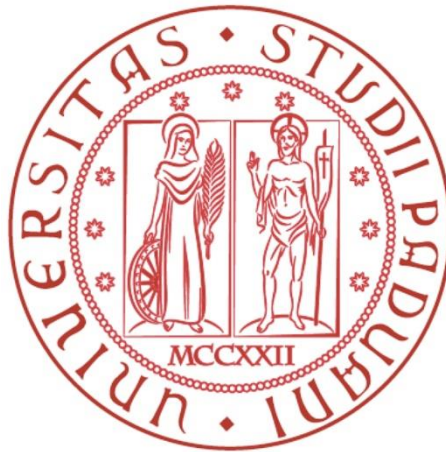




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi
Industriali**

Corso di laurea in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Applicazione di metodologie Lean. Il caso FRAME

Relatore

Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureando

Edoardo Sartore

Correlatore

Ing. Stefano Silvan

Anno Accademico 2016-2017

“Perfection is not attainable but if we chase perfection we can catch excellence”

RINGRAZIAMENTI

I ringraziamenti più sinceri vanno alla mia famiglia, in particolare a mio padre e mia madre, per il sostegno e supporto durante tutto il percorso scolastico, permettendomi di avere libertà di scelta, ma soprattutto di essere dei punti fermi a cui ho sempre potuto fare affidamento.

Un grande grazie va anche ai miei fratelli, alle loro compagne e ai loro figli, che sono stati sempre presenti con la loro allegria e scherzosità, creando un ambiente familiare positivo e vivace.

Un ringraziamento, doveroso, ma sentito, va al professor Panizzolo per avermi appassionato ai temi Lean e accompagnato nel lavoro di stesura della tesi.

Ringrazio, inoltre, tutti i colleghi di lavoro che ho avuto la fortuna di incontrare e conoscere durante il tirocinio, fornendomi numerosi consigli e facendomi subito sentire accolto e a mio agio all'interno dell'azienda. Un ringraziamento speciale va a Stefano, mio tutor aziendale, che si è sempre premurato che avessi gli strumenti e l'appoggio necessari per sviluppare al meglio i temi presenti in tesi.

Un ringraziamento infine va a tutti i miei amici che mi hanno sempre accompagnato e che mi hanno reso ciò che sono adesso. Vi ringrazio per tutti i momenti, anche i più semplici, e per le esperienze che abbiamo vissuto insieme.

SOMMARIO

Nel seguente elaborato si sono applicate alcune metodologie derivanti dal Lean Thinking al caso aziendale della FRAME S.r.l, al fine di cominciare un percorso finalizzato allo sviluppo, all'interno dello stabilimento produttivo di Fiesso d'Artico, di tecniche Lean e la creazione di una mentalità di miglioramento continuativo.

Partendo da un'analisi teorica dei temi trattati all'interno dello studio e utilizzando i testi teorici come base di partenza, si è spiegata la filosofia generale assieme ai relativi strumenti e principi.

Successivamente si è analizzato lo stato attuale complessivo dell'azienda mediante la valutazione Lean tramite uno strumento fornito da AG GROWTH, azienda multinazionale canadese proprietaria di FRAME. Inoltre, si è individuata l'area pilota da mappare e sulla quale sono state applicate alcune metodologie provenienti dal Lean Thinking.

L'attuazione del Lean Assessment e della mappatura ha permesso di mettere in discussione i processi presenti in azienda, porre in evidenza le lacune e individuare un piano di implementazione atto al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Le problematiche sono state individuate nella scarsa implementazione degli elementi fondamentali della filosofia di gestione aziendale giapponese, nell'elevato tempo a non valore a cui erano soggetti i prodotti e nell'esiguo valore dell'indice OEE all'interno dell'area produttiva considerata.

Di conseguenza, le criticità sono state poi affrontate applicando rigorosamente alcune metodologie derivanti dal Toyota Production System, quali Value Stream Mapping, SMED, 5S e Voice of Employee. Questi metodi e il loro sviluppo nel caso specifico costituiscono la parte centrale della tesi e hanno tutti considerato lo stato attuale, analizzando i difetti e le criticità presenti, la relativa implementazione e i benefici che hanno permesso di raggiungere mediante la loro applicazione

Infine, nell'ultimo capitolo sono presenti i progetti con un orizzonte temporale maggiore, tra i quali una valutazione economica riguardante la sostituzione dei macchinari attualmente utilizzati, con relativo cash flow.

INDICE

LISTA TABELLE	IV
LISTA FIGURE	V
INTRODUZIONE.....	1
CAPITOLO 1 – PRESENTAZIONE DI FRAME S.R.L.	5
1.1 STORIA DELL’AZIENDA: FRAME S.R.L.....	5
1.2 PROFILO DELLA COMPAGNIA	6
1.3 VISION	9
1.4 PRODOTTI OFFERTI E DESCRIZIONE PRODOTTO	10
1.5 MERCATI SERVITI E ANALISI DOMANDA.....	11
1.6 ANALISI SPEDIZIONI	12
1.7 MODALITA’ DI RISPOSTA AL MERCATO	14
1.8 PRESENTAZIONE DEL PRODOTTO SILO:.....	15
1.9 LAYOUT INTERNO DELLO STABILIMENTO.....	16
CAPITOLO 2: DEFINIZIONE DEL LEAN THINKING E DELLE METODOLOGIE UTILIZZATE NEL MAPPARE E MIGLIORARE IL CURRENT STATE.....	21
2.1 LEAN THINKING	21
2.1.1 PRINCIPI DELLA FILOSOFIA LEAN	23
2.1.2 QUAL È L’IMPORTANZA DELLA LEAN IN AZIENDA?	26
2.2 DEFINIZIONE DEI 12 LEAN TOOLS.....	29
2.2.1 V3 FOCUS	29
2.2.2 - VALUE STREAM MAPPING	29
2.2.3 KAIZEN	33
2.2.4 FLOW	34
2.2.5 STANDARD WORK INSTRUCTIONS	34
2.2.6 5S	34
2.2.7 TOTAL PRODUCTION MAINTENANCE	36
2.2.8 SMED.....	40
2.2.10 SCHEDULING	42
2.2.11 COMMUNICATION	42
2.2.12 TRAINING	42
CAPITOLO 3: ANALISI DEL CURRENT STATE	43
3.1 LEAN JOURNEY	43
3.2 LEAN ASSESSMENT	44
3.3 DEFINIZIONE COMPONENTE STUDIATO	47

3.4 DEFINIZIONE DELLE AREE NELLA LINEA DELLE LAMIERE	49
3.4 VALUE STREAM MAP	52
3.4.1 FLUSSO INFORMATIVO	53
3.4.2. FLUSSO PRODUTTIVO	54
3.5 OEE	58
3.6 DISCUSSIONE SUL TAKT TIME	60
CAPITOLO 4: DAL CURRENT STATE ALL'IMPROVED STATE	63
4.1 OPPORTUNITA' DI MIGLIORAMENTO.....	63
4.2 RICEZIONE E ACCETTAZIONE	64
4.2.1 SITUAZIONE ATTUALE	64
4.2.2 SVANTAGGI DELLO STATO ATTUALE	65
4.2.3 SITUAZIONE MIGLIORATA.....	66
4.3 MAGAZZINO DELLE MATERIE PRIME	68
4.3.1 – ANALISI DELLO STATO ATTUALE	69
4.3.2 SVANTAGGI DELLO STATO ATTUALE	69
4.3.3 SITUAZIONE MIGLIORATA.....	70
4.4 PROCESSO DI PROFILATURA.....	71
4.5 MAGAZZINO INTERMEDIO	71
4.5.1 SITUAZIONE DELLO STATO ATTUALE	72
4.5.2 SVANTAGGI DELLO STATO ATTUALE	72
4.5.3 SITUAZIONE MIGLIORATA.....	73
4.6 MAGAZZINO PRODOTTI FINITI	74
4.6.1 ANALISI DELLO STATO ATTUALE	74
4.6.2 SVANTAGGI DELLO STATO ATTUALE	76
4.6.3 SITUAZIONE MIGLIORATA.....	77
4.7 SPEDIZIONE	79
4.7.1 ANALISI DELLO STATO CORRENTE	79
4.7.2 ANALISI DELLO STATO MIGLIORATO	79
4.8 VOE	80
4.8.1 ANALISI DELLA SITUAZIONE CORRENTE	80
4.8.2 VOE NELLA LETTERATURA.....	81
4.8.3 SITUAZIONE MIGLIORATA.....	81
4.9 SITUAZIONE MIGLIORATA EFFETTIVA	84
4.9.1 FASE DI DISCUSSIONE DEI RISULTATI.....	84
CAPITOLO 5; CANTIERE 5S NELLA PROFILA LAMIERE	89
5.1 INTRODUZIONE	89
5.2 1° FASE: SEPARAZIONE	90

5.3 2° FASE: SISTEMARE	93
5.4 3° FASE: SPAZZARE	94
5.5 4° FASE: STANDARDIZZARE.....	98
5.6 5° FASE: SOSTENERE	100
CAPITOLO 6: SMED	103
6.1 INTRODUZIONE	103
6.2 FASE PREPARATORIA	103
6.3 FASE DI SEPARAZIONE DELLE ATTIVITA'	110
6.4 FASE DI CONVERSIONE	114
6.5 FASE DI SEMPLIFICAZIONE	115
6.5.1 REGOLAZIONE TESTE DELLA PROFILA	115
6.5.2 SCALA PER RAGGIUNGERE IL PIANO SOPRAELEVATO	116
6.5.3 CHIAVE DA 41 MM	117
6.5.4 LARGHEZZA DELLA LAMIERA DI SPESSORE 0.8	117
6.5.5 AREA DI SALDATURA.....	118
6.5.6 PESO DEL COIL	119
6.6 VERIFICA DEI RISULTATI.....	121
6.7 CONCLUSIONI	122
CAPITOLO 7: OPPORTUNITA' FUTURE	123
7.1 SOSTITUZIONE MACCHINARI.....	123
7.1.1 CASH FLOW	128
7.2 PARTNERSHIP CON FORNITORI	130
7.3 MAGAZZINO DI MATERIA PRIMA	131
7.3.1 BENEFICI:.....	132
CONCLUSIONI	135
BIBLIOGRAFIA	137
SITOGRAFIA	141

LISTA TABELLE

Tab. 3.1: analisi del peso lavorato nelle aree produttive

Tab. 3.2: numero di lamiere potenziali

Tab. 4.1: andamento KPI merce contestata

Tab. 5.1: parte del documento riportante le informazioni sui cartellini rossi

Tab. 5.2: checklist per la pulizia

Tab. 5.3: prima parte della checklist per la 5°S

Tab. 5.4: individuare e correggere i comportamenti errati

Tab. 6.1: attività di setup

Tab. 6.2: suddivisione delle fasi in operazioni elementari

Tab. 7.1: costi operativi della profila

Tab. 7.2: costi operativi della calandra

LISTA FIGURE

Fig. 1.1: Brand FRAME

Fig. 1.2: Crescita di AG GROWTH negli anni

Fig. 1.3: sede FRAME di Ozzano Emilia

Fig. 1.4: stabilimento produttivo di Fiesso d'Artico

Fig. 1.5: Area EMEA suddivisa per venditori

Fig. 1.6: Analisi delle spedizioni di materiale del 2016

Fig. 1.7: Order flow

Fig. 1.8: Silo con descrizione aree

Fig. 1.9: layout semplificato ad aree

Fig. 1.10: flusso produttivo lamiera

Fig. 1.11: layout dell'area produttiva delle lamiere

Fig. 1.12: flusso produttivo dei montanti

Fig. 1.13: layout dell'area produttiva dei montanti

Fig. 1.14: flusso produttivo dei tetti

Fig. 1.15: layout dell'area produttiva dei montanti

Fig. 2.1: distinzione tra cliente interno ed esterno e flussi del materiale e informazioni

Fig. 2.2: step richiesti per applicare il metodo Value Stream Mapping¹⁶

Fig. 2.3: aree di una Value Stream Map

Fig. 2.4: simboli utilizzati nella Value Stream Map

Fig. 2.5: PDCA e mantenimento dello standard

Fig. 2.6: struttura dell'indice OEE

Fig. 2.7: SMED

Fig. 3.1: 5 livelli Lean

Fig. 3.2: esempio dell'AGI Lean Assessment

Fig. 3.3: risultati dell'AGI Lean Assessment

Fig. 3.4: Lamiere piane

Fig. 3.5: Lamiere calandrate

Fig. 3.6: magazzino primario di coil di lamiera

Fig. 3.7: profila lamiere (zona a valle)

Fig. 3.8: profila lamiere (zona a monte)

Fig. 3.9: calandra lamiere

Fig. 3.10: magazzino finito di lamiere

Fig. 3.11: Value stream Map current state

Fig. 3.12: Analisi di Pareto per Product-Quantity

Fig. 4.1: Value stream map con eventi kaizen evidenziati

Fig. 4.2: Value stream map future state

Fig. 4.3: analisi stato attuale e futuro nell'area di ricezione, accettazione e controllo

Fig. 4.4: Swim lane, current state

Fig. 4.5: Swim lane, improved state

Fig. 4.6: analisi dello stato attuale e futuro del magazzino di materie prime

Fig. 4.7: analisi dello stato attuale e futuro del magazzino intermedio

Fig. 4.8: situazione "*as is*" del magazzino intermedio

Fig. 4.9: situazione "*to be*" del magazzino intermedio

Fig. 4.10: mappa attuale del magazzino 2° campata

Fig. 4.11: mappa attuale del magazzino 4° campata

Fig. 4.12: current state del magazzino finale in 2° campata

Fig. 4.13: current state del magazzino finale in 4° campata

Fig. 4.14: Magazzino lamiere finite improved state

Fig. 4.15: fotografia dello stato migliorato del magazzino finito delle lamiere

Fig. 4.16: Visual management nel reparto spedizione

Fig. 4.17: VOE con cicli PDCA

Fig. 4.18: confronto tra ricavi reali e budget

Fig. 4.19: kg di materiale lavorato su ore lavorate

Fig. 4.20: Kg di merce spedita su ore lavorate

Fig. 4.21: Value stream map dello stato raggiunto dopo 3 mesi

Fig. 4.22: confronto tra il magazzino iniziale future state atteso e reale

Fig. 4.23: confronto tra il magazzino intermedio future state atteso e reale

Fig. 4.24: confronto tra il magazzino finale future state atteso e reale

Fig. 5.1: alcuni oggetti a cui si sono posti i cartellini rossi

Fig. 5.2: numero cartellini rossi

Fig. 5.3: risoluzione cartellini rossi

Fig. 5.4: prima e dopo l'introduzione della shadow board

Fig. 5.5: stato del macchinario prima della pulizia, area rulli

Fig. 5.6: stato del macchinario prima della pulizia, area saldatura e taglio

Fig. 5.7: stato del macchinario dopo la pulizia, area rulli

Fig. 5.8: stato del macchinario dopo la pulizia: area rulli a monte della macchina

Fig. 5.9: armadi suddivisi per zone standardizzate

Fig. 5.10: Disposizione *visual* delle strumentazioni più grandi

Fig. 5.11: comportamento sbagliato vs corretto

Fig. 6.1: spaghetti chart dello stato corrente

Fig. 6.2: attività interne ed esterne correnti

Fig. 6.3: separazione delle attività interne ed esterne

Fig. 6.4: diagramma delle precedenze delle attività di setup

Fig. 6.5: blocchetto di timbratura duplicato

Fig. 6.6: standard di regolazione posto sulla testa numero 11

Fig. 6.7: scala aggiuntiva

Fig. 6.8: disposizione della scala nella profilo lamiera

Fig. 6.9: protezione nell'area di saldatura

Fig. 6.10: calcolo del peso dei coil

Fig. 6.11: Spaghetti Chart dello stato futuro

Fig. 6.12: peso dei miglioramenti effettuati

Fig. 7.1: cash flow (1)

Fig. 7.2: cash flow (2)

Fig. 7.3: layout del nuovo magazzino visto di lato

Fig. 7.4: layout del nuovo magazzino visto dall'alto

Fig. 8.1: risultati audit esterno

INTRODUZIONE

Questo elaborato ha origine da alcuni progetti di miglioramento attinenti allo sviluppo di un percorso Lean all'interno dello stabilimento produttivo della FRAME S.r.l. e in particolare all'area pilota individuata nel processo di produzione delle lamiere, le quali costituiscono le pareti esterne dei silos.

I problemi sono emersi mediante l'utilizzo di uno strumento di Lean Assessment fornito da AG GROWTH INTERNATIONAL (AGI), controllante di FRAME, che ha evidenziato alcune lacune, analizzate e approfondite nel seguente elaborato. Le aziende appartenenti ad AGI hanno il compito di migliorare continuamente nei 12 punti Lean individuati dallo strumento di valutazione, il quale va compilato semestralmente, mentre annualmente è programmato un audit esterno per valutare i risultati effettivamente raggiunti.

Il mercato relativo ai prodotti di stoccaggio dei cereali (silos) è attualmente popolato da diversi *players*, i quali offrono alla clientela soluzioni con caratteristiche simili. Per questo motivo i *contractor*, che acquisiscono le commesse e si pongono tra il cliente finale e i produttori, mettono questi ultimi in competizione per ottenere le migliori condizioni economiche. Di conseguenza, spesso l'ago della bilancia per scegliere il produttore a cui affidare la commessa, diventa il prezzo e la capacità di evasione in breve tempo, piuttosto che la qualità o il controllo del processo produttivo. Per tali motivazioni le aziende, quali FRAME, sono chiamate a migliorare continuamente l'efficienza, riducendo i costi di gestione e di produzione, nel rispetto delle normative cogenti e delle date di consegna pattuite.

Il Lean Thinking è stato identificato come l'approccio più consono a raggiungere tali obiettivi, affrontando le problematiche e gli sprechi al fine di eliminarli.

Le criticità individuate sono state relative alla totale mancanza di 5S, Value Stream Mapping e basso coinvolgimento degli operatori, specialmente riguardo la proposizione di idee e la conoscenza degli obiettivi aziendali. Inoltre, dopo la mappatura iniziale dell'area produttiva pilota e l'analisi dell'indice di efficienza (OEE), si è ritenuto opportuno dedicare delle attività per diminuire il tempo di attrezzaggio relativo al collo di bottiglia individuato nella profila lamiera.

La letteratura fornisce numerosi contenuti, facilmente reperibili, riguardanti il tema Lean che sono stati sviluppati nel tempo, partendo dagli scritti storici a quelli più moderni.

Nella parte seguente si analizzeranno brevemente i capitoli che compongono questo elaborato al fine di fornire una breve presentazione dello studio.

Il primo capitolo fornisce una presentazione dell'azienda e del prodotto per dare al lettore una introduzione del background aziendale.

Il secondo capitolo è dedicato alla parte teorica e allo sviluppo dei metodi utilizzati, oltre alle voci presenti nel Lean Assessment. In questa sezione si è deciso di cominciare dalla descrizione generale del Lean Thinking, nata nel dopoguerra in Giappone, spesso identificata con il TPS (Toyota Production System) che ha permesso a numerose aziende nipponiche di imporsi come leader nel mercato, specialmente quello automobilistico e motociclistico.

In seguito, si sono presentati i principi alla base della Lean, evidenziando le differenze con le precedenti filosofie di gestione aziendali.

Infine, sono stati descritti, più o meno approfonditamente in base all'effettivo utilizzo e sviluppo pratico all'interno dell'elaborato, i 12 Lean Tools identificati dallo strumento fornito da AG GROWTH.

Nel terzo capitolo si è presentata l'analisi dello stato corrente aziendale, mediante l'utilizzo dello strumento di valutazione Lean, che ha permesso l'individuazione delle lacune presenti che si sono sviluppate nel lavoro di tesi. Inoltre, si è identificata l'area pilota che è stata descritta attraverso la definizione del prodotto uscente, i macchinari presenti e i relativi magazzini, mappandola tramite lo strumento Value Stream Mapping.

Nel quarto capitolo si è partiti dalla Value Stream Map dello stato corrente allo scopo di individuare le aree in cui erano desiderabili dei miglioramenti che, una volta implementati, hanno permesso di raggiungere l'ipotetico stato futuro. Tali miglioramenti potevano influire direttamente sulla riduzione del Lead Time oppure favorire l'organizzazione aziendale, permettendo una migliore gestione dei magazzini e delle problematiche identificate dagli operatori. Infine, si sono confrontati i risultati attesi con quelli effettivamente raggiunti e, quando questi ultimi non sono stati all'altezza delle aspettative, si è ricercata la causa alla base del mancato raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

Il quinto capitolo è riservato allo sviluppo del metodo delle 5S, per favorire la gestione più ordinata e standardizzata delle postazioni di lavoro e dell'area attigua, che allo stato iniziale presentavano diversi elementi negativi. Questi ultimi sono stati identificati in un elevato disordine, poca pulizia, mancanza di definizione degli spazi e presenza di molte strumentazioni e oggettistica inutilizzate o danneggiate. Il metodo è stato diviso nelle

varie fasi e sono presenti alcune foto che testimoniano la differenza tra la fase precedente e successiva all'attuazione del progetto.

Il sesto capitolo è dedicato allo sviluppo della metodologia SMED, con la quale si è cercato di diminuire il tempo di attrezzaggio nella profila lamiera mediante la separazione, conversione e semplificazione delle attività. Nell'ultima fase si sono riportati gli interventi di miglioramento e si sono verificati i benefici conseguenti.

Infine, nel settimo capitolo si sono riportati i progetti di miglioramento con un intervallo di due anni. In particolare, si è sviluppata un'analisi economica legata alla valutazione e confronto tra i macchinari attualmente adoperati nell'area di produzione delle lamiere e quelli presenti sul mercato, mediante la valutazione del flusso di cassa attualizzato.

CAPITOLO 1 – PRESENTAZIONE DI FRAME S.R.L.

In questo capitolo verrà presentata la FRAME, più in particolare verrà delineato il profilo della compagnia, verrà esposta la sua storia, la Mission e Vision, i prodotti realizzati e infine i mercati in cui l'azienda è presente, il tutto supportato dall'analisi della domanda del mercato.

1.1 STORIA DELL'AZIENDA: FRAME S.R.L.



Fig. 1.1: Brand FRAME

FRAME S.r.l. (Fracasso Maritime Engineering) nasce nel 1990 a Ozzano dell'Emilia, in provincia di Bologna, dall'acquisizione di Metalmeccanica Fracasso, controllante di Fracasso Spa, della divisione progetti speciali di Riva-Calzoni. Questa nuova società di ingegneria nasce con lo scopo di sopperire alle necessità di Metalmeccanica Fracasso di partecipare alla progettazione e costruzione del MOSE, Modulo Sperimentale Elettromeccanico di Venezia, dato che Fracasso era parte del Consorzio Venezia.

Nella metà del 1990, dopo che il progetto di realizzare le cerniere del Mose tramite saldatura era stato scartato, preferendo quelle totalmente fuse, la direzione decise di diversificare il prodotto, entrando nel mercato di Silos corrugati per lo stoccaggio dei cereali. Tale prodotto ha permesso a FRAME, grazie alle conoscenze sviluppate nell'ambito della lavorazione di lamiere metalliche, di delinearsi quale uno dei maggiori produttori di Silos metallici in Europa per applicazioni commerciali e agricole.

Questa tipologia di prodotto permette di integrare e creare delle sinergie con le risorse della società capogruppo Metalmeccanica Fracasso e nel 2010 il consiglio di amministrazione delibera la fusione per incorporare FRAME alla Fracasso Spa, in modo tale da ridurre i costi di gestione elevati ed eliminare aree di produzione ridondanti, pur mantenendo il nome commerciale ormai riconosciuto nel mercato.

Nonostante la crescita del fatturato che nel 2010 si assesti a 26,5 milioni di euro, nel 2012 FRAME risente della crisi finanziaria del gruppo Fracasso ed entra anch'essa nella procedura concorsuale. A differenza delle altre linee di prodotto Fracasso, che non

avranno più possibilità di ripartire, nel maggio del 2013 il “ramo” silos viene interamente ceduto in affitto all’azienda FR Engineering e ricomincia a produrre con il nome di FRAME S.r.l.

Dal 2016 viene totalmente riscattata diventando di piena proprietà e quasi in contemporanea viene ceduta al 100% al gruppo AG Growth International INC, società Canadese multi-industriale quotata in borsa a Toronto, la quale, tramite l’acquisizione di compagnie manifatturiere dislocate in America e in Europa, offre tutti i prodotti necessari per l’agricoltura, dalla raccolta allo stoccaggio. Dalla figura 1.2 si può notare la crescita di AG GROWTH in 20 anni, superando i 546 milioni di dollari di fatturato nel 2016¹, ai quali FRAME ha contribuito con 38 milioni di euro, pari al 10% del fatturato totale.



Fig. 1.2: Crescita di AG GROWTH negli anni

1.2 PROFILO DELLA COMPAGNIA

FRAME è un’azienda metalmeccanica privata italiana che offre al cliente un servizio completo dall’ingegnerizzazione del prodotto, a partire dalle esigenze del cliente, alla spedizione di tutte le parti necessarie per il Silo. Ambisce, inoltre, a migliorare i prodotti

¹ <http://www.aggrowth.com/>

e servizi offerti ricercando informazioni dal cliente e analizzando le novità offerte dai concorrenti per innovarsi e ambire a crescere nelle quote di mercato di anno in anno.

La sede amministrativa e commerciale di FRAME è situata a Ozzano dell'Emilia (BO) nella quale vi sono le attività di ingegnerizzazione e di acquisto, oltre alla definizione di tutti gli aspetti commerciali che iniziano dall'emissione delle offerte, attraverso l'utilizzo del software SeSaMo, configuratore che permette di definire la quantità dei materiali e tipologia dei prodotti, fino all'apertura delle commesse con una costante visione sull'avanzamento e sulla spedizione. In questa sede, la cui metratura complessiva è di 3.400 metri quadrati, è presente anche un'area produttiva specializzata in produzioni di piccola scala. Nella figura 1.3 si può osservare la sede di Ozzano.



Fig. 1.3: sede FRAME di Ozzano Emilia

La principale sede produttiva è localizzata a Fiesso d'Artico, in provincia di Venezia, in cui vi è uno spazio produttivo coperto di 20.000 metri quadrati. In questo stabilimento, oltre alla produzione di tutte le parti del silo, poi assemblate e imbullonate in loco, è localizzata la parte di programmazione della produzione e il dipartimento di controllo qualità, responsabile dei test sulle materie prime e componenti finiti, e della tracciabilità delle procedure all'interno dei processi. La figura 1.4 raffigura lo stabilimento produttivo di Fiesso d'Artico, nel quale sono ancora distinguibili i materiali metallici del gruppo

Fracasso stoccati esternamente. Questi ultimi risultano ancora bloccati in attesa della chiusura della procedura concorsuale.

L'azienda non ha altre filiali italiani o estere e inoltre, avendo uno stabilimento con elevata superficie, si è attivato il processo di “*in-sourcing*” di alcuni accessori, quali le scale, nell'ottica di avere migliore controllo produttivo, diminuire i costi e tempi di approvvigionamento. Gli obiettivi per il futuro a breve-medio termine, con orizzonte di 1-2 anni, sono stati identificati nell'incremento del volume produttivo, mediante la sostituzione di alcuni macchinari con altri tecnologicamente più avanzati, e la ridefinizione del layout interno ed esterno dello stabilimento.



Fig. 1.4: stabilimento produttivo di Fiesso d'Artico

FRAME rispetta le normative europee EN ISO 14713: 1999 riguardante la protezione contro la corrosione di strutture in acciaio zincato, ISO 9001: 2008, certificazione per il design, produzione e installazione dei silos, UNI EN 1090-1: 2012 necessaria per avere il marchio CE e UNI EN ISO 3834-2: 2006 relativa alla qualità delle saldature. Queste normative, non sono necessarie per la commercializzazione dei prodotti, ma molti clienti, specialmente nella zona dell'Unione Europea le richiedono, e la maggior parte dei fornitori di impianti silos si sono adeguati alle richieste del mercato. Di conseguenza tali fattori sono diventati degli “*order qualifier*” (Slack², 2013), ossia aspetti della competitività rispetto ai quali il cliente richiede dei valori minimi, in questo caso che

² N. Slack, A. Brandon-Jones, R. Johnston, A. Betts, A. Vinelli, P. Romano, P. Danese, 2013, *GESTIONE DELLE OPERATIONS E DEI PROCESSI*, Pearson, Milano

siano rispettate tutte le normative richieste, per prendere in considerazione l'offerta del fornitore.

La scelta decisionale da parte di FRAME di offrire al cliente tutti i materiali zincati anche sui bordi, quali le lamiere, rappresenta un “*order winner*”, ossia degli elementi che contribuiscono direttamente al successo del business aziendale. Difatti uno dei maggiori punti di forza di FRAME è l'utilizzo di coil, sia per lamiere che per montanti e tetti, di acciaio S350GD con bordi zincati, rendendo il materiale più resistente alle intemperie e alla formazione di ossidi di ferro che potrebbero intaccare le proprietà chimiche del materiale oltre che l'aspetto esteriore del silo, essendo lo zinco un materiale meno elettronegativo del ferro. Questo comporta un maggiore Lead-time di approvvigionamento, ma al contempo un aspetto positivo riguardante la qualità del prodotto offerta al cliente.

Inoltre, vi è una intensa collaborazione tra le due sedi di FRAME, permettendo di coprire completamente i processi di formulazione dell'ordine, ingegnerizzazione del prodotto, produzione di tutte le parti e spedizioni, spesso frazionate su richiesta del cliente. Infine, grazie ai software utilizzati, l'errore umano è ridotto al minimo ed è possibile avere informazioni in real-time.

1.3 VISION

FRAME ambisce a:

“To provide cost – effective, highest quality, technically advanced & environmentally friendly solutions to our client’s individual storage requirements in the fastest timescale utilizing the latest designs, materials & through the most efficient administrative & manufacturing procedures”³

Inoltre FRAME aspira a migliorare continuamente il design corrente dei prodotti e i processi di manifattura sia per generare una diminuzione di costo unitario sia per salvaguardare le condizioni ambientali, ove possibile.

³ www.frame.it

1.4 PRODOTTI OFFERTI E DESCRIZIONE PRODOTTO

I prodotti offerti ricoprono tutte le esigenze per immagazzinare la totalità delle tipologie di cereale, quali grano, orzo, mais e riso, il loro trasporto, il processamento e il mantenimento degli stessi. Questo comprende non solamente i silos, ma anche accessori quali:

- sistemi di trasporto a coclea e a nastro automatico per trasportare il cereale dai silos al mulino oppure alle baie di carico;
- sistemi di areazione, in modo tale da non far marcire il cereale all'interno del silo, aumentando il tempo di immagazzinamento mediante la circolazione di aria al suo interno e diminuendo l'umidità;
- scale laterali e passerelle per permettere l'accesso al tetto e ispezioni;
- anelli di rinforzo per il vento e condizioni di carico speciali;
- barriere per la neve installate sul tetto;
- torri di supporto e catwalk;
- sensori di temperatura automatici, a remoto, per valutare la temperatura locale nel silo. Sono collegati a un computer, settando degli allarmi nel caso la temperatura oltrepassi il range di controllo

I silos, core product della compagnia, si differenziano tra:

- silos con fondo piano, più adatti all'immagazzinamento di grandi volumi di materiale, con un'angolatura del tetto standard di 31 gradi e un diametro che può variare dai 3,64 e i 31,83 metri, con rispettiva volumetria tra 50 e 21.915 m³.
- Silos con fondo conico, più versatili per frequenti cicli di carico/scarico senza lasciare materiale residuo nel silo e minimizzando l'uso di strumentazione per lo scarico meccanico. Presentano un angolo del tetto standard e un angolo del cono inferiore di 45 o 60 gradi, con quest'ultimo presenta volumetrie limitate, in particolare tra i 57 e i 4.323 m³.

1.5 MERCATI SERVITI E ANALISI DOMANDA

I principali mercati serviti da FRAME sono nell'area EMEA (Europe, Middle East and Africa). Dalla figura sottostante si delineano le aree di competenza dei vari responsabili commerciali, che possono essere direttamente collegati con FRAME, oppure con AG GROWTH e partners, come PTM.

Inoltre, il fatturato dell'azienda è realizzato specialmente da ordine esteri. In particolare, il peso sul fatturato è dato dal:

- 95% dall'estero (di cui alcune entrate provengono da Paesi considerati ad alto rischio, economico e politico)
- 5% dall'Italia

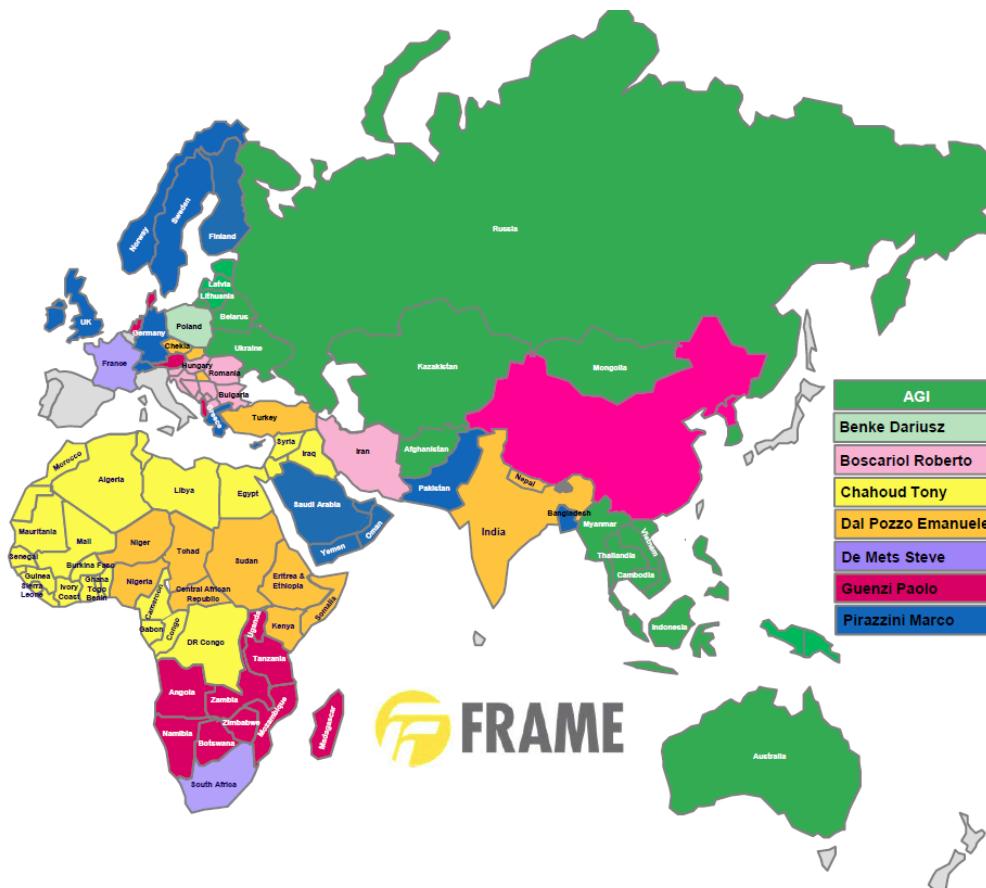


Fig. 1.5: Area EMEA suddivisa per venditori

1.6 ANALISI SPEDIZIONI

Dal grafico presente nella figura 1.6 si possono fare delle considerazioni legate alla fluttuazione nel reparto di spedizione, strettamente correlata alla produzione e alla domanda, che presenta dei picchi nei mesi di maggio, luglio, agosto e settembre. Questa fluttuazione è dovuta alla presenza del:

- Raccolto estivo, con periodo di punta in giugno e luglio, di conseguenza i silos vengono spediti in maggio e nelle prime settimane di giugno;
- Raccolto autunnale, precisamente in ottobre, conseguentemente i silos sono inviati nel periodo di agosto e settembre. Quest'ultimo risulta essere il più impattante dal punto di vista economico.

Questi raccolti sono legati alla zona europea, nella quale sono localizzati i clienti maggiori di FRAME. Nel futuro si prevede una minor ampiezza della variabilità della domanda, poiché la zona geografica del mercato sarà ampliata, coadiuvata dagli ordini inviati da AG GROWTH e dal sommarsi di altri fattori oltre al periodo di raccolta, quali le scadenze entro le quali i clienti possono ricevere dei finanziamenti statali.

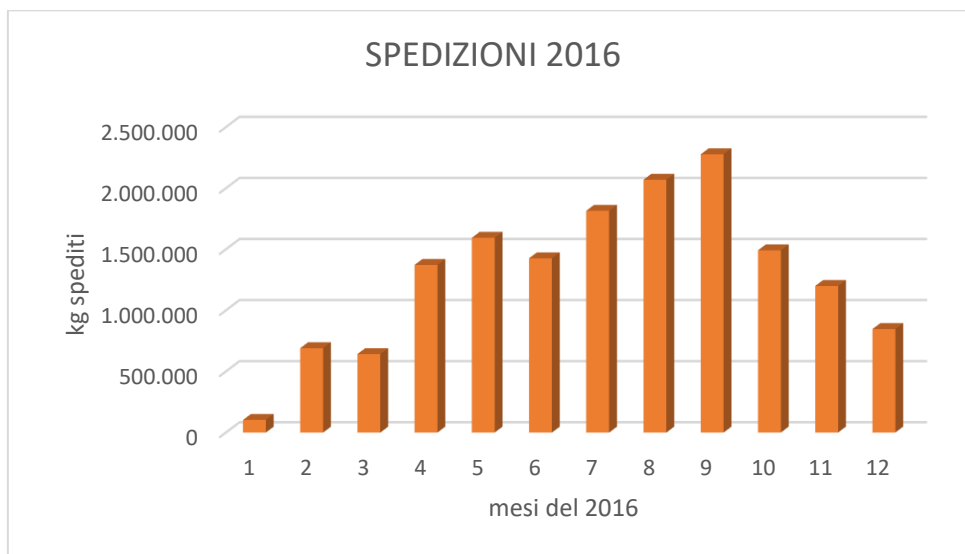


Fig. 1.6: Analisi delle spedizioni di materiale del 2016

A causa di queste oscillazioni della richiesta, FRAME utilizza una *Chase capacity strategy* (Johnston⁴, 2001), terminologia che si rifà alla gestione dei servizi, ma che descrive appieno la strategia produttiva di FRAME. Essa risulta essere simile a un ristorante fast-food, ossia ambisce a sviluppare flessibilità produttiva con lo scopo di gestire un'ampia variabilità rispetto al volume della domanda. FRAME, dunque, ha come forza lavoro non solo dipendenti a tempo indeterminato, sui quali investe in formazione professionale in modo tale che siano in grado di gestire ed adattarsi ai cambiamenti della programmazione della produzione (cross-training), bensì anche operatori interinali, che hanno il compito di affiancare i lavoratori più esperti e sono chiamati mensilmente in base alle richieste della programmazione della produzione. Quest'ultima, oltre a definire le CCP da evadere (carte di controllo della produzione), indica il numero di turni necessari per coprire quella determinata richiesta.

In particolare nel mese di ottobre nel 2016, nel solo stabilimento di Fiesso:

- Numeri di dipendenti a tempo indeterminato: 21, di cui 17 in produzione e 4 in ufficio;
- Numero interinali: 22.

Riguardo il pagamento della merce da parte dei clienti, FRAME accetta due modalità:

- Pagamento anticipato di una quota alla firma dell'ordine e pagamento della restante parte quando la merce è pronta, prima della spedizione;
- Tramite lettera di credito, ossia una banca si fa garante del pagamento tra fornitore e cliente, prefissando una dead line per la consegna del materiale. Questa modalità, la più delicata tra le due, è attuata nel caso di ordini con un elevato valore economico oppure nel caso di ordini provenienti da paesi a elevato rischio politico o economico, per esempio l'Iran.

Queste due modalità di pagamento sono di consuetudine per il mercato estero e sono state dettate dalla direzione aziendale, alla cui decisione ha influito la crisi economica del gruppo Fracasso, strettamente legata al pagamento posticipato dei clienti.

⁴ R. Johnston, G. Clark, M. Shulver, 2001, *Service Operation Management, Improving Service Delivery*, Pearson, Edinburgh, England, p 315

1.7 MODALITA' DI RISPOSTA AL MERCATO

FRAME acquista le materie prime (coil) su previsione, con un orizzonte temporale che varia a seconda dei prodotti considerati e può raggiungere i 3 mesi, dovuti alla copertura del Lead-time di approvvigionamento. Tutta la fase produttiva è su commessa, quindi MTO in base alla tipologia di prodotto processato. Il materiale, infatti, essendo di grandi dimensioni, occupa un'elevata superficie dello stabilimento produttivo e a causa del peso, ad esempio la singola lamiera varia dai 18 ai 79 kg, i tetti e le lamiere non possono superare rispettivamente i 2 e i 4 livelli di altezza nello stoccaggio a catasta per non danneggiare i pezzi alla base della catasta.

