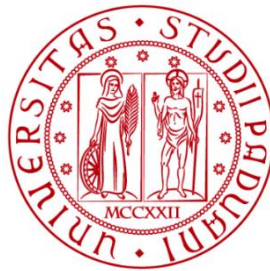


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

**DIPARTIMENTO DI TECNICA E GESTIONE DEI SISTEMI
INDUSTRIALI**



**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria
Gestionale**

Tesi di Laurea

**Lean Manufacturing applicato ad una linea
produttiva: il caso Pietro Fiorentini S.p.a.**

Relatore:

Laureando:

Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo

Daniele Dalla Vecchia

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

Ringraziamenti

Lungo il cammino che mi ha portato alla laurea, ho avuto sempre accanto delle persone speciali che sono state in grado di spronarmi e supportarmi nei momenti più delicati, infondendomi sicurezza e tranquillità.

Partendo da quest'ultimo periodo in cui ho svolto il tirocinio in Pietro Fiorentini, voglio ricordare tutti i colleghi con cui ho condiviso gli sforzi e da cui ho ricevuto preziosi insegnamenti ed incoraggiamenti. Un grazie particolare va ad Andrea, Enrico e Giovanni: siete stati in grado di far crescere in me il senso di responsabilità facendomi percepire la vostra fiducia. Contestualmente mi avete accompagnato in questo cammino, fornendomi supporto e suggerimenti preziosi.

Un particolare ringraziamento va alla mia famiglia: Guido, Patrizia e Fabio. Avete sempre creduto in me, insegnandomi a dare sempre il massimo in ogni cosa si faccia. La pazienza ed il rispetto che avete portato durante tutti questi anni è ammirevole.

Un grazie dal profondo del cuore va a Sofia, persona di rara disponibilità in grado di farmi vedere sempre il lato positivo delle cose. In te ho trovato un punto di riferimento capace di ascoltarmi ed assecondarmi nei momenti di felicità e di bisogno.

Ringrazio tutti i miei amici ed in particolare Matteo e Riccardo, persone sincere e pure su cui poter contare. Un pensiero anche ai miei compagni di corso, sempre presenti nel caso di necessità.

Ringrazio infine il prof. Roberto Panizzolo, capace di trasmettermi la passione per il proprio lavoro e la ricerca della perfezione. L'enfasi con cui spiegava ogni singolo dettaglio spingendomi a ragionare senza dare nulla per scontato, mi ha contagiato a tal punto da convincermi ad intraprendere il cammino *lean*.

Sommario

Il presente elaborato è stato redatto durante il tirocinio svolto presso Pietro Fiorentini S.p.a., gruppo leader nella realizzazione di prodotti e servizi tecnologicamente avanzati per la distribuzione e l'utilizzo del gas naturale.

Il continuo processo di miglioramento in Pietro Fiorentini ha l'obiettivo di soddisfare le più elevate aspettative dei propri clienti in termini di qualità e competitività. Proprio per questo motivo è nata la necessità di effettuare dei miglioramenti in una linea di produzione: è necessario ripensare al flusso produttivo al fine di migliorare le performance in termini di S (Safety), Q (Quality), D (Delivery) e C (Cost), abbracciando i principi della Lean Manufacturing.

La prima parte della tesi verte sulla filosofia della Lean Production, con gli strumenti ed i metodi che sono stati utilizzati durante il progetto e che hanno permesso di raggiungere gli obiettivi inizialmente posti. Il monitoraggio delle attività e le azioni di miglioramento implementate, sono stati gestiti tramite l'utilizzo di un A3-PS (Problem Solving), strumento che permette all'utilizzatore di mantenere sempre il focus su quanto è in linea con le necessità.

Dopo una descrizione dell'azienda e del suo lean journey intrapreso circa vent'anni fa, verranno presentati l'AS IS ed il TO BE, ovvero la distinzione tra la situazione di partenza e quella di arrivo, con le relative attività di miglioramento implementate. La problematica principale è stata individuata nella mancanza di standard SQDC: dopo aver dunque definito lo stato attuale, si procede al miglioramento dello stesso mediante kaizen. Nel quarto capitolo dunque verranno presentate le principali azioni volte a migliorare le performance della linea produttiva.

Indice

Introduzione	1
1. Lean Thinking: filosofia, storia e strumenti.....	3
1.1 L'evoluzione dei modelli produttivi	4
1.2 Il Toyota Production System ed i suoi principi	6
1.2.1 Casa del TPS	7
1.2.2 I cinque principi del Lean Thinking.....	9
1.2.3 I sette sprechi secondo Toyota.....	11
1.3 A3 come strumento di gestione e controllo: l'A3-PS.....	14
1.4 Value Stream Mapping (VSM).....	17
1.5 I principali strumenti della Lean Production	19
1.5.1 5S	19
1.5.2 Kanban	21
1.5.3 SMED: Single Minute Exchange of Die.....	23
1.5.4 Heijunka.....	24
1.5.5 Jidoka	26
2. Pietro Fiorentini S.p.a.....	29
2.1 Storia aziendale.....	30
2.2 Acquisizioni nazionali ed internazionali	32
2.3 La struttura organizzativa ed i valori.....	33
2.4 I prodotti	35
2.4.1 Regolatori di pressione ad azione pilotata	35
2.4.2 Regolatori di pressione ad azione diretta.....	36
2.4.3 Regolatori per uso domestico.....	36
2.4.4 Valvole	37
2.4.5 Stabilizzatori	37
2.4.6 Dispositivi di sicurezza	38
2.4.7 Contatori del gas	39

2.4.8	Impianti completi	39
2.4.9	Servizi	41
3.	Background, Analisi dell'AS IS ed Obiettivi.....	43
3.1	I prodotti della linea blocchi	44
3.2	Motivazioni del kaizen in linea blocchi: Background	47
3.3	Analisi del current state ed obiettivi	48
3.3.1	Fishbone	52
3.3.2	Yamazumi Chart	54
3.3.3	Produttività e Rispetto del Pianificato	58
3.3.4	Valutazione 5S	60
3.3.5	Difettosità interna	62
3.3.6	Azioni correttive ed Azioni preventive	64
4.	Miglioramenti SQDC in Linea Blocchi	67
4.1	Bilanciamento della linea	68
4.2	Gestione della lavorazione meccanica.....	75
4.3	Gestione delle non conformità.....	80
4.4	Re-layout del Supermarket	86
4.5	Kanban Board	90
4.6	Attività 5S.....	94
4.7	Foglio di Produzione Giornaliera	98
4.8	Re-layout della linea	100
5.	Conclusioni.....	107
5.1	Miglioramenti ottenuti	109
5.1.1	Produttività.....	109
5.1.2	Rispetto del pianificato	111
5.1.3	Difettosità interna.....	112
5.1.4	Azioni correttive e preventive efficaci.....	113
5.1.5	Valutazione 5S	114
	Bibliografia e Sitografia.....	117

Lista delle figure

Fig. 1.1: Piramide dei bisogni di Maslow (F. Fiore, 2015, Motivazione e piramide di Maslow, *State of Mind – Il giornale delle scienze psicologiche*)

Fig. 1.2: Casa del Toyota Production System (MF Consulting)

Fig. 1.3: I cinque principi del Lean Thinking per massimizzare il valore ed eliminare gli sprechi (5 principi LEAN – VALUE, VALUE STREAM, FLOW, PULL, PERFECTION, ingegneria agile snella)

Fig. 1.4: I sette sprechi di Taiichi Ohno (R. Panizzolo, 2017, Corso di Gestione snella dei processi, A.A. 2018/2019, Università degli Studi di Padova)

Fig. 1.5: A3-PS thinking flow (J. Shook, *Managing to Learn*, 2008)

Fig. 1.6: Esempio di Value Stream Map (M. Rother, J. Shook, 2003, *Learning to See*, Lean Enterprise Institute, Cambridge)

Fig. 1.7: Simbologia standard utilizzata nella creazione di Value Stream Maps (www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html)

Fig. 1.8: Rappresentazione delle attività di miglioramento da attuare per la riduzione del setup (<https://www.leanproduction.com/smed.html>)

Fig. 1.9: Rappresentazione delle differenze tra produzione a lotti e code con una produzione livellata (Slack N., Chambers S., Johnston R., 2010, *Operations Management*, Pearson Education Limited)

Fig. 2.1: Fotografia della sede di Arcugnano, Vicenza (www.fiorentini.com)

Fig. 2.2: Rappresentazione grafica degli stabilimenti Pietro Fiorentini S.p.a. nel mondo (www.fiorentini.com)

Fig. 2.3: Regolatore di pressione ad azione pilotata Reflux 819/FO (www.fiorentini.com)

Fig. 2.4: Regolatore di pressione ad azione diretta Dival 600
(www.fiorentini.com)

Fig. 2.5: Regolatore di pressione per uso domestico HP 100
(www.fiorentini.com)

Fig. 2.6: Valvola a farfalla (a sinistra) ed a sfera Trunnion (a destra)
(www.fiorentini.com)

Fig. 2.7: Stabilizzatore con valvola di blocco (www.fiorentini.com)

Fig. 2.8: Dispositivo di sicurezza Dilock 507/512/106 (www.fiorentini.com)

Fig. 2.9: Contatore del gas Smart Metering RSE/2001 LA
(www.fiorentini.com)

Fig. 2.10: HIPPS (High Integrity Pressure Protection System
(www.fiorentini.com)

Fig. 3.1: Dispositivo di blocco Dilock (www.fiorentini.com)

Fig. 3.2: Regolatore di pressione Dival 507/512 (www.fiorentini.com)

Fig. 3.3: Regolatore di pressione Dival 600 (www.fiorentini.com)

Fig. 3.4: Regolatore di pressione Dival SQD (www.fiorentini.com)

Fig. 3.5: Schematizzazione a blocchi di Linea Blocchi

Fig. 3.6: Rappresentazione del diagramma di Ishikawa o fishbone (S. Hristoski, 2017)

Fig. 3.7: Diagramma di carico degli operatori della Linea Blocchi

Fig. 3.8: Modello di valutazione 5S di un'area di lavoro
(www.GoLeanSixSigma.com)

Fig. 4.1: Yamazumi Chart AS IS dettagliato alle varie attività che compongono le fasi del processo in Linea Blocchi

Fig. 4.2: Yamazumi Chart TO BE, con il livellamento del carico di lavoro mediante la redistribuzione dei compiti

Fig. 4.3: Layout cella lavorazioni meccaniche

Fig. 4.4: Yamazumi Chart della cella lavorazioni meccaniche, con attività automatiche e manuali

Fig. 4.5: Spaghetti chart dell'operatore all'interno della cella di lavorazioni meccaniche

Fig. 4.6: Mappatura AS-IS del flusso dei materiali e delle informazioni della cella di lavorazioni meccaniche

Fig. 4.7: Contenitore in plastica avente una capacità di 15 corpi
(www.famispa.com)

Fig. 4.8: Indicazione delle aree dedicate al posizionamento delle etichette all'interno della cella di lavorazioni meccaniche

Fig. 4.9: Mappatura TO-BE del flusso dei materiali e delle informazioni della cella di lavorazioni meccaniche

Fig. 4.10: Esempio di Visible Planning in cui si pianificano le attività giornaliere, settimanali o mensili (<https://www.srv.fi/en/stories/see-big-room/>)

Fig. 4.11: Esempio di supermarket contenente vari codici
(<https://www.latestquality.com/lean-supermarket/>)

Fig. 4.12: Rappresentazione del supermarket presente in reparto

Fig. 4.13: Banco di posizionamento delle scatole vuote in Linea Blocchi

Fig. 4.14: Kanban Board utilizzata per monitorare la produzione e gestire le priorità sulla base dell'andamento dei consumi delle linee

Fig. 4.15: Postazione in cui vengono collocati i vari strumenti necessari all'operatore, in cui ognuno di essi ha un preciso posto assegnato (<https://www.accuform.com/organization-5S-Lean/foam-tool-organizer-PDF100>)

Fig. 4.16: Matrice sforzo-impatto per determinare la sequenza di azioni da implementare per ridurre le dimensioni della linea blocchi

Fig. 4.17: A sinistra è rappresentato il banco di subassemblaggio nelle condizioni iniziali, mentre a destra il suo re-layout, con uno spazio occupato ridotto del 36%

Fig. 4.18: Nuovo layout di Linea Blocchi dove è rappresentato lo spostamento del banco di quality gate ed inserimento dell'ordine

Fig. 4.19: Andamento dell'indicatore "Produttività" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019

Fig. 4.20: Andamento dell'indicatore "Rispetto del pianificato" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019

Fig. 4.21: Andamento dell'indicatore "Difettosità interna" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019

Fig. 4.22: Andamento dell'indicatore "Azioni correttive e preventive efficaci" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019

Fig. 4.23: Andamento dell'indicatore "Valutazione 5S" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019

Introduzione

Pietro Fiorentini S.p.a. ha intrapreso il cammino di adozione dei principi della filosofia giapponese nel momento in cui le vendite (e conseguentemente il fatturato) diminuivano; si rendeva dunque necessario ridurre i costi per mantenere profittevole il business e garantire la continuità del gruppo. Contrariamente a ciò che accade nella maggior parte dei casi, la riduzione dei costi non avvenne tagliando risorse o rinunciando alla qualità del prodotto, ma si decise di ridurre gli sprechi che ostacolano lo sviluppo delle singole value streams. Infatti, la cultura di Pietro Fiorentini è basata sull'osservazione critica dei processi aziendali e sul quotidiano impegno nel loro sviluppo.

Proprio per questo motivo è nato il presente lavoro di tesi: migliorare una linea di produzione nel reparto dei Regolatori di pressione ad azione diretta, misurando gli obiettivi sulla base di SQDC, ovvero Safety (sicurezza), Quality (qualità), Delivery (tempo di attraversamento) e Cost (costi-produttività). Questa linea di produzione ricopre un ruolo importante all'interno della Business Unit in quanto il suo output rifornisce tutte le altre linee del reparto: ciò significa che è molto sensibile a variazioni della domanda (sia in termini di varietà che di quantità) e inoltre nel caso in cui ci fossero problemi, essi ricadrebbero su più linee produttive. La definizione delle azioni volte a migliorare ciascuno dei fattori sopra elencati, è possibile mediante l'utilizzo di uno strumento di controllo visual e molto potente, chiamato A3-PS (Problem Solving) ed utilizzato per la prima volta in Toyota.

L'elaborato si sviluppa in cinque capitoli che seguono uno schema tale per cui in primis verrà esposta la teoria presente in letteratura e successivamente l'applicazione di questi principi e metodi, al caso pratico. Dunque, nel primo capitolo è presentata la storia della Lean Manufacturing, nata nella casa automobilistica giapponese Toyota, con Taiichi Ohno, attorno agli anni Cinquanta del secolo scorso e sviluppatasi poi in USA e successivamente in Europa. Terminata questa fase introduttiva, vengono descritti alcuni degli strumenti che ben si legano a questa filosofia e che durante il periodo di stage hanno permesso il controllo dell'avanzamento ed il raggiungimento degli obiettivi.

Nel secondo capitolo viene presentata l'azienda Pietro Fiorentini S.p.a. con sede ad Arcugnano (Vicenza) fornendo una panoramica del settore in cui opera, della varietà di prodotti che offre al mercato (in particolare quelli della Business Unit in cui ho svolto il tirocinio) e soprattutto del percorso che dal lontano 2000 sta affrontando per la lotta agli sprechi e la focalizzazione sul valore aggiunto per il cliente: i motivi che hanno spinto il management verso l'adozione di questa filosofia ed i risultati raggiunti.

