengono ricevute al magazzino, quindi lontano dalla zona in cui vengono effettivamente smistate e revisionate, con aggravio di operazioni per i magazzinieri. Si suppone quindi che la creazione di un centro ricezione e spedizione apposito per le zattere sia l'ideale sia per ridurre il tempo di attraversamento zattere, sia per ridurre la manodopera di movimentazione per la ricezione e spedizione, anche grazie all'uso del carroponte.

4.2.1: Valutazione economica dell'utilizzo del centro ricezione spedizione, e dell'estensione del paranco

Per valutare l'utilità di questi due interventi, sono state valutate le ore di lavoro a consuntivo per quanto riguarda le operazioni di ricezione e spedizione zattere. Nel sistema informativo aziendale è presente la lista di operatori coinvolti in questi processi, nonché le relative ore di lavoro. Fatta eccezione per le due impiegate che svolgono le gestioni del flusso fisico e dei documenti delle zattere in ingresso e in uscita, tutte le altre ore considerate nel database sono ore di manodopera utilizzata nella movimentazione fisica delle zattere in ingresso e uscita dal reparto.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

nome	Dati	Totale			
405	Somma di orelav	1127,84			ore operatore
	Somma di eccosto	1,5			
944	Somma di orelav	32,24			1051,05
	Somma di eccosto	0			
2416	Somma di orelav	4,5			
	Somma di eccosto	0			
2498	Somma di orelav	0			
	Somma di eccosto	1,5			
2837	Somma di orelav	0			
	Somma di eccosto	7,75			
3129	Somma di orelav	12,5			
	Somma di eccosto	0			
3318	Somma di orelav	20,5			
	Somma di eccosto	0			
3325	Somma di orelav	14,91			
	Somma di eccosto	0			
3352	Somma di orelav	540,17			
	Somma di eccosto	0			
3362	Somma di orelav	0			
	Somma di eccosto	1			
3363	Somma di orelav	1			
	Somma di eccosto	0			

Figura 97 estratto del consuntivo delle ore di manodopera per la ricezione zattere. A destra le ore totali di manodopera per la movimentazione materiale delle zattere

nome	Dati	Totale			
405	Somma di orelav	49			ore operatore
	Somma di eccosto	0			447,67
944	Somma di orelav	1019,68			
	Somma di eccosto	0			
2075	Somma di orelav	0,75			
	Somma di eccosto	0			ORE TOTALI OPERATORE
2274	Somma di orelav	4			1498,72
	Somma di eccosto	0			
2416	Somma di orelav	32			
	Somma di eccosto	0			
2498	Somma di orelav	6,25			ORE PREVISTE OPERATORE
	Somma di eccosto	0			1120
2836	Somma di orelav	4,08			
	Somma di eccosto	0			
2837	Somma di orelav	4			
	Somma di eccosto	0			
3129	Somma di orelav	18,5			
	Somma di eccosto	0			
3318	Somma di orelav	0,5			
	Somma di eccosto	0			
3319	Somma di orelav	8,5			
	Somma di eccosto	0			
3326	Somma di orelav	1,5			
	Somma di eccosto	0			
3341	Somma di orelav	3,5			
	Somma di eccosto	0			
3342	Somma di orelav	7,83			
	Somma di eccosto	0			
3352	Somma di orelav	10			
	Somma di eccosto	0			

Figura 98 estratto del consuntivo di ore di manodopera coinvolta nei processi di spedizione zattere, con i risultati del calcolo finale (a destra).

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

Facendo la somma delle ore di manodopera spese in movimentazione di zattere tra spedizioni e ricezioni, si ha il totale di 1498 ore, come visibile in figura.

Non solo, ma dal momento che le zattere arrivano dalla zona di scarico del magazzino, anche parte del lavoro dei magazzinieri è coinvolto nel processo di ricezione e spedizione.

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO
RITIRO E CONSEGNA MATERIALE PER LE REVISIONI	27,00	87,00	116,50	151,5	160

GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	TOTALE
174	82	22,5	9,5	22,50	26,00	42,50	921,00
							1498,00
							2419,00

Figura 99 Le ore dei magazzinieri, dedicate a ritiro e consegna zattere da revisionare.

L’ammontare totale di ore attualmente speso per la movimentazione zattere in revisione è quindi la somma di queste due componenti (ore dei magazzinieri e ore degli operatori del confezionamento): $921 + 1498 = 2419$ ore l’anno.