In generale, dall'analisi dei dati storici aziendali, si è notato che l'attesa dall'invio dell'ordine alla spedizione del materiale risulta dipendere dal numero e dimensione di silos presenti nell'ordine e dalla complessità nella fase di ingegnerizzazione del prodotto. In particolare dalla figura 1.7, si può notare il flusso dell'ordine e il tempo che il cliente dovrà attendere sarà di almeno 5 settimane per gli ordini più basilari, fino a raggiungere un'attesa minima di 15 settimane per quelli più complessi nella fase di progettazione e produzione.

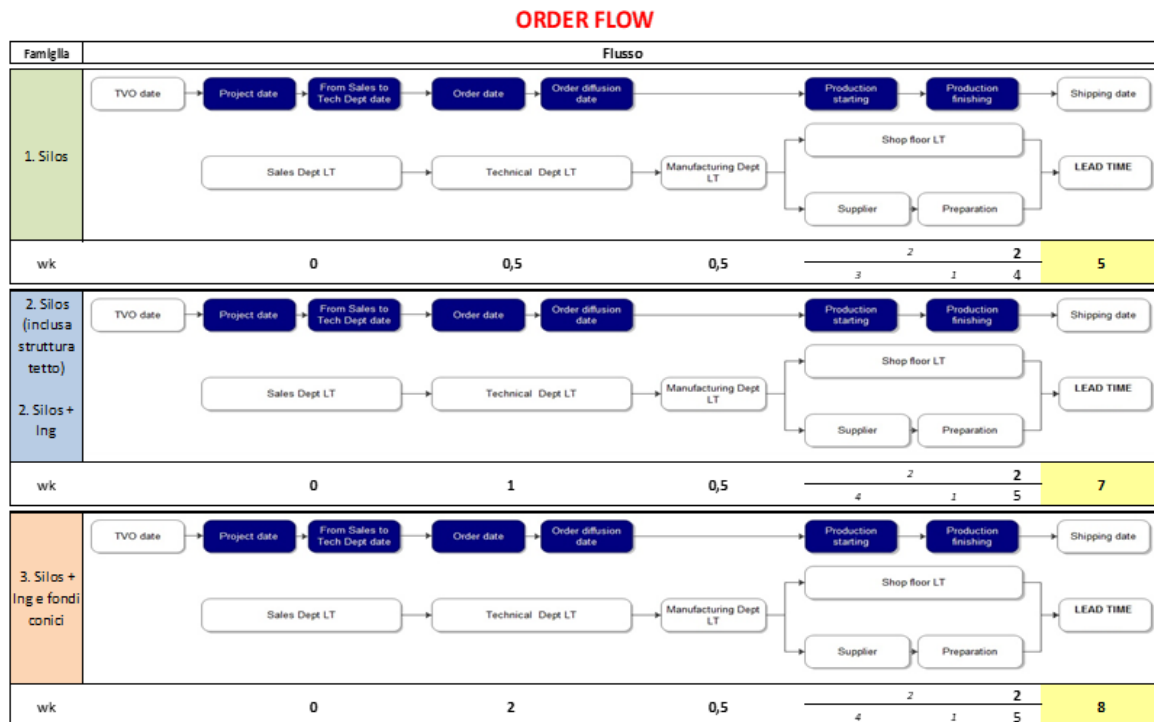


Fig. 1.7: Order flow

1.8 PRESENTAZIONE DEL PRODOTTO SILO:

Prima di definire il ciclo produttivo, si è ritenuto adeguato descrivere i componenti prodotti e il loro posizionamento negli impianti silos offerti da AGI e le sue consociate.

I montanti, le lamiere e i tetti sono i tre componenti metallici che assemblati compongono lo scheletro esterno del silo, mentre le parti non strettamente legate al core product, quali sistemi di trasporto di materiale granulare, sostegni esterni e balaustre, sono ordinate a terzi di FRAME oppure a compagnie controllate da AGI, in modo tale da offrire al cliente il prodotto completo.

Nella figura sottostante, 1.8, si riporta la fotografia di un silo prodotto da FRAME, con le aree dove sono posti i componenti chiave prodotti dalla compagnia.

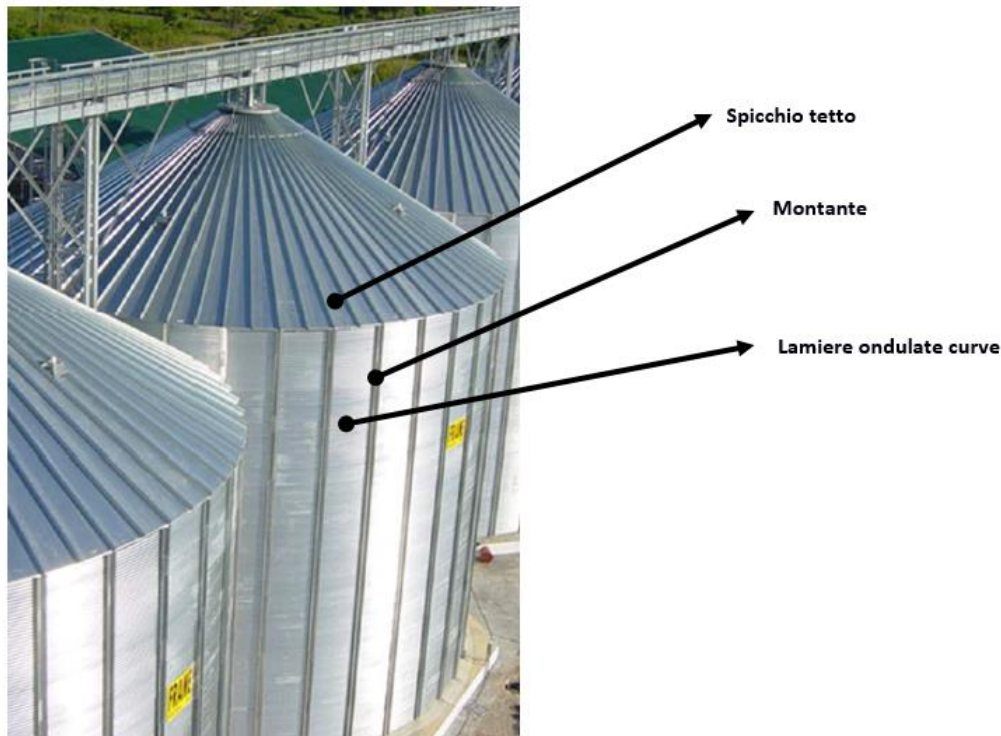


Fig. 1.8: Silo con descrizione aree

1.9 LAYOUT INTERNO DELLO STABILIMENTO

L'azienda presenta un layout dello stabilimento produttivo coincidente con quello raffigurato nella figura seguente, nella quale sono rappresentate con colori differenti le aree di produzione e immagazzinamento dei prodotti che verranno spediti ed assemblati in loco e il numero delle campate nello stabilimento.

Le aree di stoccaggio delle materie prime, semilavorati e prodotti finiti non sono rigide, ossia non ci sono delle aree delimitate visivamente, ma è compito del responsabile del carico e dello scarico dei materiali trovare la disposizione più consona al momento. In aggiunta, le bullonerie e il materiale non ancora ritirato dal cliente sono presenti in un magazzino secondario, il quale è in affitto e non di proprietà. Le aree sono visibili in figura 1.9.

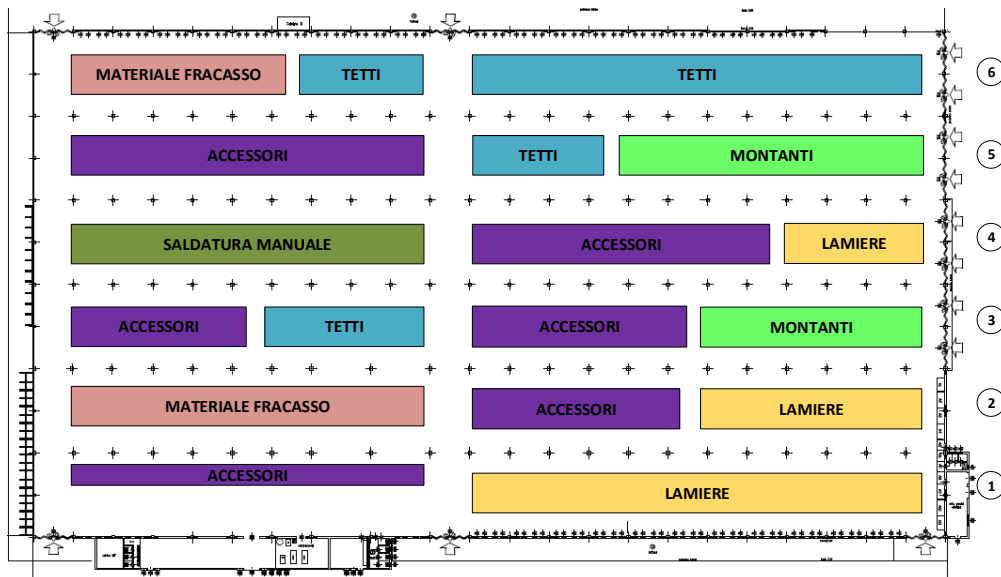


Fig. 1.9: layout semplificato ad aree

Con il termine “ACCESSORI” si intendono tutte le componenti prodotte esternamente, quali sistemi di aerazione, e parti saldate internamente, per esempio i piedi del silo. Successivamente verranno analizzati più approfonditamente.

Con il termine “MATERIALE FRACASSO”, invece, vengono indicati i macchinari della precedente compagnia che risultano tutt’ora in disuso e sono in procinto di essere smontati ed eliminati per liberare lo spazio necessario per l’introduzione di nuovi macchinari e del materiale stoccato nel magazzino adiacente in comodato d’uso e non di proprietà.

In questa sezione verranno descritte in maniera più approfondita le aree produttive delle lamiere, montanti e tetti.

Area A: in quest'area, sulla quale si svilupperanno i progetti di miglioramento documentati in questo elaborato, sono prodotte le lamiere ondulate a partire da coil di lamiera piana. Il flusso produttivo è descritto dalla figura 1.10:



Fig. 1.10: flusso produttivo lamiere

In particolare, i coil stoccati nel magazzino primario, vengono inseriti nel macchinario che svolge la profilatura e foratura del materiale. In seguito, i materiali in uscita dalla profila vengono processati dalla calandra che permette di avere un raggio di curvatura adatto alla tipologia di silo richiesto dal cliente. Infine, le lamiere sono suddivise in pacchetti, il cui numero varia a seconda dello spessore delle lamiere, dopodiché risultano pronte per la spedizione. Il layout, più particolareggiato rispetto al precedente è rappresentato nella figura successiva, in figura 1.11.

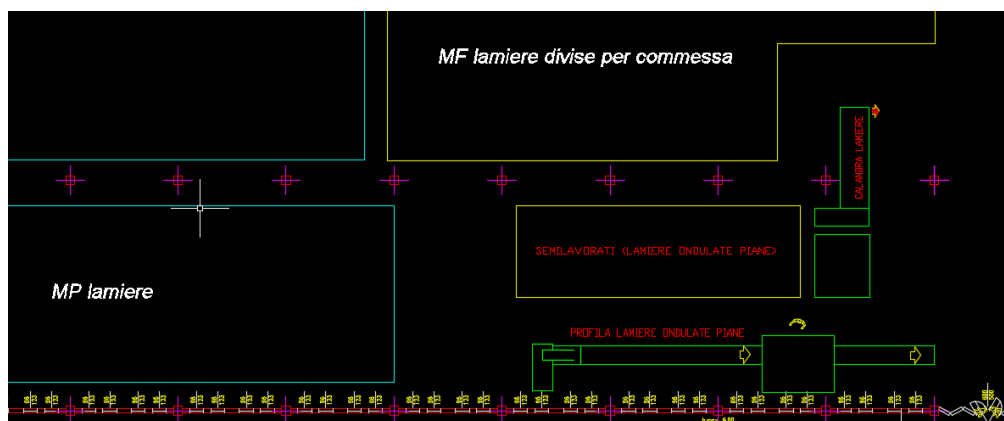


Fig. 1.11: layout dell'area produttiva delle lamiere

Area B: in questa zona sono prodotti i montanti, componente strutturale metallica che ha la finalità di conferire rigidità alla struttura e sostenere i carichi generati dal materiale stoccato internamente al silo. Il flusso produttivo è rappresentato in figura 1.12.

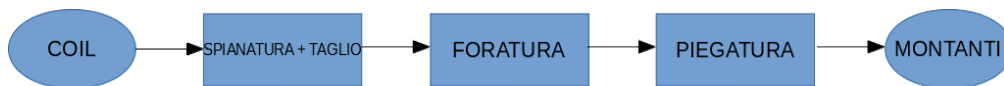


Fig. 1.12: flusso produttivo dei montanti

Come descritto dalla figura precedente, questo prodotto inizia la fase di lavorazione da coil di lamiera piana di larghezza pari a 330 mm, i quali vengono spianati e tagliati nel primo macchinario a valle del magazzino di materie prime. Il semilavorato, denominato bandella da forare, dopo essere stoccato temporaneamente nel magazzino di semilavorati è immesso nella punzonatrice e successivamente viene processato da un robot a servizio di una presso-piega che imprime la forma finale al prodotto. La figura successiva, 1.13, si riferisce al layout particolareggiato dell'area considerata.

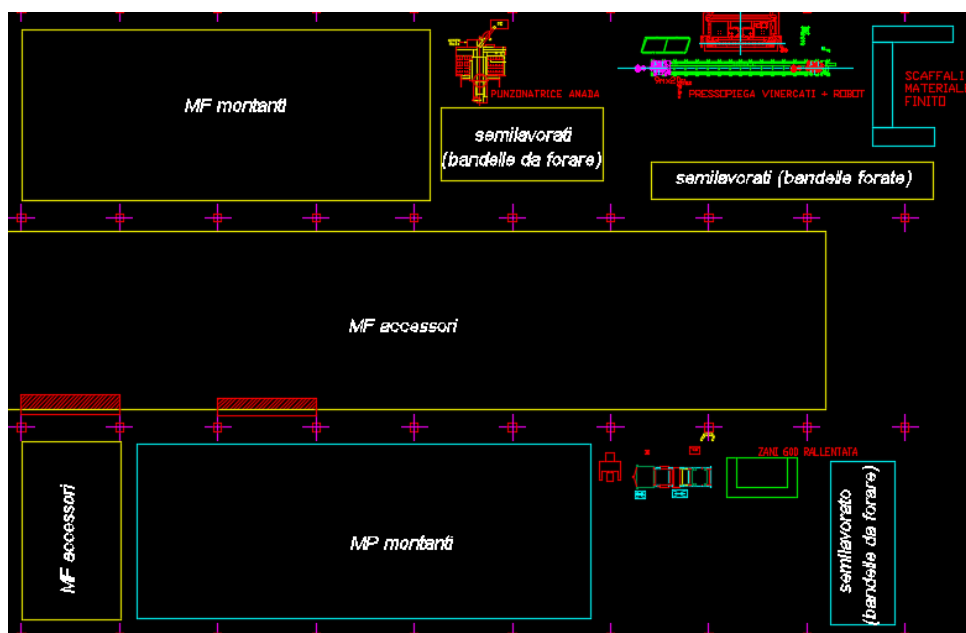


Fig. 1.13: layout dell'area produttiva dei montanti

Area C: in quest'area sono processati i tetti dei silos, con geometria trapezoidale, che compongono la parte superiore del silo. Le materie prime entrano nello stabilimento sotto forma di coil, con spessori di 0,8-1-1,25 mm, subiscono il taglio nel primo macchinario a forma trapezoidale. I fogli, dopo essere stati stoccati all'interno del magazzino dei semilavorati vengono profilati e forati.

Entrambi i montanti e i tetti, prima di essere spediti, vengono sottoposti alla filmatura, con pellicola plastica adesiva ed estensibile che li preserva dai graffi e li protegge da eventuali contatti con agenti atmosferici.

Nelle figure successive, 1.14 e 1.15, si riportano il layout dell'area C e il flusso produttivo legato ai tetti.

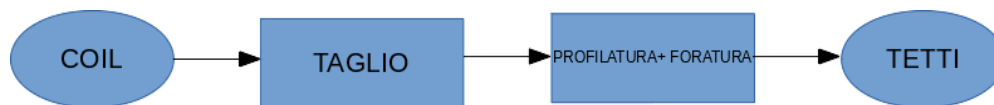


Fig. 1.14: flusso produttivo dei tetti

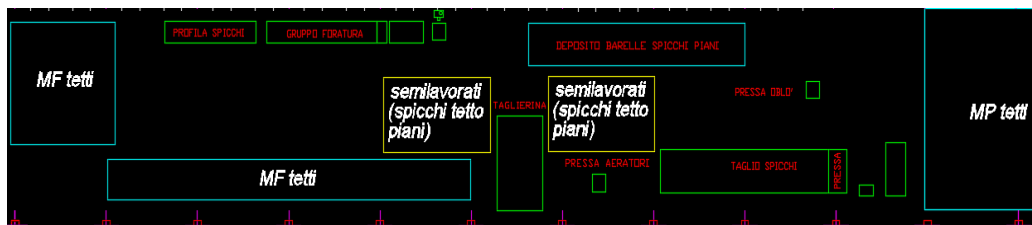


Fig. 1.15: layout dell'area produttiva dei montanti

CAPITOLO 2: DEFINIZIONE DEL LEAN THINKING E DELLE METODOLOGIE UTILIZZATE NEL MAPPARE E MIGLIORARE IL CURRENT STATE

In questa sezione verrà esposta la teoria alla base dello studio effettuato. In particolare, il seguente capitolo presenterà una breve descrizione del “Lean thinking” e dei principali strumenti alla base dello stesso, soffermandosi più approfonditamente sulle tecniche utilizzate nel progetto, quali la Value Stream Mapping, Visual Management, OEE e 5S, evidenziandone le loro caratteristiche di base e i benefici che li accompagnano.

2.1 LEAN THINKING

“Lean thinking is lean because it provides a way to do more and more with less and less – less human effort, less equipment, less time, and less space – while coming close and close to providing customers with exactly what they want.” (Womack e Jones⁵, 1996)

Lean Thinking è una terminologia coniata nel 1996 da James P. Womack e Daniel T. Jones nel libro da loro redatto *“Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation”*, nel quale è presente un punto di discontinuità dalla precedente definizione per descrivere il TPS, la Lean Production, in quanto gli autori non si prefissano solamente di eliminare gli sprechi nello stabilimento produttivo, bensì in tutta l’azienda, conglobando anche la parte *Office*, ossia i processi non produttivi. Questa filosofia manageriale deriva dal *Toyota Production System* (TPS) e rappresenta un punto di discontinuità rispetto alla precedente *mass production*, il cui pilastro è la compagnia automobilistica Ford, dovuto al mutamento della domanda che non era più prevedibile come ai tempi della Ford T nera, bensì mutevole sia dal punto di vista della quantità che della qualità del prodotto richiesto.

Il TPS si prefigge di sconfiggere tutti gli sprechi ricercando il flusso continuo, la produzione pull e il miglioramento continuo, mediante il coinvolgimento di tutto il

⁵ J.P. Womack, D.T. Jones, 1996, *Lean thinking, banish waste and create wealth in your corporation*, Free Press, New York, p 15

personale presente in azienda, non solamente dei responsabili reparto e/o produzione, ma anche degli operatori. (Panizzolo⁶, 2016)

In particolare gli sprechi (*muda*) sono stati ricondotti a 7 diverse tipologie:

- Sovrapproduzione: indica la produzione aggiuntiva a quella richiesta dal cliente ed è il peggiore tra gli sprechi considerati perché ne provoca altri, quali elevati trasporti e magazzini perché solamente parte del materiale è richiesto. Questa terminologia è ricondotta alla tradizionale programmazione della produzione, dove è posta notevole importanza alla produzione continua del macchinario e dell'operatore.
- Magazzini: materiali in attesa di essere processati oppure spediti che occupano spazio utile nello stabilimento sotto forma di materiali *Work In Progress* (WIP). È un segnale che non è presente un flusso continuo e che la produzione non è *just in time*. Le cause che maggiormente provocano questo spreco sono da ricercare negli sbilanciamenti tra i vari processi, nei lotti con volumi elevati e negli alti tempi di setup.
- Processi inutili: lavorazioni inutili per quanto riguarda l'incremento del valore percepito dal cliente, utilizzando delle risorse aziendali che, dunque, vengono sprecate perché non creano valore.
- Movimenti inutili: movimentazioni non necessarie che, oltre a non aggiungere valore, coinvolgono personale e/o macchinari e aumentano la possibilità di danneggiamento del materiale trasportato. Possono essere provocati da elevate quantità di materiale nel lotto, errato design della postazione e scarsa organizzazione del flusso.
- Trasporti: trasporti non ottimizzati, per esempio quando il carico di un camion è inferiore alla capacità nominale oppure non segue il percorso ottimizzato sulla distanza e tempo. Questo spreco è spesso generato da layout errati all'interno dell'azienda, lotti con elevata quantità e aree di stoccaggio multiple.
- Attese: fermate dei lavoratori in attesa di informazioni e/o materiale da processare, causate da una bassa coordinazione uomo-macchina, scarso bilanciamento, bassa qualità dei materiali e dei processi ed elevati tempi di attrezzaggio.
- Difetti: prodotti difettosi che vanno rilavorati, scartati o, peggio ancora, generano attivazione di pratiche di non conformità da parte del cliente, in quanto il materiale non rispetta gli standard richiesti. Questo può essere causato da macchinari non

⁶ R. Panizzolo, 2016, *Dispense del corso di Gestione snella dei processi*, anno accademico 2016/2017, Università di Padova

adeguati al tipo di lavorazione e da errori dell'operatore dovuti a una scarsa preparazione. (Ohno⁷, 1988)

Ai precedenti si aggiunge l'ottavo spreco, lo spreco dell'ingegno, il quale afferma che la più importante risorsa aziendale è quella umana. Risulta uno spreco non sfruttare la creatività e l'intelligenza delle persone, ponendole a svolgere compiti con un sottoutilizzo del loro ingegno e con scarsa, se non inesistente, aggiunta di valore. (Panizzolo⁸, 2016)

2.1.1 PRINCIPI DELLA FILOSOFIA LEAN

Questa filosofia aziendale può essere riassunta nei seguenti cinque principi:

- Valore
- Value stream
- Flusso
- Pull
- Perfezione

Nella sezione seguente verranno analizzate, più approfonditamente, le precedenti voci:

1. Valore:

per ogni attività aziendale è fondamentale rispondere alla domanda: “Chi è il nostro “vero” cliente?”. È necessario in questa fase definire se il cliente è interno, ossia a valle del processo che svolge attività antecedente, ma pur sempre all'interno dell'azienda. Il cliente esterno, invece, è quello esterno all'azienda ed è colui che paga per il bene/servizio offertogli. In figura 2.1 è riportata la distinzione tra cliente interno ed esterno, con annessi flusso di informazioni e materiali.

Dopo averlo identificato e aver analizzato se è interno o esterno, un altro step è individuare qual è esattamente il valore che il cliente a valle del processo aziendale ricerca da quello che fornisce non solo il prodotto fisico, bensì anche il servizio. La risposta del fornitore spesso può differire rispetto a quello che il cliente ricerca ed è un segnale che il cliente e fornitore non sono allineati.

In aggiunta bisogna ricercare come il processo fornitore può continuamente aumentare il valore percepito dal cliente, focalizzandosi sul “dove” il valore è creato. L'organizzazione deve comprendere cosa il cliente ricerca, assieme al dove, quando, come e perché ricerca

⁷ T. Ohno, 1988, *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, Productivity Press, Portland, Oregon, pp. 19-20

⁸ R. Panizzolo, 2016, *Dispense del corso di Gestione snella dei processi*, anno accademico 2016/2017, Università di Padova

quel determinato valore. Tutto ciò che non è richiesto dal cliente oppure la fornitura del bene o servizio errato è considerato spreco (*muda*) e, dunque, va eliminato, cercando di aumentare la coordinazione tra le varie unità e costruendo qualità all'interno di ogni singolo processo. Il ciclo di ascolto e risposta tra cliente e fornitore è senza fine, in quanto i nuovi bisogni, rivelano nuove opportunità e creano nuovo valore per aggiungere vantaggio competitivo. (Jacquemont,⁹ 2014)

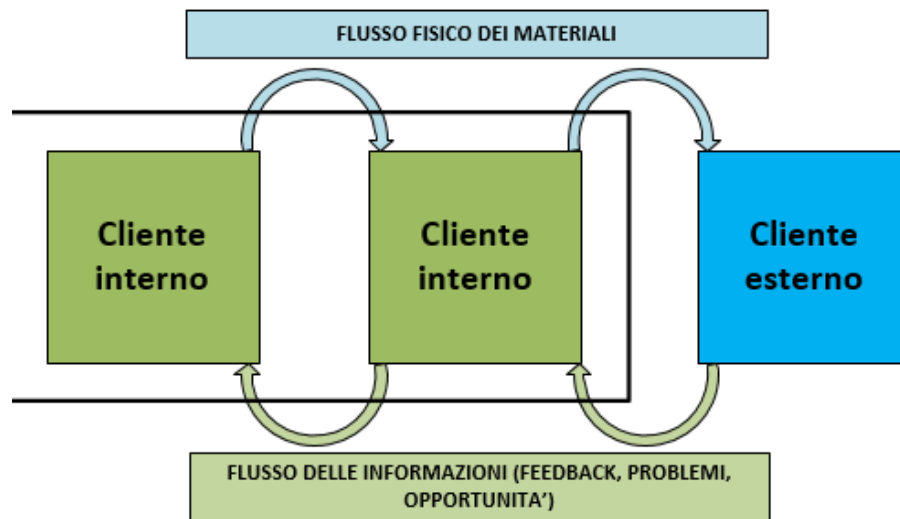


Fig. 2.1: distinzione tra cliente interno ed esterno e flussi del materiale e informazioni

2. Value Stream:

Questo step è definito come la totalità di azioni e processi richiesti per soddisfare una determinata richiesta del cliente, la quale può essere legata a processi produttivi, come anche a quelli non produttivi. Nel caso della prima tipologia di processi si ambisce, in primo luogo, a mappare tutta la trasformazione di una precisa famiglia di prodotti dalla materia prima al prodotto finito, pronto per essere inviato al cliente. Tale strumento si compone del flusso informativo delle informazioni che fluiscono dal cliente al fornitore, quindi da valle a monte, e dal flusso fisico di produzione del bene/servizio, da monte a valle. L'intera value stream dovrebbe essere identificata e mappata attraverso strumenti quali la VSM (*value stream mapping*), permettendo di analizzare:

⁹ D. Jacquemont, A. Eichfeld, E. Ghelber, A. Jenkins, C. Johnson, E. L. Tamayo, T. Nautin, M. Niederkorn, J. van Ouwerkerk, 2014, *The Lean Management Enterprise, a system for daily progress, meaningful purpose, and lasting value*, McKinsey & Company, p 11.

- le attività a valore;
 - le attività non a valore *unavoidable*, dunque non evitabili utilizzando la tecnologia corrente, denominate *Type One muda*;
 - le attività non a valore *avoidable*, ossia immediatamente evitabili, chiamate *Type Two muda*. (Womack e Jones¹⁰, 1996)
3. Flusso: dopo aver mappato le attività e aver eliminato le fonti di spreco, in questo step si ambisce a far “fluire” le attività a valore, facendole procedere in rigida sequenza favorendo lo scorrimento fluido sino al cliente, eliminando gli sprechi sopracitati¹¹. Per raggiungere tale obiettivo è necessario un profondo cambiamento all’interno dell’organizzazione. La struttura tradizionale, ossia quella gerarchico-funzionale, essendo contraddistinta da un’autorità decisionale accentrata, genera dei rallentamenti nelle decisioni e nella comunicazione tra funzioni. Tale svantaggio è oltrepassato dalla struttura per processi, ossia una serie di attività orizzontali che, utilizzando input di varie tipologie, ottengono un output, bypassano le singole funzioni aziendali e lavorando trasversalmente ad esse. (Cerica¹², 2009)
4. Pull:
Giunti a questo punto, il flusso è implementato, privo di ostacoli e in grado di produrre valore veramente percepito dal cliente. Dopo aver reso il flusso scorrevole e senza ostacoli, il seguente step ambisce a far “tirare” la produzione dal cliente, in modo tale da minimizzare la quantità di materiali presenti all’interno dei magazzini ed eliminare la sovrapproduzione. (Womack e Jones¹³, 1996)
5. Perfezione:
L’ultimo step, dopo aver terminato gli step precedenti, ha come obiettivo ultimo la ricerca della perfezione attraverso il miglioramento continuo (*kaizen*) dei processi e coinvolgendo nella trasformazione Lean tutte le aziende facenti parte nella Supply Chain. La perfezione è definita da uno stato ideale del processo:

¹⁰ J.P. Womack, D.T. Jones, 1996, *Lean thinking, banish waste and create wealth in your corporation*, Free Press, New York, p 38

¹¹ <https://www.lean.org/>

¹² R. Cerica, 2009, *Cultura organizzativa e performance economico-finanziarie*, Firenze University press, p 22.

¹³ J.P. Womack, D.T. Jones, 1996, *Lean thinking, banish waste and create wealth in your corporation*, Free Press, New York, p 4.

eliminazione degli sprechi, produzione solo quando richiesto, *one piece flow*, ossia produzione di un pezzo alla volta, nessuna attesa e assoluta sicurezza.¹⁴

2.1.2 QUAL È L'IMPORTANZA DELLA LEAN IN AZIENDA?

Questa filosofia è ricondotta al sistema produttivo Toyota, chiamato anche TPS (*Toyota Production System*), rivoluzionato da Taiichi Ohno, ingegnere giapponese che riuscì a scalare diverse posizioni nell'organigramma della compagnia nipponica sino alla carica di vice-presidente.

La Lean rappresenta un punto di discontinuità con il recente passato caratterizzato da lavoratori artigiani e produzione di massa (*mass production*) adoperata dalla *Ford Motor Company*. I produttori Lean, infatti, riuscivano a combinare i vantaggi delle precedenti produzioni, evitando gli elevati costi del primo e la rigidità del secondo. Vi sono numerosi aspetti di diversità tra la Lean e la Mass Production che verranno esposti in questa fase. Tali punti sono tutt'ora presenti nell'ambito aziendale e possono essere d'aiuto al lettore per apprendere i principali cambiamenti tra le due filosofie aziendali. (Womack e Jones¹⁵, 1988)

1. Lavoratori

Mentre nella produzione di massa sono visti come dei “robot”, in quanto hanno dei compiti ripetitivi e di bassa complessità, i lavoratori nelle aziende che hanno abbracciato la filosofia Lean sono visti come membri attivi, persone che possono dare il loro contributo non solamente manuale, ma anche intellettuale per migliorare i processi. Nella Toyota, grazie anche al nuovo contratto di lavoro stipulato dopo lo sciopero massivo nel 1946, nel quale un quarto della forza lavoro fu licenziato, i lavoratori rimasti ebbero due garanzie: l'assunzione a tempo indeterminato (*lifetime employment*) e la paga legata non più al tipo di funzione ricoperta, bensì proporzionale alla lunghezza del periodo di permanenza in azienda. Questo provocò un cambio di mentalità poiché si cercò di aumentare le competenze dei lavoratori per guadagnare benefici legati alla conoscenza, esperienza e intelligenza dei soggetti. Inoltre, i compiti degli “specialisti”, ossia le persone che supportavano gli operatori (*utility men*) erano visti come spreco da Ohno, in quanto non aggiungevano valore e potevano

¹⁴ <http://www.encob.net/>

¹⁵ J.P. Womack, D.T. Jones, D. Roos, 1988, *The Machine That Changed the World*, Macmillan, New York, pp 12-68.

essere svolti in maniera più accurata dagli operatori stessi, se formati, perché erano coloro che avevano conoscenza diretta del processo. Infine gli operatori sono suddivisi in gruppi guidati da un leader, ai quali viene data una responsabilità produttiva per favorire la crescita degli operatori e di conseguenza anche del processo stesso.

2. Il fine ultimo

Nella produzione di massa è l'”abbastanza buono”, ossia la definizione di un accettabile numero di difetti, di un massimo livello di magazzino, di un range di prodotti standard e così via. Al contrario, la Lean punta alla perfezione, ossia ambisce a diminuire i costi, a produrre solamente prodotti conformi, a non avere magazzino e offrire un'infinita varietà di prodotto, puntando al miglioramento continuo, senza mai “sentirsi arrivati”.

3. Supply Chain

La domanda è: come il fornitore e il cliente possono lavorare coordinati per ridurre costi, migliorare la qualità e diminuire il tempo di risposta? Nella Mass Production i fornitori erano scelti in base al minor costo ponendoli in competizione tra loro. Questo favorisce l'aspetto finanziario, ma pone dei problemi riguardanti la risoluzione dei problemi che possono sorgere e il flusso di informazione tra fornitori. Inoltre, la criticità del flusso dei componenti è risolta avendo elevati magazzini interni per coprire la richiesta del mercato. Toyota, invece, riorganizzò i fornitori in “*functional tiers*” con i quali aveva delle partnership molto strette. Quelli al primo livello erano responsabili per lo sviluppo del prodotto partendo da una serie di specifiche definite dalla compagnia giapponese. Toyota incoraggiava lo scambio di informazioni tra i fornitori di primo livello per migliorare il processo di design e sviluppo e lasciava spazio operativo ad ogni fornitore di primo livello per la formazione di un insieme di fornitori di secondo livello specializzati nella produzione delle componenti. Toyota per cautelarsi e avere maggiore controllo comprava delle quote delle compagnie di primo livello e forniva l'appoggio per far crescere l'azienda. Infine, per far sì che il flusso interno fosse uniforme, Ohno inventò il kanban system per favorire il Just-In-Time.

4. Sviluppo del prodotto e ingegnerizzazione

Queste due macro fasi coprono tutte le attività necessarie dall'idea del prodotto, nuovo o modificato, all'inserimento nel mercato dello stesso e sono particolarmente delicate e complesse, specialmente per i prodotti complicati quali le automobili poiché

coinvolgono molte persone con un ampio bagaglio di competenze. La produzione di massa ha tentato di risolvere il problema dividendo i compiti tra numerosi ingegneri molto specializzati e separando nettamente la fase di progettazione da quella di industrializzazione. Questo però ha provocato scarsa comunicazione e coordinazione tra le varie parti del progetto. Ohno e Toyoda, al contrario, hanno deciso di integrare il prima possibile le due fasi e hanno formato dei team con dei leader carismatici che avessero una competenza trasversale.

5. Domanda di mercato

Dopo la seconda guerra mondiale, la domanda subì un cambiamento in quanto non era più prevedibile in quantità e varietà. Come spiegato dalla Teoria di Maslow nel libro “Motivazione e Personalità” pubblicato nel 1954, i clienti finali non ricercavano più il modello standard, ad esempio la Ford T, perché compravano l’oggetto non tanto per possederlo, bensì per soddisfare un bisogno e tali bisogni non sono tutti uguali. Inoltre nel dopoguerra iniziò l’avvento dei segmenti di mercato, i quali provocavano a loro volta la differenziazione del prodotto. Infatti le richieste dei clienti in cerca di un’automobile erano quelle di poter scegliere tra un elevato range di alternative e, in secondo luogo, un’elevata affidabilità del mezzo automobilistico. Questo mutamento nel tipo di richiesta favorì Toyota poiché i processi erano nettamente più solidi e affidabili confrontati con quelli delle aziende che avevano appoggiato la Mass Production. Inoltre i processi più flessibili permettono di ridurre i costi di sviluppo e ingegnerizzazione di nuovi prodotti e conseguentemente di aumentare la varietà e aggiornare i prodotti a seconda delle esigenze dei clienti.

6. Rapporto con il cliente

Nel caso di Ford, il link tra azienda e cliente era molto semplice. Non c’era varietà e siccome molte riparazioni potevano essere fatte dall’acquirente, il lavoro del *dealer* era molto semplice. Vi era solamente la necessità che i concessionari avessero uno stock che coprisse le variazioni in volume della domanda. Toyota, invece, sviluppò una nuova strategia di vendita e di distribuzione. I concessionari erano legati alla Toyota, poiché erano di proprietà della stessa o quest’ultima aveva comprato delle quote, e avevano sviluppato una vendita aggressiva (*aggressive selling*). Essa consisteva nello sviluppare una relazione di lungo termine con il cliente attraverso l’utilizzo di un database che permetteva di conoscere le preferenze del singolo cliente e contattava coloro che erano acquirenti abituali richiedendo informazioni per sviluppare nuovi prodotti. Inoltre i concessionari divennero parte della compagnia perché erano coloro che avviavano i cicli dei kanban inviando gli ordini all’azienda

madre e avevano il compito di rendere stabile il volume della domanda. Infatti, quando la domanda era più bassa, il venditore lavorava più ore per acquisire nuovi ordini.

2.2 DEFINIZIONE DEI 12 LEAN TOOLS

In questa sezione verranno analizzati i 12 Lean Tools identificati da AGI come strumenti e tecniche fondamentali per descrivere lo stato aziendale riguardo il Lean Thinking e considerati all'interno del Lean Assessment. Tali strumenti appartengono alle cinque aree precedentemente esposte.

2.2.1 V3 FOCUS

V3 sottintende 3 aspetti:

- *Voice of customers* (VOC): è un processo per catturare i requisiti richiesti dal cliente finale, ascoltando e comprendendo le esigenze e i bisogni dello stesso mediante l'attivo coinvolgimento per capire dove risiede effettivamente il valore per il prodotto o il servizio acquistato. Tali bisogni poi potranno essere tradotti in effettive specifiche di prodotto, trasformandole in *voice of engineering* tramite l'utilizzo del QFD (Quality Functional Deployment);
- *Voice of employee* (VOE): termine usato per indicare l'ascolto dei dipendenti aziendali, coinvolgendoli attivamente per mettere in pratica le loro idee e conoscenze per il miglioramento continuo (*kaizen*) e guidare il problem-solving;
- *Voice of process* (VOP): terminologia utilizzata per analizzare i processi aziendali, per misurarli, controllarli e rendere i problemi facilmente visibili, in modo tale da evidenziare quando i processi non creano il valore attribuito dal cliente al prodotto/servizio, suddividendo, dunque, le attività a valore e quelle non a valore.

2.2.2 - VALUE STREAM MAPPING

La Value stream mapping è uno strumento per mappare i processi aziendali. Conosciuta anche come “*Material and Information Flow Map*” permette di non sub-ottimizzare il singolo processo, bensì di avere una visione olistica a livello di azienda e lavorazione del prodotto dalle materie prime sino al prodotto finito nel caso di Plan Value Stream, ed

analizzando anche i fornitori e clienti esterni nel caso di Total Value Stream. (Attolico¹⁶, 2012)

I benefici di questo strumento sono:

- apprendimento semplice e veloce;
- raffigurazione del processo produttivo dall'inizio alla fine;
- scoperta dei colli di bottiglia e sprechi all'interno del processo;
- costruzione di sinergie all'interno del team. Spesso, infatti, è un lavoro fatto in gruppo e può coinvolgere la forza lavoro in progetti di miglioramento;
- quando completata, può essere utilizzata come strumento visual per aiutare la transizione da stato corrente a quello finale, nel quale sono apportati i miglioramenti, riducendo al minimo le attività non a valore;
- conveniente, in quanto non sono necessari particolari software o materiale specifico;
- facilmente criticabile e modificabile per evidenziare i problemi esistenti;
- flessibile, in quanto può essere applicato sia ai processi aziendali che a quelli non produttivi. (Howell¹⁷, 2013)

Sono presenti degli step necessari per attuare questo metodo, raffigurati anche in figura 2.2:

- identificare la famiglia di prodotti da esaminare;
- tracciare la value stream map dello stato corrente per evidenziare i problemi esistenti, nella quale tutte le informazioni sono acquisite nello stabilimento produttivo (*Gemba*).
- tracciare la value stream finale, ossia con i miglioramenti legati alla riduzione delle attività non a valore, che è l'obiettivo ultimo di questo strumento. Rappresenta come l'azienda desidera lo stato futuro del processo complessivo. Appena lo stato futuro diventa realtà, un nuovo stato futuro necessita di essere fatto in modo da migliorare continuamente ed ambire alla perfezione, l'ultimo principio del Lean thinking. (Rother e Shook¹⁸, 1998)

¹⁶ L. Attolico, 2012, *Innovazione Lean: strategie per valorizzare persone, prodotti e processi*, Hoepli, Milano, pp 283-285.

¹⁷ Vincent W. Howell, 2013, *Value Stream Mapping*, Ceramic Industry, Vol. 163(8), p 25

¹⁸ M. Rother, J. Shook, 1998, *Learning to see, Value stream mapping to create value and eliminate muda*, Lean Enterprise Institute, Massachusetts, USA, p 19.