Nel terzo e quarto capitolo si entra nel dettaglio operativo della tesi: innanzitutto per meglio inquadrare il problema, si inizia dalla definizione dell'AS IS della linea (sempre basandosi sugli indicatori sopra riportati) in quanto per definire le attività di miglioramento bisogna prima capire in che situazione ci si trova, in modo tale da focalizzare gli sforzi laddove servono realmente. Una volta definita la situazione di partenza, lasciandosi guidare dall'A3, si agisce puntualmente tramite piccoli passi (kaizen) per trasformare ogni problema quotidiano in un'opportunità di miglioramento. Soprattutto nel quarto capitolo, il più rappresentativo ed importante dell'elaborato, vengono richiamati concetti e strumenti presentati in modo teorico e concettuale nel primo capitolo. Infine, vengono riportati i risultati raggiunti al termine del lavoro svolto in linea.

Nel capitolo conclusivo si riassume quanto esposto nel lavoro di tesi e si riportano gli sviluppi futuri che coinvolgeranno la linea, sia sotto l'aspetto del layout che di attrezzature/macchinari.

Capitolo 1

Lean Thinking: filosofia, storia e strumenti

In questo primo capitolo viene presentata la recente filosofia che molte imprese di tutti i settori, stanno provando ad adottare abbandonando quello che fondamentale è stato il modello prevalente per tutto l'Ottocento e buona parte del Novecento, ovvero la produzione di massa. Dopo aver ripercorso i principali step temporali, ci si soffermerà sul pensiero snello e sui suoi capisaldi, approfondendo anche qualche strumento utile alla sua implementazione.

1.1 L'evoluzione dei modelli produttivi

Dopo la Prima Guerra Mondiale, Henry Ford ed Alfred Sloan (General Motors) furono i pionieri che abbandonarono il concetto di produzione artigianale, da molti anni guidata dalle industrie Europee, per abbracciare la produzione di massa: gli Stati Uniti presto iniziarono a dominare l'economia globale. Successivamente alla Seconda Guerra Mondiale, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno (Toyota Motor Company) fondarono la filosofia della lean production: la crescita del Giappone e delle sue imprese, fu presto seguita da aziende di tutto il mondo, desiderose di adottare questo nuovo sistema. (J. P. Womack, D. T. Jones, D. Ross, 1990)¹

Nel 1908, nello stabilimento Ford di River Rouge (Michigan, Stati Uniti) nacque la "Model T", automobile che Henry Ford definì come "disegnata per essere prodotta" ed allo stesso tempo anche user-friendly, ovvero utilizzabile e riparabile da chiunque, senza l'ausilio di un autista od un meccanico. Il reale vantaggio della produzione di massa rispetto a quella artigianale consistette nella presenza di parti intercambiabili e nella semplicità delle loro interfacce: queste innovazioni resero possibile la nascita dell'assemblaggio in linea (J. P. Womack, 1990)¹.

Inoltre, Ford perfezionò anche il concetto di *lavoratore* portando la suddivisione dei compiti all'estremo: si pensi che per "compito" si intendeva, per esempio, l'azione di inserimento di due viti in altrettanti dadi per un'intera giornata. Oltre a ciò, ci furono altri vantaggi che resero la produzione di massa l'unico modo possibile per produrre in modo efficiente in quegli anni: elevati volumi produttivi, standardizzazione di processi e di prodotti, macchinari specializzati, elevati investimenti, sfruttamento delle economie di scala, elevate scorte di sicurezza, eliminazione dei tempi morti e massimizzazione dei ritmi di lavorazione (R. Panizzolo, 2017)².

Questo modello permise a molte imprese di generare ingenti ricavi ed aumentare la profittabilità anno dopo anno, fino a che qualcosa nel mercato iniziò a cambiare: i bisogni del consumatore. Il consumatore dell'era della produzione di

¹ J. P. Womack, D. T. Jones, D. Ross, 1990, *The machine that changed the world*, Free Press, New York.

² R. Panizzolo, 2017, *Corso di Gestione snella dei processi*, A.A. 2018/2019, Università degli Studi di Padova.

massa si accontentava di ciò che veniva a lui offerto (si pensi che Ford proponeva un unico colore per le automobili, il nero), ovvero si trattava di una situazione di mercato *push*, dove le aziende “spingevano” i prodotti nel mercato senza focalizzarsi sul cliente, sulle sue necessità.

Negli anni Cinquanta iniziarono ad apparire i primi studi, condotti da Maslow³, sull’importanza dei bisogni delle persone e, come è riportato in Fig. 1.1, si nota che il consumatore aveva dei bisogni da soddisfare (che andavano da quelli più importanti alla base della piramide, a quelli di autorealizzazione nella punta) e che ciascuno aveva delle necessità che differiscono da altri individui. Quindi alle imprese era richiesto innanzitutto uno studio su ciò che il cliente era interessato ad acquistare e successivamente la realizzazione di una gamma di prodotti adeguata a coprire tale interesse: questo avrebbe comportato un notevole aumento della varietà di prodotto offerta al mercato. Come è dunque facile intuire, il modello produttivo di massa non era adeguato e dunque entrò ben presto in crisi.

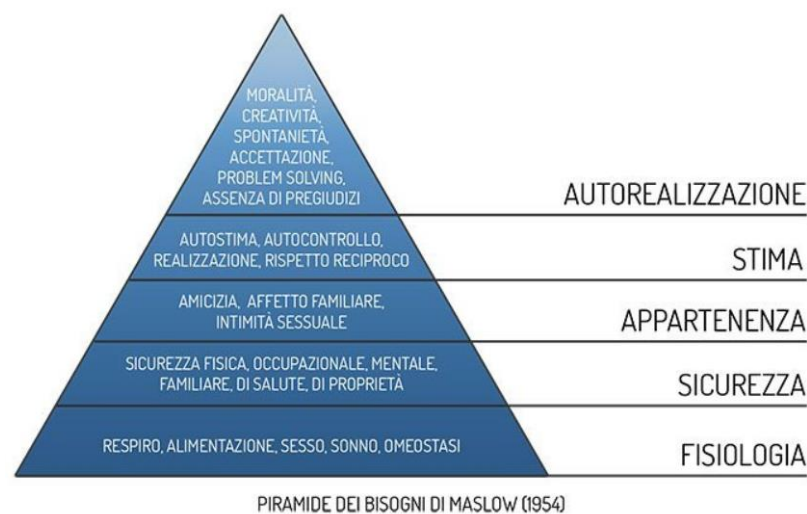


Fig. 1.1: Piramide dei bisogni di Maslow. Esso sosteneva che quando i consumatori acquistano, non lo fanno semplicemente per possedere il bene, bensì perché attraverso l’uso del bene è possibile soddisfare dei bisogni. Questi ultimi non sono tutti uguali, ma possono essere rappresentati su di una piramide sulla cui base stanno i bisogni necessari per vivere ed a mano a mano che si sale, si trovano quelli accessori (F. Fiore, 2015, Motivazione e piramide di Maslow, State of Mind – Il giornale delle scienze psicologiche).

³ Abraham Maslow (1908-1970) noto psicologo statunitense, noto per la sua teoria sulla gerarchizzazione dei bisogni.

Fu proprio a partire dalla metà degli anni Settanta che iniziano ad apparire sui mercati occidentali i prodotti di grandi aziende giapponesi caratterizzati da un mix di bassi costi, alta qualità ed alta varietà: in breve tempo queste aziende riuscirono ad acquisire grandi quote di mercato ed in alcuni casi interi settori industriali caddero nelle loro mani².

1.2 Il Toyota Production System ed i suoi principi

Toyota Motor Company venne fondata nel 1937 a Nagoya dalla famiglia Toyoda⁴ e rappresenta il luogo in cui nacque il TPS (Toyota Production System) o Lean Production, termine coniato da John Krafcik (ricercatore dell'IMVP ovvero l'International Motor Vehicle Program promosso dal Massachusetts Institute of Technology). La produzione snella venne chiamata in questo modo perché usava meno sforzo umano, spazio, investimenti in macchinari ed utensili e tempo per la progettazione rispetto la produzione di massa.

Kiichiro Toyoda, fondatore della compagnia automobilistica, era solito visitare le università per scoprire gli studenti talentuosi e portarli poi a lavorare in Toyota: fu proprio in questo modo che conobbe Taiichi Ohno, studente di ingegneria meccanica che a poco a poco scalò tutta la scala gerarchica fino alla vicepresidenza della società. Ohno e Toyoda visitarono in più riprese gli stabilimenti americani, per poter capire quali fossero le loro cause di successo, ma trovarono invece aspetti contrastanti tra quel metodo produttivo ed il Giappone:

- Il mercato giapponese era piccolo e richiedeva un'elevata varietà di veicoli: macchine di lusso, piccoli e grandi mezzi aziendali, ecc.,
- I lavoratori giapponesi non erano disponibili ad essere trattati come un costo variabile, inoltre le rappresentanze sindacali utilizzavano il loro potere per eliminare le disparità tra colletti bianchi e colletti blu⁵,
- Il Paese al termine della Seconda Guerra Mondiale necessitava di capitali e la situazione economica era drammatica: non vi erano risorse da investire, la domanda interna era debole e vi erano delle politiche di

⁴ La parola *Toyoda* in giapponese significa “campo di riso abbondante” e dunque considerazioni di marketing spinsero per la ricerca di un nuovo nome per la società: da un sondaggio pubblico emerse il nome “Toyota”, che non assume alcun significato in giapponese.

⁵ Per colletto bianco si intende l'impiegato, mentre per colletto blu ci si riferisce all'operatore.

protezione applicate dagli stati occidentali che di fatto impedivano le esportazioni. (J. P. Womack, D. T. Jones, D. Ross, 1990)

1.2.1 Casa del TPS

A causa dei fattori sopra elencati, era necessario ricercare un modello sostitutivo a quello della produzione di massa. Cominciò quindi un lungo lavoro di miglioramento continuo con l'obiettivo di produrre sempre di più utilizzando sempre di meno, focalizzandosi sui bisogni del cliente: nacque il Toyota Production System (TPS in seguito).

Il TPS può essere rappresentato tramite l'immagine di Fig. 1.2, in cui i concetti in essa rappresentati vanno a formare dapprima le fondamenta, poi le colonne portanti ed infine il tetto della casa TPS.

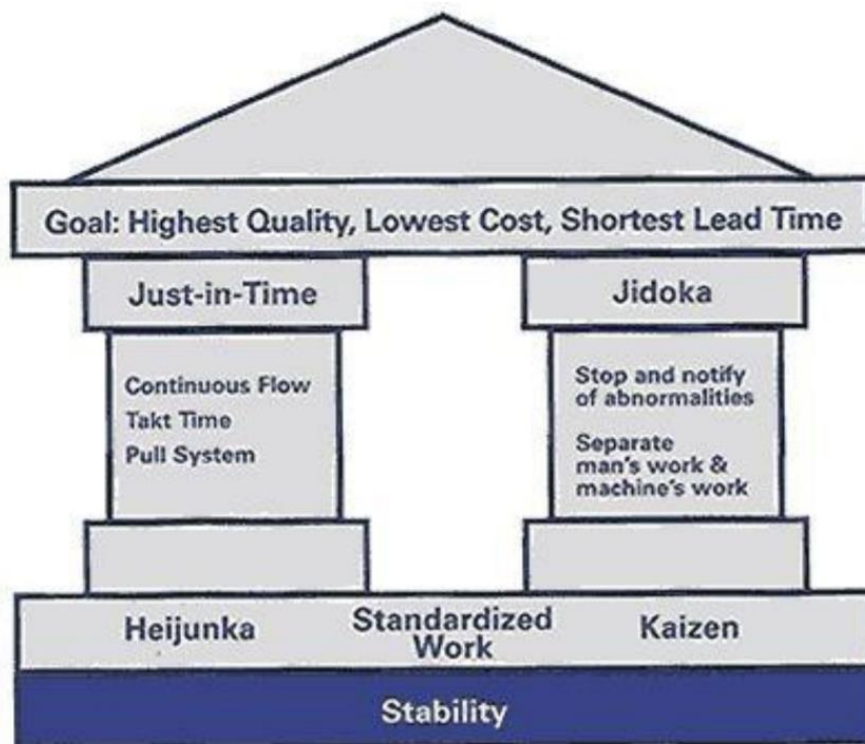


Fig. 1.2: Casa del Toyota Production System, in cui vediamo rappresentati vari concetti sottoforma di una casa, per simboleggiare il ruolo che ricoprono nella visione generale del modello Toyota (MF Consulting).

Nelle fondamenta troviamo tre concetti molto importanti:

- **Heijunka:** rappresenta il livellamento della produzione, ovvero si abbandona il concetto di lotto per cercare di produrre tramite one piece flow quanta più varietà di prodotto possibile, ogni singolo giorno,
- **Standard work:** Taiichi Ohno diceva: “Senza standard non può esserci miglioramento”. Standardizzare le attività di persone e macchinari permette innanzitutto di conoscere la situazione in cui ci troviamo e dunque di capire se (e con che sforzo) effettuare azioni di miglioramento,
- **Kaizen:** termine giapponese che significa “processo di miglioramento continuo”; *Kai* = cambiamento, *Zen* = Bene (verso il meglio).

Per quanto riguarda invece i due pilastri portanti nella casa TPS troviamo:

- **Just in time (JIT):** lavorare JIT significa avere quello che serve, nel posto corretto, al momento giusto, nella quantità esatta (questo va in contrasto con il concetto di lotto presente nella produzione di massa),
- **Jidoka:** l’esatta traduzione di questo termine è “autonomazione” ovvero l’automazione dal volto umano. Ogni persona è responsabile della qualità del prodotto e del processo in cui opera ed ha inoltre il potere di fermare quest’ultimo nel caso in cui si presentassero delle anomalie. Questo si applica per poter essere in grado di consegnare nel 100% dei casi, un prodotto di qualità al cliente (interno od esterno che sia).

Se un’azienda (intesa come un insieme di processi) è costruita come quella rappresentata sulla figura precedente, significa che è in grado di raggiungere obiettivi in termini di elevata qualità, bassi costi e minor lead time⁶.

Per ottenere i risultati appena descritti, è altresì necessario focalizzarsi sul valore, ovvero concentrarsi solamente su quello che il cliente è disposto a pagare eliminando tutti gli sprechi. Questo si ottiene tramite i cinque principi del Lean Thinking che sono l’antidoto al muda. *Muda* significa “spreco”, in particolare

⁶ Per *lead time* si intende il tempo che intercorre tra la ricezione dell’ordine e l’evasione dello stesso (consegna della merce ordinata): solitamente si misura in giorni o settimane.

qualsiasi attività umana che assorbe risorse ma che non crea valore (J. P. Womack, D. T. Jones, 1996)⁷.

1.2.2 I cinque principi del Lean Thinking

I cinque principi del pensiero snello sono rappresentati graficamente in Fig. 1.3 e come si può notare vengono espressi in un loop continuo, per indicare che la massimizzazione del valore è un processo senza fine.



Fig. 1.3: I cinque principi del Lean Thinking per massimizzare il valore ed eliminare gli sprechi (5 principi LEAN – VALUE, VALUE STREAM, FLOW, PULL, PERFECTION, ingegneria agile snella).

1. La definizione del valore

Il **valore** può essere definito solamente dal cliente finale ed assume significato solamente nel momento in cui lo si esprime in termini di uno specifico prodotto in grado di soddisfare le esigenze del mercato ad un dato prezzo ed in un dato momento. Fornire il prodotto od il servizio sbagliato nel modo giusto è muda⁷. Questo primo step è molto complesso, a causa del fatto che porsì dalla parte del cliente cercando di mettere in discussione strategie e processi di cui si è abituati, è al di fuori dalla *comfort zone*⁸ di molti individui.