Creando il centro apposito nei pressi del confezionamento, e mettendo a disposizione il paranco anche nelle fasi di ricezione e spedizione, è ragionevole supporre che a fare queste operazioni di movimentazioni sia un solo operatore, che lavora le prime quattro ore per la ricezione, e le altre 4 ore di lavoro al giorno per la spedizione. Questo operatore si suppone che sarà impiegato solo nei mesi da gennaio a luglio (che sono le ore di maggiore intensità di lavoro per il reparto zattere). Di conseguenza questo operatore lavora per un totale di $8 \text{ ore al giorno} * 20 \text{ giorni al mese} * 7 \text{ mesi} = 1120$ ore annuali.

Il risparmio di manodopera previsto quindi è:

$$(2419 - 1120) \text{ ore} * 16,80 \text{ €/ora} = 21.823 \text{ €}$$

Circa 22 mila euro di risparmio annuale.

4.2.2: I costi

Si passa ora all’implementazione di queste due migliorie, in termini di re-layout. Il punto di partenza dell’analisi è sulle opzioni di localizzazione del centro spedizione/ricezione nel reparto di confezionamento attuale anziché nel confezionamento previsto nell’ala nord est. Per decidere l’idea migliore sono stati dapprima considerati i possibili ingressi al reparto. In particolare si prospettavano due soluzioni principali: ingresso dalla porta sud, o ingresso da una delle porta del lato ovest.

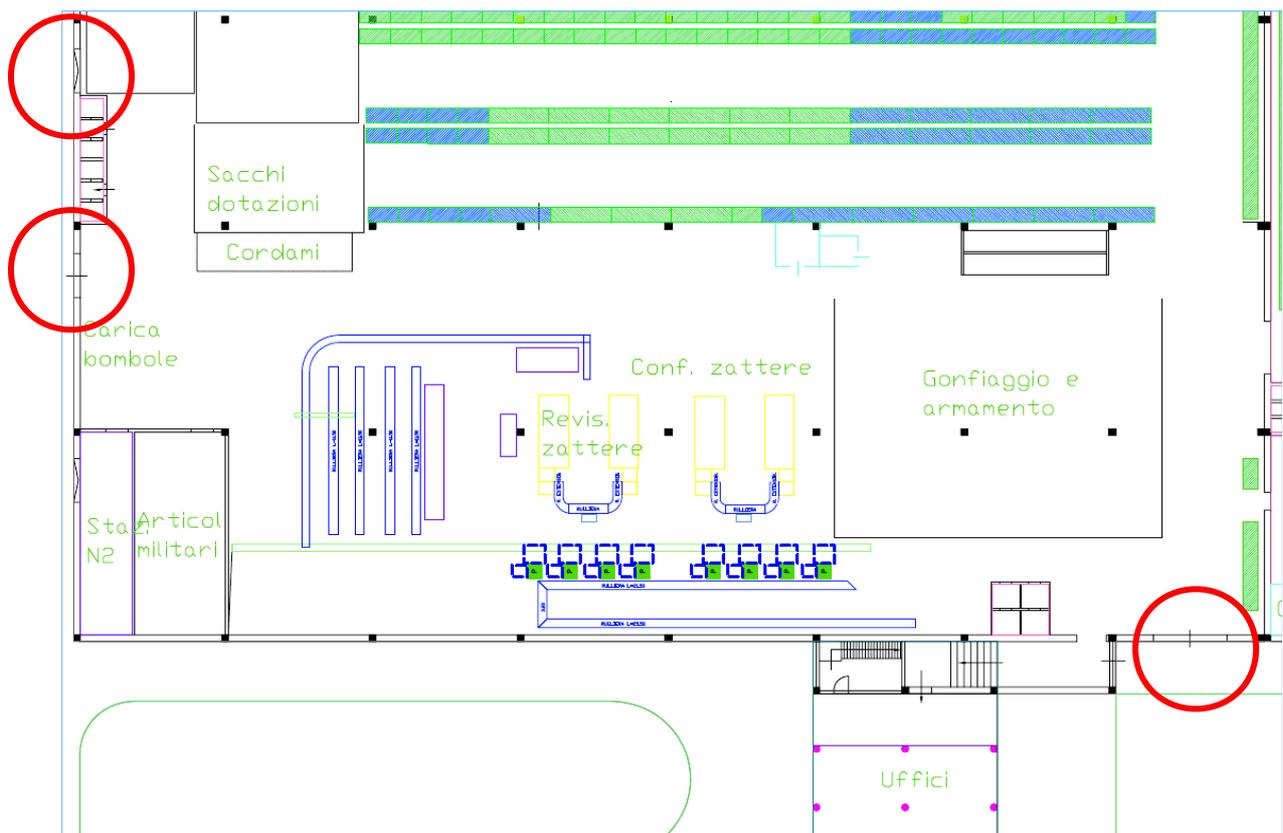


Figura 100 I possibili ingressi per allestire il centro invio e ricezione zattere nel confezionamento attuale

In entrambi i casi sono sicuramente necessari dei lavori stradali. Nel caso di utilizzo della porta sud, bisogna sicuramente prevedere la creazione di un apposita piazzola stradale, da progettare

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

sulla base delle manovre necessarie per un mezzo pesante. È stata quindi fatta una bozza per questo spiazzo, e ne è stata calcolata l’area, in modo da avere una stima del costo (sapendo che ogni metro quadro di asfalto costa intorno ai 70 €).