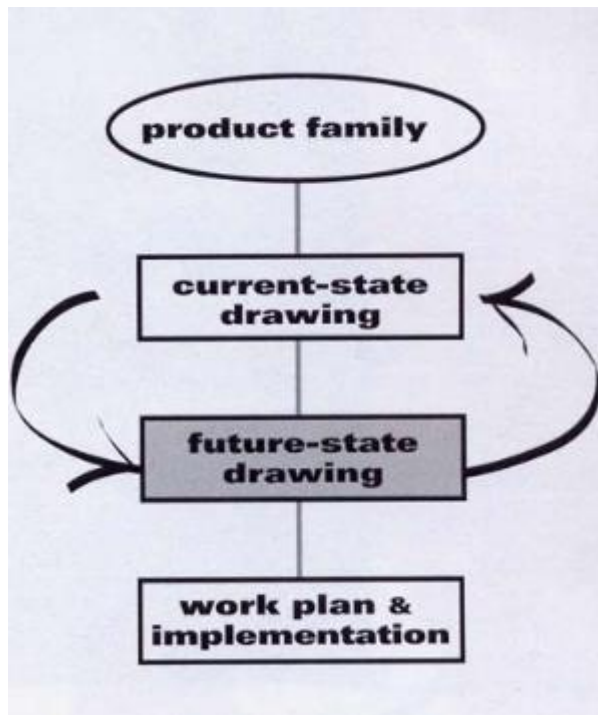


Fig. 2.2: step richiesti per applicare il metodo Value Stream Mapping¹⁶

Struttura della Value Stream Map, riportata anche in figura 2.3:

- mappa del processo: questa parte comprende tutti gli step produttivi e le informazioni associate a ciascuno di questi. Rappresenta il flusso fisico la cui direzione è da monte verso valle;
- sequenza temporale: presente nella parte bassa della mappa, rappresenta i tempi dei processi e dei magazzini e, in aggiunta, il rapporto tra il Lead time di effettiva produzione e il Lead time di attraversamento complessivo che indica la percentuale di tempo a valore aggiunto (*value added time*);
- flusso di informazioni: esplica le interazioni tra le stazioni componenti la value stream map. Scorre da valle a monte, ossia dal cliente esterno ai fornitori, ed è rappresentata nella parte superiore del foglio.¹⁹

¹⁹ <https://www.smartdraw.com>

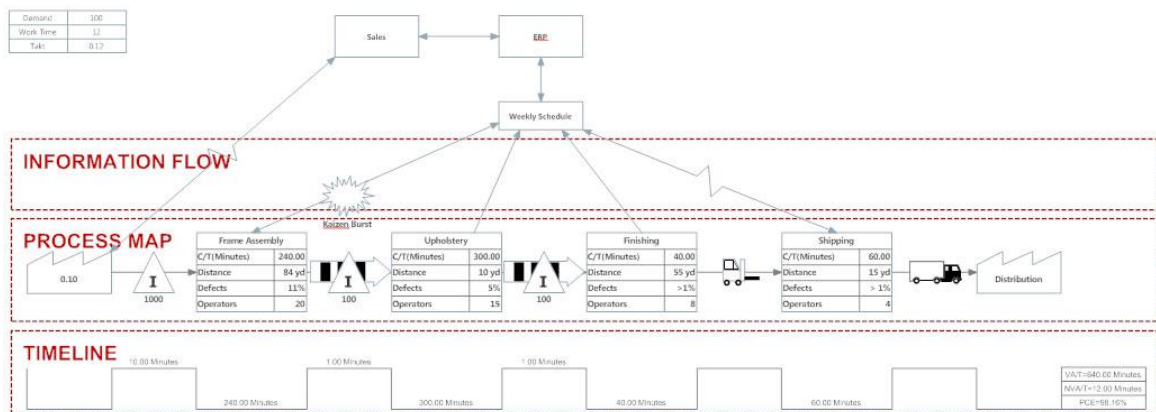
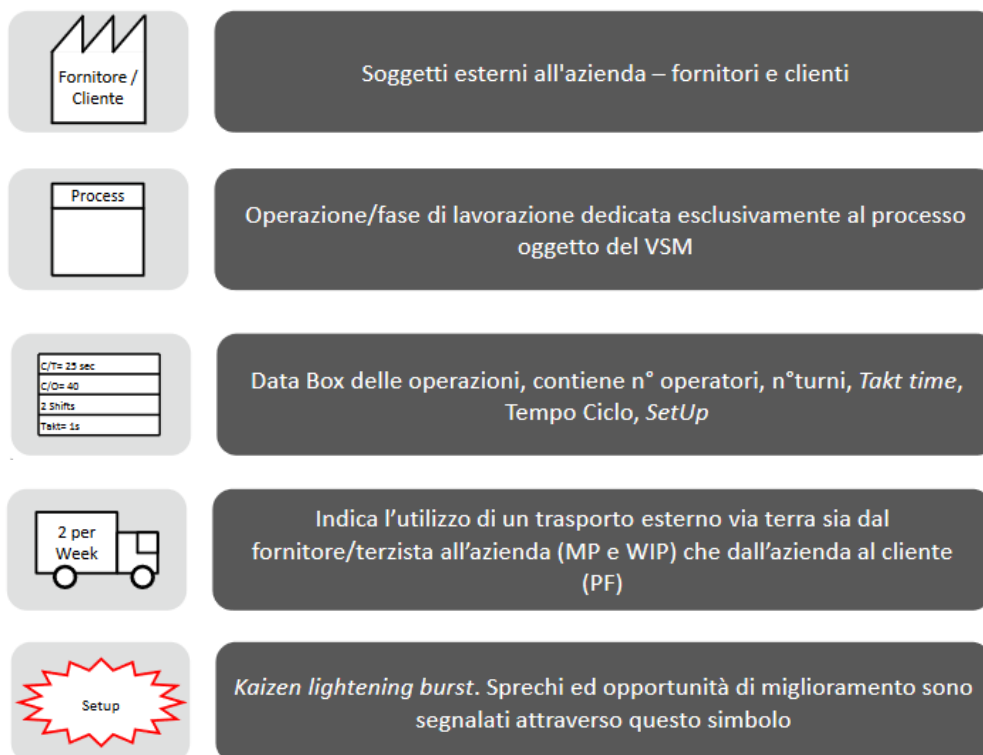


Fig. 2.3: aree di una Value Stream Map¹⁹

La legenda della simbologia utilizzata è riportata nella figura seguente, 2.4. Nella legenda sono riportati i simboli maggiormente utilizzati nella Value Stream Map e quelli più chiaramente riconducibili ai concetti che si vogliono esporre, in modo tale che tutti coloro che leggono la mappa abbiano una comprensione semplice ed immediata dei processi.²⁰



²⁰ <http://www.unindustria.fc.it/>

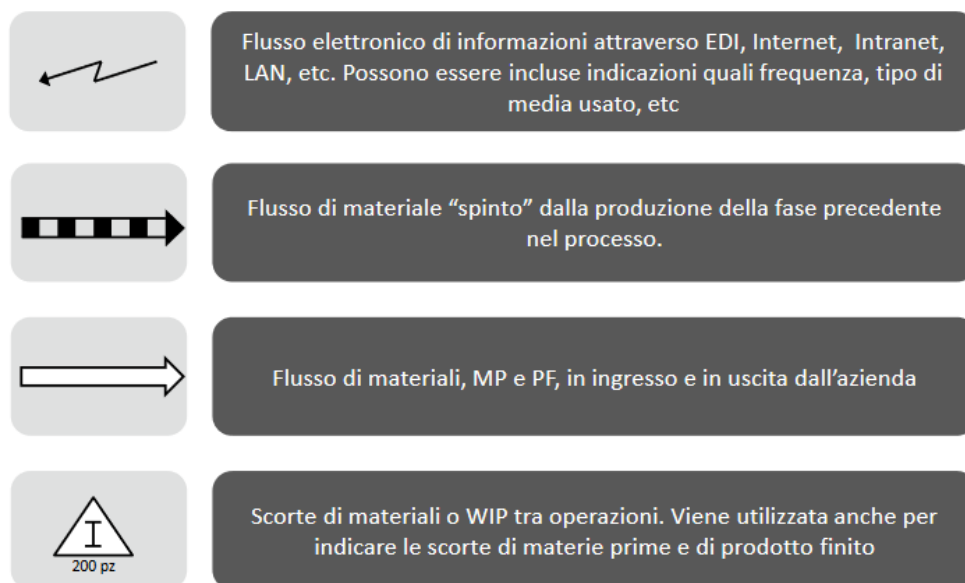


Fig. 2.4: simboli utilizzati nella Value Stream Map²¹

2.2.3 KAIZEN

"Life is growth. If we stop growing, technically and spiritually, we are as good as dead"
(Ueshiba e Stevens²², 1992)

Kaizen è un termine giapponese che può essere separato in due parole differenti: *Kai*, che significa bene, e *Zen*, che può essere tradotto in miglioramento, cambiamento. Dunque, l'unione delle due parti indica il cambiamento in meglio o miglioramento continuo, che è la traduzione maggiormente utilizzata. (Medinilla²³, 2014)

Il metodo kaizen fornisce uno strumento strutturato per canalizzare tutte le opportunità e idee di cambiamento individuate dagli operatori sino a convertirle in miglioramenti effettivi che hanno un impatto positivo nella routine lavorativa. Esso è collegato strettamente al training e coinvolgimento dei dipendenti all'interno delle logiche Lean.

²¹ <http://www.unindustria.fc.it/>

²² M. Ueshiba, J. Stevens, 1992, *The Art of Peace*, Shambhala Publications, Boston, p. 23

²³ Angel Medinilla, 2014, *Agile Kaizen, Managing Continuous Improvement Far Beyond Retrospectives*, Springer Berlin Heidelberg, Sevilla, pp 4-5

2.2.4 FLOW

Questo concetto indica il far fluire le attività a valore aggiunto senza intoppi, ostacoli, ritardi o interruzioni, processando solamente ciò che è richiesto dal cliente e quando è richiesto dallo stesso, non in base alla schedulazione.

2.2.5 STANDARD WORK INSTRUCTIONS

È un metodo ideato affinché il processo risulti ripetibile e prevedibile, con lo stesso ritmo di produzione e costante nella qualità²⁴. Documentando le *best practice* correnti si crea la base per il miglioramento continuo. Non appena lo standard è migliorato, il nuovo standard diviene la nuova base di partenza per ulteriori miglioramenti. Questo strumento consiste in tre elementi di base:

- il Takt time: il ritmo con il quale il cliente richiede i prodotti e definito dal rapporto

$$takt\ time = \frac{tempo\ richiesto\ l'\ attivit\grave{a}\ (secondi\ o\ minuti)}{numero\ di\ pezzi\ richiesti\ (pz)}$$

- l'esatta sequenza produttiva con la quale l'operatore processa l'attività;
- lo standard inventory, ossia il numero di unità richieste per far scorrere senza interruzioni il processo.²⁵

2.2.6 5S

Il 5S è una metodologia Lean, applicata in ambito industriale e ideata da Takashi Osada nei primi anni Ottanta. Innanzitutto fu applicata alle aziende giapponesi manifatturiere e poi ampliata agli altri settori industriali e dei servizi (Gapp²⁶, 2008). Queste tecniche sono legate alla gestione degli ambienti di lavoro, con benefici direttamente correlati a:

- l'incremento della sicurezza della postazione di lavoro, con responsabilizzazione degli operatori e opportuna segnaletica per monitorare lo stato dei macchinari;
- la qualità dei prodotti e dei processi;
- la riduzione del tempo di ricerca degli oggetti, grazie all'eliminazione degli oggetti superflui o danneggiati e la standardizzazione in maniera visual della locazione degli strumenti.
- Migliore utilizzo degli spazi.

²⁴ <http://world-class-manufacturing.com>

²⁵ <https://www.lean.org/>

²⁶ R. Gapp, R. Fisher, K. Kobayashi, 2008, *Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system*, Griffith Business School, Griffith University, Bundall, Australia, p. 3

- Migliore visione dal punto di vista esterno, favorendo la comunicazione e l'immagine. (Panizzolo²⁷, 2016)

Il punto di arrivo di questa metodologia risiede nella *Visual Factory*, ossia permettere al maggior numero di persone di comprendere lo stato del macchinario, non mediante la posizione gerarchica o specializzazione personale, bensì attraverso l'appartenenza a un gruppo aperto aziendale. Ciò significa che le informazioni devono essere comprese non solo da coloro che lavorano in quella postazione ma da tutti gli operatori che lavorano nell'area o sono ad essa legati. Questo è il punto di discontinuità netto rispetto alle comunicazioni tradizionali, che inviano molte informazioni a poche persone, spesso specializzate o ad alto livello gerarchico. La *Visual Factory* permette, inoltre, di trasmettere l'informazione più velocemente e richiedendo minori ricorresse rispetto alla trasmissione verbale o scritta.²⁸

Racchiude al suo interno 5 attività di base:

- **separare** con lo scopo di ridurre lo spazio, gli ostacoli alla movimentazione e la confusione, dividendo il materiale in tre categorie: rotto, non necessario e poco usato;
- **sistemare**, definendo il posizionamento ottimale di ciò che è necessario, in modo tale che tutte le strumentazioni abbiano un loro posto definito in maniera *visual*. In questo punto, risulta essere utile la *shadow board*, perché permette la visibilità dello strumento riducendo il tempo per individuarlo, l'invio di feedback immediati nel caso manchi qualcosa e tavoli e mobili, che occupano spazio utile, risultano inutilizzati;
- **spazzare**, che corrisponde a un controllo continuo legato alla pulizia, in modo tale da individuare eventuali problemi che con l'ostacolo visivo della sporcizia sarebbero complicati da riconoscere;
- **standardizzare**, in modo tale da mantenere i risultati ottenuti tramite le prime 3S, mediante l'utilizzo di strumenti rigorosi come le *check list*. Questo punto è fondamentale, in quanto senza di esso, è praticamente certa l'inversione di rotta e il ritorno al "caos" iniziale. Lo standard, a differenza del fordismo, non è immobile e rigido, bensì è flessibile e migliorabile. Infatti, nella filosofia Lean, lo standard viene più volte "criticato" per ambire a uno stato migliore mediante dei cicli di PCDA (*Plan, Do, Check, Act*), ossia delle fasi di miglioramento nelle quali si pianifica il miglioramento, lo si implementa, si controllano i risultati e, nel caso

²⁷ R. Panizzolo, 2016, *Dispense del corso di Gestione snella dei processi*, anno accademico 2016/2017, Università di Padova

²⁸ <http://www.businessdictionary.com>

si sia soddisfatti, si standardizza il risultato sino al prossimo ciclo di PDCA. Tra un ciclo e quello successivo, vi è sempre una fase in cui il nuovo standard viene rispettato e mantenuto sino alla creazione di un nuovo stato. Questo ragionamento è rappresentato in figura 2.5.

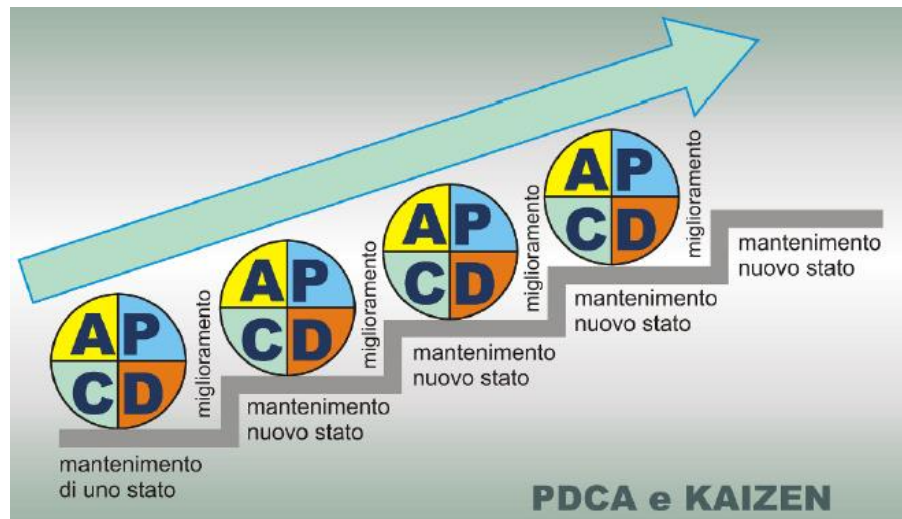


Fig. 2.5: PDCA e mantenimento dello standard (Panizzolo²⁹, 2016)

- **sostenere**, definendo una pulizia di fine turno, un *daily walkthrough*, audit esterni e formazione continua degli impiegati, specialmente quelli nuovi, con l'obiettivo di eliminare i comportamenti scorretti. (Ortiz³⁰, 2015)

Spesso queste tecniche sono state tradotte, semplificandole eccessivamente, in “*housekeeping*”, in italiano “pulizia”, (Gapp³¹, 2008) tralasciando le ultime 2S, le più importanti per non ricadere più negli errori e nelle pratiche errate del passato, in quanto senza lo standardizzare e il sostenere non vi è più mantenimento e miglioramento.

2.2.7 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

È un insieme di tecniche che hanno la finalità di rendere ogni macchina attiva per realizzare l'attività che sono chiamate a fare. *Total Productive Maintenance* (TPM) è un approccio innovativo che non riguarda solamente la manutenzione, ma è legata anche allo sviluppo dell'auto-apprendimento dell'organizzazione con l'aiuto di parte dello staff che ha il compito primario di migliorare continuamente le strumentazioni produttive. È un

²⁹ R. Panizzolo, 2016, *Dispense del corso di Gestione snella dei processi*, anno accademico 2016/2017, Università di Padova

³⁰ Chris A. Ortiz, 2015, *The 5S playbook, A step-by-step Guideline for the Lean Practitioner*, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp 1-34

³¹ R. Gapp, R. Fisher, K. Kobayashi, 2008, *Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system*, Griffith Business School, Griffith University, Bundall, Australia, p. 4

approccio sistemico per aumentare la produttività e la qualità dei sistemi ed è un aspetto chiave nel TQM (*Total Quality Management*) (Agustiady e Cudney³², 2015). L'obiettivo è ridurre i disturbi e di conseguenza incrementare l'efficienza produttiva misurata tramite l'OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

Ci sono delle pietre miliari che descrivono il TPM:

1) la diminuzione dei disturbi operativi si basa sull'analisi della realtà e delle relative limitazioni e deficienze. Per ottenere questo obiettivo sono necessarie delle misurazioni, quali l'OEE, che diano indicazioni dell'utilizzo totale del macchinario, ossia quando quest'ultimo sta producendo dei prodotti adeguati alla qualità richiesta dal cliente rispetto al tempo totale di utilizzo del macchinario. Il calcolo dell'indice OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) deve coinvolgere tutti i dipendenti e ha come obiettivo l'individuazione delle 6 maggiori perdite:

- tempo di inattività, ossia il tempo durante il quale il macchinario non è in funzione;
- tempo di attrezzaggio, il tempo richiesto per il setup legato al cambio lotto, durante il quale il macchinario non produce pezzi;
- tempi di fermo minori, sono dei tempi di fermo macchina per varie ragioni, i quali però provocano delle fermate minori rispetto alle due voci analizzate precedentemente;
- perdite di velocità, delle diminuzioni di velocità rispetto a quella massima alla quale la macchina può lavorare. Possono essere per esempio legate all'incremento dello spessore del materiale lavorato che genera degli attriti più elevati e di conseguenza una minor rotazione dei rulli;
- scarti, ossia dei materiali lavorati, ma con una qualità non sufficiente confrontata con le norme o standard aziendali;
- rilavorazioni, cioè delle lavorazioni aggiuntive necessarie nel caso il materiale non sia conforme agli standard e non lo si voglia scartare.

Il tutto è esemplificato nella figura seguente, 2.6.

³² T. K. Agustiady, E. A. Cudney, 2015, *Total Productive Maintenance, Strategies and Implementation Guide*, CRC Press, Boca Raton, Florida, p 1

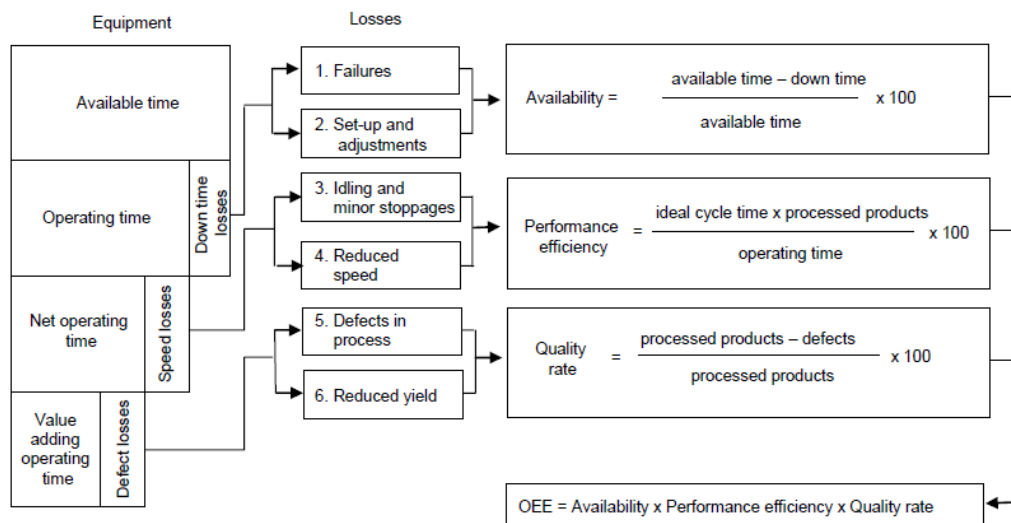


Fig. 2.6: struttura dell'indice OEE (Bellgran e Säfsten³³, 2010)

- 2) Il secondo punto chiave è il prendersi cura dei processi e delle strumentazioni. Questa attività è di responsabilità degli operatori addetti alla manutenzione, ma, per raggiungere l'obiettivo di incrementare l'efficienza produttiva, gli operatori della produzione e della manutenzione devono approcciarsi e confrontarsi facendo in modo che le operazioni manutentive più banali siano gestite direttamente dagli operatori produttivi e solamente quelle più complesse e che richiedono abilità particolari siano di responsabilità dei manutentori interni. Questo è un “*transit point*” rispetto alle teorie più tradizionali, in quanto si pone maggiore stress sui compiti e sull'apprendimento continuo dell'operatore.
- 3) La terza, e ultima, si riferisce all'organizzazione del personale in gruppi di miglioramento. Questo implica che ci sia un appoggio e un incoraggiamento anche dagli alti livelli aziendali all'auto organizzazione e che l'ambiente supporti e stimoli le idee e le proposte degli operatori in modo tale che quest'ultime si trasformino in progetti di miglioramento tramite lo sviluppo e l'implementazione di piani di “*Autonomous maintenance*” (AM). Mediante il supporto è possibile creare un forum, il quale presenti le problematiche riscontrate dagli operatori e che fornisca dei progetti di miglioramento continuo. Ulteriore punto fondamentale è che i gruppi siano

³³ M. Bellgran, K. Säfsten, 2010, *Production Development, Design and Operation of Production Systems*, Springer, Jönköping, Sweden, p 263

eterogenei, ossia devono avere al loro interno sia personale produttivo, sia manutentivo. (Bellgran e Säfsten³⁴, 2010)

I vantaggi portati da questo strumento sono i seguenti:

- Conduce a un utilizzo più efficiente delle strumentazioni (OEE);
- Permette di coinvolgere tutto il personale con una metodologia di manutenzione diffusa in tutta l'azienda;
- È predittiva;
- Migliora le attività di manutenzione tramite l'utilizzo di team specifici;
- Richiede la partecipazione di operatori da aree diverse, quali produzione, manutenzione, sviluppo e progettazione.³⁵

2.2.7.1 DEFINIZIONE DI OEE

Come affermato precedentemente, l'OEE è l'indice utilizzato per definire l'efficienza complessiva del macchinario ed è un punto fondamentale del TPM.

La formula generale dell'OEE è definita dalla seguente equazione:

$$OEE = A * P * Q$$

Con la A ci si riferisce alla disponibilità del macchinario, in particolare alla percentuale dell'effettiva quantità di tempo nel quale la macchina è attiva e sta processando materiale rispetto al tempo totale nel quale la macchina è disponibile. Di conseguenza, se il macchinario subisce un fermo dovuto ad eventi che causano delle fermate rispetto al tempo produttivo pianificato, quali rotture di componenti oppure a operazioni di attrezzaggio, diminuisce la disponibilità complessiva della macchina

Con la lettera P si allude alla performance, ossia la percentuale del rapporto tra il tempo ciclo reale dell'impianto e quello ideale alla massima velocità. Più tale valore è vicino al 100%, più la macchina lavora al massimo delle sue capacità. Spesso, però, molti fattori interferiscono nella performance dell'impianto, specialmente le micro fermate e rallentamenti causati dall'obsolescenza del macchinario.

Q si riferisce, invece, alla qualità, quindi la percentuale del rapporto tra le parti buone rispetto al numero totale di componenti prodotte dal macchinario. La qualità tiene conto

³⁴ M. Bellgran, K. Säfsten, 2010, Production Development, Design and Operation of Production Systems, Springer, Jönköping, Sweden, pp 285-286

³⁵ <http://www.leanmanufacturing.it>

delle parti scartate, in quanto non soddisfano i requisiti imposti dall'azienda o dalla normativa di riferimento.

I benefici collegati con l'OEE sono:

- avere un'indicazione dello stato corrente che permetta di individuare le perdite che causano i maggiori svantaggi alla minor produzione rispetto a quella teorica;
- indentificare i bottle-necks all'interno del processo che limitano la produzione del prodotto finale;
- comparare le performance di tutti i macchinari per individuare quello con valore minore e definire degli interventi su quest'ultimo;
- analizzare gli effetti sull'indice dei progetti messi in atto sui macchinari.

2.2.8 SMED

Definito il setup come le attività per convertire il macchinario, in modo tale che sia in grado di processare un nuovo prodotto, il "Single-Minute Exchange of Dies" è un sistema che permette di ridurre il tempo totale di setup, in quanto l'attrezzaggio è considerato uno spreco poiché non si genera valore per il cliente. Le pratiche SMED sono, dunque, un metodo per far avanzare rapidamente la programmazione della produzione e avere la possibilità di lavorare con lotti più piccoli. Il metodo del "Single Minute Exchange of Dies" viene attuato mediante le seguenti attività:

- individuazione delle attività interne ed esterne alla macchina. Le attività interne sono delle operazioni che possono essere svolte solamente quando il macchinario è spento, per esempio la rimozione o il montaggio degli stampi, mentre le attività esterne sono quelle che possono essere svolte anche quando il macchinario è in attività, come lo spostamento di attrezzature (Shingo e Dillon³⁶, 1983);
- separazione delle attività, quelle esterne da quelle interne;
- conversione più ampia possibile delle attività interne ad esterne;
- ottimizzazione e semplificazione delle attività.

Sono una serie di tecniche, il cui pioniere è Shigeo Shingo, attuate con lo scopo di diminuire il tempo legato alle attività di setup a una singola cifra (*single digit*), ossia con una durata inferiore ai dieci minuti.

³⁶ S. Shingo, A. P. Dillon, 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Cambridge, p 22

Nella figura seguente, la 2.7, si possono analizzare i differenti punti chiave del metodo e i miglioramenti conseguibili ad ogni punto.

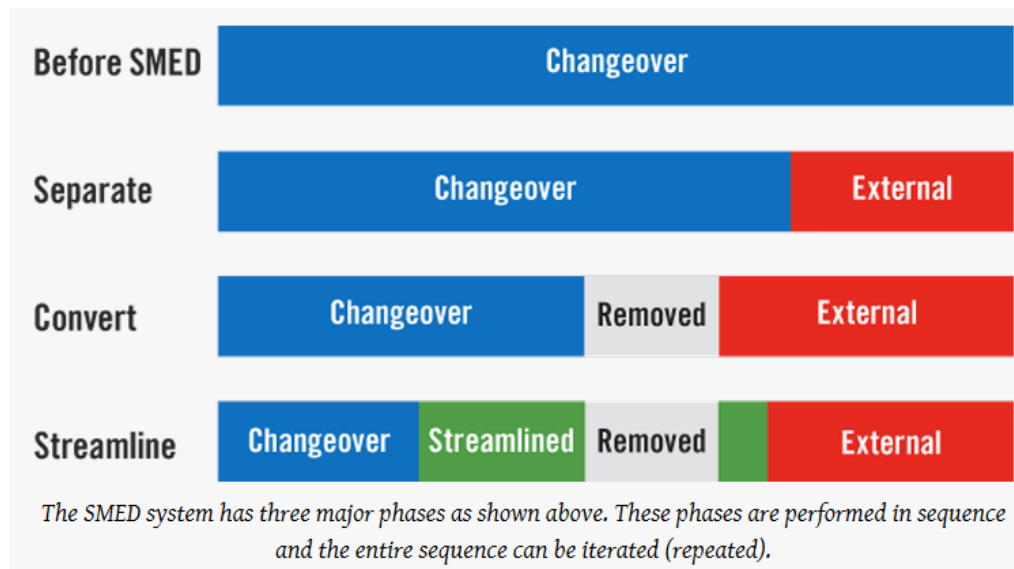


Fig. 2.7: SMED³⁷

2.2.9 - KANBAN

Il kanban è un sistema di gestione del metodo di produzione JIT (Just-in-Time) ed è un sistema di informazione che permette di controllare in modo armonioso le quantità produttive in tutti i processi. Tutto ciò è permesso da dei cartellini chiamati “kanban”, nei quali è definito il tipo di prodotto richiesto e la quantità necessaria, che vengono inviati da un processo a quello più a valle. La connessione tra più processi permette un miglior controllo delle quantità richieste per vari prodotti. Per la corretta riuscita di un kanban system sono necessari:

- bilanciamento della linea;
- standardizzazione delle attività;
- attività di miglioramento continuo;
- *autonation* (stop della macchina in automatico quando finisce ogni attività o c'è qualche rottura);
- design del layout delle macchine;
- attività di riduzione del setup. (Monden³⁸, 1993)

³⁷ www.leanproduction.com

³⁸ Y. Monden, 1993, *Toyota Production System, An Integrated Approach to Just-In-Time*, CRC Press, Boca Raton, p. 9

2.2.10 SCHEDULING

Lo scheduling, o programmazione della produzione, ha come obiettivo ultimo di gestire un *Just In Time*, nel quale i clienti interni tirano gli ordini dai fornitori interni in base alle vendite ai clienti esterni. Concetti che supportano lo scheduling sono il “*locked shipping schedules*”, ossia il piano di spedizioni settimanali, in modo tale che tutti i reparti abbiano le stesse priorità di produzione, e l’*heijunka*”, ossia ricercare il livellamento della produzione.

2.2.11 COMMUNICATION

Questo concetto evidenzia il fatto che ci debba essere comunicazione tra il top-management e i dipendenti, con l’obiettivo di facilitare l’allineamento delle idee, la chiarezza degli obiettivi, la risoluzione dei problemi e lo sviluppo di una cultura di partecipazione che favorisca il miglioramento continuo. Il trasferimento delle informazioni e delle idee non deve avere solamente l’orientamento top-down, bensì sono necessarie ambo le direzioni in modo che vi sia uno scambio di informazione e non un flusso unico. Inoltre, tali flussi informativi non devono incontrare nessun ostacolo nel percorso per non limitarlo e/o rallentarlo, per esempio, non devono essere ostacolati dalla struttura rigida dell’organizzazione.

2.2.12 TRAINING

È un programma atto ad avere una conoscenza diffusa della Lean all’interno dell’azienda, in modo da condividere la conoscenza e permettere a tutti i dipendenti di non essere solo manodopera, ma persone che possano dare un contributo alla compagnia anche mediante la loro intelligenza e creatività. Da dati storici, le aziende che hanno avuto maggiore successo sono quelle che hanno investito nelle persone interne e tale crescita non può avvenire se non c’è il benessere all’interno dell’azienda. La persona è il centro ed è la risorsa più importante che il datore di lavoro deve saper gestire e migliorare nel tempo (Attolico³⁹, 2012). Secondo il Toyota Production System, le idee, la creatività del personale, il rispetto per il lavoro, la formazione degli operatori al fine di lavorare in più macchinari (*cross-training*) e la valorizzazione delle loro proposte sono dei punti fondamentali ed espliciti nel “*Monozukuri*” come elementi necessari per sviluppare la cultura Lean all’interno dell’azienda e avere successo nel mercato⁴⁰.

³⁹ L. Attolico, 2012, *Innovazione Lean: strategie per *valorizzare persone, prodotti e processi*, Hoepli, Milano, p 117

⁴⁰ <https://www.considi.it>

CAPITOLO 3: ANALISI DEL CURRENT STATE

In questa sezione dell'elaborato si presenterà uno studio della situazione attuale dell'azienda, in primo luogo generale di tutti i processi aziendali mediante l'utilizzo di un sistema di valutazione fornito da AG GROWTH che permetterà di conoscere lo "stato dell'arte" odierno. In secondo luogo si fornirà una descrizione del prodotto soggetto allo studio e una mappatura del reparto di produzione delle lamiere, mediante l'utilizzo della metodologia Value Stream Mapping.

3.1 LEAN JOURNEY

FRAME inizia il percorso di trasformazione Lean nel 2015, anno in cui viene acquisita da AG GROWTH, nella cui filosofia di crescita per ogni compagnia di sua proprietà è posta notevole rilevanza su questo argomento. Al momento la persona responsabile di questa trasformazione è il responsabile della produzione e i drivers che guidano l'azienda lungo questo percorso sono stati individuati in:

- diminuire il tempo del materiale all'interno dei magazzini, specialmente in quelli intermedi tra un macchinario e quello più a valle, con il risultato di diminuzione del Lead Time;
- favorire l'ordine e la pulizia in modo tale da avere le situazioni ottimali per diminuire il tempo di attrezzaggio e la ricerca dei materiali, rendere più visibili i problemi della strumentazione e far lavorare i macchinari in un ambiente a loro favorevole per aumentare la vita utile e diminuire le fermate produttive;
- aumentare la percentuale di efficienza totale dei macchinari (OEE);
- favorire una riorganizzazione dei flussi in attesa dell'introduzione di nuovi macchinari produttivi;
- favorire l'armonizzazione, richiesta dalla direzione, alle linee guida del gruppo secondo standard stabiliti in maniera crescente;
- introdurre una cultura Lean a tutti i livelli dell'azienda per far fronte ai nuovi obiettivi aziendali di aumento di fatturato e riduzione dei costi.

L'azienda ha appena cominciato il suo percorso con AGI, quindi dal 2015 non sono stati svolti dei progetti di trasformazione Lean. Però, negli anni 2000 era stato attivato un progetto di trasformazione LEAN, il quale non ha portato i risultati prefissati. Quest'ultimo era composto da due sotto parti strettamente collegate:

- 1) Formazione del personale produttivo e degli impiegati negli uffici legati alla programmazione;
- 2) Iniziale test di settimana kaizen collegata a un progetto SMED con un gruppo eterogeneo di persone coadiuvate da consulenti esterni.

Inizialmente si era definita una persona responsabile dei progetti Lean, che era stato formata a riguardo con un corso di perfezionamento presso l'Università di Padova. Questo cambiamento ha avuto una brusca interruzione tra il 2012 e 2013 causato dal concordato di Fracasso.

3.2 LEAN ASSESSMENT

Lo stato attuale della *Lean production* nello stabilimento produttivo di FRAME è stato analizzato utilizzando lo strumento di *Lean Assessment* fornito dall'azienda AG GROWTH. Tale strumento è stato sviluppato internamente da AG GROWTH e si prefissa tre obiettivi:

- Valutare lo stato attuale, identificare opportunità e stimolare azioni che supportino il miglioramento;
- Monitorare i risultati e i trend di miglioramento;
- Guidare tutte le divisioni aziendali in un percorso Lean comune.

Tale strumento di valutazione si compone di due audit che vanno completati semestralmente. In particolare:

- Il primo audit è interno, dunque deve essere completato da personale interno all'azienda, e va consegnato entro la fine del secondo trimestre (Q2).
- Il secondo audit è esterno, di conseguenza degli operatori esterni svolgono l'Assessment nel terzo e quarto trimestre (Q3 e Q4) e analizzano le eventuali discrepanze e miglioramenti confrontandolo con quello svolto internamente.

I responsabili del completamento di questo Lean Assessment vanno ricercati e selezionati all'interno dei singoli reparti. Tale gruppo deve essere formato per svolgere la valutazione interna e, in seguito, dare il proprio contributo anche alla realizzazione della valutazione esterna. L'AGI Lean Assessment identifica, in primo luogo, 12 aree, *primary Lean tools*, che sono rappresentativi dei risultati.

- V3 focus;
- Value Stream Mapping;

- Kaizen;
- Standard Work;
- 5S;
- Total Productive Maintenance (TPM);
- Flow;
- Setup Reduction (SMED);
- Kanban;
- Level Scheduling;
- Communication;
- Training.

I sopracitati 12 “Lean Tools” sono categorizzati nei 5 fondamenti Lean:

- Value, che concerne VOE, VOC e VOP;
- Value stream, con al suo interno Value Stream Mapping e kaizen;
- Flow, che concerne standard work, 5S, TPM, flow e SMED;
- Pull, con kanban e level scheduling;
- Sustain & control, con al suo interno Communication e Training.

Inoltre per valutare il livello corrente dell’azienda in ognuna delle 12 aree, si utilizza una scala di valutazione che varia da un minimo di 1, livello prima della Lean, a un massimo di 5, livello esperto, come rappresentato in figura 3.1. Per definire quale livello corrisponde alla realtà, vengono poste delle domande alle quali si deve rispondere con una “v” nel caso di risposta affermativa o “x” se il criterio non è raggiunto. Per passare di livello, tutte le domande riferite a quel livello e ai precedenti devono avere una “v”.



Fig. 3.1: 5 livelli Lean

La valutazione va compiuta nell’apposita sezione “Lean” del sito online di AG GROWTH e deve essere oggettiva, analizzando approfonditamente le singole voci, fornire degli esempi per comprovare la veridicità della scelta e dopo averla svolta, definire le azioni, i progetti da implementare e indicare il periodo per la realizzazione degli stessi.

Nella figura successiva sono esemplificate le domande riguardanti l’area “*Communication*”, con riportate le risposte date in questo argomento.

COMMUNICATION	1	1. Daily huddles or standing meetings do NOT take place to facilitate continuous improvement ideas		11.1.1 - No meetings are held or are only held for crisis situations
				11.1.2 - Employees do not have a forum to openly communicate to superiors
				11.1.3 - Communication tools such as whiteboard, messaging board, flip chart etc. are not used to capture work disruption
	2	2. Daily huddles, LEAN is not yet a focus nor an agenda topic	✓	11.2.1 - Department meetings are held but not usually on a regular basis. E.g. Daily Huddle
			✓	11.2.2 - Meetings are lead and driven from supervisor level and typically focus on production priority list
			✓	11.2.3 - A minimum of one department, cell or production team is meeting regularly
			✗	11.2.4 - A method of capturing information is established. E.G. Whiteboard, messaging board, flip chart, or paper
			✓	11.2.5 - Employee engagement is growing, Continuous improvement ideas are being generated
	3	3. At least one cell holds a daily meeting with LEAN as primary topic and has a method in place to facilitate LEAN efforts	✗	11.3.1 - A minimum of 50% of department/cells are meeting regularly E.G. Daily
			✓	11.3.2 - Meetings are guided by a particular topic agenda to cover. E.g. safety, quality, LEAN, production, manpower
			✗	11.3.3 - All concerns are addressed daily to avoid job disruptions, a continuous improvement list may exist
			✓	11.3.4 - Unavoidable disruptions are communicated to other production stakeholders to avoid production issues
			✗	11.3.5 - Employee engagement is growing, individuals have a structured forum to communicate their improvement ideas
			✗	11.4.1 - 75 % of cells have a meeting process in place on a defined regular frequency

Fig. 3.2: esempio dell'AGI Lean Assessment

Dopo aver completato questo “*Lean Assessment*” i risultati a maggio 2017 di FRAME S.r.l. sono stati raffigurati in un diagramma a “radar”, nel quale sono riportati i 12 Lean tools e i livelli raggiunti dall’azienda. Il risultato finale prevede la creazione di un’area e, più ampia è quest’ultima, più il risultato finale è positivo. I risultati finali riferiti all’audit interno sono stati i seguenti, riportati in figura 3.3.



Fig. 3.3: risultati dell'AGI Lean Assessment

Dalla figura precedente, si può dedurre che solamente negli *Standard Work Instructions* e *Scheduling* l'azienda supera il livello base, mentre gli altri metodi o non sono ancora trattati, quale il TPM, oppure lo sono stati superficialmente in passato senza, però, essere perseguiti nel presente, per esempio lo SMED. Il livello Lean dell'azienda rimane comunque basso, in quanto oltre l'83% delle aree considerate si attesta al livello minimo.