⁷ J. P. Womack, D. T. Jones, 1996, *Lean Thinking*, Simon & Schuster UK Ltd.

⁸ La *comfort zone* è una condizione mentale per cui un individuo non percepisce rischi e si trova a proprio agio.

2. *L'identificazione del flusso di valore*

Il **flusso di valore** è costituito dall'insieme delle azioni richieste per condurre un dato prodotto (bene, servizio od una combinazione dei due) attraverso i tre compiti critici, ovvero la *risoluzione di problemi* dall'ideazione al lancio in produzione, la *gestione delle informazioni* dal ricevimento dell'ordine alla consegna e la *trasformazione fisica* della materia prima in un prodotto finito. In particolare, si trovano tre tipi di attività⁷:

- Attività che creano valore,
- Attività che non creano valore ma impossibili da eliminare attualmente⁹,
- Attività che non creano valore e possono subito essere rimosse.

3. *Far scorrere il flusso*

Una volta definiti il valore ed il suo flusso in modo accurato, eliminando le attività inutili, si devono far fluire le attività restanti (quelle cioè a valore aggiunto e quelle creatrici di muda ma ineliminabili). Si deve quindi passare da una situazione di “lotti e code” ad un **flusso continuo**. Questo step risulta complicato in quanto ragionare per flussi è controintuitivo: per la maggior parte delle aziende pare ovvio che il lavoro debba essere organizzato in reparti e lotti.

4. *Pull*

Arrivati a questo punto, si sono ridotte le scorte, si è accelerato il ritorno degli investimenti ma soprattutto si progetta, programma e realizza esattamente quello che il cliente vuole nel momento in cui lo vuole⁷ (si veda il concetto di *Just in Time* a pag. 8). Si permette dunque ai clienti di “tirare” (**pull**) il prodotto dall'azienda, anziché spingere i prodotti, spesso indesiderati, verso il mercato¹⁰.

⁹ Avendo un certo tipo di tecnologie ed impianti produttivi, a volte risulta impossibile eliminare un certo insieme di attività a non valore aggiunto.

¹⁰ Ragionando in questo modo, si stabilizza la domanda in quanto non sono più necessari quei “colpi d'ariete” (come per esempio i saldi) per sollecitare le vendite.

5. La perfezione

Nel momento in cui le aziende cominciano a definire accuratamente il valore, ad identificare l'intero flusso di valore, a far sì che o diversi passaggi della creazione di valore fluiscano con continuità ed a permettere ai clienti di tirare il valore dall'impresa, ci si accorge che questo percorso non ha mai fine. Quanto più si fa scorrere velocemente il flusso e tanto più i muda emergono⁷. Ecco dunque che si entra nel loop verso la ricerca della **perfezione**.

1.2.3 I sette sprechi secondo Toyota¹¹

Alla base di qualsiasi sistema per l'eccellenza, si trova l'eliminazione totale degli sprechi. Prima di capire quali siano le principali cause di spreco all'interno delle aziende occorre innanzitutto definire lo spreco come *ogni attività che aggiunge costi, ma che non aggiunge valore al cliente*. Quando ci si riferisce agli sprechi (per la loro identificazione e descrizione), solitamente si utilizza la metodologia ideata in Toyota chiamata dei "sette sprechi" che sono rappresentati in Fig. 1.4 e che verranno affrontati singolarmente di seguito.

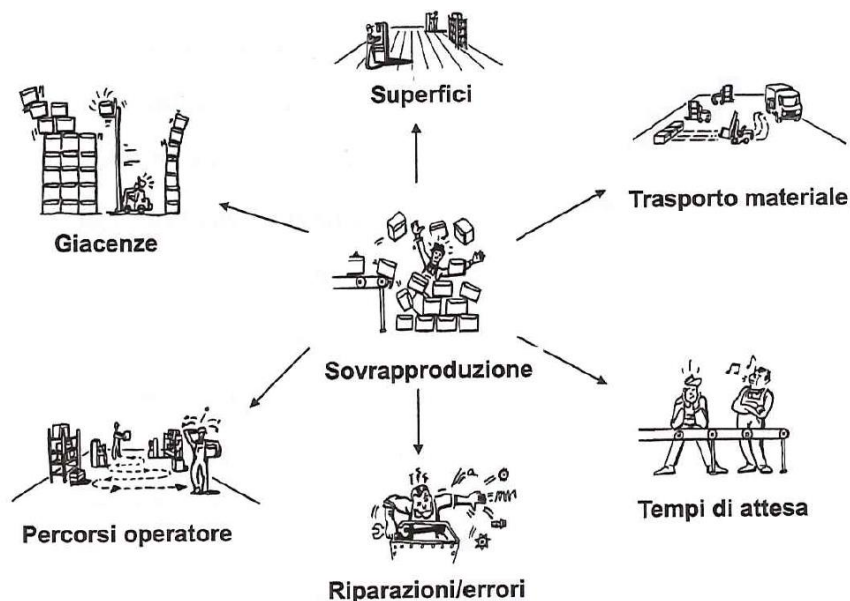


Fig. 1.4: I sette sprechi identificati da Taiichi Ohno in cui si nota la centralità e l'importanza della sovrapproduzione, generatrice di tutti gli altri sprechi (R. Panizzolo, 2017, *Corso di Gestione snella dei processi*, A.A. 2018/2019, Università degli Studi di Padova).

¹¹ A. Chiarini, 2016, *Lean Organization for Excellence*, FrancoAngeli.

1. Sovrapproduzione

La **produzione in eccesso** è lo spreco peggiore in quanto si produce qualcosa che non è richiesto dal cliente e dunque si è immobilizzato denaro e spazio, senza contare il rischio di obsolescenza, furti e danneggiamenti vari a cui sono sottoposti questi prodotti. La sovrapproduzione è causa di tutti gli altri sei sprechi presentati in questo paragrafo.

2. Superfici

La sovrapproduzione e le giacenze generano inevitabilmente un **utilizzo di superfici** all'interno dello stabilimento: per queste superfici si paga un affitto, si ha un costo di illuminazione, riscaldamento ecc. per non aver alcun valore aggiunto¹².

3. Trasporto materiale

Un eccesso di scorte porta, inevitabilmente, ad una maggiore attività di **movimentazione del materiale**. In genere il trasporto vero e proprio è quello tra un punto di accumulo scorte o magazzino ad un altro, mentre la movimentazione è lo spostamento da un punto di accumulo scorte o magazzino ad un'attività del processo.

4. Tempi di attesa

I tempi morti (o **tempi di attesa**) concernono sia le attività dei lavoratori, sia le operazioni delle macchine. Ad esempio, un operatore fermo di fronte ad una macchina in funzione è considerato come supervisore dell'impianto e spesso non si concepisce il fatto che in molti casi potrebbe svolgere altre attività in parallelo.

5. Riparazioni/errori

Quando i prodotti o servizi non corrispondono ai requisiti dei clienti od a quelli definiti dall'organizzazione, si genera una non conformità con relativi costi della **non qualità**. Questi costi si dividono in costi della difettosità interna ed esterna

¹² Una superficie contenente un macchinario od una linea di assemblaggio, è a valore aggiunto in quanto genera valore per cliente.

secondo il momento della loro individuazione (interno o rilevato dal cliente) ed infine i costi per accertamenti/controlli/riparazioni.

6. Percorsi operatore

Le perdite nel processo possono riguardare anche le **movimentazioni degli operatori**: persone che cercano strumenti non presenti nella postazione, impiegati che si spostano per avere un'informazione, ecc.

7. Giacenze

L'eccesso di **scorte** è uno spreco legato in buona parte alla sovrapproduzione; la scorta può essere di materia prima, semi-lavorati, prodotti finiti e **WIP**¹³ (Work in Process). Il paradosso di alcune organizzazioni (per fortuna poche) è quello che le scorte addirittura aiutino a valorizzare il patrimonio dell'azienda.

Consapevoli delle tipologie di spreco che interessano i processi aziendali di ogni genere e dimensione, occorre intraprendere un cammino di eccellenza teso alla loro rimozione. Innanzitutto, è necessario evidenziare lo spreco attraverso alcuni strumenti quali il *Value Stream Mapping* ed il *Makigami* (più adatto ai servizi) che indicano le priorità di intervento.

Prima però di affrontare la VSM (Value Stream Map), è necessario definire quali siano le cause radice degli sprechi, problemi qualitativi, bassa efficienza ecc. Per fare ciò si utilizza uno strumento di gestione ed apprendimento potentissimo, chiamato A3: in particolare si descrive l'A3-PS¹⁴, utilizzato per la risoluzione dei problemi mediante contromisure efficaci.

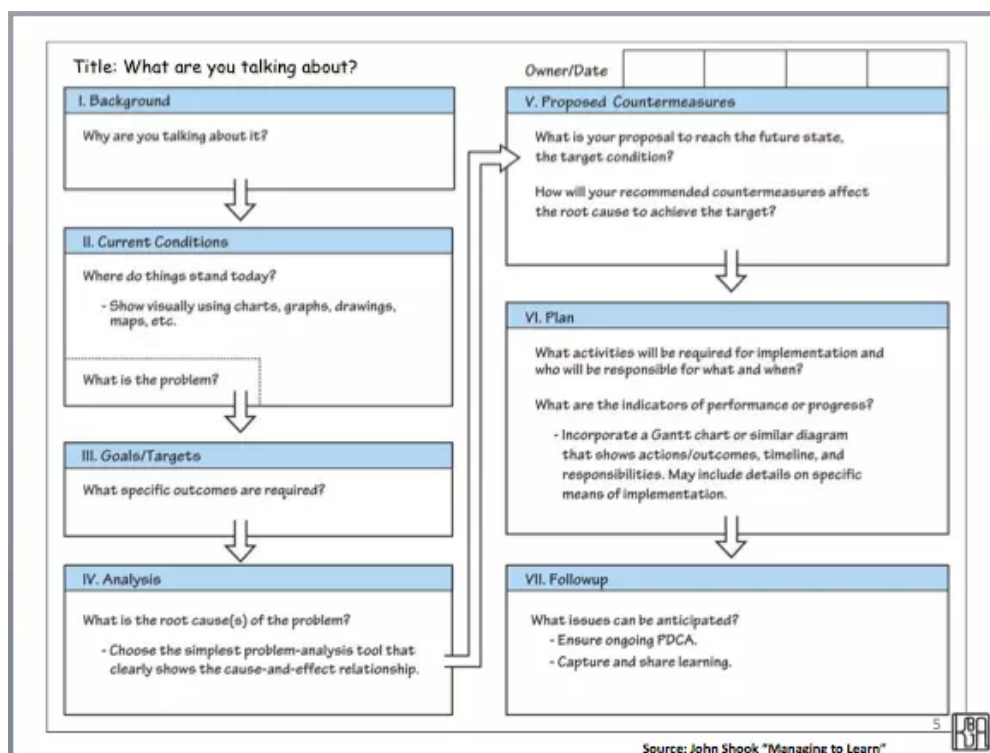
¹³ WIP significa "prodotti in corso di lavorazione" ovvero prodotti che si stanno processando in una linea di assemblaggio, macchina utensile, ecc.

¹⁴ PS è una sigla che significa "Problem Solving", risoluzione di un problema.

1.3 A3 come strumento di gestione e controllo: l'A3-PS

“Uno dei segreti del successo di Toyota, è il modo di pensare ai problemi ed imparare da essi, per ottenere una più efficace pianificazione, capacità decisionale ed esecuzione. Il processo attraverso cui Toyota identifica, dettaglia e quindi affronta problemi e sfide ad ogni livello – probabilmente la chiave del suo intero sistema di sviluppo di talenti e continuo approfondimento della propria conoscenza e capacità – può essere individuato nella struttura del suo processo A3”. (John Shook, 2008)¹⁵

Il report A3 è così chiamato in quanto è redatto su un foglio avente le dimensioni A3 (420x297 mm): Toyota ha sviluppato diversi tipi di A3, per differenti applicazioni. In questa sezione tratteremo l'A3-PS utilizzato come strumento per la risoluzione di problemi (da cui il nome *PS*, ovvero *Problem Solving*): esso si legge dall'alto verso il basso, da sinistra verso destra ed è rappresentato nella figura sottostante (Fig. 1.5).



¹⁵ John Shook, 2008, *Managing to Learn*, Lean Enterprise Institute, Cambridge.

Ogni report A3 inizia con un **titolo** in cui si riporta il problema che si affronta nel foglio, in modo descrittivo. È molto importante che il tema si concentri sul problema e non su di una particolare soluzione. Successivamente, l'autore descrive tutte le informazioni di **background** (*sezione I*) che sono essenziali per comprendere l'esistenza e l'importanza del problema. In questa sezione si possono inserire note in merito alle modalità con cui si è scoperto il problema, perché il problema è importante per l'azienda, gli attori coinvolti ecc.

Si passa poi alla *sezione II*, per certi versi la più importante del documento, dove si disegna un grafico per definire come il sistema che produce il problema, funziona nella **situazione attuale**. I problemi stessi sono evidenziati nel diagramma in modo tale da essere immediatamente comprensibili a qualsiasi lettore. Inoltre, è buona norma esprimere le dimensioni del problema con numeri o percentuali in un diagramma di semplice lettura. Fondamentale in questo processo è l'osservazione della situazione attuale: non bisogna inserire ipotesi di come il sistema dovrebbe funzionare o come funziona secondo qualche collega. Mediante questo approccio visivo, si organizzano le informazioni in modo compatto ed allo stesso tempo le si comunicano velocemente al lettore, spostando l'attenzione dalle persone al sistema, creando un meccanismo in cui non si incolpano semplicemente (e molto spesso erroneamente) i soggetti interessati, ma si pone attenzione a ciò che le circonda.

Nella *sezione III* dedicata all'**obiettivo/target**, si indica quale risultato specifico è richiesto: si mostra visivamente quanto, entro quando e con quale impatto (si possono usare numeri e/o percentuali per indicare miglioramenti del processo o riduzione dei costi/tempi per esempio). Un punto d'attenzione è relativo al fatto che non si deve assolutamente stabilire una contromisura come obiettivo.

Definita la situazione attuale e gli obiettivi, si passa alla *sezione IV* dove troviamo l'**analisi della causa radice**. È molto importante la ricerca della vera ragione che ha scatenato il problema, in quanto se si commettono errori nell'attribuzione della causa del problema, esso riapparirà in futuro. Una tecnica comune è quella di utilizzare il *metodo dei "5 Perché"*, dove il problem-solver si chiede semplicemente cinque volte (approssimativamente) perché, in serie. L'esperienza mostra che fermarsi al secondo o terzo perché, non permette di trovare la vera causa radice.

Ora che si ha un'idea su come svolgere le attività e si conosce la causa radice, bisogna considerare come il sistema può essere migliorato. In Toyota chiamano questi miglioramenti, **contromisure** (piuttosto che soluzioni)¹⁶: l'obiettivo è spostare l'azienda in uno stato molto vicino a quello ideale, ovvero dove il cliente è soddisfatto con il giusto prodotto, al momento più adeguato, nella quantità esatta e soprattutto senza spreco. Con queste contromisure in mente, l'autore dell'A3 disegna una tabella/diagramma degli obiettivi (ovvero come il sistema lavorerà una volta attuate le contromisure).