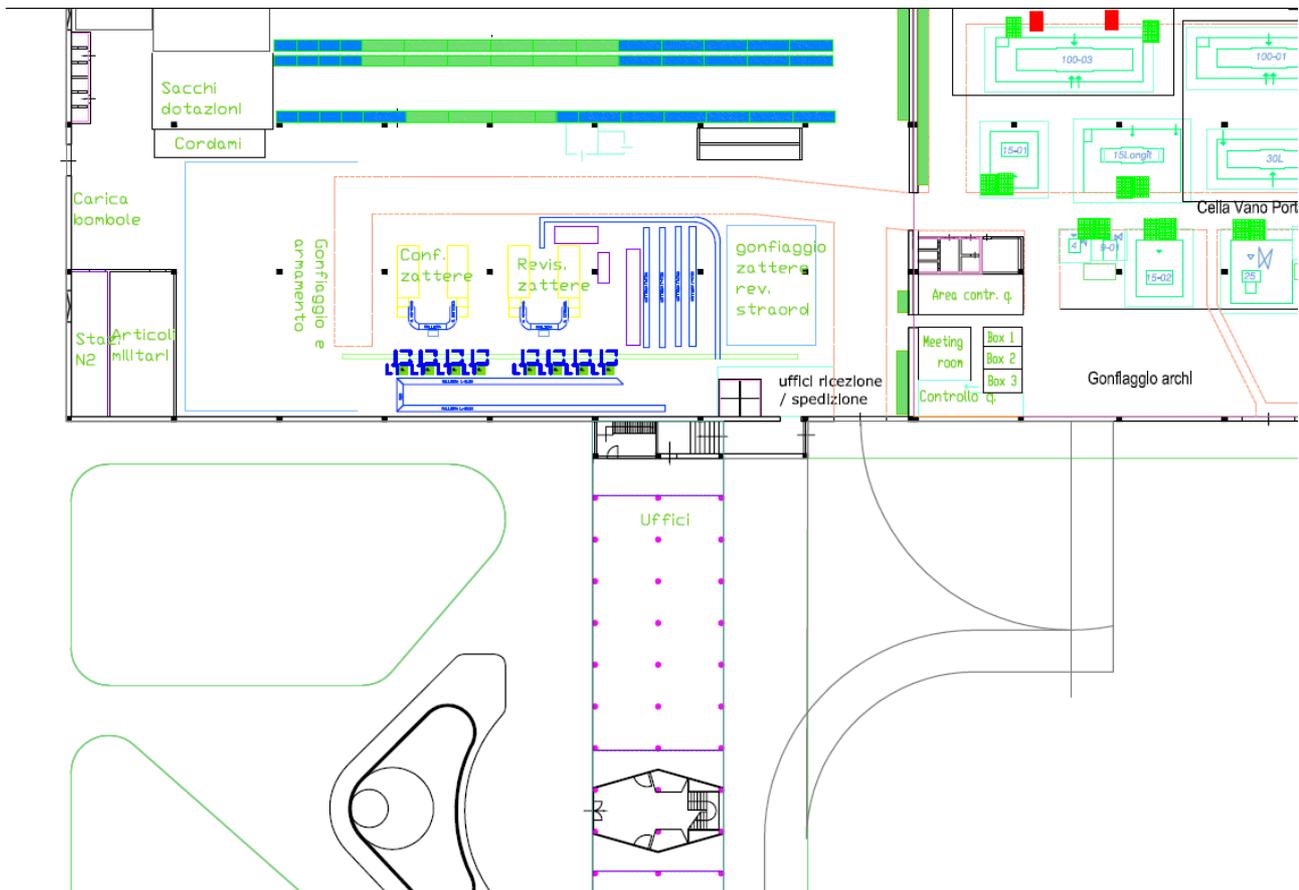


Figura 101 Ipotesi porta sud: piazzola stradale e relativo re-layout.

L’area da asfaltare è di circa 752 metri quadrati, per un costo che si aggira intorno ai 55 mila euro.

L’opzione zona ovest invece è da ritenersi più convincente, in quanto basterebbe creare una strada accessoria accanto alla strada attuale, con un costo sicuramente più basso rispetto alla creazione di un grande spiazzo.