Riguardo i piani di miglioramento per incrementare il livello generale riguardante la Lean in FRAME, si è deciso, in accordo con il responsabile di produzione, di focalizzarsi in:

- VOE (Voice of Employee), all'interno delle V3.
- VALUE STREAM MAPPING.
- SMED.
- 5S.

Inoltre si è deciso di non coinvolgere tutta l'azienda nel miglioramento iniziale, bensì solamente l'area della produzione delle lamiere, considerata dunque come area pilota per poi estendere i progetti al resto dello stabilimento.

3.3 DEFINIZIONE COMPONENTE STUDIATO

L'area produttiva studiata in questo elaborato è quella riferita alle lamiere ondulate, tagliate, forate e calandrate. Hanno le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza 3000 mm.
- Larghezza 890 mm.
- Spessore variabile da un minimo di 0,8 mm a un massimo di 3,5 mm.
- Profondità delle onde $12,7 \pm 0,5$ mm.
- Passo dell'onda 66,7 mm.
- Numero delle onde pari a 14.
- Materiale: acciaio S350GD+Z, raramente HX (*higher-strength*), con zincatura superficiale 450 o 600 μm e anche con bordi zincati. In particolare, la lettera "S" indica che l'acciaio è strutturale, ossia conforme alle norme per essere adoperato come materiale da carpenteria metallica, "350" indica il carico di snervamento del materiale minimo espresso in N/mm^2 , G è una lettera che introduce quella successiva, ossia la D che indica che l'acciaio è zincato (UNSIDER, 2005)⁴¹ e Z

⁴¹ UNSIDER – Ente Italiano di Unificazione Siderurgica, 2005, UNI EN 10027-1, Milano

indica che il cappotto di zinco è stato ottenuto mediante immersione a caldo in un bagno con tenore di zinco minimo del 99%. La qualità superficiale del materiale richiesta da FRAME è MACO, un acronimo nel quale M sta per ridotto numero e grandezza di lustrini, generalmente non visibili ad occhio nudo influenzando il processo di solidificazione, con la lettera A si intende la possibilità di presenza di punti neri e altre leggere imperfezioni, e con le lettere CO si allude che l'acciaio è stato sottoposto a passivazione chimica e ad oliatura, in modo tale che ci sia minor rischio di corrosione. (UNSIDER, 2009)⁴²

- 32 forature differenti, di cui 16 normali e 16 ridotte. Con il termine “ridotte” si allude alla lamiera forata nella quale si mantengono costanti le forature alle estremità, ma vengono eliminati alcuni collegamenti intermedi per risparmiare sul costo delle bullonature e velocizzare il montaggio, questo sempre suffragato dai modelli di calcolo sulle forze in gioco.
- Raggio di curvatura differente a seconda del diametro del silo.

Nelle foto 3.4 e 3.5 sono riportate le lamiere piane, dopo la profilatura, e quella calandrate, pronte ad essere spedite



Fig. 3.4: Lamiere piane

⁴² UNSIDER – Ente Italiano di Unificazione Siderurgica, 2009, UNI EN 10346, Milano

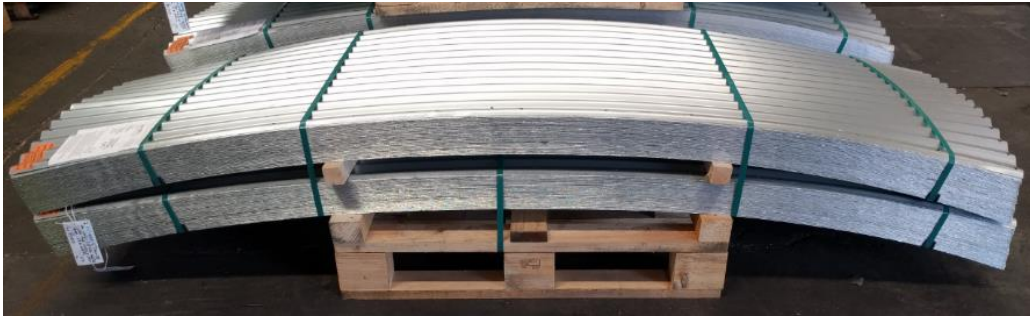


Fig. 3.5: Lamiere calandrate

3.4 DEFINIZIONE DELLE AREE NELLA LINEA DELLE LAMIERE

Magazzino primario, rappresentato in figura 3.6:



Fig. 3.6: magazzino primario di coil di lamiera

Profilatrice: macchinario che processa la materia prima e fornisce come output lamiera ondulata e forata. È dotata di:

- Aspo svolgi rotolo.
- Sistema di intestatura e saldatura automatica (testa-coda).
- Timbratura per la rintracciabilità dell'articolo.
- Alberi dotati di aste e rulli per la creazione di onde al fine di incrudire il materiale.
- Pressa foratrice, caratterizzata da sette stampi dotati ognuno di 180 matrici e 180 punzoni (due altezze per la presenza dell'onda).
- Coltello per tagliare i fogli.

In figura 3.7 e 3.8 è raffigurata la profilo vista da monte, inserimento coil, e da valle, uscita delle lamiere forate, profilate e tagliate.



Fig. 3.7: profilo lamiera (zona a valle)



Fig. 3.8: profilo lamiera (zona a monte)

Calandra: macchinario che consente di curvare le lamiere con un raggio di curvatura correlato al diametro del silo da produrre e rappresentata nella figura 3.9. Le sue componenti principali sono:

- Robot di movimentazione delle lamiere tramite prelievo con ventose;
- Sistema di curvatura a tre rulli per la curvatura delle lamiere.



Fig. 3.9: calandra lamiera

Magazzino finito, in figura 3.10:



Fig. 3.10: magazzino finito di lamiera

Il current state è rappresentato in figura 3.11, presente nell'A3 seguente.

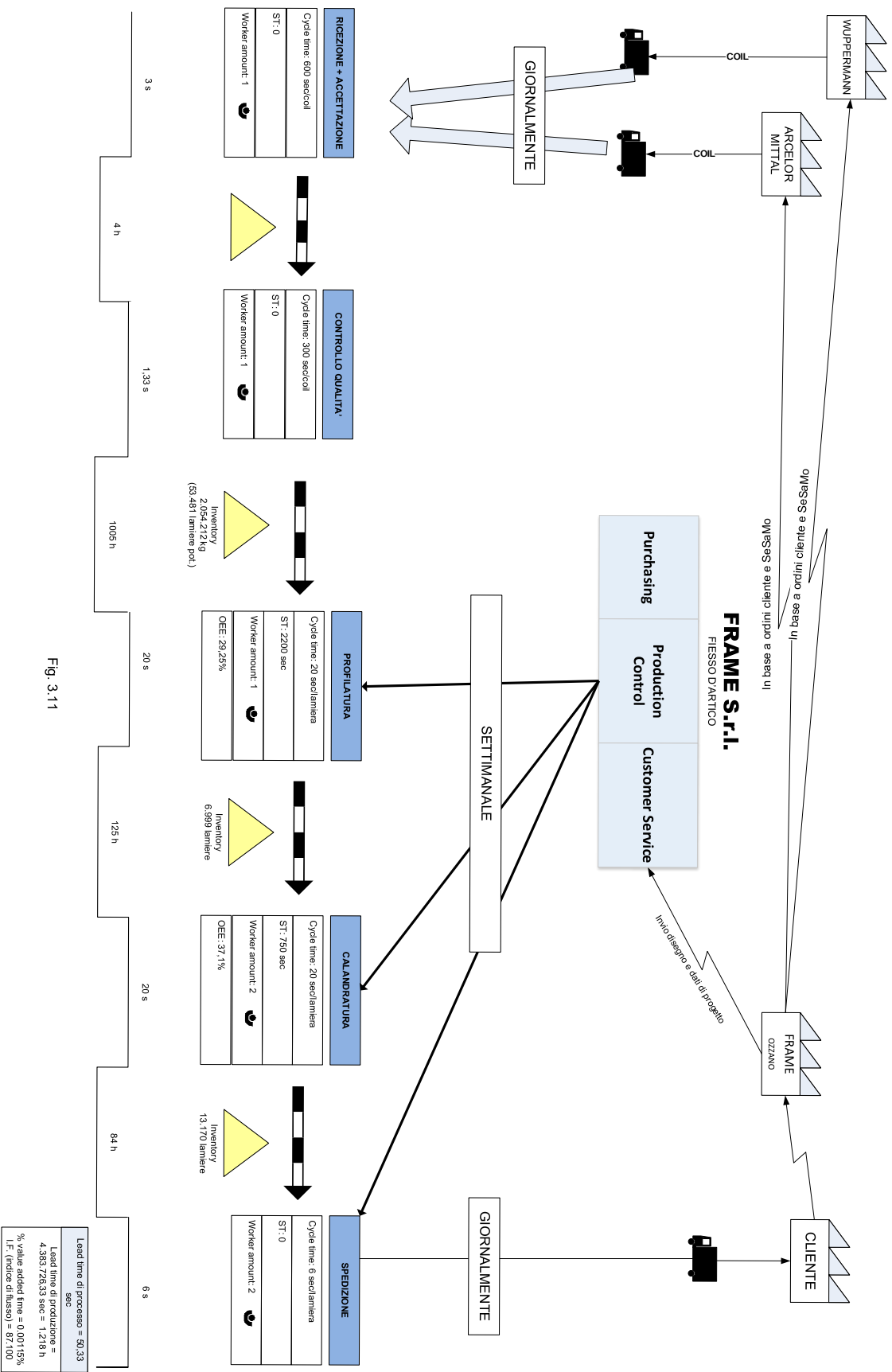


Fig. 3.11

3.4 VALUE STREAM MAP

La Value Stream Map dello stato corrente è stata realizzata utilizzando il programma “Visio” sviluppato da Microsoft per la creazione di diagrammi e grafici.

L’ampiezza della Value Stream Map è stata limitata allo studio dei processi interni, *Plant Value Stream*, concernente gli obiettivi del progetto individuati nella mappatura e l’analisi dei processi aziendali interni e non dell’intero *Supply Chain Network*.

La scelta della famiglia da analizzare è ricaduta immediatamente sulle lamiere, in quanto:

- non ci sono terzisti che abbiano macchinari che riescano a realizzare prodotti con le stesse caratteristiche geometriche, quali larghezza e altezza onda, che sono parametri fondamentali, in base ai quali si svolge il calcolo strutturale;
- mentre le famiglie di montanti e tetti hanno i macchinari che sono in procinto di essere sostituiti, l’area di produzione lamiere è quella nella quale i miglioramenti effettuati dureranno fino al primo semestre del 2019;
- è stata individuata come area pilota perché è l’area più critica dell’azienda visti i lunghi tempi di attrezzaggio, fermate per rottura di componenti della macchina, disordine ed elevati livelli dei magazzini;
- analisi *Product-Quantity*. Questa area produttiva, infatti, ha la più elevata quantità di chilogrammi di acciaio lavorato confrontato con le altre due famiglie prodotte internamente. Come riportato in tabella 3.1 e in figura 3.12, dove è presente l’analisi di Pareto, la percentuale di acciaio lavorato in profilo e calandra, ossia nell’area produttiva delle lamiere, è pari a oltre il 63% del totale lavorato nell’intero stabilimento.

Tab. 3.1: analisi del peso lavorato nelle aree produttive

FAMIGLIA DI PRODOTTI	PESO LAVORATO	PERCENTUALE
Lamiere	10.819.285	63,85
Tetti	1.779.324	10,50
Montanti	4.347.302	25,65

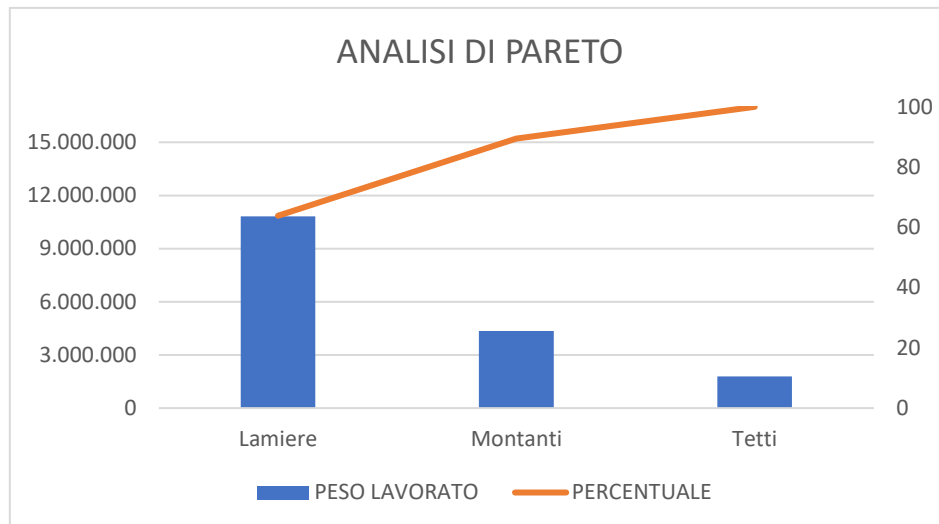


Fig. 3.12: Analisi di Pareto per Product-Quantity

3.4.1 FLUSSO INFORMATIVO

Nella parte superiore della mappatura è raffigurato il flusso informativo, nel quale le informazioni fluiscono da valle verso monte, infatti tutto inizia dalla richiesta del cliente di un preventivo alla sede commerciale di FRAME ad Ozzano in base alle caratteristiche dell'impianto. Le caratteristiche richieste, solitamente, comprendono:

- Volume di stoccaggio;
- Numero di cicli di riempimento/svuotamento (fondo piano/conico)
- Handling (trasportatori,...);
- tipo di cereale stoccato;
- la zona geografica in cui vengono eretti i silos, per avere informazioni più accurate sull'intensità del vento, delle precipitazioni nevose, della presenza di sostanze inquinanti e dell'ambiente salino per decidere lo spessore della copertura di zinco.

Il mercato dei silos sta cambiando perché il cliente finale non si interfaccia più direttamente con il produttore, ma sono presenti dei grandi *contractor* globali, quali AG GROWTH, che fungono da intermediari tra il cliente finale e il produttore. Questi acquisiscono l'ordine dell'impianto completo e lo suddividono in più fornitori che sono specializzati in una determinata parte dell'impianto.

Dopo la fase di definizione della commessa, ingegnerizzazione del prodotto e accettazione da parte del cliente, viene creato un ordine interno e inviato allo

stabilimento produttivo di FRAME, situato a Fiesso d'Artico. In fase di inserimento della commessa si creano dei fabbisogni della materia prima che vengono trasformati in ordini ai due principali fornitori:

- WUPPERMANN, produttore austriaco, con stabilimento di zincatura per le lamiere situato in Olanda;
- ARCELOR MITTAL, multinazionale indiana con stabilimento di zincatura a Piombino;

Tale ordine viene creato in base al programma SeSaMo, software MRP (*Material Requirements Planning*) di materie prime basandosi sugli impegni derivanti da ordini aperti considerando i dati storici di consumo da parte dell'azienda, in modo tale che siano presenti nel magazzino materie prime con 75 giorni di anticipo rispetto alla data di consegna.

3.4.2. FLUSSO PRODUTTIVO

In questa sezione dell'elaborato verrà analizzata la parte legata al flusso produttivo all'interno dello stabilimento.

Le materie prime necessitano, in media, di due mesi di Lead time di approvvigionamento, tempo che intercorre dall'invio dell'ordine alla ricezione del materiale nella sede produttiva. I due fornitori hanno le seguenti fasi:

- acquisto materia prima;
- produzione, solo Arcelor perché Wuppermann non produce coil "neri", ossia di acciaio non zincato, ma li acquista da fornitori esterni;
- taglio del coil a una lunghezza predefinita;
- zincatura;
- spedizione.

I coil in entrata, trasportati tramite automezzi, vengono scaricati in un'area interna allo stabilimento. La procedura standard richiede che il documento di trasporto venga confrontato con l'ordine effettuato e sia, inoltre, verificata la corrispondenza di ciò che è scritto nel documento con il materiale ricevuto realmente. In particolare viene verificato che il peso misurato dalla bilancia certificata presente in azienda sia coincidente con il DDT, che le dimensioni siano uguali a quelle riportate e che non vi siano delle alterazioni superficiali. Questa fase presenta un tempo ciclo di 600 secondi per ogni coil.

Dato il peso medio di un coil pari a 9.000 kg e il peso medio di una lamiera di 40 kg, è possibile calcolare il numero di lamiera medio per coil mediante la seguente formula:

$$n^{\circ} \text{ lamiera/coil} = \frac{9.000 \frac{\text{kg}}{\text{coil}}}{40 \frac{\text{kg}}{\text{lamiera}}} = 225 \text{ lamiera/coil}$$

Tale numero di lamiera ha un'ampia variabilità, in quanto gli spessori hanno un range che varia da 0,8 a 3,5 mm di spessore. Di conseguenza, a parità di peso, da un coil con fogli di spessore elevato si sarà in grado di produrre un numero di lamiera pari a un quarto rispetto a coil di lamiera di spessore di 0.8 mm. Il tempo ciclo è pari a:

$$\text{cycle time/lamiera} = \frac{600 \frac{\text{s}}{\text{coil}}}{225 \frac{\text{lamiera}}{\text{coil}}} = 2,67 \frac{\text{s}}{\text{lamiera}} \cong 3 \text{ s/lamiera}$$

In seguito il materiale è stoccato in testa al magazzino dei coil in attesa della fase di controllo qualità, per un tempo medio di 4 ore, pari a 14.400 secondi.

Successivamente il materiale viene sottoposto al controllo qualità da parte dell'operatore del reparto Qualità. Questa operazione risulta essere più approfondita della precedente, poiché riguarda lo spessore dello strato di zinco misurato mediante un apposito strumento e la verifica della corrispondenza delle dimensioni indicare nel DDT e nel cartellino appeso in ogni coil.

Questa fase ha una durata di 300 secondi/coil, dunque:

$$\text{cycle time/lamiera} = \frac{300 \text{ s/coil}}{225 \text{ lamiera/coil}} = 1,33 \frac{\text{s}}{\text{lamiera}} \cong 1 \text{ s/lamiera}$$

Nel caso le materie prime superino la fase iniziale di ricezione, accettazione e controllo qualità, sulla superficie esterna viene attribuito un numero progressivo, chiamato numero di matricola, identificativo del coil. Tale numero viene poi inserito nel database elettronico e nel raccoglitore cartaceo vicino alla profila. Queste operazioni sono necessarie per la tracciabilità del materiale che può essere richiesta dal cliente alla ricezione dei componenti.

I coil, in seguito, sono stoccati a terra in una posizione vincolata da delle selle installate sul pavimento, sino a un massimo di tre livelli d'altezza. In questa posizione sono stoccati 1.894 tonnellate di materiale, corrispondenti a 41.652 lamiera potenziali come riportato in tabella 3.2.

Tab. 3.2: numero di lamiera potenziali

LAMIERE SPEDITE			
SPESSORE	PESO LAMIERA (KG)	QUANTITA' (KG)	N° LAMIERE
0,8	18,54	315.545	17.020
1	23,04	111.535	4.841
1,25	29,57	119.362	4.037
1,5	35,39	179.375	5.069
1,75	40,79	111.270	2.728
2	46,15	226.035	4.898
2,5	57,5	327.110	5.689
3	66,42	331.910	4.997
3,5	78,99	332.070	4.204
	TOTALE	2.054.212	53.481

Il tempo totale di permanenza nel magazzino dipende dal takt time. In particolare nelle prime due settimane del mese di giugno del 2017, la media settimanale delle lamiera spedite è stata pari a 6.295 lamiera. Il takt time risulta essere:

$$takt\ time = \frac{tempo\ disponibile\ (\frac{s}{giorno}\ o\ \frac{s}{settimana})}{domanda\ (\frac{pz}{giorno}\ o\ \frac{pz}{settimana})}$$

L'importante è che il numeratore e il denominatore abbiano la stessa unità di tempo.

In questo caso specifico:

$$takt\ time = \frac{118,5\ \frac{ore\ lavorate}{settimana} * 3600\ \frac{s}{h}}{6.295\ \frac{lamiera\ richieste}{settimana}} = 67,77\ s / lamiera$$

Il tempo di permanenza del materiale in magazzino è definito da:

$$tempo\ in\ magazzino = quantità\ presente\ in\ magazzino * takt\ time$$

In questo caso:

$$tempo\ in\ magazzino\ coil = 53.381\ lamiera \times 67,77\ \frac{s}{lamiera} = 3.617.630\ s \\ \cong 8.5\ sett$$

Per trovare il valore di 8.5 settimane si è considerato il monte ore lavorative della settimana di giugno pari a 118,5. Il risultato non è un valore attendibile del tempo medio a cui è soggetto il materiale nel magazzino primario poiché nella settimana considerata, e in tutto il mese di giugno, c'è stato un picco della domanda e di conseguenza, grazie ai

contratti flessibili firmati dai lavoratori della FRAME, si è lavorato in 3 turni da 7.5 ore e 6 ore il sabato. Se si considera un periodo di carico medio, il monte ore settimanali è pari a 75, derivanti da 2 turni da 7.5 ore per 5 giorni lavorativi, e la domanda di lamiera da spedire è decisamente inferiore a 6.295, con una media annuale che si attesta attorno alle 2.982 lamiera (da dati del 2016). Di conseguenza il tempo medio del materiale all'interno del magazzino risulterebbe di 10 settimane (75 giorni).

Nella fase successiva i coil vengono processati nella profila lamiera, nella quale entra la materia prima ed escono le lamiera ondulate, tagliate e forate, dette lamiera piane. Questa operazione ha le seguenti caratteristiche:

- il tempo ciclo è di 20 secondi; questo tempo ciclo è definito dall'intervallo di tempo che intercorre tra l'uscita di un pezzo e quello successivo. Quindi si tiene conto solamente del tempo a valore nel caso la macchina lavori a pieno regime. Un'analisi più approfondita sulla percentuale di attività a valore e non a valore è sviluppata nel capitolo 3.5 (OEE);
- il tempo medio di setup pari a 2.200 secondi (36 minuti);
- il macchinario è affidato a un unico operatore.

I tempi sono stati calcolati facendo una media di 10 misurazioni, senza però applicare delle metodologie quale quella di Bedaux, poiché ritenuta non necessaria.

Dopo essere uscito dalla profilatrice, il pacco di lamiera viene disposto in un magazzino intermedio, in attesa di essere lavorato dal macchinario a valle, la calandra. In tale magazzino il materiale è stoccato a catasta con l'ausilio di opportuni morali in legno di sezione quadrata. Il numero di lamiera stoccate a maggio 2017 era di 6.999 lamiera, mentre il takt time differisce da quello riferito alla profilatrice perché il numero di turni lavorati è diverso e corrisponde a:

$$takt\ time = \frac{112,5 \frac{ore\ lavorate}{settimana} * 3600 \frac{s}{h}}{6.295 \frac{lamiera\ richieste}{settimana}} = 64,34\ s / lamiera$$

Di conseguenza il tempo di permanenza nel magazzino intermedio è di:

$$\begin{aligned} tempo\ in\ magazzino\ intermedio &= 6.999\ lamiera \times 64,34 \frac{s}{lamiera} \\ &= 450.315,7\ s \cong 1\ settimana \end{aligned}$$

Il processo a valle del magazzino intermedio è la calandratura, nella quale le lamiera subiscono una curvatura in base al diametro del silo. Tale processo è caratterizzato da:

- tempo ciclo di 20 secondi, equivalente a quello della profila;

- tempo di attrezzaggio pari a 750 secondi (12 minuti);
- 2 operatori necessari per funzionare a pieno regime.

A valle della calandra i pezzi finiti sono stoccati in un magazzino a terra e con un'altezza massima di 2 pacchi di lamiera. Il materiale stoccato risulta essere 13.170 lamiera, delle quali 4.370 risultano non spedite causa ritardi nelle opere primarie del cliente. Il takt time risulta essere:

$$takt\ time\ spedizione = \frac{8 \frac{ore}{giorno} * 3600 \frac{s}{ora} * 5 \frac{giorni}{settimana}}{6.295 \frac{lamiera\ spedite}{settimana}} = 22,88\ s/lamiera$$

Conseguentemente, il tempo di permanenza nel magazzino finale è di:

$$tempo\ nel\ magazzino\ PF = 13.170\ lamiera \times 22,88 \frac{s}{lamiera} = 301.329,6\ s \\ \cong 2\ settimane$$

La quantità di lamiera presenti all'interno del magazzino prodotti finiti, risente delle commesse che sono soggette a un ritiro in ritardo da parte dei clienti. Questo ritardo è spesso dovuto a pratiche burocratiche e ritardi nella realizzazione di infrastrutture primarie, necessarie per la costruzione dei silos. Queste ultime sono pari a 3.837 su 13.170, quindi al 29% delle lamiera presenti nel magazzino prodotti finiti. Conseguentemente, le lamiera curve vengono prodotte con un anticipo di:

$$numero\ di\ giorni\ prima\ della\ spedizione = \frac{13.170 - 3837\ lamiera\ pronte}{6.295 \frac{lamiera\ spedite}{settimana}} \\ = 1,483\ settimane * 5 \frac{giorni\ lavorativi}{settimana} = 7,5\ giorni\ lavorativi$$

3.5 OEE

All'interno del progetto si è ritenuto fondamentale l'analisi dell'OEE (Overall Equipment Effectiveness), in modo tale da avere informazioni riguardanti l'effettivo tempo a valore dei macchinari.

La misurazione delle tempistiche richieste per il suddetto indice ha avuto un orizzonte temporale di quattro settimane nella profilatrice e di tre settimane nella calandra, nelle quali gli operatori hanno dedicato parte del loro tempo alla compilazione delle tabelle necessarie al calcolo dell'efficienza delle strumentazioni.

Riguardo la profila, i risultati ottenuti sono stati i seguenti:

Availability: 53,36%, della quale il 36,9% è imputabile all'attrezzaggio e il 9,8% a manutenzioni straordinarie

Performance: 56,33%, di cui il 24% è legato a fermi macchina, mentre il 19,5% è provocato da riduzioni di velocità. In particolare le riduzioni di velocità sono riconducibili alle lamiere con spessore più elevato, in quanto sono necessarie 2-3 battute per la foratura e il taglio confrontate con la singola battuta per gli spessori piccoli. Inoltre va considerata la minor velocità di rotazione dei rulli, in quanto, essi trovano un'elevata resistenza da parte della lamiera ad essere deformata a freddo.

Quality: 97,33%, riconducibili solamente a pezzi di scarto, in quanto i pezzi danneggiati non vengono reimmessi o rilavorati all'interno della profila, ma vengono direttamente scartati oppure utilizzati come lamiera di protezione.

Con un OEE di:

$$\begin{aligned} OEE_{profilo} &= Availability * Performance * Quality \\ &= 0.5336 * 0.5633 * 0.9733 * 100 = 29.25\% \end{aligned}$$

Per quanto riguarda la calandra, le misurazioni hanno generato i seguenti risultati:

Availability: 83,17%, dei quali il 16% è imputabile all'attrezzaggio, mentre l'1% a manutenzione

Performance: 45,1%, di cui il 39% è dovuto a fermi macchina e il restante 16% per la riduzione della velocità, dovuta agli spessori più elevati. Tali perdite, causa fermi macchina, sono riconducibili a tempi di controllo e tempi di movimentazione del "pacchetto" di lamiera, in quanto i colli nel magazzino finale non devono superare i 2.100 kg in modo tale che siano trasportabili da un carrello standard presente nei cantieri.

Quality: 99%, di cui l'1% è dovuto a rilavorazioni, in quanto nulla è scartato dalla calandra.

L'OEE della calandra risulta essere:

$$\begin{aligned} OEE_{calandra} &= Availability * Performance * Quality \\ &= 0.8317 * 0.4510 * 0.99 * 100 = 37,13\% \end{aligned}$$

3.6 DISCUSSIONE SUL TAKT TIME

In questa sezione verranno analizzati e confrontati i takt time riferiti alle varie fasi di lavorazione e spedizione.

- RICEZIONE E CONTROLLO

In questa fase il valore del takt time è molto superiore al tempo ciclo. Ciò significa che avere un singolo operatore che svolga la ricezione porterebbe ad avere dei tempi di ozio elevati. Per tale motivo gli operatori che svolgono la ricezione hanno anche altre mansioni, soprattutto legato al carico della merce.

- PROFILA

Questo è il caso più delicato in questione. Infatti il takt time calcolato è di 67,77 secondi a lamiera, mentre il tempo ciclo è di 20 secondi. A una prima analisi può sembrare che non vi sia alcun problema, ma bisogna considerare anche l'OEE, che è di 29,25%.

Tale valore ha un effetto molto negativo sul tempo necessario a produrre un singolo pezzo nella profila lamiera. Difatti il tempo necessario risulta essere:

$$\begin{aligned} \text{tempo necessario per la profilatura di 1 lamiera} &= \frac{\text{Tempo ciclo}}{\text{OEE}} \\ &= \frac{20 \text{ s}}{29,25 \%} = 68,38 \text{ s} \end{aligned}$$

Come si può notare, il tempo necessario supera il takt time. In questo caso, il superamento non provoca ritardi e insoddisfazione del cliente perché i magazzini intermedio e finale hanno permesso di soddisfare la domanda, diminuendo il loro livello. Inoltre due aspetti hanno contribuito a diminuire il valore del takt time durante il periodo considerato:

- i) vi è stata un picco delle spedizioni, record raggiunto da FRAME dal 2015 ad oggi.
- ii) Un paio di clienti in ritardo per il ritiro hanno ritirato la loro merce, aumentando di fatto, le spedizioni.

- CALANDRA

Per questa fase il takt time è pari a 64,34, mentre il tempo ciclo è di 20 secondi. Anche in questo caso è necessario considerare l'indice OEE attuale che risulta essere di 37,1%.

Conseguentemente il tempo necessario per calandrare una lamiera risulta essere di:

$$\begin{aligned} \text{tempo necessario per la profilatura di 1 lamiera} &= \frac{\text{Tempo ciclo}}{OEE} \\ &= \frac{20 \text{ s}}{37,1 \%} = 53,9 \text{ s} \end{aligned}$$

Questo tempo è inferiore al takt time e dunque la fase non riscontra problemi.

- **SPEDIZIONE**

La spedizione richiede 6 secondi di tempo ciclo, mentre il takt time è di 22,88 secondi. Questo takt time considera una squadra di due persone che lavorano solamente caricando lamiera.

Nella realtà dei fatti, le squadre di carico sono composte da due operatori che hanno a carico tutta la commessa, quindi anche tetti, montanti e bulloneria.

In aggiunta, il personale al carico non ha solamente questa funzione, poiché può essere dedicato allo scarico, alla preparazione del materiale nei colli definiti dal packing list, all'identificazione del materiale e alla sua pesatura. Il tempo dedicato alle varie operazioni non è fisso, in quanto la variabilità in gioco è molto elevata ed è dunque difficile fare una stima realistica.

CAPITOLO 4: DAL CURRENT STATE ALL'IMPROVED STATE

In questo capitolo si delineeranno la Value Stream Map dello stato futuro e gli interventi di kaizen attuati per permettere il passaggio dalla fase attuale a quella migliorata. In ogni punto considerato si individueranno gli aspetti negativi dello stato attuale e i benefici prodotti dall'innovazione introdotta con l'obiettivo ultimo di diminuire il Lead time di produzione del flusso dei materiali.

4.1 OPPORTUNITA' DI MIGLIORAMENTO

In seguito alla mappatura del processo corrente si sono presi in considerazione dei miglioramenti riguardanti i processi di:

- Ricezione e accettazione.
- Magazzino di materie prime.
- Processo di profilatura.
- Magazzino intermedio.
- Magazzino prodotti finiti.
- Spedizione.

Questi interventi di miglioramento sono rappresentati graficamente nella figura 4.1, nella quale sono evidenziati gli eventi kaizen in:

- Giallo quelli che hanno un impatto diretto sul Lead time.
- Verde quelli che hanno l'obiettivo di facilitare l'organizzazione delle spedizioni e del magazzino finale, senza un impatto diretto sul Lead time.

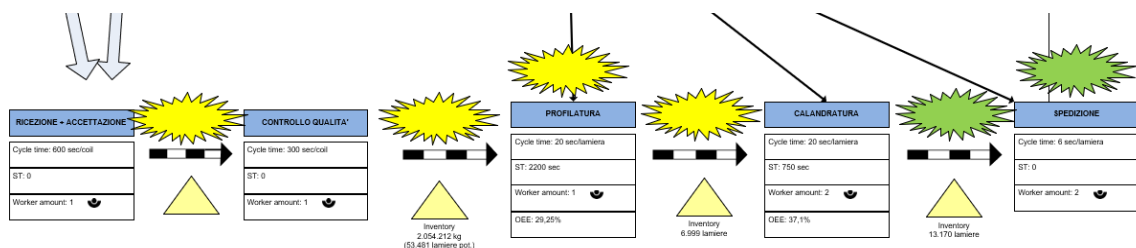
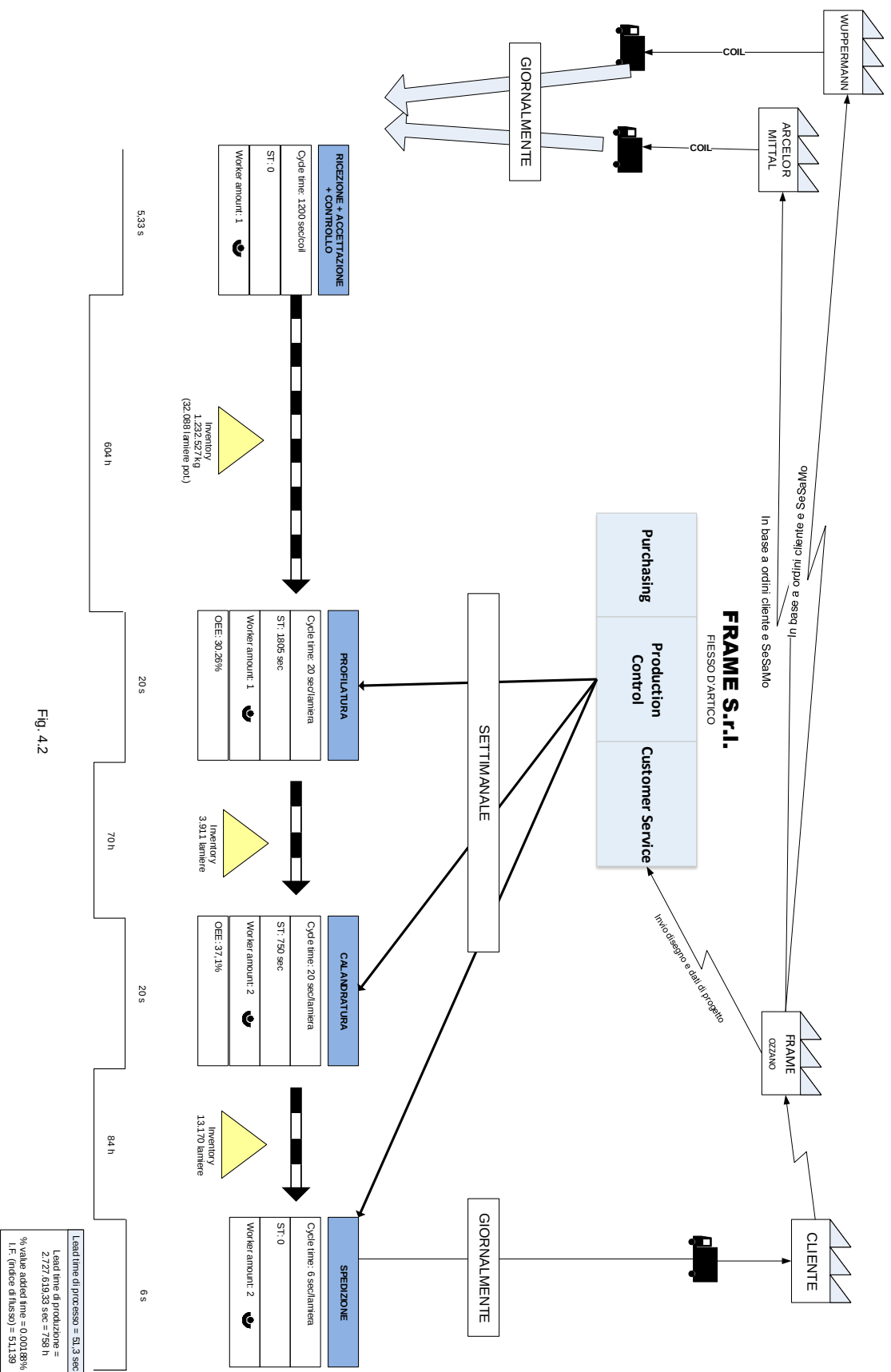


Fig. 4.1: Value stream map con eventi kaizen evidenziati

Tali miglioramenti sono stati riportati nella Value Stream Map, rappresentante il *future state* che è riportata in figura 4.2, presente nell'A3 seguente.



4.2 RICEZIONE E ACCETTAZIONE

la prima differenza sostanziale tra le due VSM è identificabile nell'area di ricezione, accettazione e controllo qualità, come riportato in figura 4.3. I numeri presenti nella parte bassa della figura seguente sono espressi in secondi.

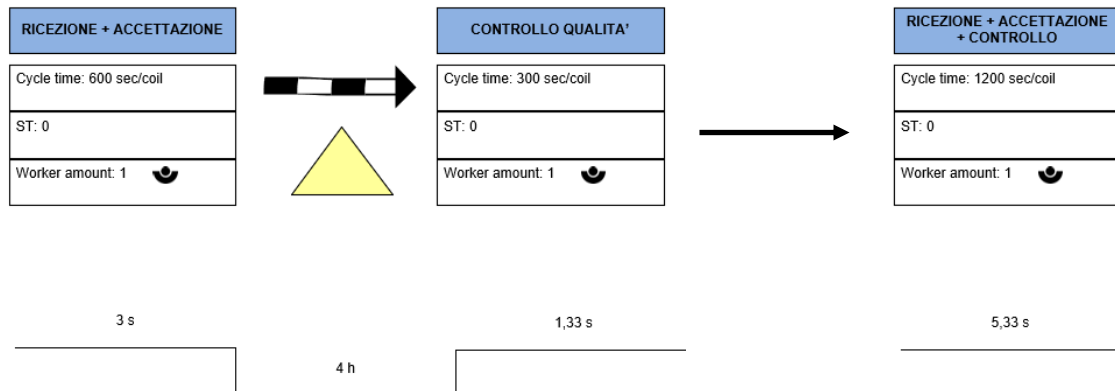


Fig. 4.3: analisi stato attuale e futuro nell'area di ricezione, accettazione e controllo

4.2.1 SITUAZIONE ATTUALE

Nella situazione attuale, dopo che il coil è stato posto nell'area di ricezione dall'addetto allo scarico del materiale, l'operatore del controllo qualità giornalmente va appositamente in produzione per il controllo dei coil arrivati. In ogni consegna di materia prima è presente un DDT, documento di trasporto, nel quale vi sono le informazioni di base che serviranno per l'accettazione. Tali informazioni sono:

- Numero del DDT;
- Riferimento al numero dell'ordine;
- Qualità del materiale;
- Larghezza;
- Spessore;
- Zincatura;
- Matricola;
- Peso netto.

Dopo aver evidenziato i parametri chiave, l'operatore identifica il coil con il numero di identificazione progressivo e lo riporta sul documento. Questo numero identifica la matricola del coil, che si differenzia da quella utilizzata dai fornitori. In seguito verifica che il numero della matricola riportato sul documento di trasporto coincida con quello

presente sul cartellino posto sul coil e successivamente scrive le informazioni chiave, quali il numero che identifica il coil, numero dell'ordine di materia prima, larghezza, spessore e zincatura, in diverse posizioni del coil per essere facilmente riconoscibili sopra il rivestimento di protezione.

Successivamente verifica che lo strato di zinco del rivestimento sia conforme con quello riportato sul DDT, misurando tre volte lo spessore su di una estremità, tre sulla parte centrale e tre sul lato opposto tramite l'utilizzo di uno spessimetro digitale. Lo strumento fa in automatico una media delle nove misurazioni e tale media deve risultare superiore ai valori richiesti per far sì che la zincatura superficiale risulti 450 g/m^2 ($\geq 32 \text{ }\mu\text{m}$ su singola faccia) o 600 g/m^2 ($\geq 42 \text{ }\mu\text{m}$ su singola faccia), in quanto:

$$\mu\text{m richiesti} = \frac{450 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}}{2 * 7.140.000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}} = 3,2 * 10^{-5} \text{ m} = 32 \mu\text{m}$$

Dopo aver svolto tali misurazioni, l'operatore ritorna in ufficio e inserisce il numero che identifica il coil, numero del DDT, matricola del materiale, numero dell'ordine, larghezza, spessore, peso, g/m^2 di zincatura, media dello spessore di zinco misurato dallo strumento e data di registro del coil nell'apposito documento Excel.