Il **piano di implementazione** evidenzia gli steps che devono essere fatti per raggiungere gli obiettivi: ogni singolo step deve riportare la data entro cui deve essere raggiunto e chi è il responsabile dell'azione.

Il **follow up** indica come e quando l'autore dell'A3 misurerà i miglioramenti del sistema oppure i risultati di un test specifico. In questa sezione si dovrebbe includere un'ipotesi realistica e quantificabile delle performance del nuovo sistema, basata sulla conoscenza dell'autore stesso.¹⁷

Il metodo A3 funziona in quanto, al contrario di molti altri metodi di approccio a problemi aziendali, richiede innanzitutto un'identificazione dello stato attuale mediante l'analisi nel gemba¹⁸ senza rimanere nel proprio ufficio od in una sala riunioni. In secondo luogo, questo approccio permette all'utilizzatore di risolvere un problema eliminando la causa radice dello stesso, senza tentare qualche soluzione temporanea non efficace.

¹⁶ Il termine contromisura fa riferimento al modo in cui le azioni proposte sono direttamente collegate alle condizioni attuali: si tratta di una risposta temporanea a specifici problemi, che funzionerà fino a quando non verrà individuato un approccio migliore o cambieranno le condizioni¹⁵.

¹⁷ Durward K. Sobek II, C Jimmerson, A3 Reports: Tool for Process Improvement, *IIE Annual Conference*, 2004.

¹⁸ *Gemba* è un termine giapponese che viene utilizzato nel contesto industriale/manifatturiero e significa "luogo in cui accadono le cose" (Cambridge Dictionary).

1.4 Value Stream Mapping (VSM)

La Value Stream Map è uno strumento utilizzato per identificare e mappare il flusso di valore¹⁹ sia nel caso del processo di trasformazione da materia prima a prodotto finito consegnato al cliente, che nel caso di sviluppo nuovo prodotto (dal design al lancio)²⁰. La VSM può identificare le opportunità di eliminare gli sprechi, aumentare il valore aggiunto e migliorare l'organizzazione del flusso stesso, individuando quelli che sono i flussi di materiali ed informazioni. Essa può essere utilizzata sia in ambito manifatturiero, sia nei servizi, in produzione così come in ufficio amministrativo (con alcuni accorgimenti o strumenti dedicati come il *Makigami*)¹¹.

Nella maggior parte dei casi, la VSM è utilizzata come vista d'insieme dei processi che interessano un codice, una famiglia di prodotti od un servizio: è importante sottolineare che essa è uno strumento da utilizzare per *analizzare i processi al fine di raggiungere obiettivi*, non è essa stessa l'obiettivo. In altri termini, la mappatura del flusso di valore viene fatta su una vista ampia dell'azienda e non su un singolo processo (con l'obiettivo di ottimizzarlo). Nella pagina seguente, in Fig. 1.6, è riportato un esempio di Value Stream Map mentre in Fig. 1.7 è riportata la simbologia standard da utilizzare.

Il processo di Mappatura del flusso di valore può essere percorso seguendo cinque passi fondamentali²⁰:

1. Selezionare una famiglia di prodotti da analizzare

La famiglia di prodotti viene scelta in base a problematiche particolari che si intendono affrontare oppure basandosi sui loro volumi di produzione/fatturato.

2. Disegnare la Current State Map

Mappare il flusso di valore attuale è possibile solamente facendosi prima un'idea precisa del flusso dei processi della famiglia analizzata, dall'accettazione alla consegna. In base al dettaglio a cui si vuole arrivare, si annotano le criticità ed i punti di forza della VS.

¹⁹ si veda pag.10.

²⁰ M. Rother, J. Shook, 2003, *Learning to see*, Lean Enterprise Institute, Cambridge.

Si devono annotare i tempi ciclo²¹ ed i lead time parziali (e quindi anche il livello di inventario), assieme ai valori di performance del processo.

3. Disegnare la Future State Map

La mappatura del flusso futuro parte dall'analisi della situazione attuale, nella quale si cercano i punti critici e sprechi da rimuovere, per arrivare ad una situazione ideale che rappresenta l'obiettivo da raggiungere.

4. Definire gli obiettivi ed attuare un piano di miglioramento

Mediante azioni di miglioramento (e l'uso di strumenti che verranno presentati in seguito) si arriva alla definizione degli obiettivi per raggiungere lo stato futuro ed il piano d'azione necessario: per fare ciò si può utilizzare lo strumento A3 descritto nel paragrafo precedente.

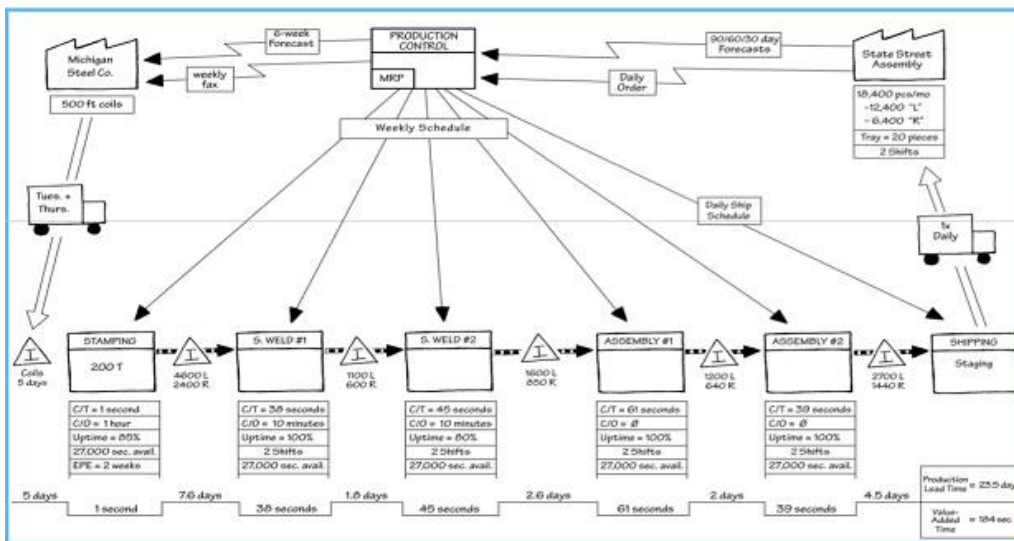


Fig. 1.6: Esempio di Value Stream Map rappresentante il **flusso dei materiali** (parte bassa della figura), dall'arrivo della materia prima alla consegna del prodotto finito ed il **flusso delle informazioni** (parte alta della figura), dalla ricezione dell'ordine/previsioni di vendita alla richiesta di materia prima al fornitore (M. Rother, J. Shook, 2003, *Learning to See*, Lean Enterprise Institute, Cambridge).

²¹ Tempo necessario per eseguire una certa operazione (solitamente misurato con il cronometro): non necessariamente è tutto tempo a valore aggiunto.

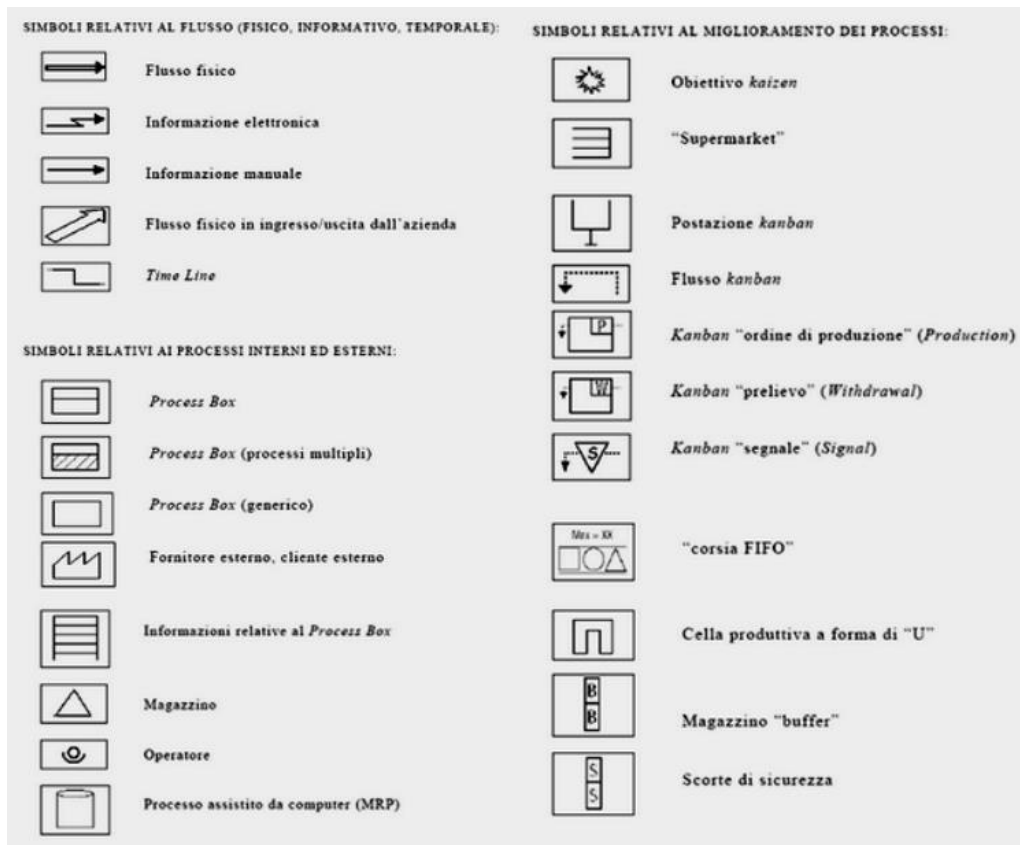


Fig. 1.7: Simbologia standard utilizzata nella creazione di Value Stream Maps (www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html)

1.5 I principali strumenti della Lean Production

Vengono ora presentati i principali strumenti presenti in letteratura che permettono alle imprese di rimuovere gli sprechi su tutta la Value Stream. Come rappresentato in Fig. 1.2, si può notare che esistono vari strumenti a supporto per gettare solide basi e successivamente erigere le colonne ed il tetto per un'azienda sana ed esente da sprechi.

1.5.1 5S²²

Nel management moderno, la qualità aziendale non è basata solamente sugli standard ISO 9000, bensì sul miglioramento continuo, ovvero sulla filosofia del Total Quality Management: a livello operativo questo significa applicare le 5S. La metodologia 5S permette la creazione di un posto di lavoro pulito ed organizzato, portando ad una riduzione degli spazi, perdite di tempo, problemi

²² J. Michalska, D. Szewieczek, 2007, The 5S methodology as a tool for improving the organization, *Journal of Achievement in Materials and Manufacturing Engineering*.

qualitativi e miglioramento della sicurezza dei lavoratori. Questa filosofia nasce in Giappone ed è l'acronimo di cinque parole:

1. *Seiri* (separare)

Si separano materiali, strumenti, ecc. presenti nell'area di interesse, mantenendo in essa soltanto quello che è essenziale. Qualsiasi altra cosa viene spostata in zone limitrofe od in magazzino, nel caso in cui possa servire con minor frequenza. Se invece è inutile per l'attività svolta nell'area, la si porta in un'area dedicata chiamata "Zona 5S", dove il materiale staziona per un periodo di 30 giorni e se nessun altro in azienda lo reclama, viene gettato definitivamente.

2. *Seiton* (semplificare)

Ci si focalizza nel mantenere la postazione di lavoro (od area) in ordine: strumenti, materiale ed attrezzi devono essere posizionati in modo tale che siano accessibili nella maniera più semplice ed efficiente possibile. Ci deve essere un posto per ogni cosa ed ogni cosa al suo posto.

3. *Seiso* (spazzare)

Indica la necessità di mantenere il posto di lavoro più pulito possibile (la pulizia nelle aziende giapponesi è un'attività quotidiana). Al termine di ogni turno l'area deve essere pulita ed ogni cosa deve trovarsi al proprio posto.

4. *Seiketsu* (standardizzare)

Standardizzare significa introdurre regole (procedure ed istruzioni) che permettano il mantenimento delle prime 3S, altrimenti lo sforzo fatto svanisce nel tempo. Gli standard devono essere comunicativi, chiari e semplici da comprendere.

5. *Shitsuke* (sostenere)

Mantenere lo standard e tenere la zona d'interesse in ordine per giorni, mesi ed anni è possibile solamente se nei lavoratori è presente una certa disciplina connessa con la chiarezza delle regole ed obiettivi. È altresì importante

comprendere il bisogno di eseguire le ispezioni periodiche di effettiva applicazione delle 5S mediante delle check lists create ad hoc.

1.5.2 Kanban

Kanban è un termine giapponese che in italiano significa *cartello* ed è il sistema utilizzato dal TPS per gestire la produzione *just-in-time* ovvero produrre solamente quello che è necessario e quando è necessario, evitando la sovrapproduzione e dunque le scorte.

I motivi che hanno portato all'utilizzo del kanban rispetto al sistema computerizzato sono i seguenti:

- *Riduzione dei costi per processare informazioni:* un sistema in grado di schedulare la produzione per l'azienda e per i fornitori è molto costoso ed inoltre subisce continue modifiche ed alterazioni dovute al controllo della situazione reale.
- *Rapida e precisa acquisizione di dati:* usando il kanban, i responsabili di produzione possono percepire l'andamento della produzione e la capacità della forza lavoro senza l'ausilio di un computer.
- *Limita l'oscillazione della domanda alle fasi precedenti:* dato che in molte imprese la domanda è erratica, ovvero varia in modo irregolare e questa variazione aumenta di spessore più ci si allontana dal punto di origine della domanda (cliente finale). Dunque, ai processi a monte è richiesta una capacità di surplus (scorte a magazzino) e di conseguenza è più facile trovare sprechi di sovrapproduzione.²³

In un sistema a kanban, si usa un cartellino che può essere di due tipi: **kanban di movimentazione** che si muove tra un processo ed il suo predecessore, mentre l'altro è il **kanban di produzione** ed è utilizzato per ordinare la produzione in un processo e si muove all'interno di esso. Questi cartellini sono sempre attaccati ai contenitori al cui interno troviamo dei componenti. Quando il contenuto di un

²³ Y. Sugimori, K. Kusunoki, F. Cho, S. Uchikawa, 1977, Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system, *Journal of Production Research*.

contenitore sta per essere prelevato per la produzione, il kanban di movimentazione viene rimosso dal contenitore stesso: successivamente un operatore prende questo kanban e si dirige nella zona di immagazzinaggio del processo a monte per prelevare un contenitore avente lo stesso numero di componenti del precedente e ci attacca il kanban di movimentazione, staccando però quello di produzione. Quest'ultimo (che come detto è attaccato al contenitore prelevato) venendo rimosso, rappresenta l'informazione per produrre quanto richiesto, non appena possibile. Ragionando in questo modo, le attività produttive sono collegate le une con le altre, per creare un sistema just-in-time.

L'equazione per calcolare il numero di kanban in un sistema è la seguente:

$$y = \frac{D(T_w + T_p)(1 + \alpha)}{a}$$

Dove:

y = numero di kanban

D = domanda per unità di tempo

T_w = tempo di attesa del kanban

T_p = tempo di produzione/processo

α = variabile (al massimo pari al 10%)

a = capacità del contenitore (inferiore del 10% della richiesta giornaliera)

Il numero di kanban è fissato, indipendentemente dalla domanda D in quanto quando D aumenta, è richiesta la diminuzione di T_w e T_p (ovvero del lead time). Nel caso in cui la domanda decresca, il lead time aumenterà e conseguentemente lo spreco di ozio diventa visibile.