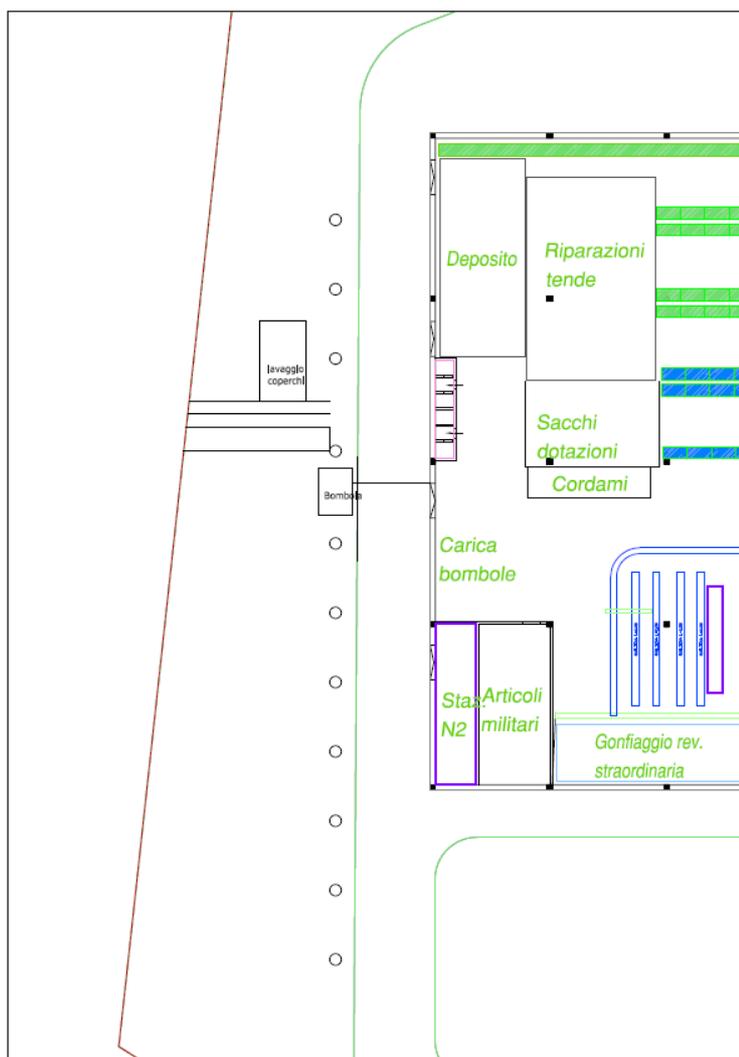


Figura 102 la zona ovest, con la strada attuale, e il prato su cui dovrà sorgere la strada accessoria. Si dovrà tenere conto della presenza degli alberi, della bombola e della zona di lavaggio coperchi (quest'ultima comunque può essere facilmente spostata, al contrario del resto).

Si stima che questa strada avrà una lunghezza di circa 30 metri, per circa 6 metri di larghezza si ottiene una superficie di 180 metri quadrati, che sicuramente è meno onerosa rispetto all'altra soluzione.

Sono state elaborate due soluzioni di strada accessoria, e sono state sottoposte ad alcune società di lavori stradali, per avere un preventivo per ciascuna delle due. Nel fare ciò è stato considerato che le zattere vengono portate sia dai corrieri (è il caso di zattere professionali) sia dagli stessi clienti (nel caso del diporto privato). Quindi è necessario considerare i due tipi di consegna.

Nella prima opzione (a sinistra) il furgone dei corrieri si ferma nella zona rettangolare indicata, e la movimentazione con carrelli avviene attraverso la seconda porta, mentre i clienti parcheggiano

e consegnano la zattera davanti alla prima porta. Nella seconda opzione (a destra) le zattere dei corrieri vengono movimentate tramite la prima porta, mentre i clienti consegnano dalla seconda porta.