Infine tutti i documenti riguardanti quella determinata consegna, comprensivi di certificati, vengono conservati, affinché sia possibile fornire al cliente tutte le informazioni necessarie per tracciare completamente il ciclo di vita del prodotto, dalla ricezione alla spedizione dello stesso. Questo è possibile perché ogni lamiera prodotta viene marcata da un timbro a pressione che incide lo spessore, la zincatura e il numero di matricola del coil.

4.2.2 SVANTAGGI DELLO STATO ATTUALE

Come definito dalla VSM rappresentante il current state e dalla descrizione del current state, il materiale in entrata viene ricevuto e posizionato in una zona apposita per i controlli dell'operatore del CQ (controllo qualità). Questo genera tre svantaggi:

- attesa del materiale prima di entrare nel magazzino di materie prime, dal quale deriva un incremento del Lead time;
- coinvolgimento di un operatore del controllo qualità, che ha un costo orario maggiore rispetto a un operatore di produzione;
- riscrittura dei dati se il coil viene sballato, perché è posta sopra la protezione in carta e cartone. Questa ulteriore attività, oltre a non essere a valore aggiunto, genera dei possibili errori di trascrittura.

4.2.3 SITUAZIONE MIGLIORATA

Dopo aver analizzato la situazione corrente, si è ritenuto necessario applicare le seguenti modifiche all'attività di ricezione e accettazione del materiale.

Gli operatori responsabili dello scarico del materiale oltre a porre il materiale nell'apposita zona di accettazione, hanno avuto affidate le seguenti attività, prima svolte dall'operatore del controllo-qualità:

- Verificare la coincidenza con la matricola (numero identificativo del coil).
- Verificare la larghezza del nastro sia tramite confronto tra documenti che realmente con flessometro.
- Verificare lo spessore del nastro.
- Verificare il grado di zincatura sia documentale che con apposito strumento.
- Verificare il numero dell'ordine.

Queste verifiche devono essere svolte nel rispetto delle normative e delle procedure utilizzate dall'operatore della qualità. A tale scopo, si è deciso di definire degli *standard work*, in modo tale che non vi siano degli errori all'inizio del flusso produttivo delle lamiere che poi si ripercuoteranno a valle, incidendo sui costi legati agli scarti e allo spreco della capacità produttiva. Nel caso anche uno solo dei requisiti precedenti non sia soddisfatto il materiale verrà "bloccato", ossia non si procederà con la produzione, ma sarà compito del dipartimento CQ rapportarsi con il fornitore per la mancata conformità agli standard richiesti. Se tutti i requisiti saranno soddisfatti si passerà all'identificazione tramite scrittura sul coil di:

- numero progressivo;
- dimensioni nastro (larghezza e spessore);
- grado di zincatura (specificando anche eventuale HX);
- numero d'ordine.

In aggiunta, si è deciso di affidare all'operatore che svolge le precedenti operazioni la rimozione della copertura di cartone e carta per la protezione del coil. Tale operazione veniva spesso eseguita dall'operatore responsabile del funzionamento della profila lamiere o da un operatore "jolly" quando non aveva compiti riguardanti al carico/scarico merci.

Tale operazione, quando eseguita dall'operatore in profilatrice, impattava negativamente sul tempo di setup, con un incremento pari a 5 minuti. Siccome, come si è analizzato nel capitolo 3.5, l'OEE della profila risulta molto inferiore ai livelli standard ($29,25 < 65\%$ che

è considerato un valore inaccettabile per un macchinario secondo gli esperti Lean)⁴³ si è deciso di affidare tale operazione a colui che è responsabile delle attività di accettazione e controllo del materiale in entrata.

In aggiunta si è introdotto l'utilizzo di un cartellino adesivo che viene compilato allo scarico, o anche in anticipo se il DDT viene inviato via mail dal fornitore al momento della spedizione. Tale operazione consente di velocizzare ulteriormente le operazioni di controllo ed identificazione attribuendo, inoltre, a ciascun coil un codice a barre che rende più veloce la fase di inventario attraverso un lettore portatile che poi scarica i dati direttamente sul file di giacenza del magazzino.

Nelle figure successive sono distinguibili lo stato attuale e lo stato migliorato tramite l'utilizzo della Swim Lane.

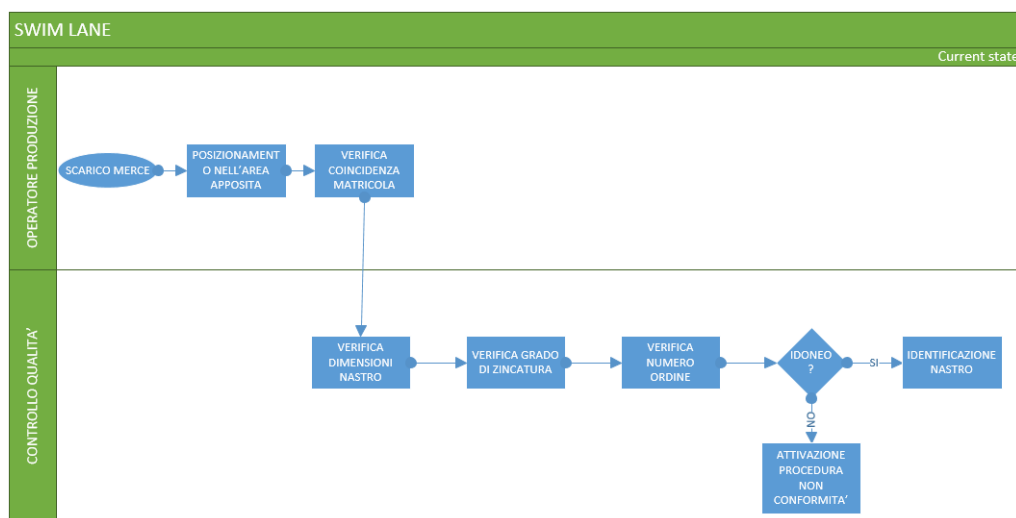


Fig. 4.4: Swim lane, current state

⁴³ www.oeecoach.com

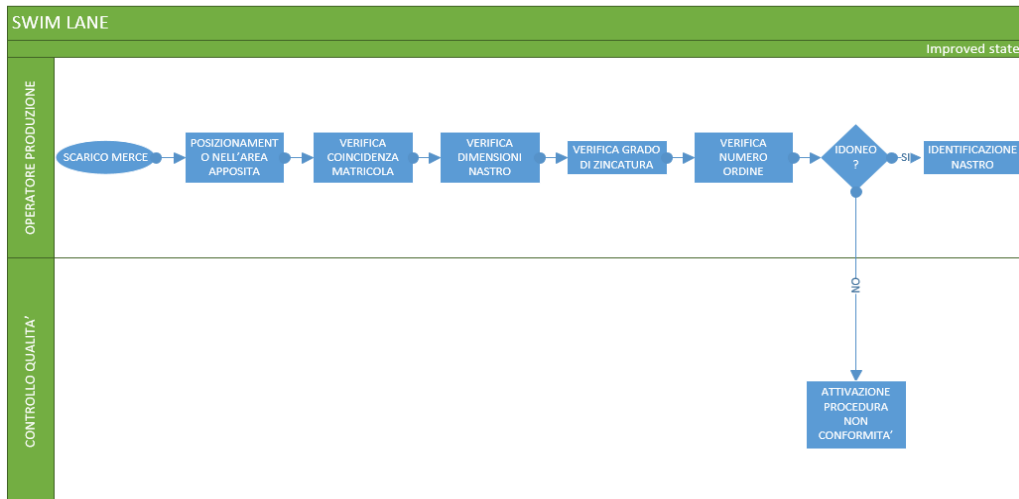


Fig. 4.5: Swim lane, improved state

I miglioramenti attesi sono stati identificati in:

- Diminuzione del tempo di Lead time di produzione di 4 ore, pari al tempo di attesa dei coil tra l'accettazione e il controllo qualità;
- diminuzione del costo dell'ispezione;
- spostamento dell'operazione di sballaggio dei coil da attività di setup nella profila, in modo tale da diminuire il tempo di attrezzaggio nella profila lamiera di 300 secondi.

4.3 MAGAZZINO DELLE MATERIE PRIME

Un ulteriore progetto di miglioramento è stato identificato nel magazzino delle materie prime, raffigurato in figura 4.6

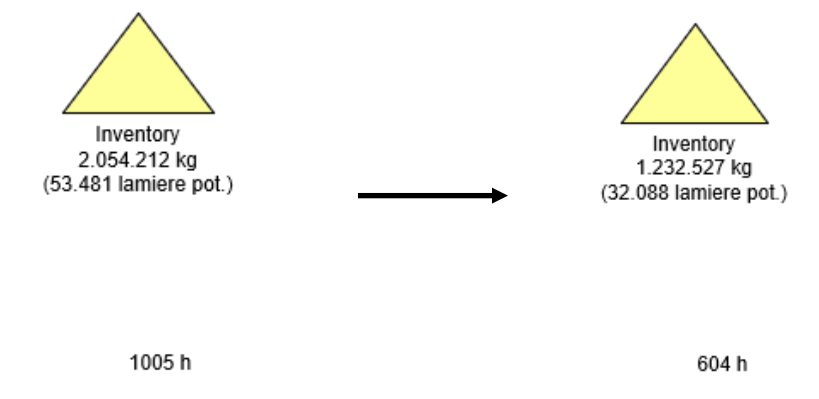


Fig. 4.6: analisi dello stato attuale e futuro del magazzino di materie prime

4.3.1 – ANALISI DELLO STATO ATTUALE

Nello stato attuale dell'immagazzinamento sono presenti due corsie per i coil, di cui:

- una per i coil con spessore di zincatura pari a 450 micron;
- una per quelli con spessore di zincatura di 600 micron.

L'idea alla base, non sempre seguita durante l'immagazzinamento, è di avere in testa, quindi nella zona adiacente alla profilo, i coil aperti e via via allontanandosi da essa gli spessori in ordine decrescente.

Questa disposizione non è sempre rispettata, perché c'è un'ampia varietà di quantità di coil in base agli ordini ricevuti. Conseguentemente non è raro che per alcune commesse il numero di posizioni non sia sufficiente e quindi il materiale venga stoccato in zone dedicate ad altri spessori. Inoltre, la politica di utilizzo del materiale è FIFO (*First In, First Out*) e non è coadiuvata dal layout del magazzino che ha un basso indice di selettività (Is), in quanto sono necessari numerosi movimenti inutili per prelevare il coil ricercato e non permette di avere una buona visibilità del numero di matricola del coil.

4.3.2 SVANTAGGI DELLO STATO ATTUALE

Il layout e le politiche di riordino del magazzino generano i seguenti svantaggi:

- elevato tempo di ricerca del materiale, poiché non è ben visibile il numero di matricola del coil e il magazzino non è ordinato, in quanto alcuni coil non sono nell'area adibita a quello spessore/zincatura;
- elevato tempo di movimentazione per spostare i coil, poiché il magazzino è sviluppato in lunghezza e la disposizione del materiale all'interno del magazzino non segue una mappatura per classi, in modo tale che le referenze con più elevato Indice di Accessibilità (Ia) siano disposti nelle aree limitrofe al macchinario;
- elevata giacenza, in quanto, dal software usato per l'acquisto dei coil, si è posto come vincolo l'avere il materiale in azienda 75 giorni in anticipo rispetto alla data di spedizione dell'ordine a cui è riferito.

Riguardo l'ultimo punto considerato, prima del maggio 2014 i giorni di anticipo erano pari a 60 e sono stati incrementati ai correnti 75 causa entrata di una commessa di notevole quantità alla quale erano state inserite delle elevate penali riguardanti i ritardi in consegna. Inoltre, riguardo quest'ultima commessa, si era deciso di scegliere esclusivamente il fornitore Arcelor poiché era più conveniente rispetto al rivale e poiché non si volevano delle colorazioni differenti, possibili se si utilizzano più fornitori per la stessa commessa. L'aspetto negativo riguardava la scarsa puntualità del fornitore, che da dati storici, in

alcuni casi raggiungeva un ritardo superiore al mese, aumentando il rischio legato al pagamento delle penali sopracitate. Di conseguenza, per cautelarsi da eventuali rischi, FRAME ha deciso di incrementare il periodo di anticipo per tutti i fornitori, non modificandolo sino ad oggi.

4.3.3 SITUAZIONE MIGLIORATA

Dopo l'analisi dello stato attuale, si è considerato opportuno la modifica delle politiche di riordino del materiale, riducendo l'anticipo con cui doveva essere presente in azienda da 75 giorni prima della spedizione a 45 giorni. In particolare, in azienda è presente un software denominato SiloManager che permette di confrontare la giacenza del magazzino e la quantità di materiale richiesto per le commesse. Se il saldo al netto degli ordini non è positivo, propone di fare un ordine al fornitore. Inoltre questo programma permette di analizzare degli scenari futuri, studiando se con l'inserimento di TVO il materiale a magazzino sia in grado di coprire le richieste.

Si è voluto mantenere un periodo di 45 giorni e non inferiore, per i seguenti fattori:

- è possibile anticipare la produzione, se vi sono delle problematiche per i periodi futuri, quali interventi di manutenzione su di un macchinario;
- nel caso vi sia una commessa in entrata che richiede un tempo di produzione inferiore alla media si è in grado di accettarla grazie alle scorte presenti in magazzino;
- vi è la possibilità di imbattersi in materiale non conforme, che può causare notevoli ritardi nella produzione. In particolare, per questo punto, si è svolta un'analisi sul KPI legato alla percentuale di merce contestata:

$$\text{merce contenstata (espressa in ‰)} = \frac{\text{chilogrammi contestati di lamiera}}{\text{chilogrammi ricevuti di coils di lamiera}} * 1000$$

In tabella 4.1 è riportato l'andamento annuale del KPI riferito alla merce contestata.

Tab. 4.1: andamento KPI merce contestata

Periodo	kg	contestati	‰
2014 (01/01 a 30/06)	1.292.246	39.060	30,23
2015 (01/01 a 30/06)	2.201.245	25.191	11,44
2016 (01/01 a 30/06)	4.114.495	22.849	5,55
2017 (01/01 a 30/06)	3.283.520	4.791	1,46

Da come si può notare, grazie ai continui feedback e creazione di partnership tra Frame e i due fornitori per coil di lamiera, le merci contestate sono diminuite del 95,2% rispetto al 2014;

- anche sul punto di eventuali ritardi di consegna si è notata una diminuzione dal 2014 e il 2017;
- da parte di Frame, c'è la necessità di non sovraccaricare il personale al carico/scarico con un limite massimo di 5 camion al giorno. Conseguentemente gli ordini di materie prime di elevata quantità solitamente sono scaglionati in più giorni.

4.4 PROCESSO DI PROFILATURA

Il progetto SMED attuato sulla profila lamiera è presente nel capitolo 6.

4.5 MAGAZZINO INTERMEDIO

Il magazzino intermedio è il magazzino del materiale in uscita dalla profila lamiera e in attesa di essere processato dalla calandra. Il miglioramento ricercato è riassunto in figura 4.7, nella quale è confrontata la situazione attuale con quella futura ricercata.

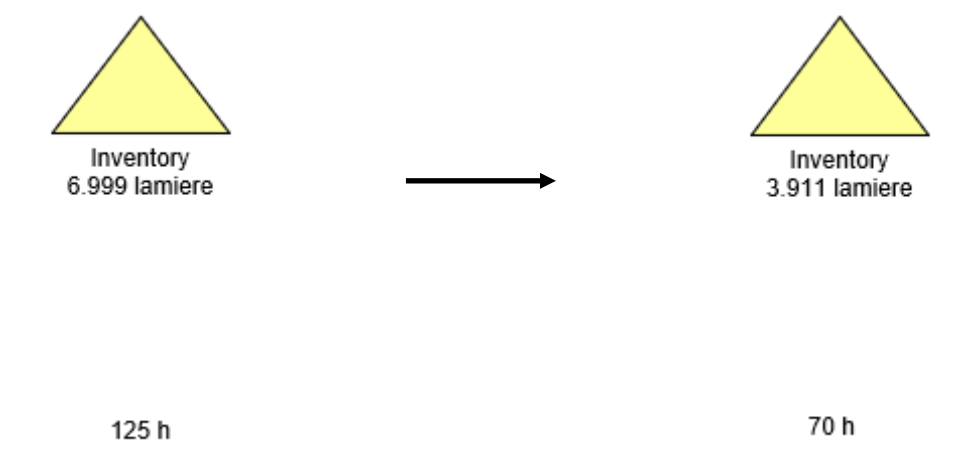


Fig. 4.7: analisi dello stato attuale e futuro del magazzino intermedio

4.5.1 SITUAZIONE DELLO STATO ATTUALE

Questo magazzino è necessario, in quanto la profila, essendo caratterizzata da un OEE minore, per tenere il ritmo della calandra e della richiesta dei clienti, accorpa le commesse per avere un minor numero di fermate legate all'attrezzaggio e lavora un numero di turni superiore a quelli della calandra. Riguardo quest'ultimo dato si è notato che nel 2016 in profila si sono lavorate 3.253 ore, mentre in calandra 2.468, con uno scarto di 785 ore.

4.5.2 SVANTAGGI DELLO STATO ATTUALE

Tale magazzino, però, risulta sovradimensionato per tre motivi:

- nella profila non viene prodotto il numero esatto richiesto nel documento di controllo della produzione (c.c.p.), bensì qualche lamiera aggiuntiva nel caso vi siano degli errori di conteggio e/o danneggiamento, in modo tale che non sia necessario un nuovo attrezzaggio per la produzione di lamiere singole. Questa produzione aggiuntiva comporta l'accumulo di lamiere, le quali, non essendo poi riutilizzate nelle commesse successive, generano un incremento del volume del magazzino.
- Le lamiere in eccesso, che non vengono riutilizzate, sono riposizionate nel magazzino intermedio sopra altre "lamiere singole", generando, di conseguenza, delle cataste di lamiere con spessori e forature differenti tra loro, che creano disordine e occupano spazio utile nello stabilimento.
- La programmazione della produzione ha l'obiettivo di saturare la capacità della profilatura, in modo tale che l'operatore non abbia tempi di ozio e questo può far sì che le lamiere siano pronte prima del necessario, aumentando il Lead time di produzione.

Lo stato attuale è rappresentato in figura 4.8, nel quale si può notare la suddivisione tra lamiere singole, colorate in verde, e quelle suddivise per commessa, colorate in arancione.

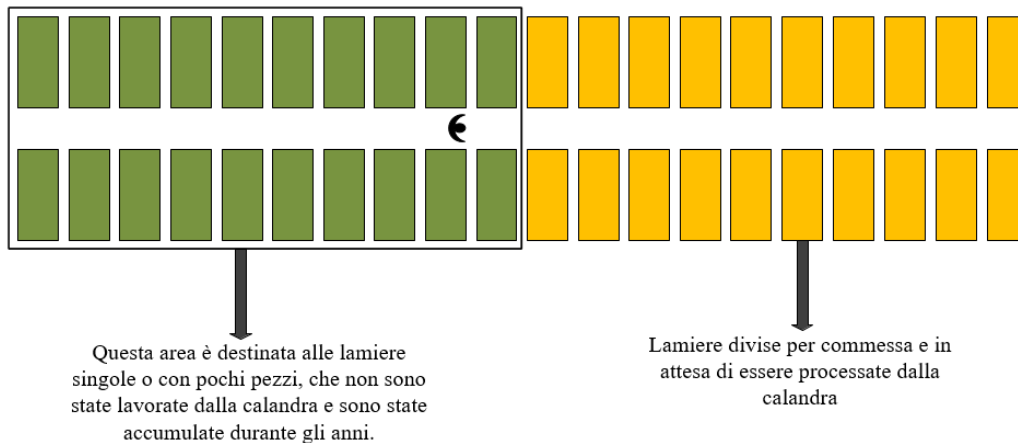


Fig. 4.8: situazione “as is” del magazzino intermedio

4.5.3 SITUAZIONE MIGLIORATA

Dopo la fase di analisi dello stato attuale, si è deciso di riorganizzare e utilizzare le lamiere che non sono state utilizzate nella calandra. In particolare, tale progetto è stato suddiviso nelle seguenti fasi operative:

- inventario del magazzino intermedio, con tipologia e numero di lamiere presenti;
- definizione delle zone dove stoccare temporaneamente il materiale non lavorato dalla calandra e non presente in alcuna commessa;
- posizionamento del materiale suddiviso per spessore nell’area definita precedentemente;
- trasferimento delle informazioni riguardanti il numero e il tipo di lamiere presenti alla programmazione della produzione;
- indicare il numero di lamiere già presenti a magazzino nella carta di controllo della produzione e che possono essere accorpate nella commessa da lavorare;
- non produrre più pezzi aggiuntivi alla commessa, bensì il numero esatto indicato nella c.c.p.;
- riorganizzazione del magazzino come in figura 4.9, nella quale non sono presenti lamiere singole.

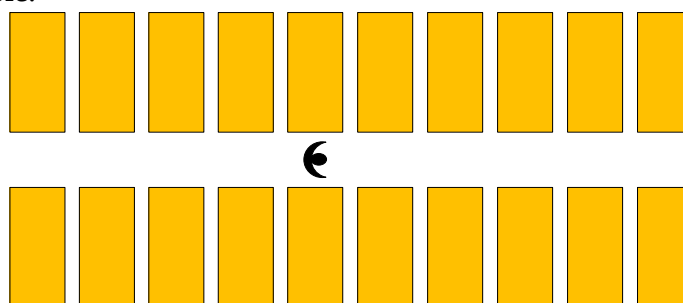


Fig. 4.9: situazione “to be” del magazzino intermedio

Gli interventi hanno dato luogo a dei miglioramenti legati a:

- Minor tempo di ricerca del materiale;
- Minor utilizzo di spazio del magazzino, - 50%, pari a un risparmio di metratura del 78,1 m²;
- Minor numero di pezzi presenti a magazzino, a cui è legato anche una diminuzione dei costi di immobilizzazione del capitale.

4.6 MAGAZZINO PRODOTTI FINITI

Con il termine magazzino dei prodotti finiti si intende il magazzino di lamiere già profilate, calandrate e divise per pacchetti che riconducono a una determinata commessa. In questo caso i miglioramenti ricercati non sono stati legati alla diminuzione del magazzino e del Lead Time di produzione, bensì nell'organizzazione e layout del magazzino stesso.

4.6.1 ANALISI DELLO STATO ATTUALE

Sì è deciso, in accordo con la programmazione della produzione, di non diminuire il livello di scorte, ma solamente di cambiare il layout del magazzino, poiché si desidera avere un certo anticipo sulla data di spedizione. Questo è legato al rischio di ritardi sul tempo di consegna che possono provocare il pagamento di penali. Come descritto nella mappa dello stabilimento presente in figura 1.6, le lamiere sono presenti nella prima, seconda e quarta campata, con il magazzino di prodotti finiti che è posizionato nella seconda e quarta. Le lamiere, nella seconda campata, sono stoccate come in figura 4.10, mentre nella quarta sono disposte come in figura 4.11. Inoltre, nelle figure 4.12 e 4.13 sono presenti due fotografie dello stato attuale del magazzino finale.

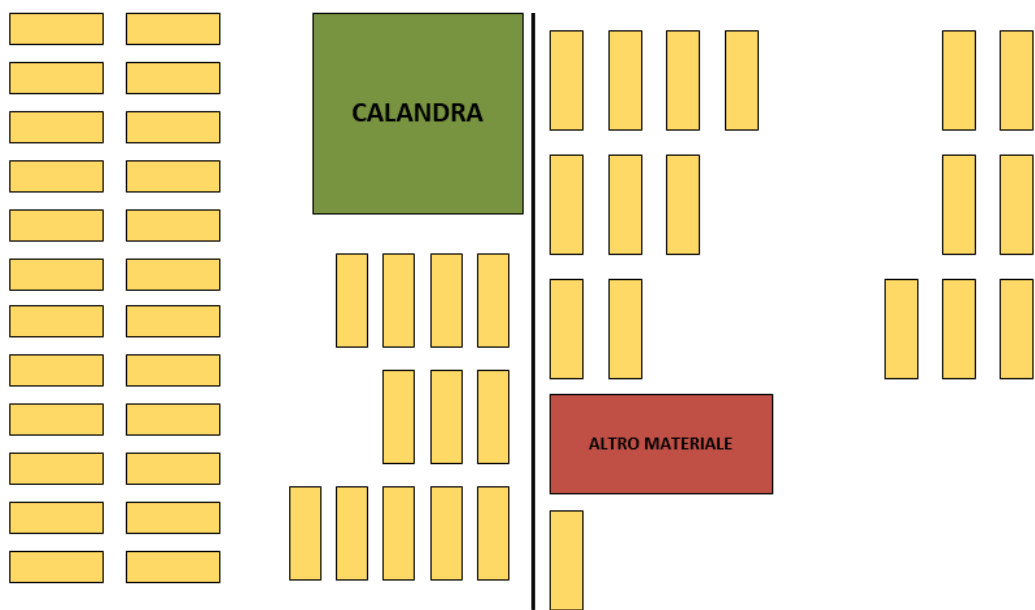


Fig. 4.10: mappa attuale del magazzino 2° campata

Fig. 4.11: mappa attuale del magazzino 4° campata



Fig. 4.12: current state del magazzino finale in 2° campata



Fig. 4.13: current state del magazzino finale in 4° campata

4.6.2 SVANTAGGI DELLO STATO ATTUALE

Il peso massimo e l'ingombro dei pacchi di lamiera finite è tale che possono essere movimentati mediante l'utilizzo di un carrello elevatore con portata di 2500 kg, visto che il peso dei colli non supera i 2100 kg. Ma, mentre nel magazzino della 4° campata la movimentazione è attuabile utilizzando solamente il carrello elevatore, nella 2° campata il corridoio centrale non è percorribile dal carrello elevatore perché il passaggio per il transito è di 1 metro di larghezza. Quindi è necessario che le lamiere vengano, in primo luogo, spostate tramite il carroponte in una zona nella quale è possibile prendere le lamiere mediante il carrello elevatore. L'utilizzo di due mezzi di trasporto interni differenti, sommato alle problematiche del layout del magazzino, dà origine alle seguenti situazioni svantaggiose:

- La disposizione delle commesse non è ordinata e difficilmente sono riconoscibili all'interno del magazzino, perché la disposizione non è standardizzata e i biglietti disposti sul pacco di lamiera non sono facilmente leggibili. Tutto questo genera un elevato tempo di ricerca del materiale richiesto per quella determinata commessa.
- Siccome gli spazi non sono standardizzati, spesso è necessaria una movimentazione supplementare per collocare i pacchi di lamiera in altre aree prima della spedizione. Può accadere infatti, che per mancanza di spazio le lamiere possano essere riposte nella 2° campata e poi messe in un secondo momento nella 4°. Ciò comporta un'attività a non valore aggiunto per il cliente e l'utilizzo di personale che potrebbe essere adoperato ad altre attività.
- Il carroponte utilizzabile è uno solo ed è un collo di bottiglia perché crea delle attese per il reparto di spedizione o per quello della calandratura.

- Il posizionamento delle lamiere di punta non permette di adoperare il carrello elevatore, il quale può essere utilizzato solamente se il pacco di lamiere è posto di lato.

4.6.3 SITUAZIONE MIGLIORATA

Per far fronte agli svantaggi della situazione corrente, si è deciso, di riorganizzare il layout come in riportato in figura 4.14.

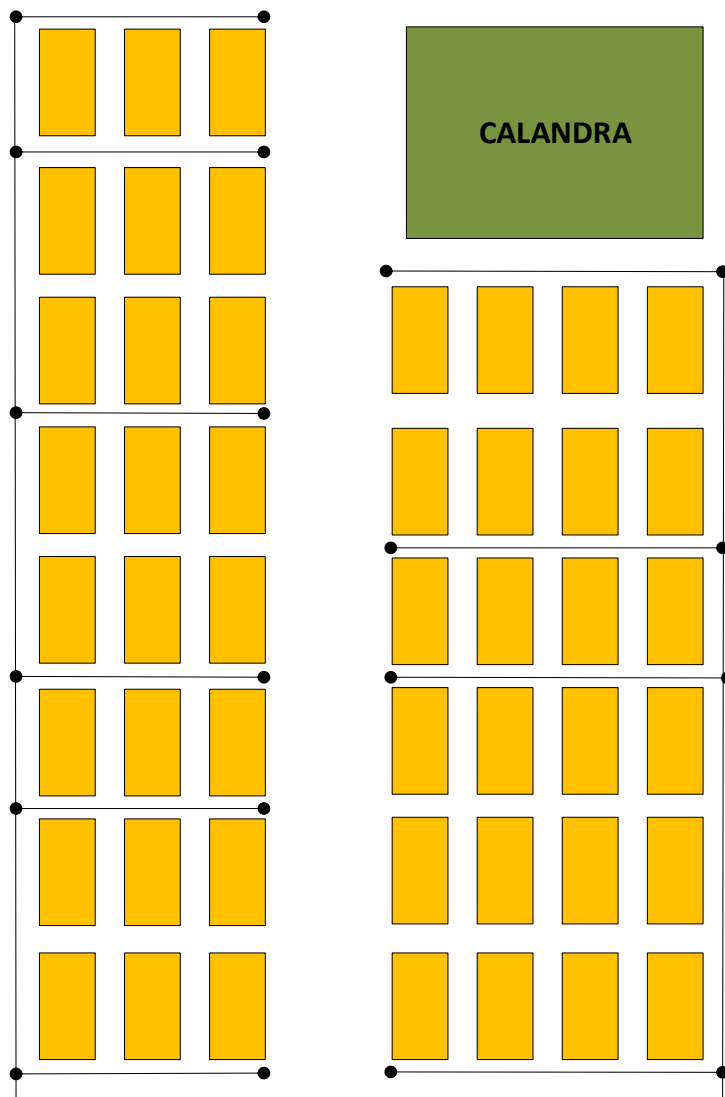


Fig. 4.14: Magazzino lamiere finite improved state

Il layout migliorato ha i seguenti benefici:

- Suddivisione delle lamiere finite per commesse;

- Corridoio centrale di 4 metri per permettere agli operatori sui carrelli elevatori di movimentare i pacchi facilmente, senza la necessità di utilizzare il carroponte;
- Disposizione di lato di tutti i pacchi in modo che sia possibile prenderli con il carrello elevatore;
- Spostamento di materiale di vario tipo stoccato nella 2° campata, in modo tale che tutte le lamiere finite siano immagazzinate solamente in quest'area per diminuire le movimentazioni inutili.
- Favorire la visibilità del numero della commessa identificativa per quel materiale mediante un magnete e una cartellina metallica dove apporre il numero.

In figura 4.15 è presente una fotografia del magazzino migliorato, nella quale si possono notare le linee bianche sul pavimento per delimitare la zona di stoccaggio e quella di transito del carrello elevatore.



Fig. 4.15: fotografia dello stato migliorato del magazzino finito delle lamiere

Il numero di giorni in cui il materiale è presente nel magazzino finale è pari a 7, superiore a 5 previsti dalla programmazione della produzione.

Nonostante questo, si è deciso di non diminuire il numero di giorni di anticipo rispetto alla data di consegna poiché si desidera avere un'elevata certezza di merce pronta in

anticipo per non incorrere in penali, siccome le macchine e i processi non sono affidabili al 100%, in quanto possono essere presenti degli errori umani oppure dei fermi macchina improvvisi provocati da guasti meccanici o elettrici.

4.7 SPEDIZIONE

Nel 2016 la spedizione lavorava con una programmazione giornaliera, quindi chi coordinava le attività di carico/scarico dei mezzi riceveva informazioni giornalmente sulle commesse da inviare o ricevere. Non era raro che il numero degli addetti al carico/scarico fosse sovradimensionato in qualche periodo e quindi gli operatori avevano dei momenti di attesa e periodi nei quali il numero era sottodimensionato e di conseguenza il carico di lavoro era eccessivo con rischi di incidenti e infortuni al personale.

4.7.1 ANALISI DELLO STATO CORRENTE

Nello stato attuale si è passati a una programmazione settimanale con l'utilizzo di un foglio Excel, con il quale è possibile avere una visione aziendale più ampia e sono state introdotte delle informazioni importanti quali la targa e il numero del booking. Questo foglio è stato prima implementato al solo stabilimento di Fiesso e poi ampliato anche alla sede di Ozzano.

4.7.2 ANALISI DELLO STATO MIGLIORATO

Nell'evento kaizen si è deciso di far fluire le informazioni dalla programmazione al reparto di carico/scarico, quindi, mediante l'utilizzo di una lavagna si è riportato:

- Piani di carico settimanali “reali”, ossia con una elevata sicurezza di accadimento con un orizzonte temporale di una settimana e con indicati il giorno della settimana, l'ora di spedizione, il numero della commessa, la tipologia di mezzo (truck, box 20/40 piedi) e nome del cliente. Ai piedi di questa tabella vi è la preparazione dei carichi, con la medesima ripartizione della tabella precedente.
- Gli operatori responsabili del carico o preparazione di quella determinata commessa, indicati con l'iniziale del cognome sulla tabella appositamente creata.

L' *improved state* è rappresentato nella figura seguente, 4.16:

Piano di carico settimanali

Settimana 4

41

Lunedì	09-Oct	Martedì	10-Oct	Mercoledì	11-Oct	Giovedì	12-Oct	Venerdì	13-Oct
Commissa	Destin.	Contenuto	Commissa	Destin.	Contenuto	Commissa	Destin.	Contenuto	Commissa
3023428	EVA TAHIL	400 KG 08:00	3023565	SILESFOR	TRUCK 08:00	3023565	SILESFOR	TRUCK 08:00	3023565
3023528	EVA TAHIL	300 KG 08:30	3023528	EVA TAHIL	300 KG 08:00	3023528	EVA TAHIL	300 KG 13:00	3023565
3023628	EVA TAHIL	300 KG 10:00	3023565	SILESFOR	TRUCK 09:30	3023565	SILESFOR	TRUCK 14:00	3023565
			3023628	EVA TAHIL	300 KG 09:30				
			3023628	EVA TAHIL	300 KG 10:00				
			3023565	SILESFOR	TRUCK 13:00				
			3023628	EVA TAHIL	300 KG 13:00				

Lunedì 9/10			Martedì 10/10			Mercoledì 11/10		
COMMISSA	PREPARAZIONE	CARICO	COMMISSA	PREPARAZIONE	CARICO	COMMISSA	PREPARAZIONE	CARICO
3022628		G 2 T	3022565		G 2 T	3022565		G G
	TRUCK 10:00	G	3022628		V G A	3022628		V T 2
3022603		A 10	3022603		G G	3022565		V T 2
			3022565		G G			

Giovedì 12/10			Venerdì 13/10		
COMMISSA	PREPARAZIONE	CARICO	COMMISSA	PREPARAZIONE	CARICO
3022600		V G G			
3022600		A 2 T			
3022661	G G				

BOLIGNERA V.S.F.
ZUCCHERA E SCAVO ANGO

Fig. 4.16: Visual management nel reparto spedizione

4.8 VOE

4.8.1 ANALISI DELLA SITUAZIONE CORRENTE

Nello stato corrente di FRAME non è presente una struttura definita per raccogliere le problematiche dagli operatori che vengono comunicate oralmente al capo macchina, capo reparto oppure al responsabile della produzione. A causa della mancanza di una struttura per accogliere le idee e le criticità non è possibile tenere traccia del percorso di miglioramento e spesso possono verificarsi perdite di informazioni.

In aggiunta a questo punto, c'è da notare che le informazioni di cui gli operatori si avvalgono sono legate al macchinario o al processo affidato loro e al numero di commesse che riescono ad evadere giornalmente, mentre non hanno alcuna conoscenza riguardante l'andamento generale dell'azienda o di alcun indicatore legato allo stabilimento produttivo.

4.8.2 VOE NELLA LETTERATURA

La motivazione del dipendente (*employee engagement*) è definita (Perrin's Global Workforce Study⁴⁴,2003) come “il desiderio e l'abilità di aiutare la compagnia al successo” fornendo delle proposte per attuare degli interventi utilizzando una struttura e un modello definiti. Da Robinson (Robinson⁴⁵, 2014) è espressa come un atteggiamento positivo del dipendente nei confronti dell'organizzazione e il suo valore. Un dipendente per essere motivato deve essere consapevole del contesto di business in cui compete la compagnia e lavorare con i colleghi al fine di aumentare le performance dei processi in modo tale che l'organizzazione, come complesso, possa beneficiarne. L'organizzazione a sua volta deve impegnarsi a sviluppare e nutrire la motivazione, la quale richiede una relazione a doppia via tra l'imprenditore e i dipendenti. Questo è un ingrediente fondamentale al fine di raggiungere lo scopo prefissato.

Sempre nella letteratura, Development Dimensions International (DDI⁴⁶, 2005), definisce che un manager deve agire in cinque punti al fine di creare una forte motivazione tra i dipendenti:

- allineare gli sforzi con la strategia;
- dare responsabilità;
- promuovere e incoraggiare il lavoro di squadra e collaborazione tra operatori;
- dare supporto alla crescita e allo sviluppo personale attraverso, per esempio, corsi di formazione;
- riconoscere i risultati ottenuti in maniera appropriata. (Markos e Sridevi⁴⁷, 2010)

4.8.3 SITUAZIONE MIGLIORATA

Analizzata la situazione attuale si è ricercata una soluzione per migliorarla in entrambi i punti critici:

- In primo luogo, si è creato un foglio A3 diviso per aree che identificano l'argomento e per gli elementi che costituiscono processo decisionale. Le aree considerate che compongono le righe sono le attrezzature, l'ambiente di lavoro, il personale e la sicurezza. Sulle colonne, invece, si è posto il processo decisionale,

⁴⁴ Perrin T., 2003, *Working Today: Understanding What Drives Employee Engagement*, The 2003 Towers Perrin, Talent Report U.S Report

⁴⁵ Robinson D., Perryman S., and Hayday S., 2004, *The Drivers of Employee Engagement Report 408*, Institute for Employment Studies, UK

⁴⁶ Development Dimensions International, 2005, *Predicting Employee Engagement MRKSRR12-1005*, Development Dimensions International, Inc., MMV

⁴⁷ S. Markos, M. s. Sridevi, 2010, *Employee Engagement: The Key to Improving Performance*, International Journal of Business and Management, Vol. 5, No. 12, Andhra University, India, pp 90-92

partendo dalla definizione del problema, l'individuazione delle proposte e della soluzione individuata, suddivisa a sua volta in cosa, chi e quando per dare informazioni chiare e precise. Chiunque volesse porre un problema o una proposta di risoluzione poteva prelevare, durante la pausa o all'inizio / fine del proprio turno di lavoro, un cartellino post-it e disporlo nell'area ad esso competente. In particolare, i cartellini sono stati divisi in tre colori:

- i) rosso indicante i problemi;
- ii) giallo indicante le proposte di soluzione;
- iii) verde indicante la soluzione ritenuta più indicata.

Quando viene definita una soluzione si è deciso di apporre tutto su un foglio suddiviso come un ciclo di Deming (PDCA), in modo tale che nel cartellone non vi sia congestione di post-it e, più importante, che i progetti siano ben visibili dagli operatori e possano essere archiviati per tenere traccia di ciò che si è migliorato negli anni.

Tutto ciò è riportato nella precedente sezione è rappresentato in figura 4.17

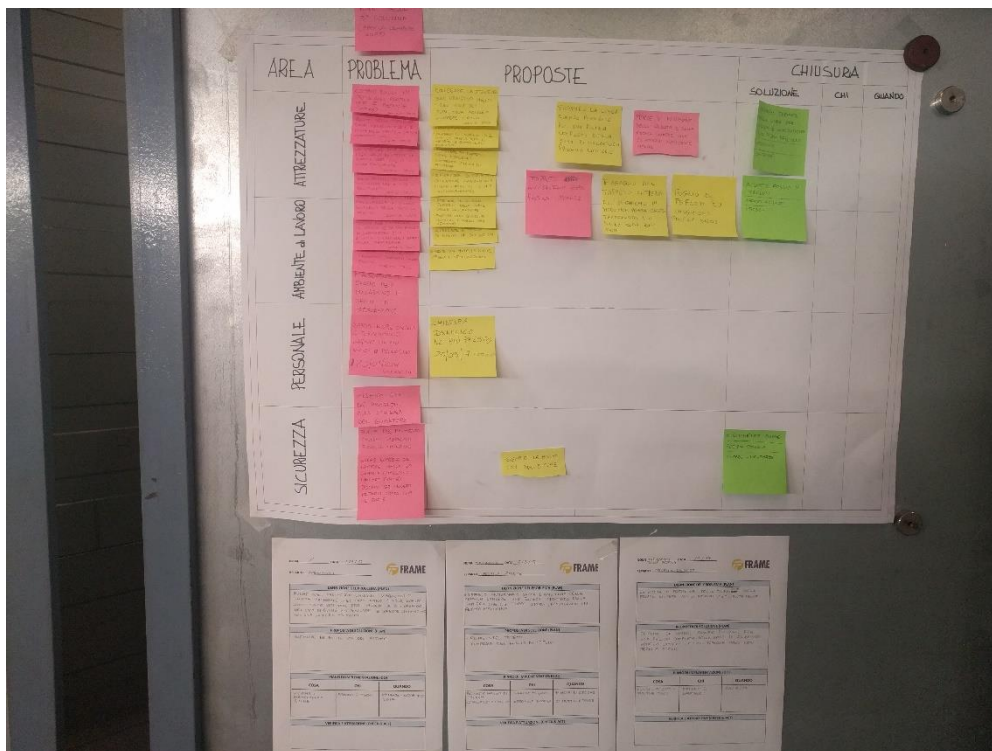


Fig. 4.17: VOE con cicli PDCA

Riguardo il secondo punto, invece, si è deciso riportare tre indicatori, per aumentare la conoscenza generale dell'azienda da parte degli operatori:

- Fatturato che si è confrontato con il budget aziendale di inizio anno presente in figura 4.18.