Il work in process può diminuire agendo tramite azioni di miglioramento nelle variabili α , a , $(T_w + T_p)$.²⁴

1.5.3 SMED: Single Minute Exchange of Die

La metodologia SMED fu sviluppata per il setup di stampi per grandi presse in Giappone negli anni '50 da Shigeo Shingo, in risposta al bisogno urgente di produrre lotti piccoli per far fronte alla flessibilità della domanda del cliente. Questa tecnica prevede un modo rapido ed efficiente per passare dal processo di produzione di un componente ad uno di tipo diverso. Difatti il *setup* è definito come “il tempo che intercorre tra l’ultimo pezzo buono del lotto precedente ed il primo pezzo buono del lotto successivo”. Le parole “*single minute*” non significano che tutti i setup devono durare al massimo un minuto, ma meno di dieci minuti (in altre parole, *single-digit minute*). Le attività compiute durante il setup si possono suddividere in due tipologie²⁴:

- **Setup Interno (IED)** ovvero tutte le attività che possono essere eseguite solamente a macchina ferma,
- **Setup esterno (OED)** ovvero tutte le operazioni che possono essere eseguite a macchina funzionante.

Dopo aver identificato quelle che sono le attività interne da quelle esterne, i tre step principali della metodologia SMED²⁵ sono:

1. Separare setup interno da setup esterno, in modo da minimizzare il tempo di fermo macchina,
2. Convertire setup interno in setup esterno: molte attività che solitamente si fanno a macchina ferma in realtà possono essere svolte anche a macchina funzionante,
3. Ridurre il più possibile i tempi dei due tipi di setup in modo tale da minimizzare il fermo macchina e le attività di setup in tempo mascherato (ovvero le ore-uomo mentre la macchina lavora).

²⁴ Shigeo Shingo, 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Portland, Oregon.

²⁵ B. Ulutas, 2011, An Application of SMED methodology, *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*.

L'applicazione dello SMED porta all'ottimizzazione dell'utilizzo dei macchinari, permettendo la produzione di lotti produttivi minimi che comportano una conseguente diminuzione di scorte all'interno dell'azienda. In Fig. 1.8 è rappresentata la riduzione del tempo di setup mediante azioni di miglioramento sia sulle attività dell'operatore che di tipo tecnico su attrezzature/strumenti utilizzati per il setup.

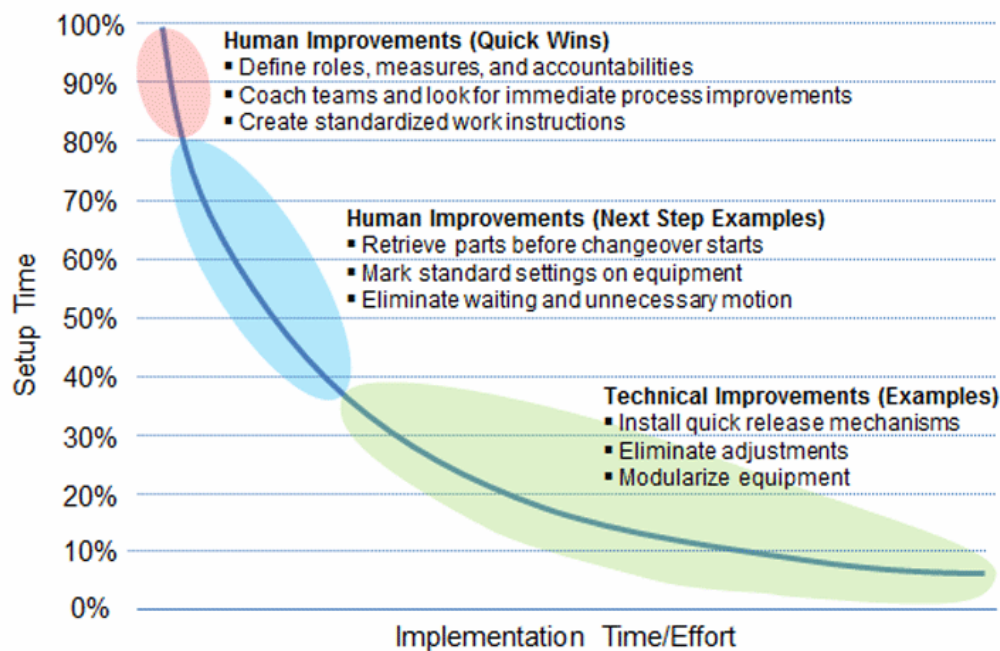


Fig. 1.8: Rappresentazione delle attività di miglioramento da attuare per la riduzione del setup: nelle ascisse è riportato lo sforzo di implementazione ed il tempo per l'attuazione, mentre nelle ordinate la riduzione percentuale del tempo (<https://www.leanproduction.com/smed.html>).

1.5.4 Heijunka

Toyota definisce in modo ufficiale la parola *heijunka* come “distribuire la produzione di differenti prodotti durante la giornata, la settimana, il mese” nel processo di assemblaggio. Ci si riferisce dunque allo sforzo di eseguire nel numero esatto la sequenza produttiva giornaliera richiesta dai clienti; in altre parole il termine è usato per descrivere un *sistema di produzione a mix*, dove differenti modelli sono prodotti nella stessa linea di assemblaggio.

Più precisamente, si va oltre la semplice idea di produrre un mix per soddisfare la domanda: si ingloba anche il concetto di livellamento e bilanciamento della linea²⁶.

Livellamento è il termine usato per descrivere lo sforzo necessario per bilanciare il carico di lavoro in base alla capacità (delle persone e dei macchinari) ed allo stesso tempo non avere materiale in scorta lungo la linea produttiva. Come si nota dalla Fig. 1.9, la produzione a lotti e code (rappresentata nella parte superiore) è basata sul concetto di produrre grandi lotti di produzione (600 del prodotto A, 200 di B e 200 di C), mentre la programmazione livellata permette la produzione di ogni componente, ogni giorno (150 di A, 50 di B e 50 di C). I vantaggi della seconda soluzione sono innumerevoli: innanzitutto si ha una diminuzione del lead time, infatti nel primo caso il mix produttivo A, B e C è disponibile solamente dopo otto giorni, mentre nel secondo caso soltanto dopo uno. Inoltre, le scorte diminuiscono in modo considerevole, sia a valle del processo produttivo, che nel magazzino di materia prima.

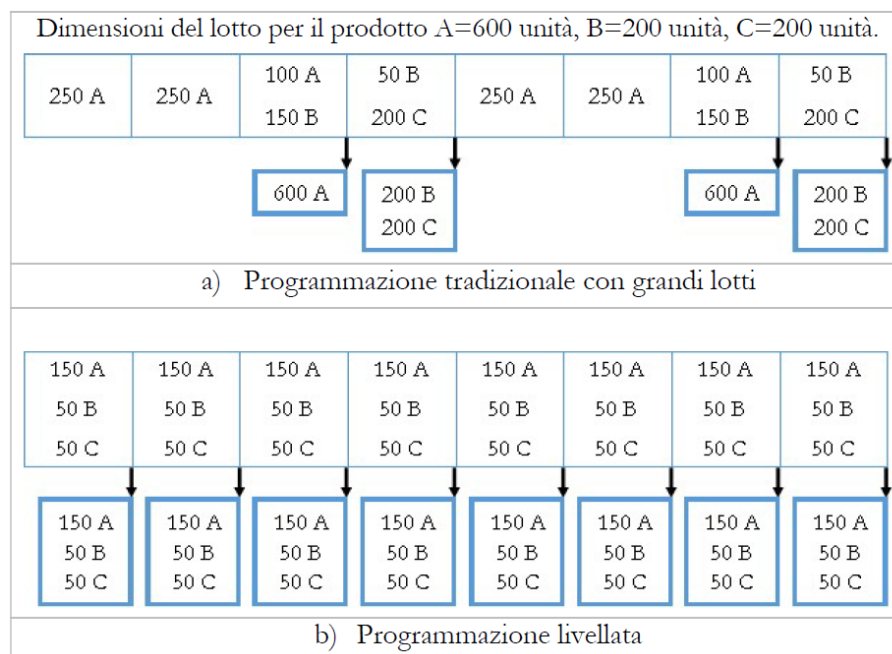


Fig. 1.9: Rappresentazione delle differenze tra produzione a lotti e code (in alto) con una produzione livellata (in basso), (Slack N., Chambers S., Johnston R., 2010, *Operations Management*, Pearson Education Limited).

²⁶ B. Jay Coleman, M. Reza Vaghefi, 1994, Heijunka (?): A key to the Toyota Production system, *Production and Inventory Management Journal*.

Un ultimo vantaggio della programmazione livellata è che in caso di cambiamento della domanda, il mix produttivo viene adattato ad essa in modo istantaneo, senza creare interruzioni o sovraccarichi nel processo coinvolto.

1.5.5 Jidoka

Un noto proverbio di Toyota dice: “Ferma la produzione in modo che la produzione non si fermi mai”. Questo significa dare la possibilità ai macchinari ed alle persone di bloccare il processo non appena si rileva qualche anomalia o deviazione dallo standard, in modo tale da risolvere il problema e far sì che non si ripresenti una seconda volta. Questo modo di procedere costruisce un sistema qualitativo efficiente ed allo stesso tempo permette di aumentare la produttività nel lungo termine. In altri termini, Jidoka può essere tradotto con la parola “autonomazione” ovvero l’automazione dal volto umano”: ogni operatore è responsabile, per la parte di processo che gli compete, della qualità del prodotto che consegna al proprio cliente (un collega, una linea a valle oppure al cliente finale).

Per attuare il Jidoka, si fa riferimento a quattro fasi principali²⁷:

- **Identificare i problemi e rendersi conto che esiste un’anomalia.** Questo step può essere automatizzato mediante i dispositivi poka-yoke: *poka-yoke* significa “a prova d’errore” ed il suo approccio è basato sulla rimozione delle cause di difetto (quindi uno strumento poka-yoke è qualsiasi meccanismo che previene un errore od un difetto). Shigeo Shingo, distingue chiaramente il significato di *errore* e di *difetto*: mentre gli *errori* sono inevitabili, in quanto le persone sono esseri umani e non possono essere concentrati per tutto il tempo oppure capire sempre perfettamente le istruzioni, i *difetti* risultano dal permettere che gli errori raggiungano il cliente. L’obiettivo del poka-yoke è lo studio di un processo che previene gli errori o li blocca immediatamente, senza farli avanzare. I metodi e gli strumenti poka-yoke sono molto semplici ed intuitivi²⁸,

²⁷ MF Consulting, Ji-Do-Ka (www.mfconsultinglean.it).

²⁸ M. Fisher, Process improvement by poka-yoke, *Work Study*, Vol.48 Issue:7 pp. 264-266.

- **Stop.** La produzione va fermata non appena ci si accorge che c'è un'anomalia (anche questa seconda fase può essere del tutto automatizzata),
- **Risolvere la situazione** correggendo al più presto il problema, in modo tale da far ripartire il processo il più velocemente possibile,
- **Chiarire quali cause hanno scatenato il problema** ed avviare una contromisura capace di garantire che non si ripresenteranno più le condizioni che hanno portato alla nascita dell'anomalia. In questa fase si possono utilizzare vari strumenti come il metodo dei *cinque perché*: questo metodo è stato inventato da Sakichi Toyoda e prevede di porsi cinque volte da domanda “Perché?” di fronte ad un problema, in modo tale da trovare la vera causa radice dello stesso (e non i sintomi)²⁹.

²⁹ H. Marquis, 2009, 5 Whys to solve problems, *itSM Solutions*.

Capitolo 2

Pietro Fiorentini S.p.a.

In questo secondo capitolo verrà presentata l'azienda Pietro Fiorentini S.p.a., nella cui sede di Arcugnano ho svolto il tirocinio su cui si basa il presente lavoro di tesi. Pietro Fiorentini ha percorso sempre da protagonista un lungo cammino costruito su petrolio e gas naturale, che l'ha resa un gruppo leader mondiale nella progettazione e realizzazione di componenti, sistemi, misure e trattamenti del gas naturale. Viene presentata di seguito la storia dell'azienda, i principali prodotti e la filosofia Lean che da circa un ventennio l'accompagna.

2.1 Storia aziendale

Pietro Fiorentini Impianti Metano venne fondata nel 1940 a Bologna dall'omonimo fondatore ed iniziò la sua produzione commerciando valvole di regolazione per l'alimentazione di automobili a GPL. Nei primi anni '70 iniziarono a comparire i primi regolatori modulari, i quali permisero di aumentare la redditività aziendale, aprendo anche sedi a Padova, Milano e Vicenza, successivamente trasferita nella vicina Arcugnano, divenuta poi sede principale del gruppo. Nel 1973 venne aperta una filiale a Roma e si segnò l'inizio di un lungo viaggio nella borsa italiana: nacque così la Pietro Fiorentini S.p.a..



Fig. 2.1: Headquarter ad Arcugnano (Vicenza), (www.fiorentini.com).

La crisi petrolifera mondiale di quegli anni obbligò il management a dedicarsi in modo consistente al gas naturale, ampliando la varietà di prodotto presente mediante valvole a farfalla, valvole a sfera, regolatori di pressione ed impianti di grandi dimensioni. Questa strategia si rivelò vincente, tanto che nel corso degli anni si iniziò a vendere in Europa, Stati Uniti, Africa e Medio Oriente.

Alla fine degli anni '90 ci fu una svolta radicale: l'azienda stava attraversando un periodo di crisi con un aumento incontrollato dei costi, non supportato da un'altrettanta crescita del fatturato, vista l'insoddisfazione del cliente. A questo

punto i vertici aziendali dovettero pensare ad una soluzione per ribaltare il trend negativo che avrebbe portato ad un rapido declino aziendale: misero in atto un percorso di trasformazione che coinvolse ogni singolo processo e di conseguenza gli esecutori dei processi, le persone. Decisero dunque di affidarsi all'esperienza di alcuni tra i migliori consulenti, per abbracciare la filosofia della *lean production*. Il processo di lean transformation della Pietro Fiorentini è stato per certi versi "da manuale", tanto da renderla una delle aziende più visitate in Italia, meta di imprenditori e manager. Alla base di questo, ci furono tre ingredienti fondamentali:

- Il totale supporto da parte dell'imprenditore il quale non si è limitato ad appoggiare e sponsorizzare il progetto, bensì è stato pienamente coinvolto, diventandone un incessante stimolatore.
- La costante tensione ad approfondire la conoscenza dei principi e delle tecniche del lean thinking si è tradotta in un massiccio investimento in formazione del personale produttivo e di giovani, soprattutto ingegneri, selezionati con grande rigore dalle migliori università italiane. Alla formazione interna, si affianca quella esterna presso il Lean Enterprise Center della Fondazione CUOA ed altri istituti. Quasi vent'anni di questi investimenti formativi si sono tradotti nella costituzione di un team di manager, ingegneri ed operai competenti e motivati, forse senza uguali in Italia.
- La ricerca costante e l'acquisizione delle migliori competenze internazionali in materia. La Pietro Fiorentini ha progressivamente costituito un'unità interna di specialisti, il *kaizen promotion office* e per riuscire non ha lesinato risorse, arrivando ad assumere come responsabile del kaizen promotion office, John Black (un professionista delle tecniche lean proveniente dalla Boeing) così come molti altri consulenti di fama mondiale, tra cui Chihiro Nakao³⁰, Mike Rona e Tom Jackson^{31, 32}.

³⁰ Allievo di Taiichi Ohno e fondatore di Shingjiutsu, azienda di consulenza giapponese.