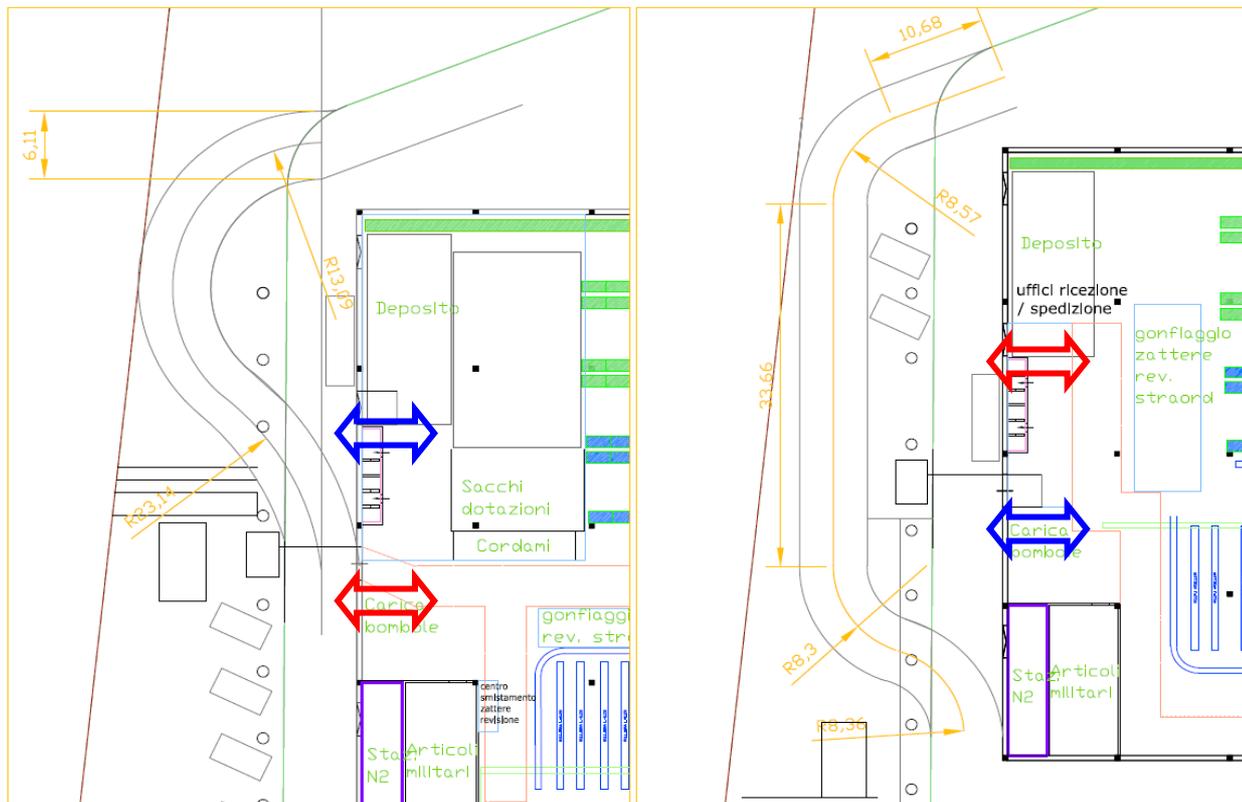


Figura 103 le due opzioni di strada accessoria. In rosso la consegna dei clienti. In blu la consegna dei corrieri.

Dopo i sopralluoghi con i fornitori, ci si è resi conto che la prima soluzione, che si supposeva essere la più economica, in realtà costa praticamente quanto la seconda. Il motivo risiede principalmente nel taglio dei pini, che nella seconda soluzione può essere completamente evitato, mentre nella prima no. Inoltre la seconda soluzione si suppone che consenta una miglior viabilità e una migliore sicurezza per le persone presenti nel posto. Il costo della strada si aggira attorno ai 23 mila euro.

Una volta decisa la soluzione migliore per il centro ricezione / spedizione, si sviluppa il resto del layout di conseguenza. Anche in questo caso sono state valutate due ipotesi.

**Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”**

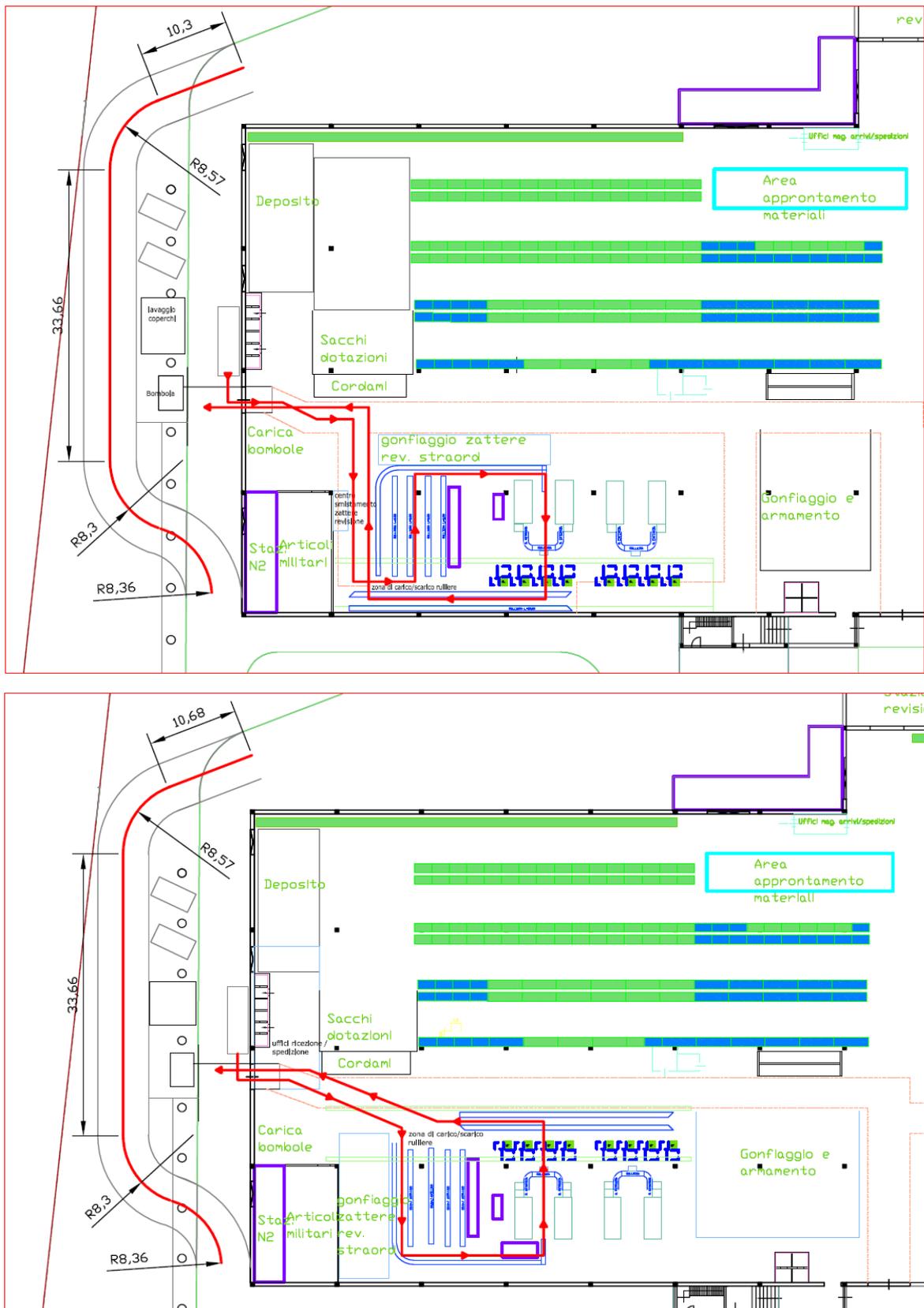


Figura 104 Le due opzioni di layout confezionamento zattere

Gionata Prinzo – Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”

La prima delle due opzioni è stata elaborata cercando di spostare meno elementi possibile, al fine di contenere i costi per l'esecuzione. La seconda invece è mirata alla minimizzazione del flusso (evidenziato dal percorso in rosso) ottenuta spostando le rulliere in uscita e le presse sul lato superiore del reparto, per avere un flusso di materiale nel senso opposto. Si riporta la stima dei costi per l'esecuzione dei due layout. Si può constatare che il secondo layout non è molto più costoso del precedente.

Layout 1		Layout 2	
allestimento ufficio porta ovest	5000	allestimento ufficio porta ovest	5000
spostamento gonfiaggio rev. Straordinaria (modifica imp. Idraulico)	800	modifica gonfiaggio rev. Straord. (modifica imp. Idraulico)	400
spostamento rulliera in uscita	3 op * 0,5 h * 16,80 € = 25,2 €	spostamento presse/rulliera in uscita (modifica imp. Idraulico)	200
creazione linea aggiuntiva e traversa paranco	8000	spostamento linea e creazione linea aggiuntiva e traversa	8500
spostamento merci in deposito zona nord ovest	3 op * 3h * 16,80 € = 151,2 €	spostamento merci in deposito zona nord est	3 op * 3h * 16,80 € = 151,2 €
creazione strada supplementare	23000	creazione strada supplementare	23000
		spostamento rulliere di ingresso	3op * 1h * 16,80 = 50,4 €
		spostamento tavoli	200
	36976,4 €		37501,6 €

Capitolo 5: *Conclusioni*

5.1: *I risultati principali ottenuti*

Come riepilogo si riportano in breve i risultati ottenuti in termini di stime di costi e benefici, sia per il macro progetto di ottimizzazione, sia per i due case-study di dettaglio.

- Per quanto riguarda il macro progetto si ha un beneficio totale annuale di **96.768 €** a fronte di una spesa di **238.766 €**
- Per quanto riguarda i due progetti di dettaglio, si ha un risparmio totale annuale stimato di c.a. 36.960 € + 21.823 € = **58.783 €** a fronte di una spesa di c.a. 15.220 € + 37.500 € = **52.720 €**

Si intende fare un confronto dei risultati stimati rispetto agli obiettivi prefissati a inizio stage.