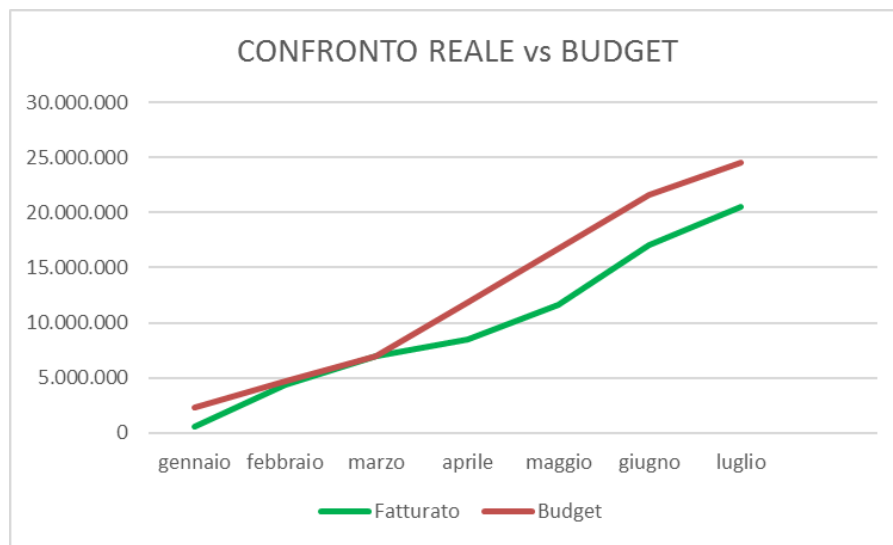


Fig. 4.18: confronto tra ricavi reali e budget

- Rapporto tra i kg di merce lavorata e le ore di lavoro, presente in figura 4.19.

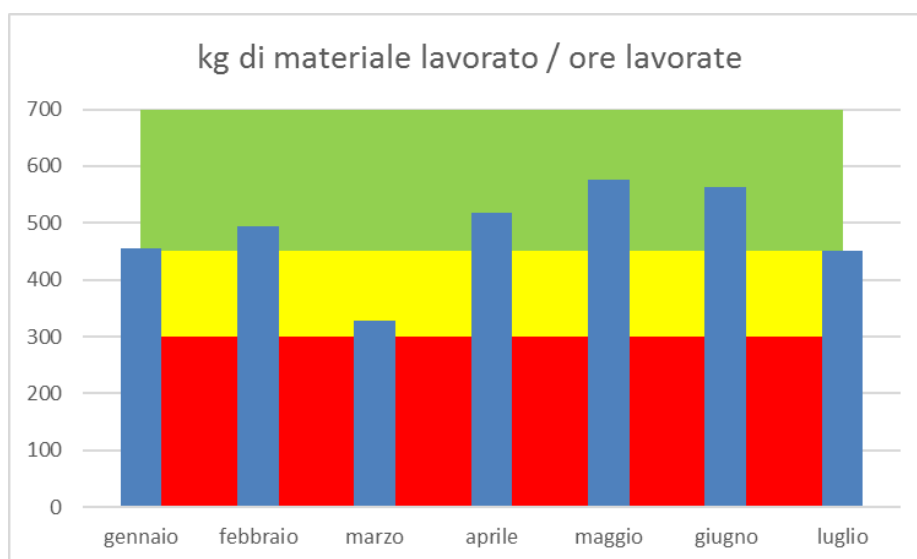


Fig. 4.19: kg di materiale lavorato su ore lavorate

ii) Rapporto tra i kg di merce spedita e le ore lavorate. in figura 4.20.

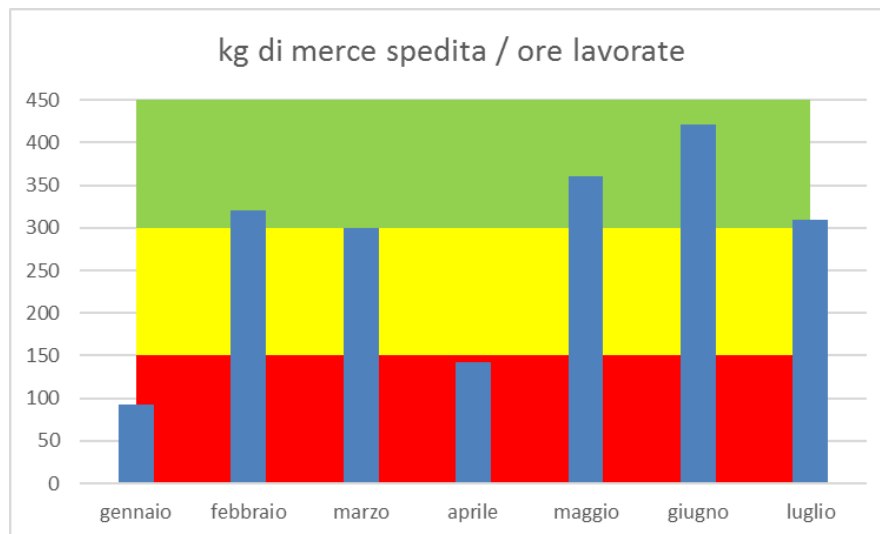


Fig. 4.20: Kg di merce spedita su ore lavorate

A proposito degli ultimi due punti, per facilitare la lettura e la comprensione degli indicatori si sono create delle aree di colore diverso a seconda se l'indicatore è ritenuto sotto gli standard aziendali, in questo caso di colore rosso, accettabile, in giallo, oppure eccellente, in verde.

4.9 SITUAZIONE MIGLIORATA EFFETTIVA

In questa sezione dell'elaborato si sono confrontati i risultati aspettati, ossia quelli riportati nella Value Stream Map future state riportata in figura 4.2, con i dati effettivamente misurati 3 mesi dopo.

La figura 4.21, presente nell'A3 successivo, riporta lo stato a 3 mesi dopo l'introduzione dei progetti di miglioramento.

4.9.1 FASE DI DISCUSSIONE DEI RISULTATI

In questa sezione si confronteranno, punto per punto i risultati ottenuti e quelli aspettati. Per ogni punto analizzato, nel caso vi siano delle discrepanze tra le due Value Stream Map, si approfondiranno le cause che hanno provocato tali divari. Nelle figure sono sempre riportati a sinistra i risultati attesi e a destra quelli ottenuti.

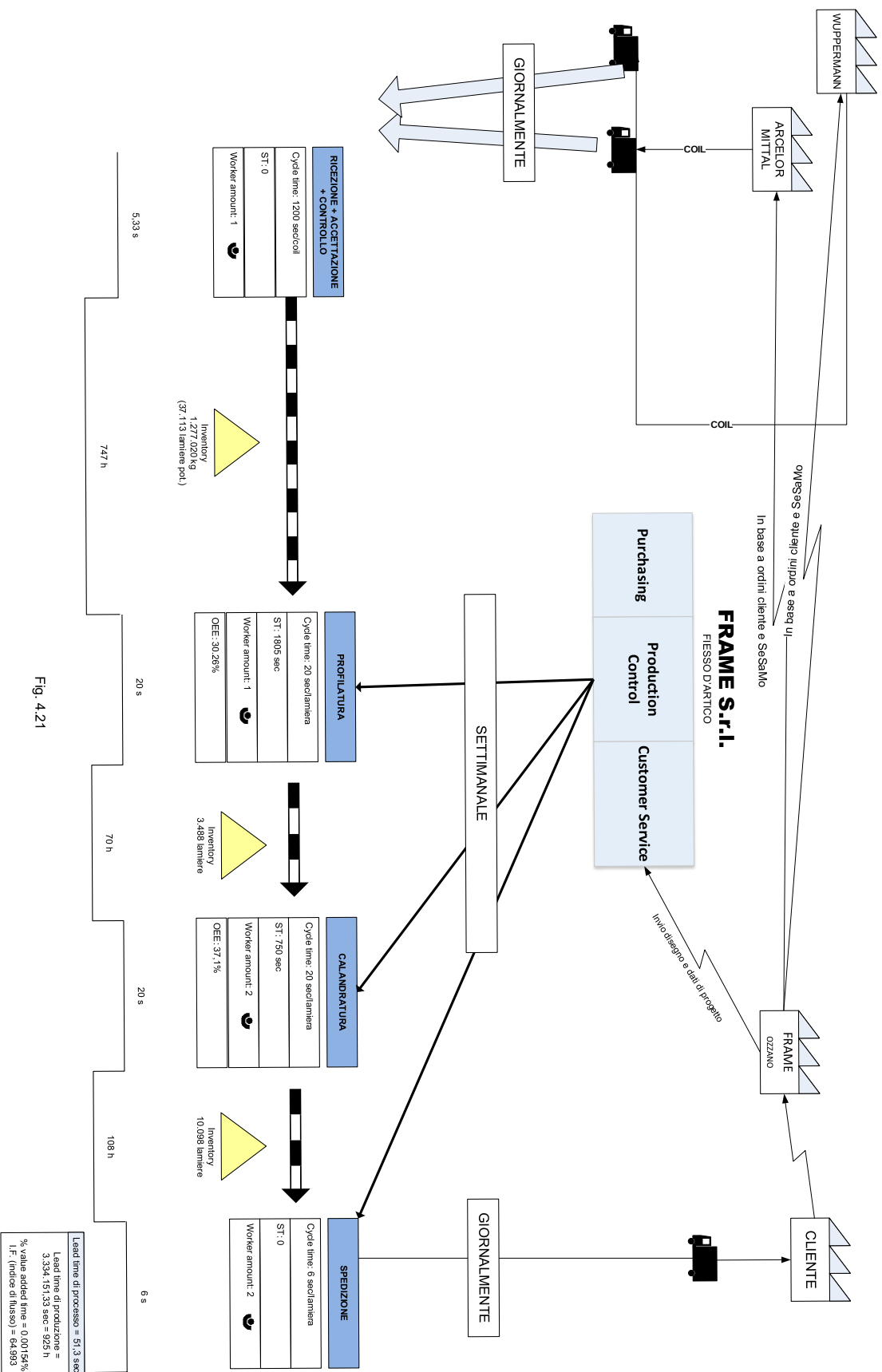


Fig. 4.21

4.9.1.1 MAGAZZINO INIZIALE

Nella figura 4.22 è riportato il confronto tra il magazzino atteso e quello reale.

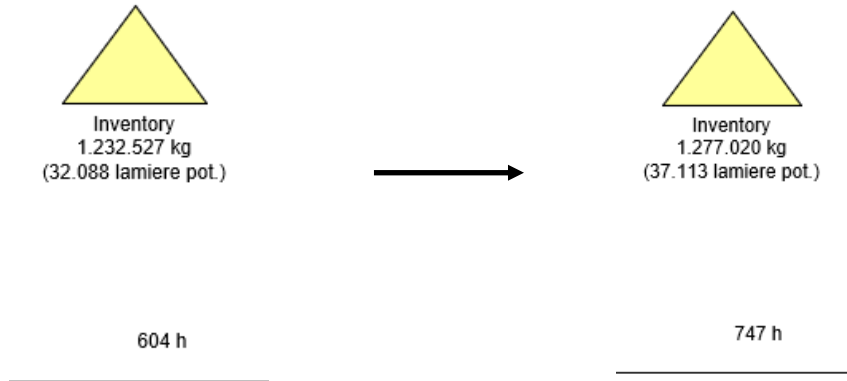


Fig. 4.22: confronto tra il magazzino iniziale future state atteso e reale

Tra i due stati futuri vi è una differenza di 143 ore. Tale differenza è provocata da:

- Peso leggermente diverso, espresso in chilogrammi, tra i due magazzini. Questo è dovuto alla presenza di ordini che sono stati fatti più di 3 mesi prima con consegna dilazionata, provocando un incremento di materiale in entrata al magazzino iniziale, che non rispetta il nuovo standard di 45 giorni in anticipo.
- Aumento del numero di lamiere potenziali. Questa differenza sottolinea il fatto che all'interno del magazzino siano presenti numerosi coil con lamiere di piccolo spessore, in particolare 0,8, che incrementano il numero di lamiere visto che il loro peso è molto minore a quello delle lamiere di spessore 3.5. Questo punto ha una causa più profonda spiegata nel primo punto.
- Takt time più elevato. Come spiegato nel capitolo 3, l'azienda ha avuto un picco di spedizioni la prima settimana di giugno. Ciò ha fatto sì che, nonostante i turni lavorati in profila lamiere in quel periodo fossero 3 al giorno e il sabato mattina, il takt time risultasse pari a 67,77 secondi perché c'era una forte motivazione tra gli operatori al raggiungimento del record di produzione e spedizione di FRAME. Alla prima settimana di settembre, invece, la richiesta è ritornata alla normalità. Infatti il numero di pezzi spediti è stato pari a 3.724 lamiere e il tempo lavorato in profila è stato di 2 turni da 7,5 ore ciascuno, quindi di 27.000 secondi alla settimana. Il takt time, di conseguenza, è stato di:

$$takt\ time\ profila = \frac{27.000\ secondi/settimana}{3.724\ lamiera/settimana} = 72,50\ secondi$$

Questo valore risulta essere di circa 5 secondi a quello di giugno.

4.9.1.2 MAGAZZINO INTERMEDIO

Nella figura seguente, numero 4.23, è riportata la comparazione tra magazzino intermedio atteso e quello realmente misurato.

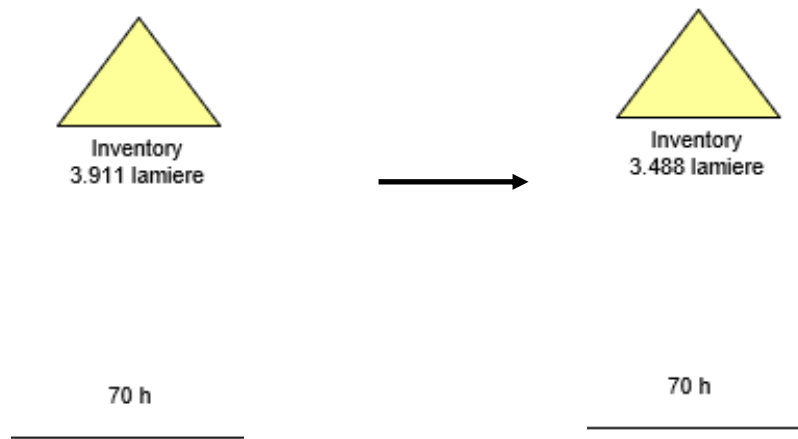


Fig. 4.23: confronto tra il magazzino intermedio future state atteso e reale

In questo caso il tempo di permanenza nel magazzino intermedio è molto simile, in quanto c'è una discrepanza di 1.255 secondi, pari a meno dello 0,5%.

Nonostante questo si può notare che il numero di lamiere presenti nel magazzino intermedio sono minori a quelle attese, perché oltre ad aver eliminato tutte le lamiere “singole” e accorpato il materiale profilato presente a magazzino, diviso per foratura, a delle commesse precise, essendo diminuita la richiesta è diminuito il livello del magazzino di conseguenza.

Ciò che rende questi due tempi di permanenza così simili è l'incremento del takt time, dai 64,34 secondi di giugno ai 72,50 di settembre. La formula del calcolo del takt time della calandra coincide con quella della profila perché il numero di turni lavorati, e di conseguenza il numero di secondi, è uguale.

4.9.1.3 MAGAZZINO FINALE

Nella figura 4.24 riportata qui sotto sono confrontati il magazzino di lamiere finite atteso nella Value Stream Map future state e quello realmente misurato dopo 3 mesi dall'inizio del progetto.

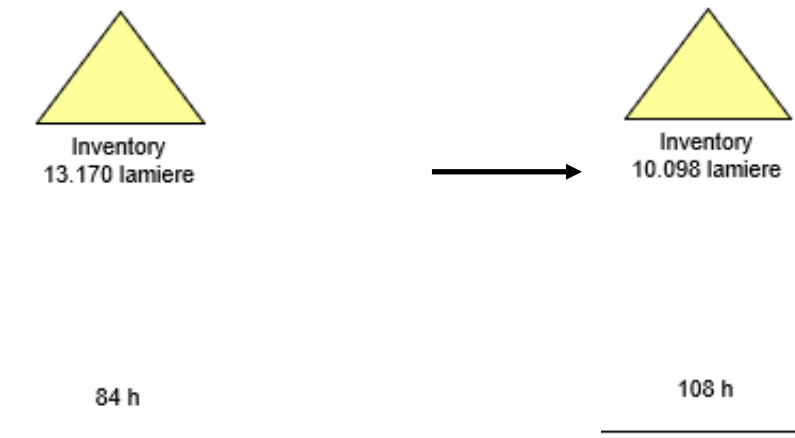


Fig. 4.24: confronto tra il magazzino finale future state atteso e reale

Il tempo di permanenza nel magazzino finito è di 24 ore in più in più. Le cause di questo incremento non sono da ricercare nel livello del magazzino, in quanto il numero di lamiere stoccate è decisamente minore poiché la richiesta da parte dei clienti è risultata minore rispetto a quella di giugno.

La principale causa è il valore del takt time. Infatti, se confrontiamo i due takt time, quello nella Value Stream Map del future state è di 22,88, mentre quello di Settembre risulta essere di:

$$takt\ time\ reparto\ spedizione = \frac{14.400 \frac{secondi}{settimana}}{3.724 \frac{lamiere\ spedite}{settimana}} = 38,67\ s$$

Quest'ultimo takt time presenta un incremento di circa 16 secondi al precedente, pari al 69% in più. Questo incremento ha un impatto molto negativo sul tempo di permanenza del materiale nel magazzino, che risulta essere di

$$\text{tempo di permanenza nel magazzino PF} = \frac{10.098 \text{ lamiere}}{3.724 \frac{\text{lamiere}}{\text{settimana}}} = 2,7 \text{ settimane}$$

$$\cong 13 \text{ giorni lavorativi}$$

Nella realtà, questo dato è fuorviante, in quanto il numero di giorni di permanenza nel magazzino dei prodotti finiti è affetto da commesse in ritardo di ritiro da parte del cliente per problemi burocratici o mancato pagamento, come spiegato anche nel capitolo 3.

Questo dato però non deve essere utilizzato per l'efficienza degli operatori, perché le attività che svolgono questi ultimi sono molteplici e non solamente il carico delle lamiera.

CAPITOLO 5; CANTIERE 5S NELLA PROFILA LAMIERE

In questa sezione dell'elaborato verrà descritta la metodologia 5S applicata alla macchina profila lamiera, caratterizzata da elevato disordine nelle strumentazioni adoperate e tempo perso nella ricerca dei materiali utili per l'attrezzaggio e manutenzione straordinaria. Verranno descritte tutte le fasi che compongono questo metodo e i benefici ottenuti.

5.1 INTRODUZIONE

Sulla profila si è deciso, analizzata la situazione attuale, di condurre un progetto 5S in modo tale da gestire in maniera più oculata gli ambienti di lavoro, che risultavano essere disordinati, sporchi e con un'elevata quantità di strumenti duplicati, danneggiati o inutilizzati.

Nella fase iniziale si è deciso di:

- dedicare del tempo per la formazione degli operatori che lavoravano sul macchinario per apprendere delle informazioni sulla filosofia Lean e in particolare sul metodo 5S. Questo ha permesso agli operatori di comprendere l'importanza e i benefici che tale metodologia comporta nella loro routine quotidiana. In aggiunta, la presentazione PowerPoint ha favorito anche un dibattito sulle possibili difficoltà che potevano essere riscontrate all'interno del progetto e un orientamento comune verso l'obiettivo prefissato.
- Scattare delle fotografie per documentare la situazione iniziale e paragonarla con quella a progetto terminato. Questo modo di procedere è comune a tutti i progetti 5s ed è utile per notare visivamente le differenze tra prima e dopo l'intervento.
- Definizione del team di progetto, composto da tutti gli operatori che lavoravano sul macchinario, in quanto avevano un'elevata conoscenza dello stesso e di quali strumenti fossero utili da tenere a bordo macchina, e dal responsabile della produzione, per non aver problemi legati allo spostamento dei materiali e o eliminazione degli stessi.
- Determinazioni di quali oggetti siano soggetti al progetto 5s. In particolare l'attenzione si è soffermata sui materiali diretti, quali componenti e materie prime, e strumentazioni di piccola taglia, quali chiavi e lime metalliche.

5.2 1° FASE: SEPARAZIONE

Dopo questa fase iniziale si è iniziata la parte operativa del progetto e dunque la separazione del materiale. Sono stati utilizzati dei cartellini rossi (*red-tag*) con un numero progressivo, disposti sugli oggetti non identificati dagli operatori, suddivisi tra oggetti danneggiati/rotti e oggetti non utilizzati da almeno 12 mesi.

I cartellini rossi utilizzati, a differenza del metodo tradizionale, sono stati disposti direttamente sul materiale poiché erano adesivi. Sopra di essi, inoltre, non sono state poste informazioni sul tipo di materiale e nome dell'operatore perché si è ritenuto sufficiente riportarle su un documento cartaceo compilato dagli operatori, nel quale erano richiesti:

- Area produttiva;
- Data di emissione;
- Numero del cartellino;
- Descrizione dell'oggetto;
- Classificazione, ossia il motivo per il quale sul materiale è stato posto un cartellino rosso.
- Nome dell'operatore che ha identificato l'oggetto.

In questa parte del progetto, per non impattare pesantemente sull'attività di produzione di lamiera piane, si sono dedicati 45-60 minuti ogni turno svolto nella profila per un periodo totale di 2 settimane.

In figura 5.1, nella pagina successiva, è presente parte dei cartellini rossi individuati durante la prima parte del progetto.

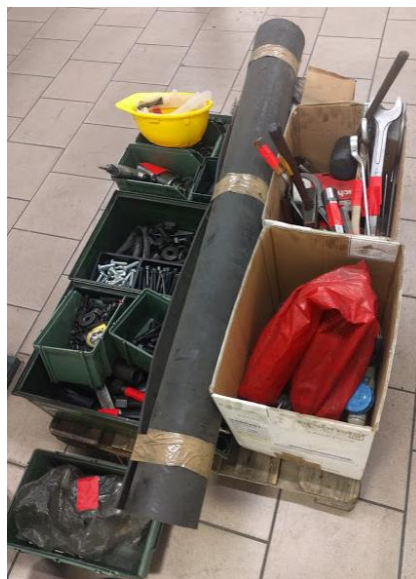


Fig. 5.1: alcuni oggetti a cui si sono posti i cartellini rossi

Nel grafico 5.2 e tabella 5.1 sono riportati l'andamento del numero di cartellini creati e risolti e una parte del documento finale sulla base di quello cartaceo

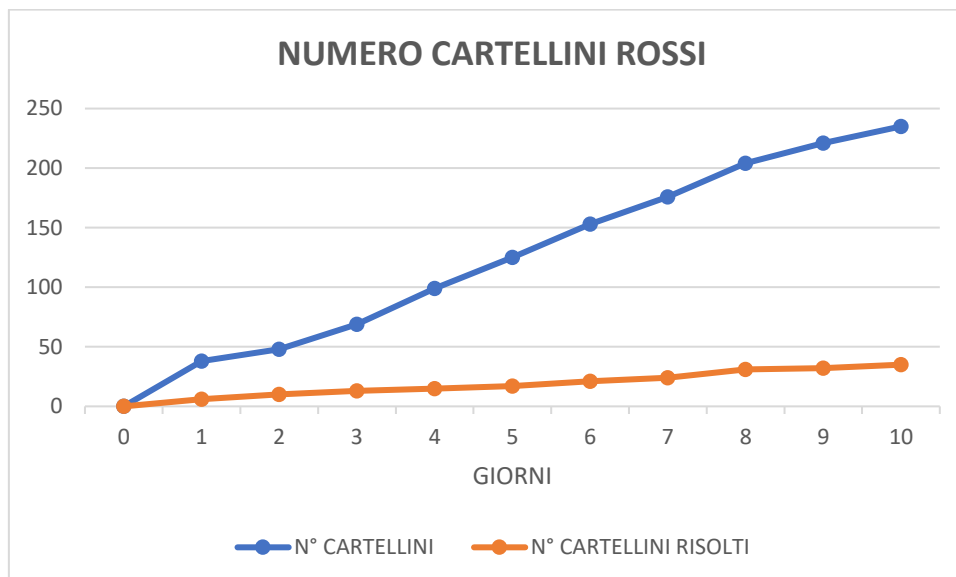


Fig. 5.2: numero cartellini rossi

Tab. 5.1: parte del documento riportante le informazioni sui cartellini rossi

AREA	CERTELLINO N°	GIORNO	DATA EMISSIONE	AUTORE	DESCRIZIONE OGGETTO	CLASSIFICAZIONE	AZIONE
profilo	1	1	03/07/2017	LORIS	metro (3m)	duplicato	buttato
profilo	2	1	03/07/2017	LORIS	metro (3m)	duplicato	buttato
profilo	3	1	03/07/2017	LORIS	lima (rotta)	rotto	buttato
profilo	4	1	03/07/2017	LORIS	lima	duplicato	buttato
profilo	5	1	03/07/2017	LORIS	lima	duplicato	buttato
profilo	6	1	03/07/2017	LORIS	lima	duplicato	buttato
profilo	7	1	03/07/2017	LORIS	cacciavite (rotto)	rotto	buttato
profilo	8	1	03/07/2017	LORIS	cacciavite (rotto)	rotto	buttato
profilo	9	1	03/07/2017	LORIS	chiave a brugola	inutilizzato	magazzino centrale
profilo	10	1	03/07/2017	LORIS	chiave a brugola (rotta)	rotto	buttato
profilo	11	1	03/07/2017	LORIS	metro (3m)	duplicato	magazzino centrale

Dal grafico in figura 5.1 si può notare che il numero totale dei cartellini rossi è stato di 235, dei quali:

- 57, pari al 24,3%, sono risultati rotti, danneggiati oppure usurati;
- 178, pari al 75,7, sono risultati inutilizzati sul macchinario della profilo, ma ancora utilizzabili in altri reparti.

Dopo aver identificato i materiali e riposti in una zona dedicata, si sono definiti tre giorni nei quali i materiali sono stati eliminati oppure disposti nelle zone opportune, quali:

- magazzino centrale;
- reparto saldatura;
- un'altra area attigua al macchinario;

- copri-scopri esterno.

In questo periodo di tempo, dunque, si è deciso, in comune accordo con tutti e tre gli operatori e il responsabile della produzione, dove riporre i materiali inutilizzati. Da un'analisi dei singoli oggetti si è deciso di eliminare fisicamente tutto ciò che risultava rotto, danneggiato, oppure usurato, mentre i materiali inutilizzati sono ripartiti in:

- 7 inviati al reparto di saldatura, in particolare le travi a doppia t e supporti metallici, pari al 3,9%
- 63 scartati, pari al 35,4%, in quanto il loro stato permetteva l'utilizzo, ma erano strumentazioni apposite per macchinari e stampi fuori commercio. Inoltre, si è deciso di non donarli o venderli ad altre organizzazioni;
- 77 riposti nel magazzino centrale, in quanto potevano essere riutilizzati da altri reparti ed essere usati anche dallo stesso macchinario raramente, meno di 1 volta all'anno. Tali materiali risultano essere pari al 43,3% del totale.
- 6 tenuti nel macchinario, pari al 3,4%, perché ci sono stati dei ripensamenti da parte degli operatori che hanno ritenuto necessario riporre negli armadi alcuni materiali.
- 25 posti nella tensostruttura esterna adibita a magazzino, chiamata "copri scopri", nella quale sono stati posizionati i materiali adibiti per le lamiere con passo 100 mm, internamente denominate F1000. Gli stampi per tali lavorazioni sono conservati dentro il copri-scopri e fanno parte dei cespiti della precedente azienda, pertanto nel caso di acquisto devono essere consegnati ai nuovi proprietari per permettere la continuità di prodotto.

In figura 5.3 è rappresentato un grafico a colonne nel quale si possono individuare le diverse aree in cui sono stati riposti gli oggetti inutilizzati

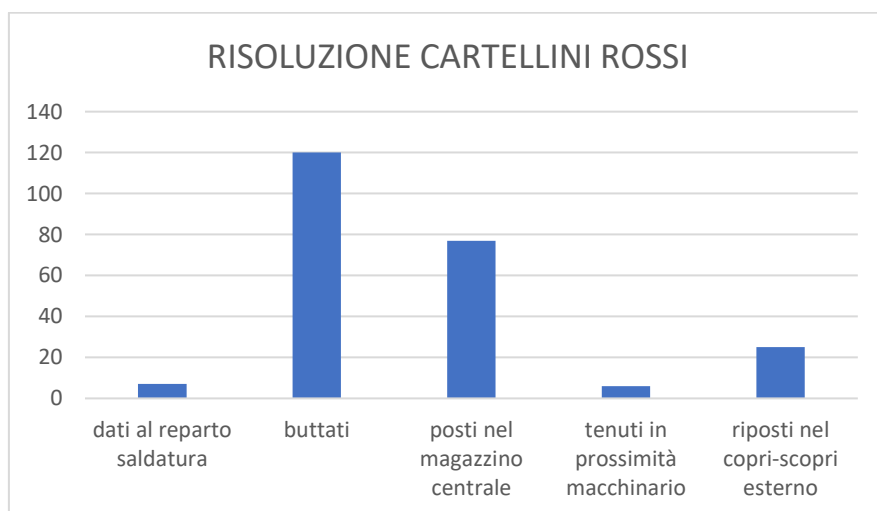


Fig. 5.3: risoluzione cartellini rossi

5.3 2° FASE: SISTEMARE

La seconda fase è destinata alla sistemazione degli strumenti. In particolare, tutti gli strumenti e materiali identificati nel primo punto, andranno posizionati coerentemente alle esigenze del personale e delle attività alle quali sono preposti.

Di conseguenza, se una chiave inglese da 41 è richiesta per avvitare/svitare le teste della profilo, andrà posizionata nelle immediate vicinanze di tale attività per non causare elevati movimenti da parte dell'operatore. L'oggetto, inoltre, deve essere visibile, facilmente prendibile da chi lo utilizza e riposizionato correttamente alla fine dell'attività, per esempio con l'utilizzo delle *shadow board*. Dalla letteratura, uno strumento si definisce in ordine se è:

- facile da vedere;
- facile da prendere;
- facile da usare;
- facile da riposizionare. (Panizzolo⁴⁸, 2016)

In questa fase si possono utilizzare gli scomparti degli armadi liberati nel punto precedente, per inserire al loro interno degli strumenti realmente utilizzati nell'area considerata, e coinvolgere tutti gli operatori affinché ci sia una decisione comune sul dove e come porre gli oggetti.

In questo punto le *shadow board* sono estremamente utili, in quanto:

- sono uno strumento visual, che permette la visibilità dello strumento;
- riducono il tempo per individuare l'oggetto ricercato;
- inviano un feedback immediato quando manca qualcosa, grazie alla presenza delle sagome colorate;
- tavoli e mobili, che occupano spazio utile, risultano inutili.

Si è deciso di porre tre *shadow board*:

- una in prossimità del taglio-saldatura, attività richiesta nel caso di attrezzaggio della macchina;
- una in corrispondenza dell'uscita delle lamiere dalla profilatrice, nella quale si sono posti gli strumenti utili alla misurazione dello spessore, lunghezza e altezza d'onda e al confronto con gli standard imposti;

⁴⁸ R. Panizzolo, 2016, *Dispense del corso di Gestione snella dei processi*, Anno Accademico 2016/2017, Università di Padova

- una in prossimità dei rulli dove sono stati appesi tutti gli strumenti per stringere le ghiera e togliere, regolare e fissare le colonne che determinano il posizionamento dell'albero dove sono posti i rulli

Nella figura 5.4 è riportata la fotografia dello stato prima e dopo l'introduzione della shadow board posta nei pressi del taglio – saldatura.

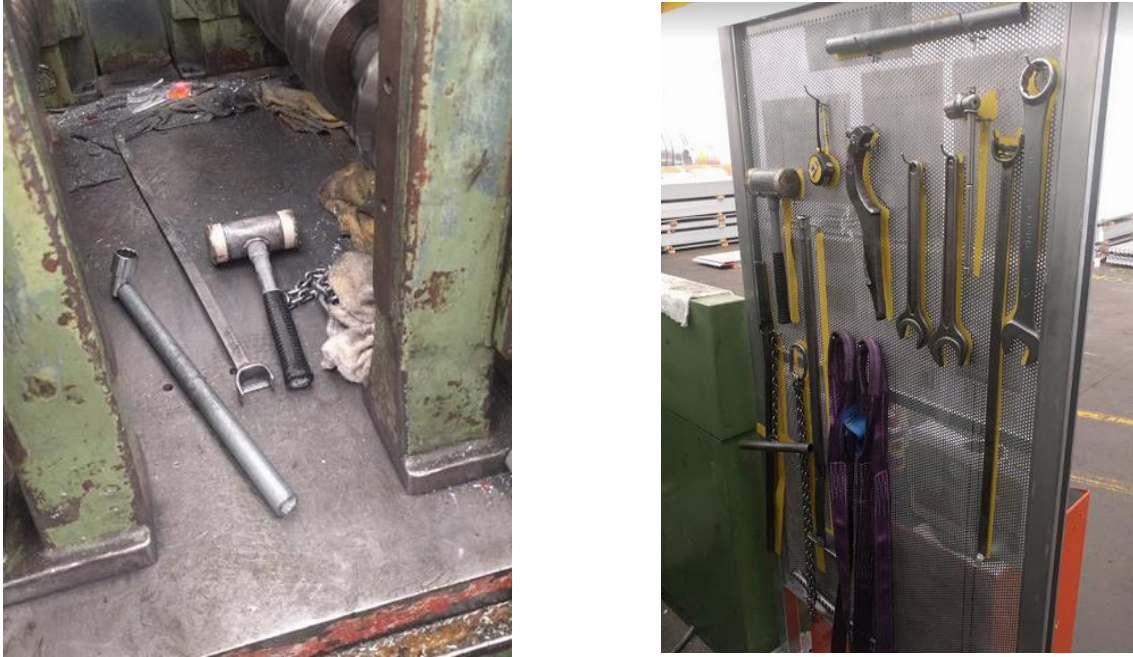


Fig. 5.4: prima e dopo l'introduzione della shadow board

5.4 3° FASE: SPAZZARE

In questo punto si possono individuare due tipologie di pulizia:

- Manutentiva, fatta una volta a settimana. Ha lo scopo ultimo di far lavorare il macchinario in un ambiente ottimale, in modo tale da aumentare la vita utile dello stesso. Ciò significa che è necessaria l'ispezione delle varie componenti e la verifica del corretto stato delle stesse. Entrambe le operazioni vanno svolte dall'operatore che lavora giornalmente in quella postazione perché è colui che ha maggiore conoscenza del macchinario e può rendere più efficienti le attività, riconoscendo i problemi che possono essere scoperti durante questa fase quali perdite di olio, cattivi odori e rumori inusuali.

- Igienica, svolta più spesso della precedente. Ha come obiettivo la pulizia per eliminare lo sporco e la proliferazione dei batteri. Questa pratica favorisce la creazione di un ambiente sano per gli operatori, diminuendo le cause di malattie, ma anche migliorando lo stato d'animo di coloro che lavorano nello stabilimento, diminuendo le cause di errori.

All'inizio di questo punto si è resa necessaria una pulizia massiva della profilatrice, con una durata di un intero turno lavorativo. Da questa, si è potuto notare dove erano localizzate le perdite d'olio nel macchinario, localizzate sul ripiano sopra il quale le lamiere subiscono la piegatura per creare le onde che generano un incremento di resistenza. In particolare queste perdite d'olio sono circoscritte alla:

- 14° testa;
- 9° testa.
- Sotto il robot di saldatura.

Per i primi due punti dell'elenco è stato riscontrato il problema sugli ingranaggi e cuscinetti delle teste. Tutti i ricambi necessari all'intervento di manutenzione sono stati ordinati, ma si è deciso di sistemare le due perdite a fine anno, perché è necessaria una settimana completa di stop della produzione. Tale fermo non è conveniente farlo prima di novembre perché è un periodo che presenta un elevato volume richiesto (vedi figura 1.15) e sarebbe dannoso sia per il fatturato aziendale, sia per le penali che l'azienda dovrebbe pagare se il materiale venisse consegnato in ritardo rispetto alla data concordata con il cliente.

Riguardo l'ultimo punto, è stato semplice trovare la perdita, che era dovuta a una fessura sul tubo. Conseguentemente la tubazione è stata sostituita, direttamente dagli operatori, con una nuova e il problema è stato risolto immediatamente.

Nella sezione seguente sono riportate delle foto, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, che permettono di notare la differenza tra prima e dopo la pulizia.

Prima:



Fig. 5.5: stato del macchinario prima della pulizia, area rulli



Fig. 5.6: stato del macchinario prima della pulizia, area saldatura e taglio

Dopo:



Fig. 5.7: stato del macchinario dopo la pulizia, area rulli



Fig. 5.8: stato del macchinario dopo la pulizia: area rulli a monte della macchina

È stata creata appositamente una check list sia per la pulizia manutentiva che per quella igienica per favorire la sostenibilità della corretta disposizione e ordine nel macchinario, raggiunta a seguito delle prime 3S. In particolare, affinché lo strumento sia ancora più visivo, si è cercato di formulare le domande in modo tale che se la macchina è in ordine vi siano tutte le risposte positive, mentre se c'è qualcosa che non rispetta gli standard ci sia almeno una risposta negativa.

Si è deciso inoltre che la pulizia igienica, il cui tempo richiesto non dovrebbe mai superare i 5 minuti, vada fatta dopo ogni turno in modo tale che l'operatore successivo trovi tutto in ordine. La pulizia manutentiva, invece, avrà una frequenza di 1 volta a settimana con un tempo richiesto di 15 minuti al massimo. In tabella 5.2 è presente la check list riportata in profilo lamiera.

Tab. 5.2: checklist per la pulizia.

PULIZIA IGIENICA (giornaliera)		
	SI	NO
La postazione di testa è in ordine?		
La postazione di lato macchina è in ordine?		
Tutti gli oggetti sono in ordine secondo quanto previsto?		
Il magazzino ha materiale stoccato secondo quanto stabilito?		
I rifiuti sono posti nei contenitori appositi?		
Il materiale per la pulizia è disposto correttamente?		
Gli oggetti negli armadi sono disposti nella zona giusta?		
Gli strumenti a terra sono disposti dentro le aree definite?		

PULIZIA MANUTENTIVA (settimanale)		
	SI	NO
Tutti gli utensili sono operativi e funzionanti?		
La macchina ha tutte le parti in ordine? (nessuna perdita, no odori strani, no rumori sospetti, no crepe,...)		
I dispositivi di sicurezza sono funzionanti?		
Gli strumenti accessori (es. raccogli tondini) sono utilizzabili?		
Il livello di olio è adeguato al funzionamento?		

5.5 4° FASE: STANDARDIZZARE

In questa fase, l'obiettivo è quello di mantenere i risultati ottenuti dai primi tre punti iniziali del metodo. Nel caso di FRAME e della profila lamiera si è deciso di intervenire in quattro punti indipendenti ma aventi il medesimo scopo finale:

- Definire gli spazi negli armadi. Questa fase è stata molto delicata per la notevole quantità di materiali riposti sugli scaffali e aventi numerose finalità differenti. Si è deciso di suddividere i componenti in quelli maggiormente utilizzati, disposti negli armadi nelle zone immediatamente attigue al macchinario, mentre quelli con un utilizzo minore sono stati disposti in armadi dislocati più esternamente al macchinario. In secondo luogo si sono utilizzati dei biglietti adesivi argentati per definire più precisamente gli scaffali e le aree dove riporre il materiale. Questo secondo punto è riportato in figura 5.9.



Fig. 5.9: armadi suddivisi per zone standardizzate

- Gli strumenti di grandi dimensioni, quale l'iniettore pneumatico a grasso, sono stati posti in delle aree precise delimitate da strisce di vernice bianca, in modo tale da avere maggiore ordine e non intralciare il flusso di materiali. Questo punto è riportato in figura 5.10.