³¹ Probabilmente il massimo esperto mondiale di *hoshin kanri*, ovvero un approccio gestionale che combina management strategico con quello operativo.

³² A. Camuffo, 2014, *L'arte di migliorare*, Marsilio Editori S.p.a.

2.2 Acquisizioni nazionali ed internazionali

Nell'ultimo ventennio il gruppo è cresciuto notevolmente, acquisendo quote più o meno elevate di molte società italiane ed estere. Nel 2004 venne acquisita ACS di San Vito al Tagliamento, specializzata nella fornitura di liquidi odorizzanti. Nel 2009 venne acquisita *Fiorentini Minireg S.p.a.* di Desenzano, che realizza regolatori di pressione di piccola taglia. Sul lato IT il gruppo si è mosso acquisendo nel 2004 *Digit S.r.l.*, azienda di telegestione e telecontrollo degli impianti; nel 2011 *Terranova* (con una partecipazione strategica del 40% del capitale), società che sviluppa software per le aziende di servizi di pubblica utilità; nel 2016 *Tecnosystem Group*, operante nell'ambito della raccolta e gestione dati per la protezione catodica delle tubature.

Per quanto riguarda invece la parte Business Unit Contatori, nel 2014 Pietro Fiorentini ha acquisito *Samgas S.r.l.*, impresa dal profondo know-how tecnologico sui contatori e convertitori meccanici per il gas, trasferita poi a Rosate per la creazione di un unico polo per la produzione di contatori meccanici ed elettrici.

Per poter raggiungere tutti i suoi clienti ed allo stesso tempo accorciare i lead time di consegna, Pietro Fiorentini oltre che i quattro plant in Italia (Headquarter ad Arcugnano poi Desenzano, Rosate e San Vito al Tagliamento) è presente in Francia, Ungheria, Tunisia, Algeria, Stati Uniti, Messico, Cina ed altri paesi, come rappresentato in Fig. 2.2.



Fig. 2.2: Rappresentazione grafica degli stabilimenti Pietro Fiorentini S.p.a. nel mondo (www.fiorentini.com).

Nel 2018 Pietro Fiorentini ha raggiunto un fatturato consolidato di € 290 milioni, tra gli 11 stabilimenti presenti in tutto il mondo, in cui operano circa 1150 dipendenti.

2.3 La struttura organizzativa ed i valori

Nel tempo, date le numerose acquisizioni e l'adozione della filosofia lean, la struttura organizzativa di Pietro Fiorentini è mutata da una struttura verticale, ancora molto radicata nel Nord-Est italiano, ad una orizzontale il cui schema segue il flusso di valore per il cliente. Per fare ciò, si sono create due value streams, ovvero due flussi che seguono il prodotto dalla progettazione alla spedizione, passando per la produzione dello stesso. La prima riguarda i *sistemi* ovvero impianti completi (spesso ETO), mentre la seconda riguarda i *componenti e servizi* ovvero tutte le tipologie di regolatori (delle varie taglie) e servizi (manutenzione, odorizzazione e formazione). Oltre alle due value streams, è presente una divisione *ricerca & sviluppo* comune a tutta l'azienda ed un numero limitato di team trasversali di coordinamento e supporto (tra cui il Team KPO, di cui ho fatto parte durante il lavoro di tesi). Infine, troviamo le risorse umane, la logistica & supply chain, il miglioramento di gestione³³, i sistemi informativi, l'amministrazione e l'ufficio legale.

Ottenuta la struttura di tipo orizzontale, in Pietro Fiorentini ci si è posti la domanda: "Cosa può farci sentire un'azienda sempre unita e salda nell'avanzamento dei nostri obiettivi?". La risposta si è data mediante la redazione della *Carta dei Valori*, ovvero delle linee guida da perseguire e condividere ogni giorno, da tutte le categorie aziendali: proprietà, dirigenti, quadri e rappresentanti. I valori sono i seguenti:

- **Affidabilità** ovvero mantenere sempre e con puntualità tutti gli impegni assunti, al fine di rispondere alle aspettative e generare fiducia,
- **Comunicazione** ovvero assicurarsi che le informazioni siano trasmesse in modo preciso, tempestivo e sintetico. Ascoltare con attenzione

³³ Come viene interpretato il controllo di gestione in Pietro Fiorentini.

cercando di capire il punto di vista dell'altro ed infine comunicare verificando l'esattezza dei contenuti ed assicurandoci di essere capiti,

- **Eccellenza** significa operare ponendosi obiettivi ambiziosi e raggiungibili per accrescere la professionalità generando valore per l'azienda. Esprimere ottimismo e convinzione nel raggiungimento degli obiettivi cercando di trasmettere agli altri la propria volontà di riuscire: gli ostacoli vanno affrontati e superati. Infine, si devono evidenziare errori e sprechi al fine di mettere in atto in modo costante azioni immediate ed adeguate ad eliminarli,
- **Impegno nella tensione al risultato** significa operare con determinazione, sia singolarmente che in gruppo, perseguendo l'eccellenza nell'analisi dei problemi, nelle proposte di soluzione e nell'attuazione dei compiti. Coinvolgere e motivare i colleghi e collaboratori al cambiamento e miglioramento continuo delle prestazioni e dei risultati, dando risalto e valorizzando i risultati positivi,
- **Innovazione** permette di avere un atteggiamento positivo verso la propria ed altrui attività, favorendo in tal modo un clima di fiducia, creativo e aperto alle nuove proposte. Valutare le nuove proposte con attenzione e disponibilità dando sempre una risposta sulla fattibilità e spiegandone i motivi,
- **Lavoro di gruppo** significa condividere gli obiettivi di crescita aziendale che fanno capo ad ogni gruppo. Impegnarsi ad accettare e a far proprie le decisioni assunte dal gruppo. Partecipare attivamente all'attività di gruppo condividendo informazioni e conoscenze e valorizzando le idee,
- **Rispetto** significa essere positivi e cortesi quando incontriamo altre persone. Confrontarsi anche con coloro che hanno opinioni differenti dalle nostre e impegnarsi a trarre valore aggiunto dalle diversità. Assumersi la responsabilità di difendere la dignità delle persone e del loro lavoro, senza distinzione di sesso, razza o provenienza,

- **Sincerità** ovvero dire il vero sempre e di fronte a chiunque. Fare riferimento solamente a dati e a fatti quando ci si confronta con l'altro, anche nel caso ci si trovi ad approvare o disapprovare il suo comportamento. Avere il coraggio di affrontare argomenti spiacevoli.

2.4 I prodotti

Pietro Fiorentini offre soluzioni in grado di soddisfare esigenze che coprono l'intera filiera distributiva del gas naturale, dall'estrazione alla consegna alle utenze finali. La varietà di prodotto è elevata, in modo tale da soddisfare i processi di odorizzazione, filtraggio, riscaldamento, variazione di pressione, variazione di volume e misurazione; oltre a ciò, si deve tener presente che le pressioni in gioco variano in base al tipo di utilizzo, andando dai 20mbar fino a sopra i 100 bar.

2.4.1 Regolatori di pressione ad azione pilotata

Il regolatore di pressione del gas ha lo scopo di ridurre ed allo stesso tempo regolare (a differenza di una valvola, che serve solo a ridurre) la pressione del gas presente all'interno di una tubazione. Esso ha l'obiettivo di garantire l'erogazione del gas all'utenza, nella quantità esatta ed alla pressione richiesta, indipendentemente dalle condizioni di esercizio del sistema. Nel caso di regolatore ad azione pilotata, la pressione del gas viene controllata da un dispositivo pilota, esterno al regolatore, seppur ad esso collegato. Nel pilota si confronta la pressione in uscita con l'elemento di carico (una molla pre-tarata) e se queste sono diverse, viene prodotta la pressione di motorizzazione che agisce sull'otturatore, regolando il flusso (vedi Fig. 2.3)



Fig. 2.3: *Regolatore di pressione ad azione pilotata Reflex 819/FO (www.fiorentini.com).*

2.4.2 Regolatori di pressione ad azione diretta

In questo caso, ciò che prima era effettuato dal pilota, viene effettuato dai componenti contenuti nella testata del regolatore. Il corpo della testata contiene una membrana che è collegata ad una molla pre-tarata: la membrana si dilata sulla base della pressione a monte ed un leverismo permette la regolazione dell'otturatore e la conseguente pressione a valle.

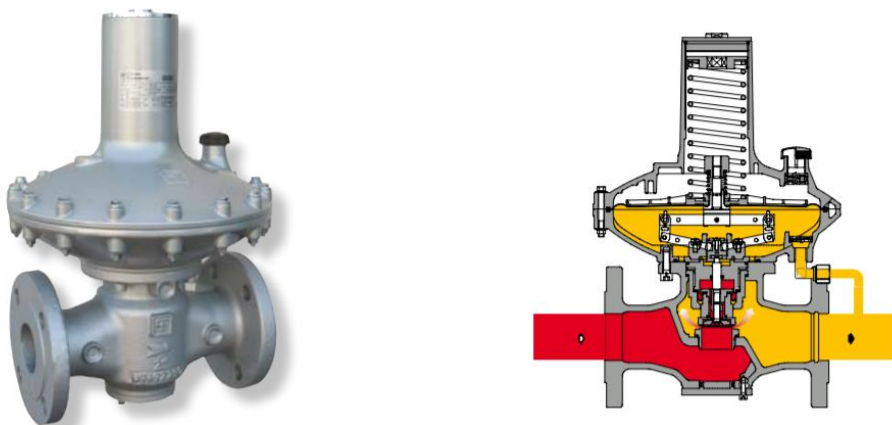


Fig. 2.4: *Regolatore di pressione ad azione diretta Dival 600 (www.fiorentini.com).*

2.4.3 Regolatori per uso domestico

Questo tipo di regolatori è adatto per installazioni civili ed industriali. Sono utilizzati per la distribuzione di gas naturale, GPL e gas non corrosivi dove sono richieste buone prestazioni di regolazioni e rapidità di risposta.

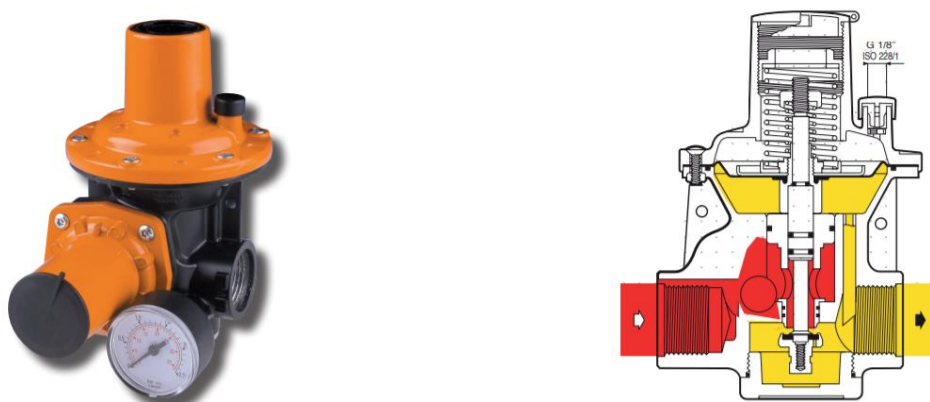


Fig. 2.5: *Regolatore di pressione per uso domestico HP 100 (www.fiorentini.com).*

2.4.4 Valvole

Le prime valvole di Pietro Fiorentini risalgono agli anni '70 e da allora la gamma di prodotti si è ampliata, così come è cresciuto il fatturato ad esse relativo. Una valvola è un dispositivo meccanico (ad azionamento elettrico, meccanico o magnetico) in grado di regolare il flusso di gas all'interno di una tubazione. I tipi di valvole attualmente nel catalogo PF sono quelle a farfalla ed anche quelle a sfera (di varie dimensioni e con differenti azionamenti e sicurezze). Questi elementi sono composti da tre elementi principali, ovvero il corpo (che è collegato alle tubature a monte ed a valle), l'otturatore (sfera nel caso di valvola a sfera e disco nel caso di valvola a farfalla) e l'organo di comando che comanda il movimento dell'otturatore stesso.

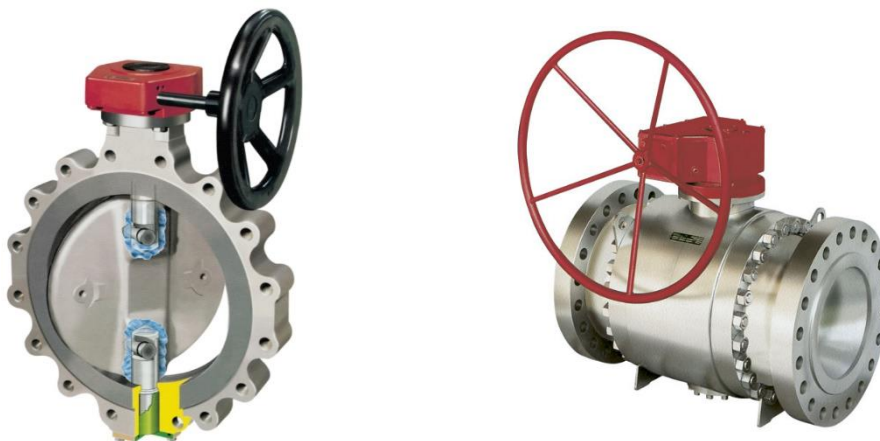


Fig. 2.6: Valvola a farfalla (a sinistra) ed a sfera Trunnion (a destra) (www.fiorentini.com).

2.4.5 Stabilizzatori

Gli stabilizzatori possono essere utilizzati per tutti i tipi di gas naturale, GPL e gas non corrosivi. Questi regolatori trovano largo impiego nell'alimentazione di bruciatori misti e combinati e nella distribuzione canalizzata sia a livello civile che industriale. I regolatori stabilizzatori di Pietro Fiorentini sono del tipo autoazionati con otturatore bilanciato e doppia membrana di sicurezza, la quale permette l'utilizzo del regolatore all'interno.



Fig. 2.7: Stabilizzatore con valvola di blocco (www.fiorentini.com).

2.4.6 Dispositivi di sicurezza

I dispositivi di sicurezza servono per bloccare il flusso di gas nei casi in cui ci siano variazioni di pressione anomali. La valvola di blocco è costituita da un otturatore montato su uno stelo, da un leverismo di sgancio, una testata di comando e da un sistema di riarmo manuale. Il carico della pressione sulla membrana è contrastato dalle molle che determinano l'intervento per aumento o diminuzione di pressione.

Il presente lavoro di tesi si è svolto nella linea di assemblaggio di questo prodotto.

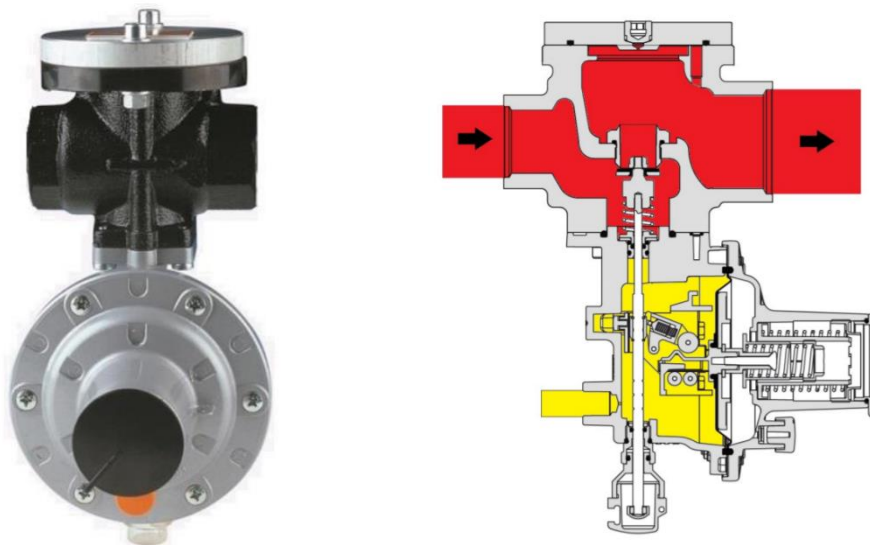


Fig. 2.8: Dispositivo di sicurezza Dilock 507/512/106 (www.fiorentini.com).