- Ridurre l'entità dei **lotti di produzione** attraverso l'implementazione dei concetti di **flusso continuo**:

Questo obiettivo verrà raggiunto con l'implementazione di tutte le celle previste. La creazione delle celle permette di ridurre il transitorio, e avere i prodotti finiti non tutti insieme alla fine dell'ultima lavorazione, ma in maniera più distribuita nel tempo. Questo particolare aspetto comporta aumento di flessibilità di produzione.

- Ridurre la lunghezza delle **movimentazioni con carrello**, cercando di implementare **delle celle di lavorazione a flusso continuo, quindi di fatto eliminando le movimentazioni con carrelli all'interno delle celle.**

Come dimostrato con la redazione del calcolo dei percorsi, la creazione di celle consente una riduzione delle movimentazioni di oltre il 50%. Ad esempio, il tempo di movimentazione attuale per singola tenda è di 1606 secondi, mentre nel layout per celle è stimato intorno ai 786 secondi. Non solo ma tale vantaggio si ottiene anche con il progetto per le revisioni zattere, e la riduzione del percorso di movimentazione.

- Ridurre il **numero di carrelli** impiegati nello stabilimento.

Con l’implementazione delle celle, la modifica del reparto confezionamento zattere e la riduzione del 50% delle movimentazioni è ragionevole supporre di poter eliminare un carrello dal parco carrelli.

- Ridurre il **lead time di produzione**, con conseguente aumento di produttività e riduzione di manodopera diretta.

L’analisi della cella vano porta ha dimostrato che la produzione per celle risulta più efficiente, a causa della maggior produttività e la conseguente riduzione della manodopera diretta. Il risparmio stimato è di un’ora di manodopera per ogni pezzo finito. Ad esso sono da aggiungersi risparmio per eliminazione di scorte interoperazionali, e riduzione dei trasporti.

- Ridurre le ore-uomo, e quindi il **numero di operatori** impiegati.

La diminuzione delle ore di manodopera con l’allestimento del centro ricezione/spedizione al reparto di confezionamento zattere, e l’implementazione delle celle, consente di ridurre molto la manodopera richiesta per la produzione. Se la stima del progetto generale è esatta, è possibile eliminare circa 3 operatori, per un risparmio di circa 97 mila euro l’anno.

5.2: Sviluppi per il futuro: il proseguimento del progetto

L'azienda ha accolto favorevolmente la redazione dei progetti illustrati, prevedendo di partire con i lavori di ristrutturazione il prossimo anno solare (2012). L'analisi svolta sulle tematiche della produzione servirà anche ad arricchire il bagaglio culturale dell'azienda a riguardo, incoraggiando ulteriori analisi e nuove soluzioni per l'azienda.

Inoltre l'analisi ha messo in luce molti altri problemi accessori come ad esempio: la tracciabilità delle zattere in revisione, che ha dato origine all'idea di implementare un sistema di codifica per mezzo di codici a barre (a questo proposito è stato formato il team aziendale responsabile per la creazione di tale progetto); la schermatura delle macchine (sono stati avviati degli esperimenti su delle macchine, ed alcune sono state schermate con successo); la riprogettazione di alcuni aspetti di gestione per la qualità (è stato messa a punto in maniera più precisa la documentazione per lo sviluppo nuovi prodotti, al fine di rendere tale processo più coeso con la fase di industrializzazione).

Bibliografia

- M. Rother, R. Harris. *Creating Continuous Flow*. Lean Enterprise Institute (2001).
- L. Bonechi, G. Carmignani, R. Mirandola. *La Gestione della Qualità nelle Organizzazioni*. Ed. Plus (2006).
- UNI 8544: Saldatura ad alta frequenza.
- M. L. George. *Lean Six-Sigma*. McGraw-Hill (1996).
- M. Chiavaccini, P. Pratali. *Gestione dei Processi Aziendali*. FrancoAngeli (1999).
- G. Dini. *Gestione Integrata della Produzione*. TEP Pisa (2006).
- Survitec Group. *Continuous Improvement Guidebook*.
- G. Andriano. *Produzione Logistica*. FrancoAngeli (2000).
- M. Braglia. *Impianti Industriali*. Ed. Bargagli (1997)
- Manuali Eurovinil.
- G. Prinzo, G. Fantoni, F. Failli. *L'Analisi Funzionale e la Mappatura dei Processi Tecnologici*. Tesi (2009)
- G. Taguchi. *Taguchi Methods*. (1986).