Fig. 5.10: Disposizione visual delle strumentazioni più grandi

- Come riportato anche precedentemente, sono state utilizzate le shadow board, che oltre ad avere un impatto positivo nella seconda “S” (sistemare), hanno una influenza proficua anche in questa fase poiché, grazie alle sagome e ai supporti dove riporre gli strumenti si standardizza il loro posizionamento.
- Si sono stampate delle foto per far comprendere i comportamenti corretti e quelli scorretti. Queste fotografie sono state poste vicino alla postazione/area a cui erano legate. In figura 5.11 è riportata una delle foto, come esempio.

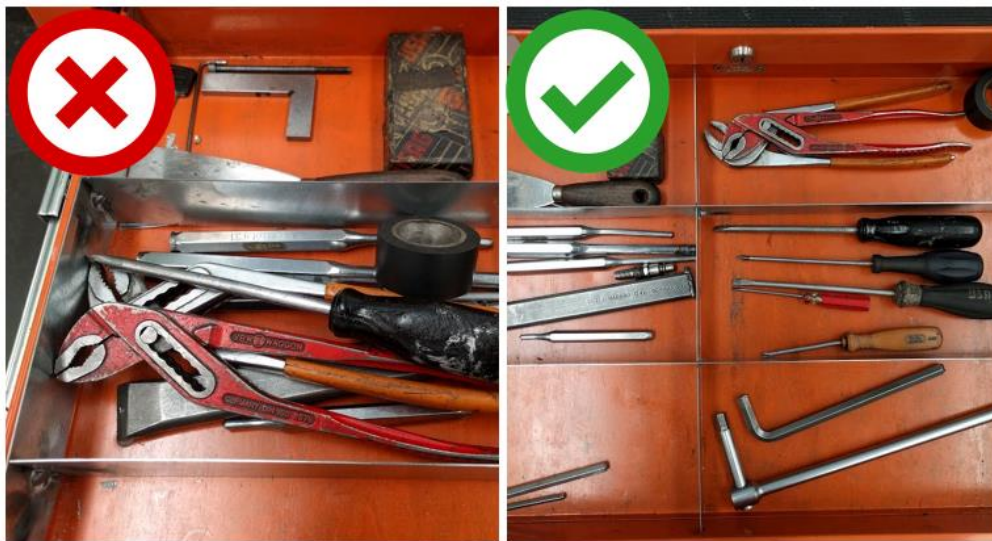


Fig. 5.11: comportamento sbagliato vs corretto

5.6 5° FASE: SOSTENERE

Questa fase prevede la definizione di audit, con corrispettive check list e *daily walkthrough*, per vedere se è tutto ok. Questi audit sono necessari per diminuire il rischio di retrocedere alle fasi di disordine iniziale e possono essere fatti sia internamente, quindi eseguiti dal capo reparto oppure dal responsabile della produzione, oppure da personale esterno all'azienda. In questo caso particolare, si è deciso di farli solamente interni (*internal audit*).

È stato creato appositamente un foglio con delle domande, suddivise per fasi del 5s, da compiere inizialmente 1 volta a settimana per il primo mese, successivamente 1 volta ogni 15 giorni sino a quando i risultati non sono stabilizzati e infine 1 volta al mese come controllo continuo. Questo audit, però, è fine a sé stesso se quando si trovano dei comportamenti errati non si ricerca come mai è stato compiuto quella sbaglio. Infatti, è

compito dei superiori, ma anche dei colleghi di lavoro, correggere gli eventuali errori e formare il personale al fine di acquisire la mentalità dell'ordine e della pulizia in tutta l'area pilota e, successivamente, nell'azienda in generale.

Nelle tabelle 5.3 e 5.4 è riportato il foglio con le domande alla base dell'audit.

Tab. 5.3: prima parte della checklist per la 5°S.

SEPARARE	Dividere ciò che è necessario da ciò che non lo è		SI	NO
	1	E' la zona libera da strumenti, materiali e magazzini NON necessari?		
	2	Sono le vie di fuga, scale e corridoi liberi da ostacoli?		
	3	Sono i materiali di scarto e gli strumenti danneggiati smaltiti immediatamente?		
	4	Sono i documenti e la segnaletica aggiornata, senza danni e senza duplicazioni?		
	5	E' la zona libera da attrezzatura danneggiata o non richiesta nell'area?		
SISTEMARE	Un posto per tutto e tutto al suo posto			
	1	Sono tutti gli strumenti posizionati nell'area corretta in maniera visiva?		
	2	Sono tutti i corridoi, postazioni, attrezzatura mobile indicate visivamente?		
	3	Sono tutte le materie prime e componenti posizionati in un'area ben segnalata?		
	4	Gli standard work sono posizionati nella zona vicina alla postazione?		
	5	C'è una rappresentazione grafica del posizionamento delle attrezzature?		
SPAZZARE	Pulire e definire dei modi per standardizzare la pulizia e l'ordine			
	1	I pavimenti sono accettabili (no olio per terra, no eccessivo sporco, no rifiuti)?		
	2	I materiali per la pulizia sono facilmente accessibili?		
	3	Gli oggetti personali sono disposti ordinatamente in una zona definita?		
	4	Gli standard work sono puliti e leggibili?		
	5	Le attrezzature sono pulite senza sporco, olio e grasso?		
STANDARDIZZARE	Mantenere e monitorare le prime 3s			
	1	Tutti gli oggetti disposti sulle shadow board sono disponibili?		
	2	Sono postati degli esempi di buone vs cattive abitudini?		
	3	Tutti gli oggetti disposti visivamente sono localizzati in meno 30 secondi?		
	4	Tutti gli standard work sono disposti e visibili?		
	5	Per tutte le attrezzature che ne necessitano c'è una presa di corrente vicina?		
SOSTENERE	Attenersi alle regole			
	1	Tutti gli oggetti rispettano la posizione definita?		
	2	Il supervisore ha presentato gli ultimi risultati dell'audit?		
	3	Quante cose non rispettano le regole dei "cartellini rossi"?		
	4	Quante azioni correttive rimangono dall'audit precedente?		
	5	Gli standard work sono aggiornati?		
TOTALE SI' (SU25)				
DIFFERENZA (+) RISPETTO ALL'AUDIT PRECEDENTE				

Tab. 5.4: individuare e correggere i comportamenti errati

AZIONI CORRETTIVE		
AREA	PUNTO	AZIONE

In questa parte del foglio, relativa alla checklist, va compilata quando in tabella 5.3 è presente almeno una crocetta nella colonna dei “no”. In particolare va riportata l’area a cui quella risposta negativa è riferita, il punto e l’azione correttiva, in modo tale che nella prossima checklist vi sia una risposta positiva.

Per esempio, se nell’area “spazzare”, punto 5, quindi “le attrezzature sono pulite senza sporco, olio e grasso” c’è una spunta sulla colonna dei “no”, in primo luogo si comprenderà come mai le attrezzature non sono state pulite correttamente e si farà in modo che ciò non si ripeta in futuro. Un’azione correttiva potrebbe essere incrementare di 5 minuti la pulizia settimanale, in modo tale che l’operatore possa dedicare più tempo alla pulizia delle attrezzature.

CAPITOLO 6: SMED

Come ultimo intervento di miglioramento sulla linea delle lamiere dei silos si è attuato un intervento SMED sulla profilo lamiera al fine di aumentare il valore dell'OEE, attestato al 29,25%. In particolare, l'attrezzaggio riduce del 36.9% l'*Availability* del macchinario.

6.1 INTRODUZIONE

Secondo la letteratura, la metodologia SMED è caratterizzata da tre macro fasi:

- La separazione della attività da interne ad esterne;
- La conversione delle attività da interne ad esterne, affinché le attività a macchina azionata siano minori;
- La riduzione delle attività e del tempo necessario a compierle, sia di quelle esterne, ma specialmente di quelle interne che hanno impatto sul tempo di setup.

In questo caso si è deciso di sviluppare l'applicazione della metodologia SMED in 5 fasi, definite nei seguenti punti:

- Fase preparatoria che concerne l'organizzazione del progetto, l'osservazione, effettuazione del video-recording e la registrazione delle attività.
- Fase di distinzione delle attività interne ed esterne.
- Fase di conversione delle attività interne ad esterne.
- Fase di riduzione del numero delle attività di setup e il tempo necessario a svolgerle, ossia una semplificazione dell'attrezzaggio.
- Fase di verifica, documentazione e standardizzazione del nuovo stato raggiunto.

6.2 FASE PREPARATORIA

Questa fase ha come obiettivo l'organizzazione del progetto dello SMED, coinvolgendo gli operatori e dedicando del tempo necessario alla loro formazione. Inoltre è necessario programmare la registrazione dello stato attuale del setup con la creazione di un filmato video mediante l'utilizzo di una o più videocamere. In aggiunta, è essenziale la definizione e descrizione di tutte le attività, creando un documento Excel nel quale sia presente anche l'analisi dei tempi.

Il coinvolgimento degli operatori è necessario in questa metodologia perché sono coloro che hanno la conoscenza più approfondita del macchinario e delle attività di attrezzaggio. A tal fine è stata posta particolare importanza sulla spiegazione del metodo e dei benefici che quest'ultimo può portare al lavoro quotidiano degli operatori, al fine di creare una elevata motivazione e definire un obiettivo comune a cui tutti i partecipanti al progetto ambiscano. Nella fase di formazione è stata utilizzata una presentazione PowerPoint e si sono dedicati alcuni minuti, alla fine, per domande e chiarimenti. Si è deciso di coinvolgere tutti e tre gli operatori addetti al funzionamento della macchina e il responsabile del reparto poiché erano le persone più a contatto con il macchinario. Oltre a questi ha preso parte, come per gli altri progetti in questione, anche il responsabile della produzione per facilitare e coordinare i miglioramenti.

L'attrezzaggio considerato ha coinvolto sia un cambio dello spessore della lamiera, che un cambio foratura. In particolare il setup è stato caratterizzato da:

- Cambio spessore dallo 0,8 all'1.75 mm.
- Cambio foratura da XA1 a XN1.

Lo stato attuale è stato analizzato mediante un *video-recording*, la stesura di una Spaghetti Chart per studiare gli spostamenti dell'operatore e la definizione di tutte le attività componenti l'attrezzaggio, divise per fasi, con annesse tempistiche.

Il video dell'attrezzaggio è stato attuato con due fotocamere di cui una fissa a circa 6-7 metri dal macchinario per avere una panoramica delle attività e degli spostamenti dell'operatore. A questa se n'è aggiunta una mobile, più vicina, per avere una visione più dettagliata e specifica dell'attività svolta.

Lo Spaghetti-Chart è rappresentato nella figura sottostante, 6.1. È una mappatura che può esser utilizzata per flussi fisici, di materiali, documenti o persone e, nella fattispecie, è stata adoperata per analizzare gli spostamenti delle persone. È uno strumento spesso utilizzato nell'ambito manifatturiero, in quanto permette di mettere in evidenza gli sprechi, in particolare le movimentazioni. In questo caso non si è voluto rappresentare tutto il reparto della lavorazione delle lamiere, bensì solamente il macchinario e l'area attigua ad esso. Dalla numerosità delle linee si possono notare le centinaia di metri che l'operatore cammina durante un singolo attrezzaggio. Questo non rappresenta solamente uno spreco, bensì anche un elevato sforzo a cui è soggetto l'operatore, senza creare valore, e generando un alto rischio di infortuni.

Nella figura 6.1, il macchinario disposto nella parte sinistra è la profilo lamiera (*wall sheet line*) dove il flusso dei prodotti dall'entrata all'uscita è raffigurato con delle frecce. In

particolare, i coil di lamiera entrano dalla parte alta della figura, vengono profilati nella parte centrale, forati e tagliati nel rigonfiamento del macchinario e infine escono dal basso. Ancora più a sinistra vi è il muro che divide la parte interna dello stabilimento dalla parte esterna. Infine, nell'area in basso è presente la calandra (*curve wall line*).

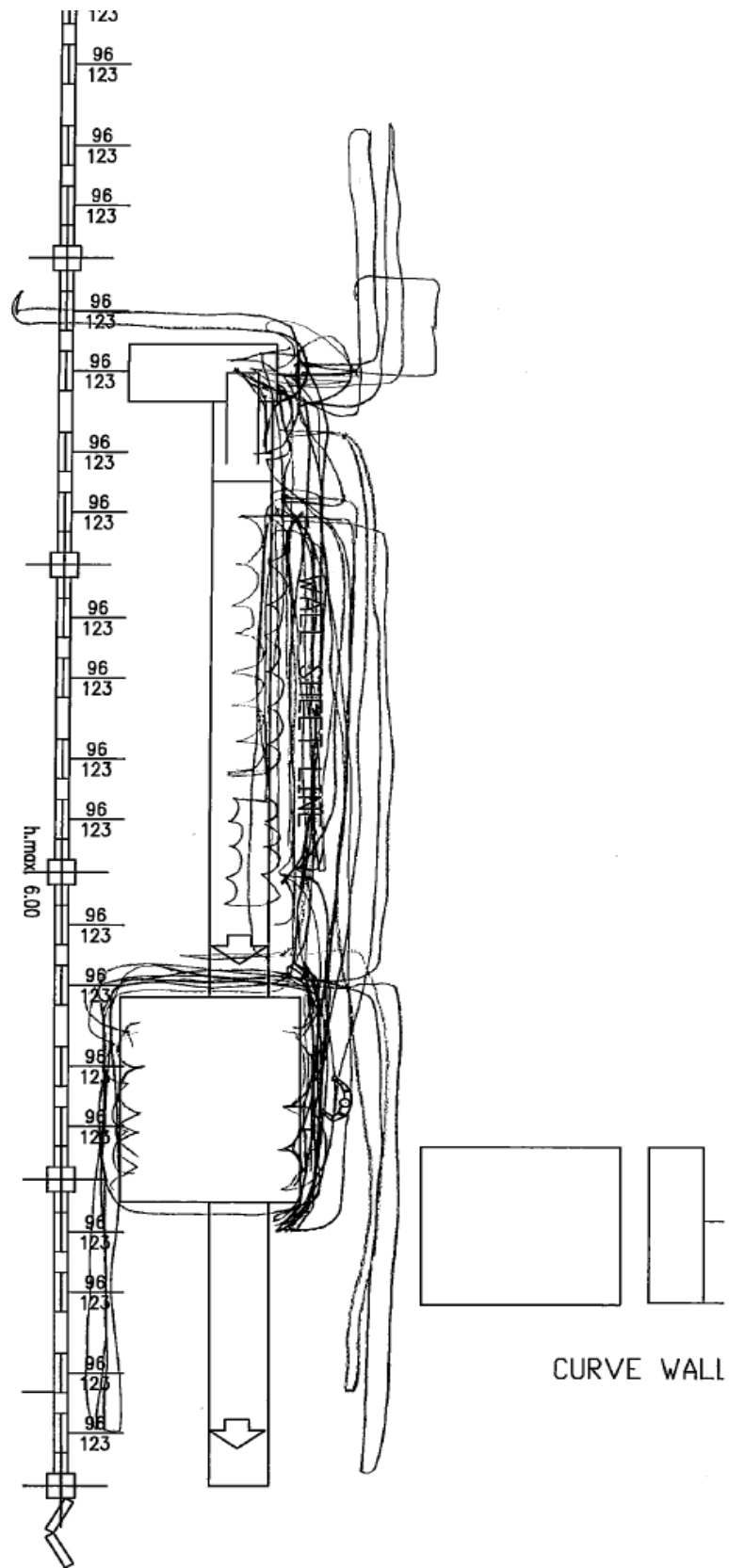


Fig. 6.1: spaghetti chart dello stato corrente

Il percorso dell'operatore durante l'attrezzaggio è stato misurato in 750 metri. Contando che un passo medio di una persona è pari a 74 cm, il numero di passi è stato facilmente calcolato tramite la formula:

$$\text{numero passi totali} = \frac{750 \text{ metri}}{0,74 \text{ metri/passi}} = 1.013 \text{ passi}$$

La durata totale dell'attrezzaggio è stata di 86 minuti. Le principali attività richieste per il setup del macchinario sono:

- cambio coil;
- cambio marchio;
- regolazione delle teste;
- cambio rulli dell'albero numero 15 (richiesto se il coil ha spessore 0,8 mm);
- cambio della foratura;
- controllo della foratura e profondità dell'onda;
- inizio della produzione in manuale più controlli.

In particolare le singole attività sono state riportate e misurate, mediante l'utilizzo della registrazione video, in un foglio Excel, presente nella tabella 6.1:

Tab. 6.1: attività di setup

ATTIVITA'	DURATA (in s)
CAMBIO COIL	2195
1- apertura porte di sicurezza	20
2- posizionamento delle reggette sul coil	135
3- sollevamento nastro premi lamiera	15
4- posizionamento della culla sotto il coil	60
5- allontanamento coil tramite culla	40
6- calcolo e scrittura peso teorico del coil	95
7- spostamento coil con carroponte	115
8- prendere il nuovo coil	80
9- posizionamento coil sulla culla (posizionamento supporti se coil è piccolo)	95
10- mettere il coil in posizione con culla e aspo	100
11- taglio delle reggette del coil	105
12- scorrimento nastro fino al coltello	95
13- regolazione dei centratori	35
14- regolazione saldatura (+ attacco bombola)	90
15- saldatura	200
16- sollevamento rullo premi lamiera e scorrimento rotolo	25

17- chiusura porte di sicurezza	25
18- cambio timbratura	155
19- avanzamento lento della lamiera saldata per non romperla	70
20- impostazione + produzione di 2 lamiera	70
21- prima regolazione	255
22- produzione di 2 lamiera	65
23- controllo saldatura	25
24- produzione di 1 lamiera	25
25- seconda regolazione	200

SOSTITUZIONE RULLI ALBERO 15	1220
26- allentamento colonne	50
27- svitare testa dell'albero	175
28- prendere il carro ponte	65
29- prendere le cinghie e posizionamento delle stesse	55
30- togliere testa	25
31- togliere rulli	215
32- mettere nuovi rulli	145
33- posizionamento della testa	40
34- togliere il carro ponte e cinghie	120
35- fissaggio della testa	175
36- utilizzo dello sgrassatore	105
37- controllo	50

CAMBIO FORATURA	1065
38- impostazione macchinario per foratura	90
39- produzione 1 lamiera	30
40- preparazione per foratura (sollevamento vetrata,...)	45
41- togliere viti di fissaggio coperchi	205
42- spostamento coperchi	10
43- eliminazione/inserimento piolini (attivazione/disattivazione punzoni)	425
44- inserimento coperchi	15
45- riavvitare le viti di fissaggio coperchi	215
46- messa in sicurezza dell'area	30

FINE PRODUZIONE LOTTO PRECEDENTE + CONTROLLO NUOVO	760
47- catene sotto pacco + scorrimento in avanti del pacco finito	40
48- produzione e scarto della lamiera con saldatura	60
49- produzione di 2 lamiera	65
50- controllo spessore, altezza d'onda, centralità e foratura	155
51- regolazione teste	160
52- produzione 5 lamiera	125

53- controllo spessore, altezza d'onda e centralità	155
---	-----

TEMPO TOTALE RICHIESTO PER L'ATTREZZAGGIO (in minuti)	87
--	-----------

Dall'elenco delle attività si può notare come la fase di setup si intervalli con quella di produzione, specialmente nell'ultima parte. La pratica aziendale consiste nel considerare come tempo di attrezzaggio l'intervallo che intercorre tra il fermo macchina per il cambio coil e l'ultimo controllo dello spessore, dell'altezza dell'onda e della centralità della lamiera in uscita. Di conseguenza si è deciso di considerare tutte le attività in questa finestra temporale.

Le fasi sono state poi divise in operazioni più semplici per avere una visione dettagliata del lavoro, come rappresentato in tabella 6.2

Tab. 6.2: suddivisione delle fasi in operazioni elementari

REGOLAZIONE SALDATURA
avvicinamento alla zona di saldatura
posizionamento delle lamiere in entrata e uscita in modo tale che siano a contatto
avvicinamento all'operatore del tubo di aspirazione
avvicinamento all'operatore del cannello di saldatura
regolazione manuale dell'altezza del cannello
spostamento dell'operatore all'esterno per aprire la bombola del gas
apertura valvola del gas
spostamento dell'operatore nella zona di saldatura
SALDATURA
premere il pulsante di saldatura
controllo saldatura
spostare il cannello
spostare il tubo di aspirazione
fare le operazioni precedenti 10 volte, in modo tale da avere 10 punti di saldatura
pulizia della zona di saldatura con una spazzola metallica
pulizia con pistola ad aria compressa
SOLLEVAMENTO RULLO PREMI LAMIERA
avvicinarsi alla pulsantiera di movimentazione del coil
premere il pulsante apposito per alzare rullo premi lamiera
far scorrere coil, in modo tale da formare una tasca
CHIUSURA DELLE PORTE DI SICUREZZA

TIMBRATURA
avvicinarsi alla zona di timbratura
prendere strumento per svitare le viti
riporre lo strumento
prendere il marchio
spostamento verso il piano di lavoro
prendere il foglio con scritti il numero di matricola del coil, spessore e zincatura
sostituire i numeri del vecchio coil con quelli del nuovo
avvicinarsi alla zona di timbratura
prendere strumento per avvitare le viti
riporre lo strumento

6.3 FASE DI SEPARAZIONE DELLE ATTIVITA'

Questa fase ha compreso al suo interno la visione del filmato relativo all'attrezzaggio e la discussione delle attività con il gruppo di lavoro per trovare dei miglioramenti. I miglioramenti ricercati sono stati legati a:

- diminuire lo spazio percorso dall'operatore;
- diminuire il tempo impiegato per il cambio;
- facilitare le operazioni per gli addetti al cambio.

In questa fase vi è stata la proiezione dei video e le interruzioni degli stessi ogni qualvolta si identificavano delle idee di miglioramento con successiva breve discussione. Questa fase è stata di vitale importanza per elencare tutti i miglioramenti, la maggior parte dei quali è stata evidenziata dagli operatori, che si sono prestati a questa attività volentieri, con pensiero critico e atteggiamento propositivo.

La fase di separazione è dedicata alla distinzione delle attività svolte a macchinario fermo, chiamate attività interne, dalle attività svolte a macchinario in funzione, denominate attività esterne.

In questo caso si sono analizzate tutte le attività e si sono viste quelle attuate a macchina in funzione e quelle a macchina ferma. Le attività esterne correnti sono state individuate in quelle di produzione delle lamiere e nella preparazione dei coil, non sempre fatta, in una zona attigua al macchinario. Le lamiere prodotte sono quelle presenti nel macchinario dopo il cambio coil, sino all'uscita della lamiera in cui è presente la saldatura. Oltre a queste, all'interno del setup sono prodotte delle "lamiere di prova" sino al raggiungimento dello standard richiesto dalla qualità. In generale, comunque, le lamiere prodotte, a meno che non siano danneggiate superficialmente o che presentino la linea di saldatura, non

vengono scartate se non ci sono evidenti errori nell'altezza delle onde. Tutte le “reali” attività di setup sono fatte a macchina ferma per la presenza di dispositivi di sicurezza, quali fotocellule, che interrompono l'attività del macchinario appena si oltrepassano.

Le attività correnti sono rappresentate nel diagramma raffigurato in figura 6.2 nel quale le attività interne sono rappresentate in verde, mentre le attività esterne in giallo

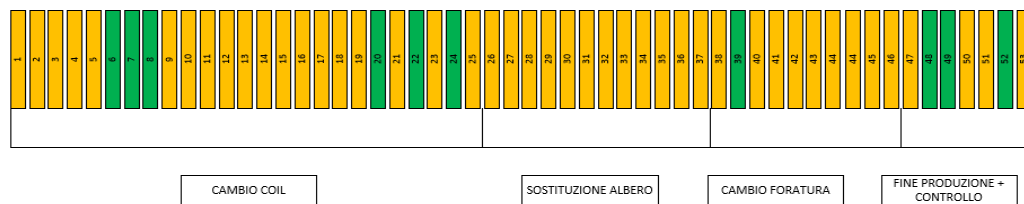


Fig. 6.2: attività interne ed esterne correnti

Siccome l'obiettivo di questa fase è quello di separare le attività interne da quelle esterne, si è cercato di raggruppare le attività a macchina funzionante all'inizio/fine del setup, in modo da diminuire l'effettivo tempo di attrezzaggio.

In particolare si è deciso di spostare a monte del setup l'attività 8, ossia prendere il nuovo coil. In questo caso si è coinvolto un operatore jolly, in quanto l'operatore addetto al funzionamento del macchinario non si può spostare dalla zona di uscita delle lamiere quando la macchina è in funzione perché le lamiere in uscita dal macchinario striscerebbero quelle sottostanti. Di conseguenza se fosse fatta dallo stesso operatore non ci sarebbe una riduzione del tempo di setup. Questa operazione di preparazione del nuovo coil qualche volta viene fatta dall'operatore jolly, ma non è standardizzata. In questo caso particolare il coil non era pronto.

Oltre a questa modifica si è deciso di spostare le attività di produzione, presenti specialmente nella fase centrale e finale dell'attrezzaggio che si alternano con le operazioni di setup effettive, effettuandole tutte alla fine dell'attrezzaggio. In particolare, come si può notare dall'elenco delle attività, nella fase di cambio coil, la regolazione avviene in due fasi. Ciò comporta degli spostamenti inutili dell'operatore che sono una perdita di tempo, in quanto la chiave e il documento dove sono riportate le quote a cui regolare le teste sono presi e riposti due volte.

La situazione è stata migliorata spostando a valle tutte le attività di produzione.

I benefici che questa miglioria ha apportato sono stati:

- diminuzione degli spostamenti dell'operatore;
- dimezzamento di presa e sistemazione della chiave e del documento dove sono poste le quote di regolazione;

Questo cambiamento non provoca lo spreco di lamiera perché la modifica dell'altezza d'onda subisce una modifica che rientra comunque entro gli standard richiesti dalla qualità.

La produzione della parte restante del lotto precedente, tutt'ora presente nel macchinario, e del lotto nuovo, ossia il coil appena inserito, deve essere svolta prima di alcuni controlli non eliminabili e dunque, rientra comunque nelle attività di setup. I controlli risultano essere necessari sia perché il macchinario non è affidabile, sia perché c'è una diversa lavorabilità dei materiali in entrata al macchinario, nonostante questi ultimi abbiano lo stesso spessore.

L'attività 7, invece, ossia quella di spostare il coil dalla culla alla posizione dove vi è lo stoccaggio di quelli già aperti, si è deciso di non modificarla perché l'area di stoccaggio è attigua al macchinario e quindi la movimentazione è minima. Inoltre, risulta controproducente, riguardo le tempistiche e poco sicuro, riporre il coil aperto in una zona ancora più vicina al macchinario per poi riprenderlo con il carroponte e posizionarlo nell'area di stoccaggio. Oltre alla 7, si è deciso di non toccare anche la 6 perché poi verrà eliminata, ma quest'ultima potrebbe essere facilmente posta alla fine delle operazioni di setup ed essere fatta da un operatore jolly.

Il diagramma riportato in figura 6.3 rappresenta i risultati raggiunti in questa fase del progetto.



Fig. 6.3: separazione delle attività interne ed esterne

In questo caso la diminuzione del tempo necessario per il setup è stato pari alla eliminazione della fase di prendere il nuovo coil tramite carroponte, pari a 80 secondi.

Inoltre si è creato un grafo delle precedenze, presente in figura 6.4, che è stato fatto per macro fasi. Dal grafico si è notato che quattro operazioni possono essere parallelizzabili:

- Cambio coil, fatta dall'operatore.

- Cambio marchio, attività che si è deciso di far svolgere a una persona incaricata allo scarico dei coil e relativa movimentazione. Questo operatore ha limitate abilità motorie, dato che è una categoria protetta e svolge tale compito con un orario giornaliero ridotto a 6 ore.
- Regolazione rulli. Questa attività non può essere fatta dalla persona precedentemente citata dato che dovrebbe salire le scale e muoversi lungo il piano sopraelevato adiacente alla profilo, oltre al salire sopra la lamiera per regolare i rulli vicini alla parete.
- Sostituzione dei rulli dell'albero 15. Anche questa attività non può essere compiuta dall'operatore jolly poiché richiede il salire e scendere le scale e andare sopra la lamiera.

Per queste ragioni, lo svolgimento della 1°, 3° e 4° operazione è rimasto assegnato all'operatore che opera stabilmente in profilo. Infatti, non è intenzione dell'azienda inserire un'altra risorsa a meno che la mole di lavoro non sia tale che si voglia ridurre al minimo il tempo di cambio, come è già successo in alcuni periodi di picco.

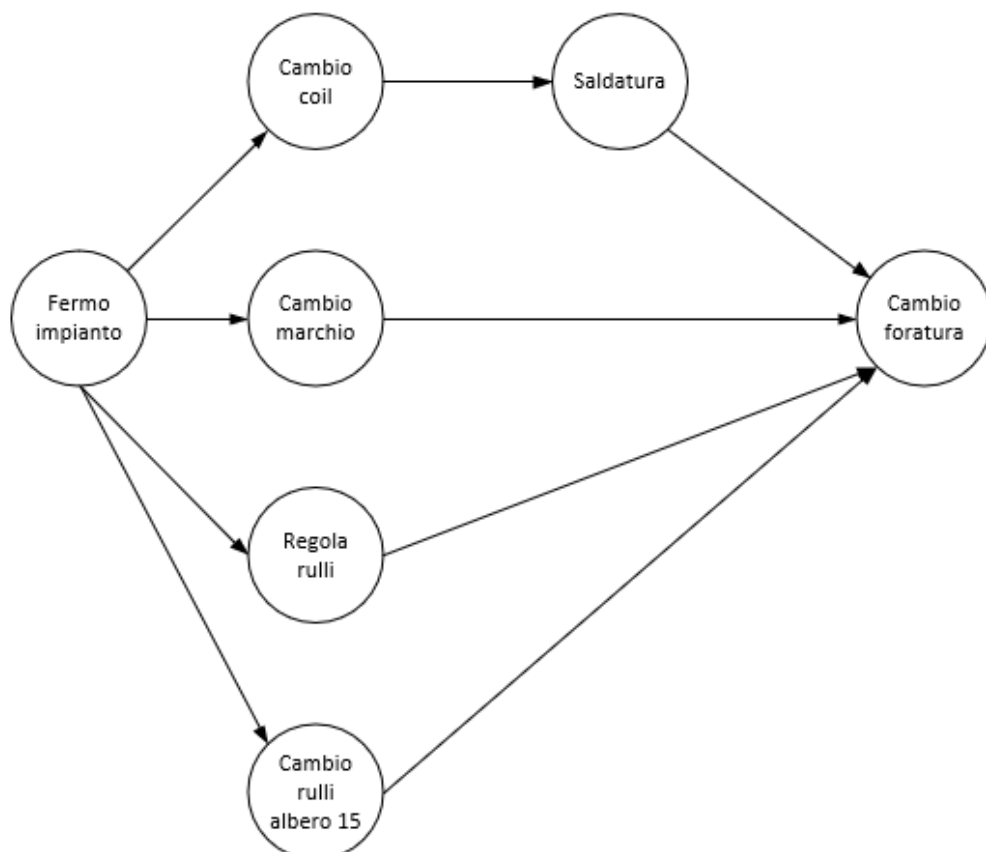


Fig. 6.4: diagramma delle precedenze delle attività di setup

6.4 FASE DI CONVERSIONE

Riguardo la fase di conversione delle attività, innanzitutto si sono analizzate con occhio critico le attività che da interne potevano essere spostate ad esterne. Dopo aver analizzato ogni attività, si è notato che una poteva essere trasformata da interna ad esterna, con l'aiuto di un operatore jolly.

L'attività in questione è stata identificata nella timbratura e, per realizzare tale conversione, è stato necessario l'acquisto di un nuovo timbro in modo tale da avere due timbri distinti. Allo stato attuale il blocchetto che permette la timbratura della lamiera è singolo e, come riportato nei tempi richiesti per lo svolgimento delle attività per l'attrezzaggio, ci si impiega 155 secondi per lo smontaggio, la sostituzione dei numeri e il rimontaggio dello stesso nella corretta posizione nella profilatrice.

L'introduzione di un nuovo blocchetto ha permesso che l'operazione di sostituzione dei numeri e lettere nel marchio fosse non più attuata dall'operatore addetto al funzionamento quando la macchina era attiva, bensì da un operatore jolly identificato nel reparto di scarico dei coil. In questo caso il miglioramento ha fatto sì che si diminuisse il tempo di quella attività da 155 a 35 secondi legati al solo smontaggio e rimontaggio del marchio. Di conseguenza, non tutta la fase è stata convertita, ma solamente una parte delle operazioni, in quanto il montaggio e lo smontaggio non possono essere fatti a macchina in movimento per questioni di sicurezza.

In figura 6.5 si può notare il blocchetto di timbratura che è stato duplicato.



Fig. 6.5: blocchetto di timbratura duplicato

6.5 FASE DI SEMPLIFICAZIONE

In questa sezione si è cercato di semplificare il più possibile le attività di setup e si sono identificati i miglioramenti attuabili. Nella sezione seguente, per ognuno degli eventi di miglioramento, verrà descritto lo stato attuale, quello futuro e i principali benefici.

6.5.1 REGOLAZIONE TESTE DELLA PROFILA

Allo stato attuale l'operatore addetto al funzionamento della profila, per regolare le teste degli alberi, è obbligato a cercare e prendere i fogli nei quali sono scritte le misure, ordinati in base allo spessore della lamiera lavorata. La regolazione è puramente manuale e avviene stringendo o allentando le teste degli alberi tramite l'utilizzo di una chiave da 41 mm. In aggiunta, i fogli sono scritti a mano e possono creare confusione, in quanto, sono presenti delle cancellature e delle misure barrate.

Come miglioramento, si è deciso di apporre le misure della regolazione direttamente sulle teste delle colonne con dei cartellini plastificati disposti su dei lamierini di acciaio imbullonati sulla testa a cui gli standard sono riferiti. Questa modifica ha apportato i seguenti miglioramenti:

- diminuzione degli spostamenti dell'operatore;
- lettura più chiara del valore a cui va regolata la testa;
- diminuzione della ricerca del materiale.

Nella foto seguente, in figura 6.6, è raffigurato il cartellino con le diciture standard in corrispondenza della testa numero 11.



Fig. 6.6: standard di regolazione posto sulla testa numero 11

6.5.2 SCALA PER RAGGIUNGERE IL PIANO SOPRAELEVATO

Allo stato attuale è presente solamente una scala che è necessaria per raggiungere il piano sopraelevato dal quale è possibile regolare le teste degli alberi. Questa scala non è disposta in posizione centrale, bensì è più vicina alla zona di carico dei coil, quindi nella zona a monte del macchinario. Questa disposizione crea dei problemi quando devono essere sostituiti i rulli tra le teste dell'albero 15, il più a valle della macchina e, in aggiunta, quando l'operatore ha la necessità di regolare solamente alcuni rulli dopo aver controllato l'altezza dell'onde.

Si è deciso di introdurre una scala aggiuntiva per diminuire gli spostamenti. La scala aggiuntiva non ha richiesto investimenti, bensì solamente delle ore di lavoro, prelevando degli scalini metallici già presenti nello stabilimento e saldandoli a dei pali di ferro recuperati.

Il beneficio introdotto dalla scala aggiuntiva è stato la diminuzione dello spazio percorso dall'operatore durante il setup.

Nella pagina successiva sono riportate le figure rappresentanti la fotografia della scala, in figura 6.7, e dove è stata disposta nella profilo lamiera, in figura 6.8.



Fig. 6.7: scala aggiuntiva

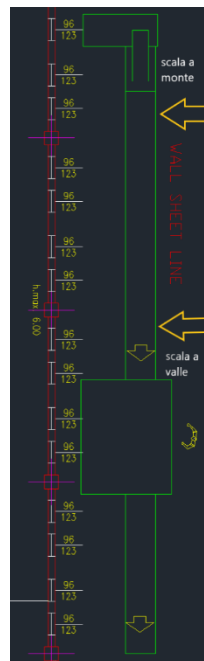


Fig. 6.8: disposizione della scala nella profilo lamiera

6.5.3 CHIAVE DA 41 MM

Allo stato attuale è presente solamente una chiave da 41 mm. Per permettere all'operatore di regolare tutte le teste, oppure solamente alcune a valle del macchinario se dopo il controllo dell'altezza delle onde il valore non rispetta gli standard richiesti, si è deciso di introdurre una seconda chiave da 41.

Questa aggiunta si è resa necessaria specialmente dopo l'introduzione di una scala aggiuntiva, in quanto non risultava conveniente avere due scale e un'unica chiave da 41 mm.

Come beneficio apportato ha permesso di diminuire gli spostamenti dell'operatore.

6.5.4 LARGHEZZA DELLA LAMIERA DI SPESSORE 0.8

La larghezza attuale della lamiera di spessore 0.8 è di 995 mm. Questa larghezza necessita l'introduzione di rulli appositi all'albero numero 15, poiché altrimenti, si genererebbero delle onde sui bordi della lamiera. Tali onde non causano alcuna diminuzione nella

resistenza, ma intaccano l'aspetto esteriore delle lamiere e, per tale ragione, non sono apprezzate dal cliente. Questa operazione, come annotato nell'elenco delle attività, richiede 1220 secondi, pari a 20 minuti e 20 secondi.

La diminuzione della larghezza da 995 mm a 990 mm renderebbe non necessaria la sostituzione dei rulli. Il fornitore non ha ostacolato la produzione di lamiera da 0,8 mm con uno spessore 990 perché il taglio è eseguito in base alle esigenze del cliente. L'unica problematica riscontrata è stata legata alla quantità da ordinare al fornitore, poiché la produzione di un solo coil di prova non era sufficiente per raggiungere la quantità minima per l'invio della merce. Di conseguenza si è preso un coil per la produzione di spicchi dei tetti caratterizzato da uno spessore di 0.8 e da una larghezza di 1.340 mm, già aperto, e si è fatto tagliare alla larghezza richiesta da una ditta esterna con stabilimento produttivo a Rosà (VI).

Dopo che la prova ha generato gli esiti attesi, si è deciso di standardizzare la larghezza delle lamiere 0,8 a 990 mm.

Questa modifica ha permesso di:

- eliminare la fase di cambio rulli e di conseguenza diminuire il tempo di setup;
- risparmiare sul peso dell'acciaio necessario per produrre lo stesso numero di lamiere. Dopo un'analisi sui costi connessi alla lamiera 0,8, si è analizzato che se tale modifica fosse stata attuata all'inizio del 2016, si sarebbero risparmiati 1.815 euro annui.

6.5.5 AREA DI SALDATURA

Allo stato attuale la saldatura è effettuata da un robot azionato tramite console di controllo dall'operatore. Quest'ultimo si trova nelle immediate vicinanze del robot per poter controllare la qualità della saldatura a punti e verificare che sia tutto sotto controllo. Questa elevata vicinanza al robot, però, fa sì che ci sia un elevato rischio di inalazione dei fumi, nonostante la presenza di un braccio aspirante, e il rischio legato alle scottature che possono essere generate dai frammenti metallici incandescenti che vengono sparati a 360 gradi.

Questo causa una scarsa sicurezza dell'operatore. Per ridurre il rischio di infortuni si è deciso di introdurre una protezione in plastica speciale con la finalità di schermare alcune radiazioni e permettere all'operatore di ripararsi maggiormente dai frammenti metallici.

Il beneficio apportato da questa modifica è nel campo della sicurezza dell'operatore e la protezione è raffigurata in figura 6.9.



Fig. 6.9: protezione nell'area di saldatura

6.5.6 PESO DEL COIL

Quando si termina di utilizzare un coil senza finirlo completamente è prassi calcolare il peso rimasto mediante una formula che deriva da:

- misura della spalla del coil;
- misura del buco (generalmente è un foro da 60 cm);
- conoscenza della larghezza teorica.

Questa pratica richiede tempo e attenzione da parte dell'operatore, che è stata misurata sui 95 secondi. In particolare, l'operatore ha un foglio dal quale, in base al diametro esterno e del foro del coil, è possibile ricavare il "numero fisso". Tale numero è dato da:

$$\text{numero fisso} = \pi * \left(\frac{De^2}{4} - \frac{Di^2}{4} \right) * 7,85$$

Con:

- De = Diametro esterno, dato da due volte il valore della spalla misurata, sommata al diametro del foro interno.
- Di = diametro interno, coincidente con la misura del foro.
- 7,85 = peso dell'acciaio laminato, espresso in kg/dm³.

Questo numero fisso andrà poi moltiplicato per la larghezza del coil per trovare il peso teorico:

$$\text{peso teorico} = \text{larghezza coil (dm)} * \text{numero fisso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{dm}}\right)$$

Non essendo un'attività necessaria se non verso la fine dell'anno per redigere l'inventario annuale, si è deciso di eliminarla, permettendo di beneficiare di una riduzione del tempo di setup e degli spostamenti dell'operatore.

Come si può notare dall'elenco delle attività, nel caso considerato il coil è stato terminato e dunque non è stata necessario il calcolo del peso del coil, perché nullo.