2.4.7 Contatori del gas

Esistono fondamentalmente tre tipologie di contatori: *meccanici* (che sfruttano il movimento di membrane per misurare il volume di gas in transito), *elettronici* (sempre a membrana ma con moduli elettronici che rendono la misura più accurata ed affidabile nel tempo) e gli *smart*, ovvero strumenti intelligenti sviluppati e prodotti da Samgas (acquisita nel 2014) per soddisfare i requisiti dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas. La trasmissione, dal gruppo di misura alla scheda elettronica, è realizzata mediante un'interfaccia ad alta tecnologia con un efficiente sistema antimanomissione che fornisce la massima garanzia di protezione contro eventuali tentativi di frode.



Fig. 2.9: Contatore del gas Smart Metering RSE/2001 LA (www.fiorentini.com).

2.4.8 Impianti completi

Pietro Fiorentini non realizza solamente singoli prodotti, ma progetta e realizza soluzioni complete sulla base delle richieste del cliente. Esistono sostanzialmente due categorie di impianti: quelli per il trattamento del gas e quelli per la riduzione e misura dello stesso.

Alcuni esempi di **impianti di trattamento del gas** sono:

- *Impianti per la disidratazione del gas*: se c'è dell'acqua all'interno del gas naturale, si possono avere problemi di corrosione all'interno delle

tubazioni e/o utilizzatori e dunque nelle applicazioni dove è richiesto gas secco vengono usati questi impianti che mediante vari processi, assorbono l'acqua e lasciano transitare il gas.

- *Riscaldatori*: sostanzialmente servono per riscaldare il gas (ma anche il petrolio) a diverse temperature, sulla base della tipologia di utilizzo dello stesso.
- *Unità di riduzione dell'acido solforico*: sono impianti che, come dice il nome stesso, effettuano un addolcimento del gas rimuovendo l'acido solforico dallo stesso.
- *HIPPS (High Integrity Pressure Protection System)*: impianto meccanico ed elettronico progettato per ridurre la possibilità che la pressione del sistema superi il valore massimo tollerato. La protezione contro il sovraccarico di pressione è ottenuta con il rapido isolamento della fonte che lo causa. Il sistema è utilizzato nell'Oil & Gas al fine di fornire protezione alla pressione della pipeline.



Fig. 2.10: *HIPPS (High Integrity Pressure Protection System)* (www.fiorentini.com).

Le **stazioni di riduzione e misura del gas** servono a portare alla pressione richiesta dall'utilizzatore il gas che normalmente viaggia nelle tubazioni a pressioni molto maggiori. Per fare questo bisogna filtrare i liquidi ed i solidi, ridurre la pressione e soprattutto riscaldare il gas in modo tale da contrastare l'effetto di raffreddamento dovuto dal calo di pressione.

2.4.9 Servizi

Pietro Fiorentini, oltre che ai prodotti ed agli impianti, dispone anche una serie di servizi che vanno a completare l'offerta presentata al cliente. In particolare, eroga servizi quali:

- Conduzione e manutenzione degli impianti del gas,
- Odorizzazione del gas,
- Well testing,
- Misura Smart del gas,
- Geochimica,
- DMS – Data Management System,
- Monitoraggio della protezione catodica,
- Corsi di formazione,
- Verifiche periodiche D.M. 93/2017.

Come si è potuto notare in questo capitolo, la varietà di prodotti e servizi di Pietro Fiorentini è elevata. Inoltre, l'azienda si colloca sulla fascia alta del mercato, proponendo prodotti leggermente più costosi (ma migliori di quelli dei competitors) in un lead time inferiore rispetto alla media del mercato: ecco dunque come è evidente che i punti di forza dell'azienda coincidono con i vantaggi derivanti dall'adozione del pensiero snello.

Capitolo 3

Background, Analisi dell'AS IS ed Obiettivi

In questo capitolo si descrive innanzitutto la linea di produzione oggetto di miglioramento, in termini di prodotti e processi ad essa relativi. Successivamente, seguendo il percorso di costruzione dell'A3-PS, si affronteranno i temi dell'analisi del background e current state. Infine, verranno presentati gli obiettivi in termini di Safety, Quality, Delivery e Costs. Questo capitolo entra nel dettaglio del lavoro di tesi, richiamando alcuni concetti teorici presentati nel primo capitolo.

3.1 I prodotti della Linea Blocchi

La linea Blocchi è inserita all'interno della divisione "Medireg", dedicata ai regolatori di pressione ad azione diretta, di medie dimensioni. In particolare, nella linea si effettuano dei processi di lavorazione meccanica ed assemblaggio di componenti, per ottenere il "Blocco" del regolatore di pressione. In questo dispositivo (in cui un disegno è riportato in Fig. 3.1) la valvola di blocco per intervento di minima e di massima pressione è costituita essenzialmente da un otturatore montato su uno stelo, da un leverismo di sgancio, da una testata di comando e da un sistema di riarmo manuale.

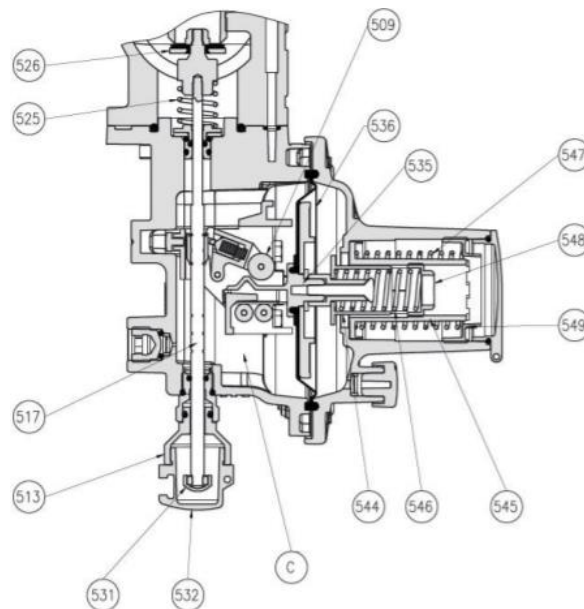


Fig. 3.1: Dispositivo di blocco Dilock: questo componente viene assemblato nei regolatori di pressione e garantisce il blocco degli stessi nel caso di anomalie (www.fiorentini.com).

Nella camera C della testata di comando la pressione da controllare agisce sulla membrana 536 che è solidale all'alberino fornito di camma 535. Il carico della pressione sulla membrana è contrastato dalle molle 546 e 547 che determinano, rispettivamente, l'intervento per aumento o diminuzione di pressione. La taratura del dispositivo viene effettuata agendo sulle ghiere 548 e 549. Una rotazione in senso orario delle ghiere provoca un aumento del valore di intervento (viceversa per una rotazione in senso antiorario). In caso di intervento per aumento di pressione, quando la stessa supera il valore di taratura, il carico sulla membrana 536 aumenta fino a vincere la resistenza della molla 547. Questo

provoca il movimento dell'alberino 535, che per mezzo della camma sposta il tastatore 509 sganciando il leverismo. In questo modo si libera lo stelo 517 con l'otturatore 526, che viene portato in chiusura dalla molla 525. L'intervento per diminuzione di pressione avviene invece nel modo seguente: fintantoché il valore della pressione rimane al di sopra del carico di taratura della molla 546, il supporto molla 544 rimane in appoggio sul supporto 545 ma se la pressione diminuisce al di sotto del valore prefissato, la molla 546 fa muovere il supporto 544 e di conseguenza l'alberino 535. La camma sposta quindi il tastatore 509 provocando lo sgancio del leverismo. Il riarmo del blocco si esegue tirando la bussola 531 fino a riagganciare il leverismo.

Il blocco può essere venduto come prodotto a sé stante oppure, nella maggior parte dei casi, come componente di un regolatore di pressione. In particolare, può essere montato su tre categorie di regolatori, che sono assemblati da altrettante linee di assemblaggio presenti in reparto. Innanzitutto, troviamo la linea DIVAL 500 che assembla regolatori di pressione della famiglia "Dival 507/512" (rappresentata in Fig. 3.2). Questi sono regolatori di pressione di valle, di tipo ad azione diretta con otturatore bilanciato, per applicazioni di bassa, media ed alta pressione.

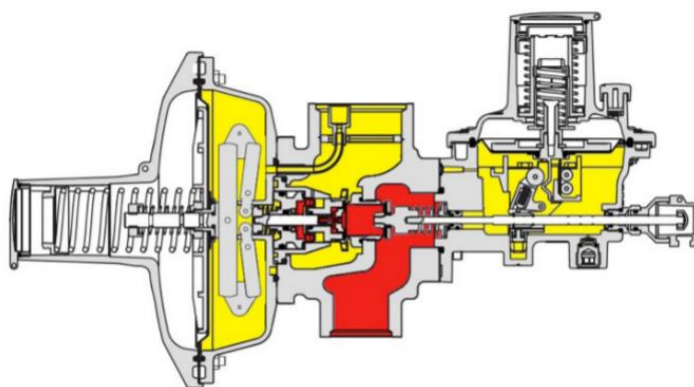


Fig. 3.2: Regolatore di pressione Dival 507/512 della linea Dival 500, dove si nota la presenza del blocco sulla parte destra dell'immagine (www.fiorentini.com).

Una seconda linea che richiede il blocco è la linea DIVAL 600 che assembla regolatori di pressione della famiglia "Dival 600" (rappresentata in Fig. 3.3) ovvero regolatori ad azione diretta (come i precedenti) con comando a membrana ed azione di contrasto a molla, per media e bassa pressione.

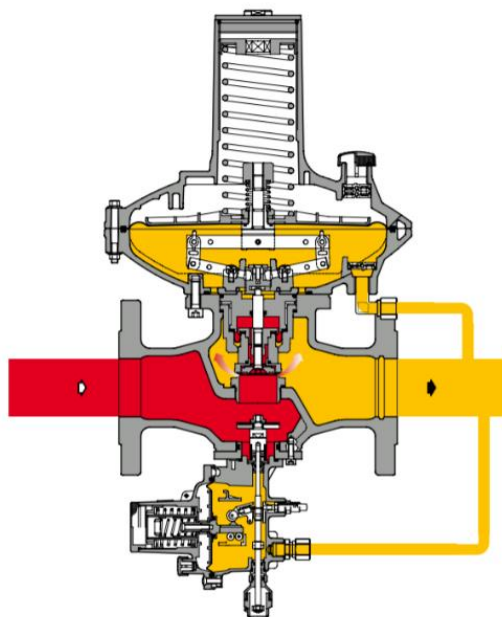


Fig. 3.3: Regolatore di pressione Dival 600, dove si nota la presenza del blocco sulla parte inferiore dell'immagine (www.fiorentini.com).

La terza ed ultima linea di assemblaggio che necessita del blocco come componente per i propri regolatori, è la LINEA SQD che assembla regolatori di pressione della famiglia "Dival SQD 100/200" (rappresentata in Fig. 3.4) di tipo autoazionato a molla, per applicazioni di media e bassa pressione dotato di dispositivo di sfioro incorporato contro le sovrappressioni transitorie.

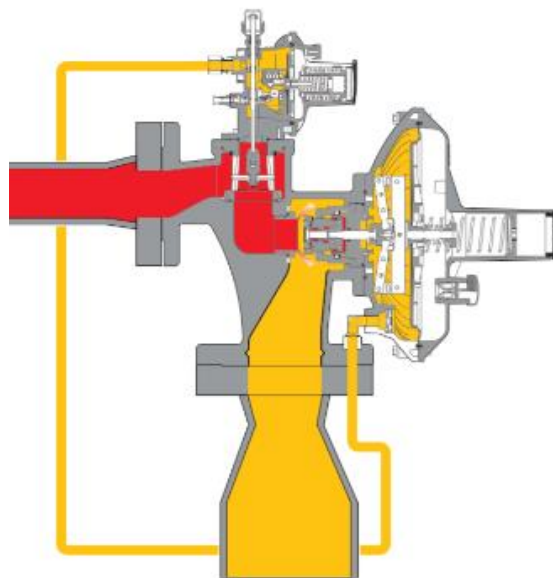


Fig. 3.4: Regolatore di pressione Dival SQD versione base, dove si nota la presenza del blocco sulla parte superiore dell'immagine (www.fiorentini.com).

Oltre a servire queste tre linee di prodotto, la linea blocchi assembla prodotti per altre linee, seppur in volumi nettamente inferiori, di altre divisioni e di altri stabilimenti.

3.2 Motivazioni del kaizen in Linea Blocchi: Background

Pietro Fiorentini è un'azienda in costante crescita, che ogni anno mostra trend positivi sui ricavi. In particolar modo i volumi di produzione crescono incessantemente e per far fronte a ciò si efficientano i processi e le attività degli operatori, per ottenere sempre il massimo da entrambi, mediante il kaizen. Entrando nel dettaglio della divisione Medireg, è stato svolto molto lavoro per rendere snelle le linee Dival (sia 500 che 600) ed SQD, mentre si è sempre deciso di posticipare “l’aggressione agli sprechi” in Linea Blocchi. Ci si è successivamente resi conto che avendo efficientato i processi a valle, il fornitore di queste linee non riusciva più a far fronte alla produttività giornaliera richiesta. Da qui l’idea di intraprendere un percorso di miglioramento per rendere il flusso quanto più regolare possibile, livellando la produzione ed al tempo stesso mantenendo sempre alimentate le linee.

Un secondo motivo che ha spinto l’azienda ad investire su questa linea è dovuto dall’introduzione a fine luglio di una nuova macchina utensile, in grado di lavorare sia il corpo del blocco, che altri componenti delle linee Dival ed Sqd. Questa scelta di internalizzazione delle lavorazioni meccaniche è dovuta ai costi legati alla gestione del conto lavoro, al suo flusso logistico ed al prezzo delle lavorazioni stesse. Come per tutti gli investimenti, anche in questo caso si vuole saturare quanto più possibile la macchina e per fare ciò (dato che i tempi ciclo delle lavorazioni sono molto brevi) c’è la necessità di avere un operatore dedicato. L’idea di non assumere altri operatori in reparto è fattibile solamente se si efficientano i processi e le attività degli operatori delle linee stesse.

Terminata questa premessa, si affrontano ora gli step temporali e le attività di miglioramento applicate durante il tirocinio svolto da fine febbraio ad inizio agosto, che mi ha visto coinvolto su questa linea di assemblaggio (ma anche sugli aspetti logistici legati all’introduzione della nuova macchina utensile, in particolare sul dimensionamento del sistema dei kanban di produzione).

3.3 Analisi del current state ed obiettivi

Seguendo il percorso di costruzione dell'A3-PS, una volta definito il background, si passa allo studio della situazione attuale. Per raggiungere gli obiettivi che ci si prefigge ma soprattutto per conoscere in quali punti specifici aggredire gli sprechi, bisogna innanzitutto avere una solida e profonda conoscenza del processo/flusso oggetto di studio. Proprio per questo motivo, le prime settimane del tirocinio sono state dedicate alla conoscenza in primis dei prodotti (affrontati nella prima parte di questo capitolo) e successivamente dei processi.