Ringraziamenti

Il percorso di tesi è stato lungo e travagliato. Del resto tutti i percorsi di tesi sono lunghi e travagliati, ma sicuramente il mio è sopra la media.

Anzitutto ringrazio il Professore Ing. G. Dini, che mi ha assolutamente appoggiato in un percorso che probabilmente si sapeva già che sarebbe stato atipico. Aveva tutti i diritti per rinunciare a seguire questo lavoro. E avrebbe anche avuto ragione. Ma non l’ha fatto. Ha compreso la situazione, ha avuto fiducia in me, e ha deciso di seguirmi. Ha anche trovato il tempo di venire a vedere l’azienda qui a Grosseto. Il suo riferimento è stato fondamentale, e per questo gli porgo il ringraziamento più sentito.

Ringrazio l’ingegner Greco, che mi ha affidato un lavoro importante per l’azienda, dimostrando di avere fiducia nei miei mezzi e nelle mie competenze.

Ringrazio anche il Prof. Ing. M. Braglia, perché se uno studente ha bisogno di un consiglio, lui c’è sempre. Purtroppo si è trasferito a un altro corso di laurea. Sono sicuro che lascerà un enorme vuoto nel nostro, difficilmente colmabile.

Ringrazio ovviamente i miei genitori, che hanno dovuto sopportare la mia alienazione quando ogni giorno tornavo a casa demoralizzato. Non deve essere stato facile trovare il modo di farmi mangiare. Per questo sono stati bravissimi e li ringrazio con grande affetto.

Ringrazio come al solito i pilastri delle mie amicizie: Valeria e Leonardo (perché sicuramente mi hanno capito) Claudio Di Monaco (perché sarà pure un laureato con lode, ma rimane sostanzialmente un demente imbecille), Marco Enzo Venturini (senza la cui “vacanza uomini” non avrei retto lo stress), Vincenza De Marco (senza il cui nobile sostegno morale, e di appunti, non ce l’avrei mai, mai, ma proprio mai, fatta).

Ringrazio assolutamente i colleghi del lavoro. Non solo persone competenti, ma anche validi sostegni morali, con cui ho instaurato qualcosa di più che un semplice rapporto stagista-impiegato. Alla fine per molti versi siamo stati un vero gruppo, un gruppo di amici, con cui festeggiare ai successi, e su cui contare quando la situazione precipita. Ringrazio quindi i miei colleghi d’ufficio: l’uomo dei cicli dalla saggezza lavorativa immensa Emiliano Beffardi, l’uomo degli stampi dall’ironia satirica dissacrante Federico Franci. Ringrazio il vero progettista capo delle tende Ing. Domenico Lombardo, la donna delle distinte base Elena Bertaccini (il nostro bersaglio preferito di prese in giro, che quindi meriterebbe non solo un ringraziamento su una

Gionata Prinzo – *Analisi e Modifica di un Impianto Manifatturiero e di Processi Industriali
Secondo la Logica “Lean”*

tesi, ma un vero e proprio premio aziendale per il servizio reso come capro espiatorio), la donna delle bolle Rita Montano senza i cui urli in ufficio e dal corridoio ci sarebbe stato sicuramente qualcosa che mancava nell'aria. Ringrazio la squadra qualità Andrea Guidoni e Michele Rapisarda, che per primi mi hanno fatto capire cos'è davvero la qualità (altro che libri neri!) e i primi che hanno espresso il desiderio di tenermi nell'azienda nonostante il periodo difficile. Ringrazio il caporeparto della saldatura Lorenzo Graziani, senza le cui polemiche sul fatto che i lembi sforano di un millimetro l'azienda non sarebbe sicuramente la stessa. Ringrazio i “filosofi” Marcone Minacci, detto il Minaccioso (i cui “sbrocchi” sono materia di leggenda, soprattutto quelli contro Ursula) e Roberto Berardone, il vero grande pianificatore della produzione, che è stato in grado di paragonare la Lean Production alle teorie del Comunismo. Ringrazio i commerciali Matteo Violi e Massimo Mazzella, con cui ho elaborato un piccolo progetto di cui vado fiero. Ringrazio i colleghi chitarristi Fausto Stortini e Giulio Chinello, con cui ogni tanto si interrompeva il lavoro per parlare di rock e fingerstyle.

Menzione speciale infine per il caporeparto del confezionamento e revisione zattere Alberto Scala, lungimirante guida e maestro di come si affronta il lavoro in industria, e la vita. Sua la frase simbolo dell'esperienza di stage: “un vero progettista, prima di progettare, si tocca i coglioni per vedere se ce li ha; poi si bussa la testa per vedere se non risuona a vuoto; dopodiché inizia a progettare”.