In figura 6.10 è riportata parte la pagina, presente a bordo macchina, dove l'operatore può calcolare il peso dai 3 valori conosciuti.

	ϕ interno coils: 50	ϕ interno coils: 60	ϕ interno coils: 70	ϕ interno coils: 75
ϕ coils	Numero fisso	Numero fisso	Numero fisso	Numero fisso
80	24030	17250	9240	4780
82	26030	19250	11240	6780
84	28070	21500	13280	8820
86	30170	23350	15380	10920
88	32320	25500	17530	13060
90	34510	27700	19720	15260
92	36750	29900	21960	17500
94	39040	32250	24250	19730
96	41390	34600	26600	22130
98	43780	36950	28990	24520
100	46220	39400	31430	26960
102	48710	41900	33920	29450
104	51250	44450	36460	31990
106	53830	47050	39040	34580
108	56470	49650	41680	37220

Fig. 6.10: calcolo del peso dei coil

6.6 VERIFICA DEI RISULTATI

Dopo i miglioramenti attuati, per verificare l'effettiva diminuzione di tempo, si è deciso di rifare lo stesso tipo di setup, questa volta senza video-recording, ma solamente tramite cronometro e riportando le attività e il loro tempo in un foglio Excel.

Inoltre si è svolta una Spaghetti Chart dello stato futuro, presente in figura 6.11.

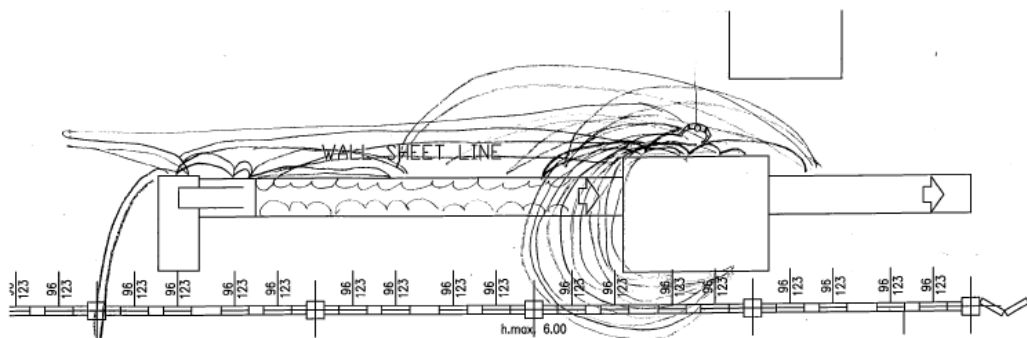


Fig. 6.11: Spaghetti Chart dello stato futuro

I risultati ottenuti sono stati coerenti con quelli attesi, con una diminuzione del:

- numero di movimentazioni dell'operatore e di conseguenza dei passi compiuti da 1013 (700 m) a 743 (550 m), con una riduzione di oltre il 26%.
- tempo necessario al setup da 87 a 61 minuti. La diminuzione di 26 minuti, pari al 30%, è dovuta in gran parte all'eliminazione del cambio di rulli nell'albero numero 15, ma anche da altri fattori, come riportato nel grafico in figura 6.12.

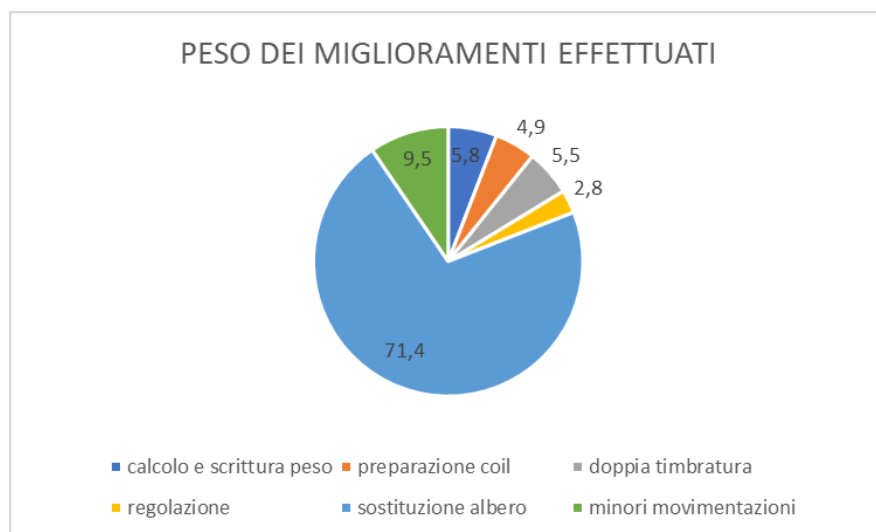


Fig. 6.12: peso dei miglioramenti effettuati

6.7 CONCLUSIONI

La fase di verifica dei risultati ha permesso di consolidare i risultati e riportare gli effettivi miglioramenti agli operatori mediante una presentazione slide. Questo riscontro positivo, legato a una diminuzione nel carico della attività da svolgere dagli operatori e a un minor sforzo fisico richiesto è stato fonte di soddisfazione per gli operatori, soprattutto perché la maggior parte delle idee di miglioramento alla base di questo sviluppo erano provenienti dalla loro esperienza quotidiana.

Questo ha avuto un impatto positivo sull'analisi quotidiana delle problematiche e a uno sviluppo di una mentalità critica dell'operatore per ricercare un perfezionamento continuo dei processi aziendali.

Lo SMED ha reso necessario, inoltre, una standardizzazione delle attività di setup mediante la redazione di Standard Work Instructions (SWI) al fine di riportare le *best practice* dello stato attuale. Prima dell'introduzione delle SWI, gli operatori facevano affidamento sulla memoria collettiva e sull'esperienza personale, provocando dei lievi, ma non nulli, cambiamenti nello svolgimento e nella precedenza delle attività da eseguire.

Lo standard definito, come afferma il Lean Thinking, non deve essere considerato come un punto di arrivo, bensì come un punto di partenza per miglioramenti futuri. Come afferma Taichi Ohno “*Progress cannot be generated when we are satisfied with existing situations*” (Il progresso non può essere generato quando siamo soddisfatti della situazione esistente). Da questa citazione si evince che lo stato attuale deve essere sempre analizzato con mente critica per migliorare giorno dopo giorno, puntando alla perfezione. Senza lo standard, però, il miglioramento non è attuabile, perché non si ha una base di partenza e definita.

CAPITOLO 7: OPPORTUNITA' FUTURE

In questa sezione si sono considerate delle opportunità per progetti futuri con un orizzonte temporale di medio termine, circa 2 anni. In questo capitolo verrà trattata l'ipotesi di sostituzione dei macchinari, già in agenda per il 2019, con analisi del periodo di ritorno dell'investimento e relativo flusso di cassa. In aggiunta, si tratterà anche un progetto di diventare per una partnership con i fornitori e un progetto di un magazzino a postazione singola.

7.1 SOSTITUZIONE MACCHINARI

Si è considerata l'ipotesi di sostituzione dei macchinari presenti in azienda, in particolare quelli legati all'area considerata in questo studio, ossia la profilatrice e la calandra.

Quando la multinazionale canadese ha comprato FRAME, ha posto nei piani di sviluppo futuri dell'azienda, come punto fondamentale, la sostituzione degli impianti produttivi presenti in azienda. A tal proposito, il budget da investire nel reparto produttivo ammonta a 8 milioni di euro. Questa sostituzione dei macchinari è stata individuata perché:

- Il numero degli anni di funzionamento di alcuni macchinari è molto elevato, in alcuni casi superiori anche a 30 anni. Il funzionamento continuo nel tempo di tali attrezzature ha provocato una diminuzione del numero di prodotti lavorati, con un incremento del tempo ciclo, e un aumento delle fermate della macchina dovute a rotture di componenti.
- alcuni macchinari risultano obsoleti confrontati con i nuovi macchinari, tecnologicamente più avanzati, presenti in commercio;
- scarsa automazione dei processi, nei quali è ancora molto importante la conoscenza tecnica e l'esperienza accumulata negli anni dall'operatore addetto al funzionamento del macchinario;
- basso indice dell'OEE, sinonimo di elevati fermi macchina e interventi di manutenzione.

In questa sezione si è deciso di focalizzarsi solamente sull'area pilota studiata nell'elaborato. Le macchine descritte nella parte seguente sono progettate e fabbricate da un fornitore italiano, con le seguenti caratteristiche riguardanti la profilo:

- Produttività: 5 pz/min, mentre il macchinario odierno ha una produttività teorica ideale di 3 pz/min, con quella reale di 0,87 pz/min.
- Può ospitare dei coil in attesa di essere processati, cosa non possibile in quello attuale.
- I rulli che permettono l'ondulazione delle lamiere non sono disposti per ondulare la lamiera dall'interno verso l'esterno, bensì lungo tutta la larghezza della stessa, deformando il materiale man mano con una intensità maggiore.
- I controlli sono tutti automatici, contro la preponderanza di controlli manuali nel macchinario corrente.
- Ci sono due tavole che stoccano il materiale in uscita, al contrario dell'unica rulliera corrente. Le due tavole sono indipendenti l'una dall'altra.
- Prezzo 1.040.000 €.
- Lunghezza totale 30 metri, contro i 45 attuali.

Le caratteristiche seguenti sono, invece, riguardanti la calandra. Va considerato che il macchinario futuro incorpora al suo interno entrambe le fasi di calandratura e foratura:

- Produttività: 3 pz/min, ora 3 pz/min idealmente, 1,11 pz/min reali.
- Pressa da 400 tonnellate forza, permettendo di forare tutte le lamiere al primo colpo, mentre al momento possono essere richiesti anche tre colpi se lo spessore è di 3.5 mm.
- Un secondo insieme di matrici è incluso per permettere che le attività di attrezzaggio siano esterne, ossia a macchina funzionante.
- Controllo automatico sui fori tramite strumentazione di monitoraggio munita di telecamera ad alta definizione.
- La calandratura presenta 5 rulli, contro gli attuali 3, permettendo una maggior precisione.
- Controllo automatico sulla curvatura della lamiera tramite sensore ottico o meccanico ad alta precisione.
- Prezzo: 1.520.000 €
- Lunghezza totale 15 metri, rispetto ai 10 attuali.

Dopo aver analizzato le caratteristiche fisiche degli impianti, si è considerato utile svolgere una analisi dell'investimento in programma, studiando il punto di pareggio del cash flow.

In particolare nella tabella 7.1 sono riportati i costi annui della profilo lamiera, mentre in tabella 7.2 vi è la calandra.

Tab. 7.1: costi operativi della profilo

PROFILATRICE	NUOVO	CORRENTE	UNITA' DI MISURA
costo investimento	1.040.000	0	€
anni	7	7	N° anni
moltiplicatore per costo amm.	0,155	0	
risparmio tasse (1o anno)	-31.482	0	€/anno
risparmio tasse (dal 2o anno)	-62.965	0	€/anno
numero operatori	1	1	N° operatori
OEE	75,24	29,00	%
produttività teorica	5	3,0	pz/min
produttività effettiva	3,76	0,87	pz/min
numero pz anno	375.000	375.000	pz/anno
numero ore necessarie	1.661	7.184	ore/anno
costo lordo operaio	28	28	€/operaio
costo manodopera	46.518	201.149	€/anno
KW richiesti	250	200,0	KW
costo KWh	0,0486	0,0486	€/KWh
costo elettrico	20.185	69.828	€/anno
costo manutenzione elettrica	500	810	€/anno
costo manutenzione meccanica	500	48.711	€/anno
costo totale annuo (1o anno)	36.221	320.498	€/anno
costo totale annuo (dal 2o anno)	4.238	320.498	€/anno

Tab. 7.2: costi operativi della calandra

CALANDRA	NUOVO	CORRENTE	UNITA' DI MISURA
costo investimento	1.520.000	0,00	€
anni	7	7	N° anni
moltiplicatore per costo amm.	0,155	0	
risparmio tasse (1o anno)	-46.013	0	€/anno
risparmio tasse (dal 2o anno)	-92.025	0	€/anno
numero operatori	1,00	2,00	N° operatori
OEE	79,94	37,12	numero
produttività	3,00	3,00	pz/min
produttività effettiva	2,40	1,11	pz/min
numero pz anno	375.000	375.000	pz/anno
numero ore necessarie	2.606,12	5.612,43	ore/anno
costo lordo operaio	28,00	28,00	€/operaio
costo manodopera	72.971,40	314.295,98	€/anno

kW richiesti	150,00	60,00	KW
costo kWh	0,0486	0,0486	€/kWh
costo manutenzione elettrica	500,00	1.050,00	€/anno
costo manutenzione meccanica	1.500,00	0,00	€/anno
costo elettrico	18.998,62	16.365,84	€/anno
costo totale annuo (1o anno)	47.957,34	331.711,82	€/anno
costo totale annuo (dal 2o anno)	1.944,66	331.711,82	€/anno

Nella fase seguente verranno spiegate le singole voci e i dati inseriti:

- Gli anni e il moltiplicatore per l'ammortamento sono correlati. Gli anni considerati sono 7, tempo nel quale il macchinario rientra negli ammortamenti secondo il codice civile nel bilancio d'esercizio dell'azienda. Il moltiplicatore che ne consegue è pari al 15,5% perché il primo anno può essere ammortizzata solamente la metà della quota annuale.
- Il risparmio delle tasse è conseguente all'ammortamento, in quanto, siccome gli ammortamenti sono presenti nella parte dei costi nel conto economico e le tasse vengono pagate, prevalentemente, sull'utile, aumentando il valore degli ammortamenti si ridurrà l'utile e di conseguenza l'imponibile. Per questo, l'operazione svolta è la seguente:

risparmio sulle tasse

$$= \text{costo dell'investimento} * 1,4 \\ * \text{moltiplicatore per l'amm.} * 0,279$$

In particolare 1,4 è il coefficiente legato al super ammortamento, considerato in questo studio, pari al 140% del valore nominale dell'attrezzatura, mentre 0,279 sono le tasse risparmiate, pari alla somma dell'IRES (24%) e IRAP (3,9%). Il coefficiente del super ammortamento si è considerato valido anche per gli anni 2018 e 2019.

- Numero degli operatori è il numero di dipendenti addetti al funzionamento di quel determinato macchinario.
- OEE è indice di efficienza del macchinario in questione.
- Produttività teorica è quella riportata nella targa del macchinario.
- Numero di pezzi all'anno è la quantità di pezzi che FRAME ha come obiettivo di produzione annuale. In particolare, in questo studio, si è riportata la crescita del numero di pezzi da 150.000 a 375.000, con un incremento del 150% atteso da AG GROWTH.

- Numero di ore necessarie sono date da:

$$\text{numero di ore necessarie} = \frac{\text{numero di pezzi all'anno}}{\text{produttività effettiva} * 60 \text{ min/ora}}$$

- Il costo lordo di operaio è il costo che sostiene l'azienda per ogni singolo operatore addetto al funzionamento della calandra e della profilo.
- Il costo della manodopera è il costo annuale dato da:

$$\begin{aligned} \text{costo della manodopera} \\ = \text{numero di ore necessarie} * \text{costo lordo operario} \end{aligned}$$

- I KW richiesti sono quelli presenti sulla targa del macchinario. Riguardo questo punto si può notare che i macchinari risultano avere una richiesta di KW superiore a quelli attualmente utilizzati, in quanto la maggior parte dei controlli è automatica, è aumentata la sensoristica da gestire e sono aumentate le tonnellate forza per ridurre il numero di battute per la foratura.
- Costo per KWh è il costo sostenuto l'azienda per il consumo di un KWh. In questo caso si è svolta una media tra il costo di picco, pari a 0,053 €/KWh e il costo di basso, pari a 0,042 €/KWh, dando un peso maggiore al costo di picco perché la maggior parte della produzione viene effettuata durante il giorno.
- Il costo elettrico è calcolato come il prodotto tra tre fattori, il costo per KWh, i KW richiesti dal macchinario e il numero di ore lavorate.
- La manutenzione elettrica sono tutti gli interventi, calcolati dai dati storici presenti in azienda, compiuti da persone esterne, quali elettricisti. In questo punto si può notare l'elevata differenza tra lo stato corrente e quello futuro. In aggiunta i costi di manutenzione elettrica non sono stati considerati per i primi due anni poiché il fornitore garantisce la copertura degli interventi elettrici e dei costi dei componenti sostituiti
- La manutenzione meccanica considera, al suo interno, tutti gli interventi meccanici, quali la sostituzione di una tubazione d'olio. Anche in questo caso la forbice tra lo stato attuale e quello futuro è elevato, specialmente nella profilo lamiera, in cui la manutenzione meccanica sul nuovo macchinario è minima, in base all'esperienza del fornitore. Anche in questo caso, come per la manutenzione elettrica, il fornitore copre i costi dei componenti meccanici e interventi sul macchinario per i primi due anni dopo l'acquisto.
- Il costo elettrico deriva dalla seguente formula:

$$\text{costo elettrico} = \text{numero di ore necessarie} * \text{KW richiesti} * \text{costo KWh}$$

- Infine i costi totali annui sono dati dalla somma del costo del risparmio di tasse annuo, della manodopera, della manutenzione elettrica, meccanica e il costo elettrico.

7.1.1 CASH FLOW

A tal proposito i costi operativi annui dello stato futuro risultano irrisori confrontati con quelli dello stato attuale, ma nel cash flow, presente in figura 7.1 e 7.2, bisogna considerare l'elevato costo d'acquisto di questi due macchinari.

In questa analisi, si è deciso di considerare un interesse annuale, denominato *WACC post tax*, attuato per attualizzare i flussi di cassa annuali, pari al 10%. Questo, come prevedibile, ha generato un periodo per il raggiungimento del punto di pareggio maggiore rispetto a una non-attualizzazione dei flussi di cassa, riportato anche nei grafici sottostanti.

Il cash flow corrispondente è rappresentato nei grafici seguenti, nelle figure 7.1 e 7.2.

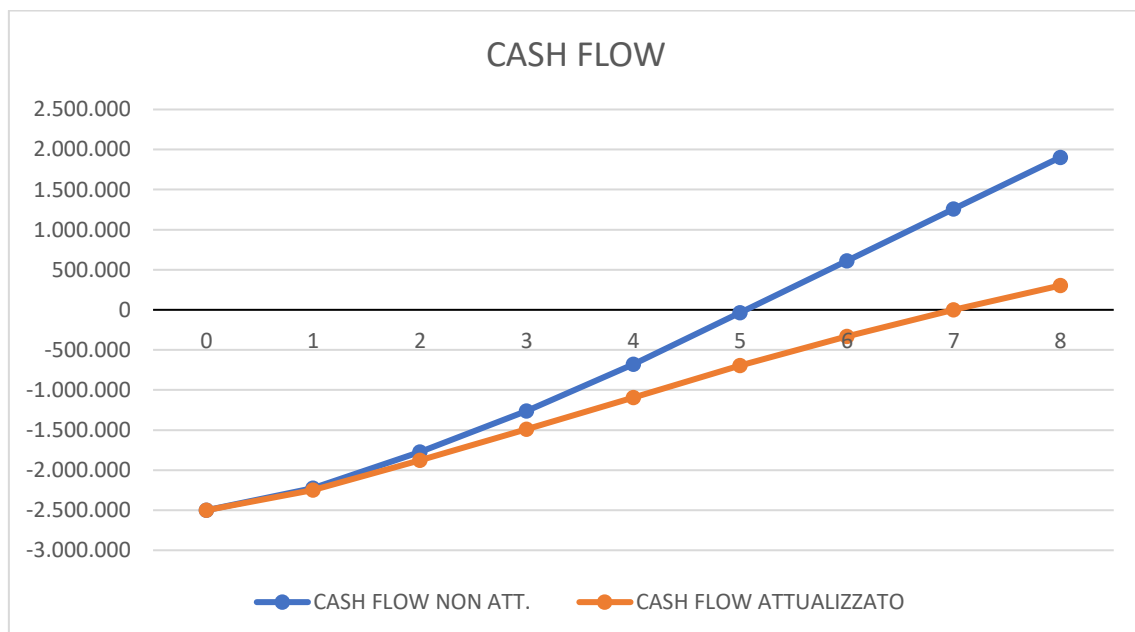


Fig. 7.1: cash flow (1)

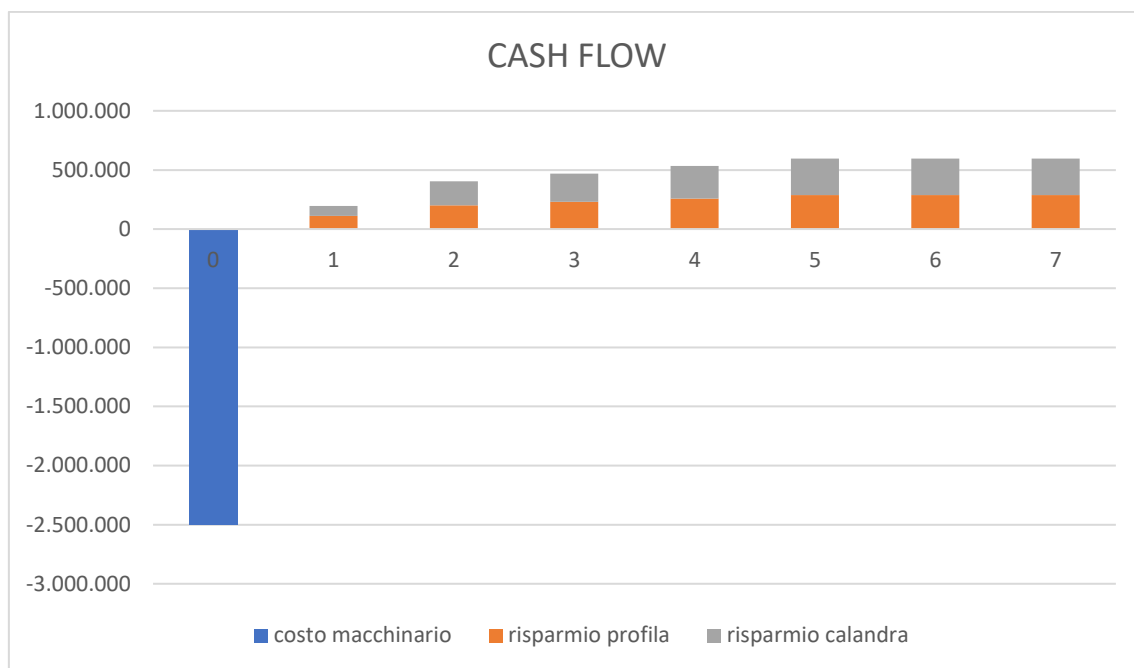


Fig. 7.2: cash flow (2)

Il grafico in figura 7.1 non ha un andamento lineare poiché si è considerata un aumento della produzione aziendale perché l'obiettivo entro il 2022 è quello di fatturare 100 milioni, contro gli attuali 38. Di conseguenza la produzione di lamiera, come anche delle altre componenti prodotte internamente, deve aumentare del 150%. Questo sarà favorito da nuovi macchinari più performanti e dalla rete commerciale globale di AGI che porterà, grazie ai numerosi rappresentanti esteri e al brand globalmente riconosciuto nell'ambito dell'agricoltura e stoccaggio del materiale, numerosi ordini proveniente dal mercato Europeo, Asiatico e Africano, in quanto FRAME è l'unica azienda produttrice di silos in quell'area di proprietà di AG GROWTH.

Come rappresentato dal grafico, la linea in arancione non tiene conto dell'attualizzazione dei flussi finanziari, bensì fornisce un'indicazione sul ritorno di investimento. In questo caso, come esemplificato dalla figura 7.1 saranno necessari 5 anni, per rientrare nell'investimento iniziale complessivo di 2.560.000 euro. La linea blu, invece, tiene conto del tasso di attualizzazione, pari al 10%, di conseguenza il *payback period* risulta essere di 7 anni, con un incremento rispetto a quello non attualizzato di 2 anni.

Nel grafico in figura 7.2, invece, sono riportate delle informazioni aggiuntive sui risparmi e si può notare come il contributo di entrambi i macchinari sia simile. In particolare, la parte arancione rappresenta il risparmio in profilo e la parte grigia quello in calandra.

Una informazione aggiuntiva è necessaria per comprendere a pieno le tabelle 7.1 e 7.2, in particolare riguardo l'indice di OEE. Si è considerato come stato futuro lo standard

definito da Seiichi Nakajima nel suo libro “Introduction to TPM” nel quale considera il valore dell’OEE minimo a cui le aziende devono puntare, fissandolo a 85%, definito dal prodotto dell’Availability (90%), performance (95%) e quality (99%) (Nakajima⁴⁹, 1988). Nota la difficoltà nel cambio coil e lamiere il fornitore, da dati storici in suo possesso, considera un’Availability dell’80% per la profilo lamiera, e dell’85% per la calandra, i quali dipendono dal numero di attrezzaggi, mentre i restanti due indici si sono considerati uguali alla letteratura.

Oltre ai costi, si è ritenuto interessante considerare anche i benefici del nuovo macchinario, non facilmente trasformabili in voci economiche:

- Riduzione dello spazio necessario alla linea, specialmente per quanto riguarda il comparto di foratura, la quale si avvale di una serie di punzoni e matrici che si attivano in automatico rispetto al modello inserito, rispetto ai 7 stampi attuali. La riduzione è pari al 18% dello spazio utilizzato attualmente.
- Possibilità di accumulare dati riguardanti i processi in maniera automatizzata, con gestione in remoto di alcune fasi.
- Elevata precisione nel taglio grazie al controllo di posizione in anello chiuso.
- Nei momenti di picco il macchinario utilizzato allo stato attuale spesso non è in grado di soddisfare la domanda, nemmeno producendo per 3 turni lavorativi al giorno. Il picco di domanda misurato a inizio giugno 2017, infatti, è risultato superiore alla capacità produttiva dell’impianto di profilatura e, siccome l’obiettivo di FRAME e AG GROWTH è quello di aumentare il fatturato, questi picchi saranno sempre maggiori, a meno che non si trovi un modo di ridurre la variabilità volumetrica della domanda. Di conseguenza l’utilizzo di impianti più tecnologicamente avanzati e performanti sarà necessario nell’immediato futuro.

7.2 PARTNERSHIP CON FORNITORI

Un altro progetto in divenire è la partnership con i fornitori che ha come obiettivo il coinvolgimento dei due fornitori in una partnership, in modo tale che definendo dei punti di riordino inviando i dati sul livello del magazzino di materie prime e dei KPI legati alla puntualità e velocità di approvvigionamento, i fornitori offrano un servizio completo di gestione delle materie prime. Ciò permetterebbe a FRAME di avere un risparmio sui livelli di magazzino, spazio occupato, ma al contempo va considerato un incremento di costo per la gestione esterna.

⁴⁹ S. Nakajima, 1988, *Introduction to TPM: Total Production Maintenance*, Productivity Press, Minnesota

La gestione del magazzino da parte del fornitore è chiamata *Vendor Management Inventory* (VMI) e permette di creare una *win-win situation*, perché permette in generale una riduzione dei costi di approvvigionamento, errori e stock out, da parte del cliente, e una maggiore fidelizzazione tra il cliente e fornitore.⁵⁰ Oramai, durante questi anni il rapporto tra FRAME e i suoi due fornitori di coil di lamiera si è rafforzato, generando scambi di informazioni e servizi sempre più elevati, quali il dilazionamento della consegna, nel caso di mancata entrata di TVO. Conseguentemente, non è un problema per l'azienda la trasmissione di dati sensibili, quali le vendite, piani di produzione e il consumo di materiale.

Questo è favorito dall'introduzione di un sistema di codici a barre che permette di inserire direttamente il coil in entrata nel gestionale senza passare tramite un documento Excel. Inoltre è favorito dall'incremento del fatturato di FRAME, e di conseguenza il maggior peso sul fatturato dei suoi fornitori, e l'avvicinamento delle zincherie alla sede produttiva di Fiesso. In particolare con l'introduzione di un nuovo stabilimento produttivo di Wuppermann in Ungheria che soppianterebbe quello olandese, diminuendo di un giorno il "delivery time".

7.3 MAGAZZINO DI MATERIA PRIMA

Lo stoccaggio dei coil, già introdotto precedentemente, avviene a catasta direttamente su delle corsie disposte sul pavimento dello stabilimento. Di conseguenza ha degli svantaggi legati a:

- elevata superficie utile adibita a stoccaggio;
- esigua saturazione volumetrica;
- basso indice di selettività;

A tal riguardo, il layout del magazzino non è adeguato alla situazione corrente, dunque si è attivato un progetto per stoccare i coil in posizione singola, utilizzando una struttura dedicata e identificando delle classi accessibilità.

Anche in questo caso ci si è affidati a un fornitore italiano che dopo aver richiesto le specifiche di progetto legate alle dimensioni del materiale da stoccare e le dimensioni del magazzino (lunghezza, larghezza e altezza utile del carroponte) ha confermato la

⁵⁰ <https://www.logisticaefficiente.it/>

fattibilità del progetto considerando una giacenza di progetto di 200 posti coil, utilizzando un solo carroponte perché sufficiente per il numero di accessi richiesti (2 cicli ogni ora).

Il layout del magazzino corrisponde a quattro corsie di stoccaggio e due corsie pedonali. L'altezza massima di stoccaggio è di 3 livelli, altezza raggiungibile solamente nelle corsie esterne, mentre per quanto riguarda quelle interne i livelli di stoccaggio sono pari a due.

Nella figura successiva, 7.3, è presente il layout di lato del magazzino di materie prime

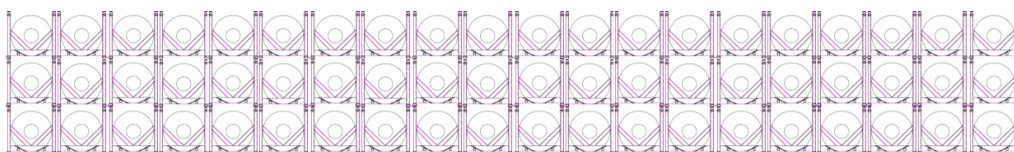


Fig. 7.3: layout del nuovo magazzino visto di lato

La figura successiva mostra il layout visto dall'alto

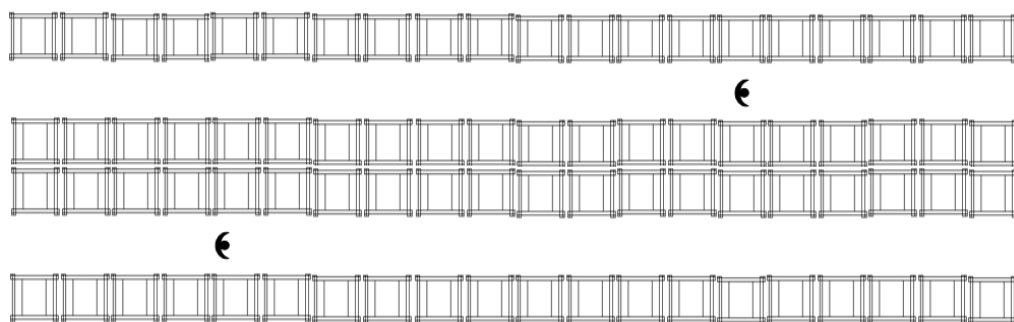


Fig. 7.4: layout del nuovo magazzino visto dall'alto

7.3.1 BENEFICI:

- $I_a = 1$, permettendo, dunque, la possibilità di movimentare direttamente il coil necessario, senza la necessità di fare dei movimenti inutili, quali lo spostare altri coil prima di poter prelevare il coil desiderato.
- Riduzione di spazio:

$$\begin{aligned} \text{spazio attuale} &= 66 \text{ metri di lunghezza} * 12 \text{ metri di larghezza} \\ &= 792 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{spazio futuro} &= 46 \text{ metri di lunghezza} * 12 \text{ metri di larghezza} \\ &= 552 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{riduzione in percentuale} = 30,3 \%$$

La riduzione di spazio è direttamente derivante dall'utilizzo di tutto l'altezza dello stabilimento da parte del magazzino in progettazione

- Possibilità di fare first-in-first-out (logica FIFO);

CONCLUSIONI

Questo elaborato ha permesso un'analisi delle operations aziendali e l'individuazione delle maggiori criticità, favorendo un miglioramento dei processi mediante l'applicazione di vari metodi, tutti connessi e riconducibili alla filosofia Lean.

La maggior parte dei miglioramenti ha interessato l'area di produzione delle lamiere metalliche per i silos, identificata all'inizio dell'analisi come area pilota, con l'idea di espandere le migliorie a tutte le altre aree produttive aziendali.

In seguito all'analisi dello stato attuale dell'azienda, effettuata a inizio progetto mediante lo strumento di Lean Assessment, si è ritenuta necessaria la mappatura e la raccolta di dati, quali il calcolo di tempi ciclo e OEE, finalizzati alla descrizione dello stato corrente dei processi di trasformazione da coil a lamiere ondulate, tagliate, forate e calandrate.

Tale mappatura iniziale è stata fondamentale per individuare le problematiche e idee per i cantieri Kaizen. I metodi implementati nell'area pilota sono stati il Value Stream Mapping, il 5S e lo SMED, i quali sono stati attuati per:

- ridurre il Lead Time di produzione, diminuito del 24% grazie agli interventi sul magazzino iniziale e intermedio;
- aumentare la percentuale di tempo a valore, aumentata del 34%, grazie soprattutto alla riduzione del Lead time di produzione;
- ridurre il tempo di attrezzaggio, ridotto del 30%, grazie alla modifica della larghezza del coil da 0,8 mm;
- favorire l'ordine e la standardizzazione, spesso assente e basata sul know-how del singolo operatore migliorando l'organizzazione generale.

L'applicazione di questi metodi, non solo ha fatto emergere i problemi a cui ci si era abituati, permettendo la creazione di uno stato rinnovato e perfezionato, ma ha permesso di sviluppare una mentalità propositiva e critica da parte degli operatori, per la ricerca di nuovi interventi di miglioramento.

I risultati ottenuti non sono stati considerati un punto di arrivo, bensì un punto di partenza per ambire alla perfezione. Un ulteriore obiettivo si basava sull'espandere la cultura del pensiero propositivo anche agli altri dipendenti e aumentare di conseguenza anche il coinvolgimento di tutti i membri aziendali.

A tale fine ci si è focalizzati sulla Voice of Employee ricercando che le idee alla base dei progetti Kaizen provenissero dal basso, quindi con ottica bottom-up, e tramite consulenti esterni si sono realizzati degli interventi di formazione su questi temi.

Il Lean Thinking, infatti, per essere efficace, deve essere connesso a una strategia di lungo termine e al supporto di tutta l'azienda, in modo tale che gli obiettivi siano chiari e che tutti remino nella medesima direzione.

I benefici e i miglioramenti effettuati sono stati, inoltre, confermati da un audit esterno, permettendo a FRAME di innovarsi e di raggiungere dei livelli Lean riconosciuti. Questi miglioramenti sono riportati in figura 8.1.

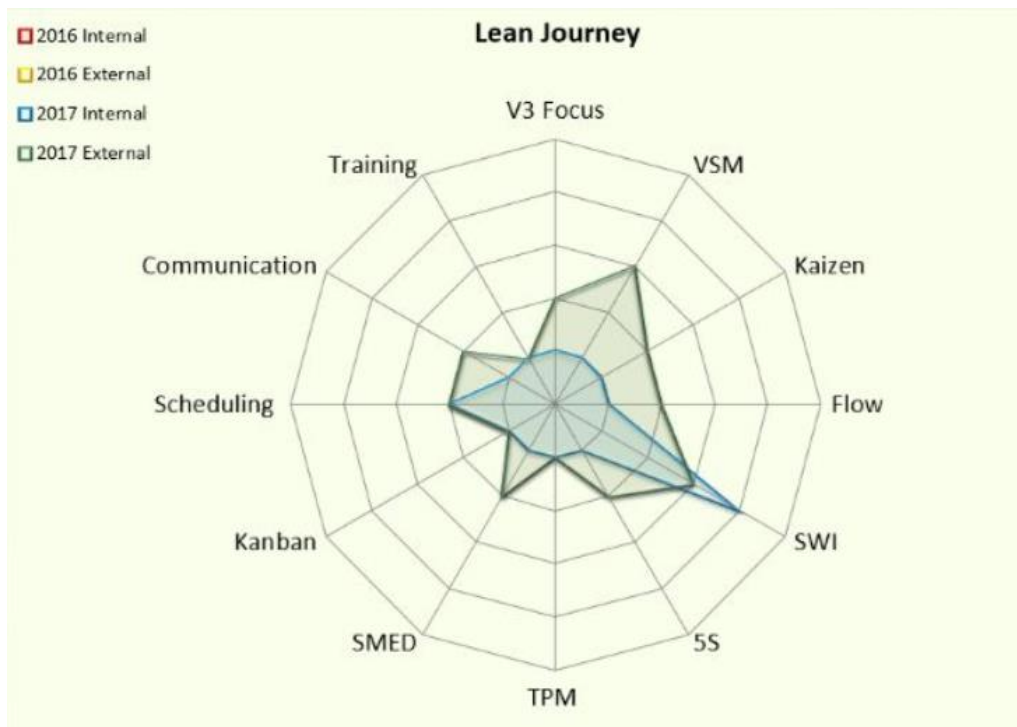


Fig. 8.1: Risultati audit esterno

BIBLIOGRAFIA

Agustiady T. K., Cudney E. A., 2015, *Total Productive Maintenance, Strategies and Implementation Guide*, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Attolico L., 2012, *Innovazione Lean: strategie per valorizzare persone, prodotti e processi*, Hoepli, Milano.

Bellgran M., Säfsten K., 2010, *Production Development, Design and Operation of Production Systems*, Springer, Jönköping, Sweden.

Cerica R., 2009, *Cultura organizzativa e performance economico-finanziarie*, Firenze University press.

Development Dimensions International, 2005, *Predicting Employee Engagement MRKSRR12-1005*, Development Dimensions International, Inc., MMV

Gapp R., Fisher R., Kobayashi K., 2008, *Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system*, Griffith Business School, Griffith University, Bundall, Australia.

Howell V.H., 2013, *Value Stream Mapping, Ceramic Industry*, Vol. 163(8).

Jacquemont D., Eichfeld A., Ghelber A., Jenkins A., Johnson C., Tamayo E. L., Nautin T., Niederkorn M., Ouwerkerk J, van, 2014, *The Lean Management Enterprise, a system for daily progress, meaningful purpose, and lasting value*, McKinsey & Company.

Johnston R., Clark G., Shulver M., 2001, *Service Operation Management, Improving Service Delivery*, Pearson, Edinburgh, England.

Markos S., Sridevi M. S., 2010, *Employee Engagement: The Key to Improving Performance*, International Journal of Business and Management, Vol. 5, No. 12, Andhra University, India.

Medinilla A., 2014, *Agile Kaizen, Managing Continuous Improvement Far Beyond Retrospectives*, Springer Berlin Heidelberg, Sevilla.

Monden Y., 1993, *Toyota Production System, An Integrated Approach to Just-In-Time*, CRC Press, Boca Raton.

Nakajima S., 1988, *Introduction to TPM: Total Production Maintenance*, Productivity Press, Minnesota

Ohno T., 1988, *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, Productivity Press, Portland, Oregon.

Ortiz C. A., 2015, *The 5S playbook, A step-by-step Guideline for the Lean Practitioner*, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Panizzolo R., 2017, *Dispense del corso di Gestione snella dei processi*, anno accademico 2016/2017, Università di Padova

Perrin T., 2003, *Working Today: Understanding What Drives Employee Engagement*, The 2003 Towers Perrin, Talent Report U.S Report

Robinson D., Perryman S., and Hayday S., 2004, *The Drivers of Employee Engagement Report 408*, Institute for Employment Studies, UK

Rother M., Shook J., 1998, *Learning to see, Value stream mapping to create value and eliminate muda*, Lean Enterprise Institute, Massachusetts, USA.

Shingo S., Dillon A. P., 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Cambridge.

Slack N., Brandon-Jones A., Johnston R., Betts A., Vinelli A., Romano P., Danese P., 2013, *Gestione Delle Operations E Dei Processi*, Pearson, Milano

Ueshiba M., Stevens J., 1992, *The Art of Peace*, Shambhala Publications, Boston.

UNSIDER – Ente Italiano di Unificazione Siderurgica, 2005, UNI EN 10027-1, Milano.

UNSIDER – Ente Italiano di Unificazione Siderurgica, 2009, UNI EN 10346, Milano

Womack J.P., Jones D.T., 1996, *Lean thinking, banish waste and create wealth in your corporation*, Free Press, New York.

Womack J.P., Jones D.T., D. Roos, 1988, *The Machine That Changed the World*, Macmillan, New York.

SITOGRAFIA

<http://www.aggrowth.com/>

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

<http://www.encob.net/>

<http://www.framespa.com/>

<https://www.lean.org/>

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

<http://www.leanproduction.com/>

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

<http://www.oeecoach.com/>

<https://www.smartdraw.com>

<http://www.unindustria.fc.it/>