Prima di affrontare l'analisi dei processi della linea Blocchi, in Fig. 3.5 viene rappresentato il layout della linea stessa. Procedendo da monte verso valle, troviamo innanzitutto una *lavorazione meccanica* del corpo del Blocco LA (ovvero la parte inferiore del blocco, che al suo interno ospita la maggior parte dei componenti, tra cui l'albero e la camma), che arriva all'interno di cassoni contenenti centinaia di corpi, dal fornitore. Una volta lavorato alla macchina utensile, che esegue principalmente forature e filettature, viene lavato all'interno di una lavatrice industriale che rimuove residui di lavorazione meccanica ed olio lubrificante, per poi essere depositato all'interno di piccole cassette, in attesa di essere assemblato. Vicino alla macchina utensile troviamo un banco su cui si effettuano i controlli qualitativi delle lavorazioni meccaniche, chiamato nella figura "Banco C.Q." ed in caso di anomalie, si interrompe il processo per eseguire gli aggiustamenti opportuni.

Prima però di passare all'assemblaggio, come si nota anche nella figura, troviamo una postazione di *subassemblaggio*, nella quale vengono creati nove componenti che andranno successivamente assemblati nel corpo per formare il Blocco LA. Questi subassemblati vengono depositati all'interno di piccoli contenitori ed inseriti in un supermarket dal quale l'assemblatore li preleva (i due operatori lavorano l'uno di fronte all'altro, con questo supermarket tra di loro). Una volta che l'assemblatore ha terminato i componenti di una cassetta, la deposita nella parte inferiore del supermarket ed essa scivola fino ad arrivare alla postazione del collega, che provvede a ripristinarla con gli stessi subassemblati.

Passando dunque alla postazione di *assemblaggio* dove è presente un operatore, si passa dal prelievo del corpo, al montaggio di componenti e subassemblati su

di esso, fino alla chiusura del blocco mediante il coperchio, prelevato dal cassone “MP Coperchio LA”. Una volta assemblato, il Blocco LA è pronto per subire un *precollaudo*, ovvero si sottopone lo stesso ad una pressione che varia in base alla tipologia di regolatore (bassa, media oppure alta pressione) su cui andrà montato. In questa fase si effettua un primo test di tenuta del blocco ed è utile per verificare la presenza di perdite all’interno dello stesso (tra vari componenti) oppure dall’interno verso l’esterno. Questo processo è svolto automaticamente dall’attrezzatura e non è dunque necessaria la presenza di un operatore durante lo svolgimento del test in quanto l’esito, positivo o negativo che sia, compare sul display del macchinario.

Superata la fase di precollaudo si passa al *collaudo* vero e proprio dove viene verificato il funzionamento descritto nel paragrafo 3.1, ovvero lo scatto del meccanismo di blocco nel caso di pressione minima e pressione massima. Questa operazione viene effettuata da un operatore con l’ausilio di un’attrezzatura apposita, comandata manualmente: per motivi di sicurezza, l’operazione di verifica di scatto del meccanismo, viene ripetuta più volte. Lo stesso operatore che preleva il Blocco dal precollaudo effettua il collaudo ed il *quality gate* finale, ovvero appone le etichette riportanti informazioni di identificazione ed uso del prodotto e ne verifica visivamente l’integrità dello stesso e la presenza di tutti i componenti necessari al funzionamento.

Terminati i controlli, si carica a sistema il prodotto e si aggiorna un documento giornaliero avente suddivisione oraria, che traccia la produzione ed i problemi di qualità emersi. Il blocco viene infine inserito in una cassetta (la cui capienza è di quattro blocchi) che viene posizionata a supermarket. Successivamente, il *water strider*³⁴ preleva il blocco di cui necessita ed assieme ad altri componenti, lo porta alle linee di assemblaggio a valle.

Altre zone presenti all’interno della linea riguardano i “materiali a magazzino” dove troviamo parte della componentistica necessaria alle postazioni di assemblaggio e subassemblaggio: il restante materiale come ad esempio la

³⁴ Il *water strider* è una persona il cui compito è quello di prelevare il materiale dal supermarket e di trasferirlo alle linee di assemblaggio. Il suo ruolo è diverso da quello del magazzinoiere in quanto per quest’ultimo la sequenza di attività da svolgere non è predefinita e standardizzata, mentre lo è per il *water strider*. Facendo ricorso a questa figura, non si fanno spostare gli operatori dalla linea di produzione e quindi li si lascia nelle operazioni in cui è presente valore aggiunto.

viteria, viene portato in linea dai magazzinieri di reparto. A valle di questo scaffale troviamo una “zona non conformi” dove il materiale, inteso come componenti e/o blocchi per cui sono state rilevate anomalie, viene posizionato in attesa di verifica da parte del personale addetto al controllo qualità.

Per ultima troviamo la lavagna di linea (*dashboard*) sulla quale vengono riportate informazioni riguardante l’andamento di produttività e qualità della linea stessa, nonché delle checklist 5S e di manutenzione. Entrando in dettaglio, si trovano documenti che descrivono:

- **Produzione giornaliera:** questo è il documento popolato dall’operatore presente al collaudo e nella quale vengono raccolte informazioni riguardanti il numero di blocchi prodotti ogni ora ed eventuali problemi qualitativi e di produttività avuti nell’arco della giornata/turno lavorativo.
- **Andamento qualità:** in questo documento vengono rappresentate da degli istogrammi, le percentuali rappresentanti i problemi qualitativi interni, di fornitore e di mercato, comparandole con il target che si è deciso ad inizio anno. Esso fornisce una rappresentazione immediata sullo stato di salute dei processi e sull’efficacia delle azioni correttive effettuate sulla linea.
- **Andamento produttività:** sulla base del foglio in cui si riporta la produzione giornaliera, si popola questo foglio in cui si trova un primo istogramma che compara la produzione reale giornaliera con quella obiettivo ed un secondo grafico in cui si riporta l’efficienza di linea giornaliera.
- **Foglio delle anomalie:** in questo A3 si riportano le anomalie qualitative riscontrate e le *azioni correttive* messe in atto per rimuoverle, indicando anche in che modo e dopo quanto tempo si intende verificare il raggiungimento dell’obiettivo e quindi dichiarare risolto il problema. Oltre che per le azioni correttive, si può utilizzare questo documento anche per le *azioni preventive*, ovvero quelle attività che si decide di svolgere per eliminare la possibilità che in futuro si presenti un determinato problema.

- **Altre informazioni:** oltre a quanto descritto, sono presenti documenti riguardanti il layout di linea e checklist di controllo e di 5S, per il corretto funzionamento e mantenimento della stessa.

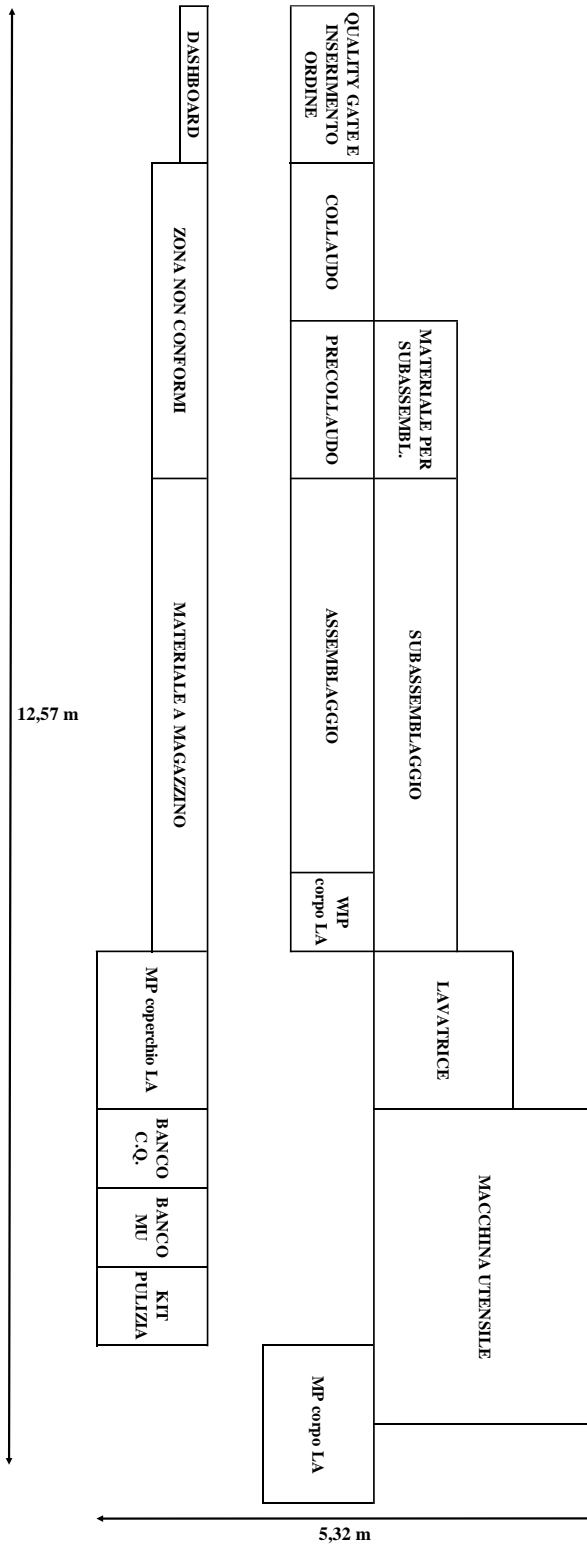


Fig. 3.5: Schematizzazione a blocchi di linea Blocchi.

Basandosi sul fil rouge seguito nei cinque mesi di tirocinio, si presentano ora i metodi, gli strumenti e le attività svolte per studiare e comprendere lo stato iniziale della Linea Blocchi.

3.3.1 Fishbone

Analizzato il layout della linea ed i macro-processi presenti al suo interno, bisogna scendere nel dettaglio per comprendere qual è la varietà di prodotto presente e soprattutto quali sono i componenti di cui è composto un blocco. Per scoprire ed organizzare queste informazioni è molto utile lo strumento denominato *fishbone*.

Solitamente la *fishbone*, anche chiamata *diagramma di Ishikawa*, viene utilizzata come metodo per trovare la causa radice di un problema, mediante la costruzione di un diagramma a spina di pesce in cui ci sono sostanzialmente sei famiglie di cause, anche se le più importanti ed usate sono quattro:

- **Materiali:** materie prime oppure componenti che vengono utilizzati nel processo/attività che si sta analizzando,
- **Persone:** ci possono essere carenze di formazione, comunicazione, oppure di competenze personali, alla base del problema,
- **Metodo:** questa lisca di pesce riguarda tutte quelle procedure/standard utilizzati in azienda e che potrebbero essere causa di problemi,
- **Macchine:** i macchinari e particolarmente il loro funzionamento possono essere causa di problemi e dunque è bene considerarle nell'analisi.

Le altre due voci, **misure** ed **ambiente** sono utilizzate in casi particolari, dove effettivamente possono avere un impatto significativo sul problema che si sta cercando di risolvere.

Alla spina principale del pesce, si collegano le lisce delle famiglie di cause identificate e da queste ultime partono ulteriori lisce (cause primarie e secondarie) che rappresentano effettivamente quali sono le cause/variabili in gioco. Questo strumento permette all'utilizzatore di ampliare i confini che

solitamente si hanno quando si cerca di risolvere un problema, permettendo di considerare più scenari differenti come effettivamente impattanti sul problema d'origine.

Nel caso in oggetto, questo strumento è stato usato in modo differente, sfruttando però analogie e benefici ad esso collegati. In particolare, per ricostruire la composizione del Blocco come insieme di componenti e subassemblati, si fa riferimento alla lisca di pesce, come rappresentato in Fig. 3.6 in cui si riporta una parte di fishbone. Sulla spina principale si riportano i vari step tra la materia prima (corpo del blocco) ed il prodotto finito (blocco assemblato) e ad ognuno di questi step si associa una lisca dove troviamo uno o più componenti/subassemblati che lo vanno a comporre.

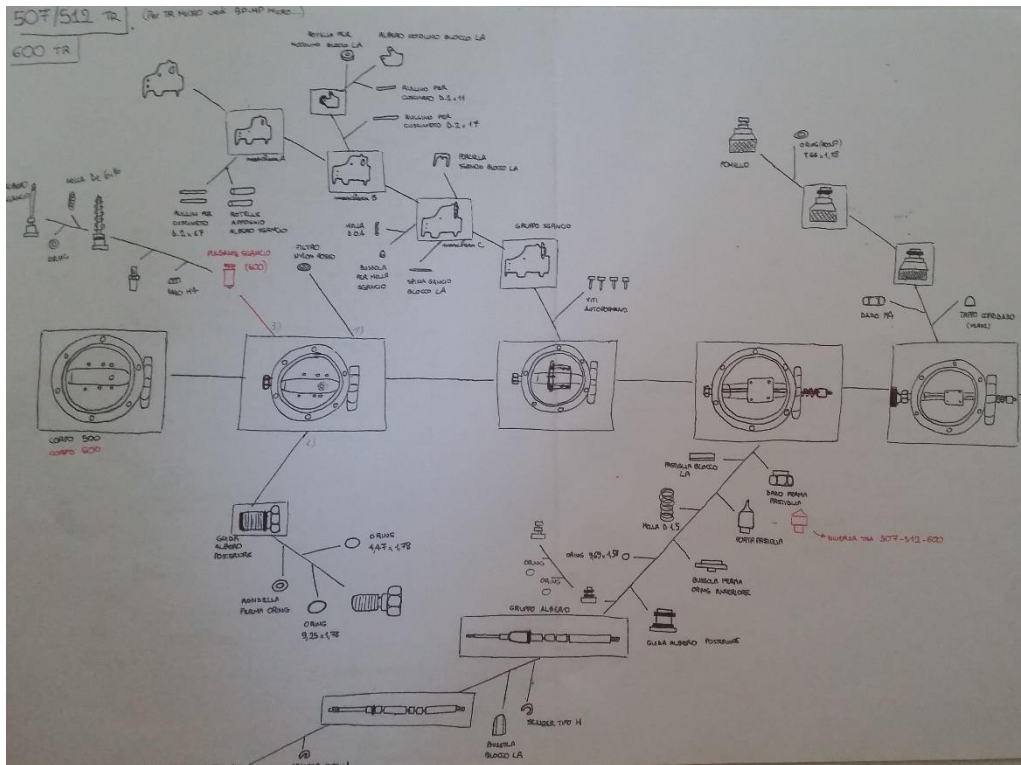


Fig. 3.6: Utilizzo della fishbone come strumento per rappresentare la sequenza di assemblaggio e la distinta base del Blocco LA.

Procedendo da sinistra verso destra (anche se come in segna la filosofia giapponese, andrebbe realizzata da destra verso sinistra, allo stesso modo in cui scorre il flusso) si aggiungono componenti e lavorazioni al prodotto, rispettando quelle che sono le precedenze temporali e processuali dello stesso.

Quest'attività può essere fatta disegnando in fogli A3 (come in questo caso) oppure mediante l'utilizzo dei componenti reali posizionati direttamente su una superficie di dimensioni coerenti. Sebbene sia un processo sicuramente più lungo e complesso di una "semplice" distinta base in cui si riporta la lista di componenti che costituiscono il prodotto, questo metodo permette di conoscere in dettaglio qualsiasi tipo di prodotto si decida di analizzare. Creare per ciascuna varietà di prodotto la relativa fishbone, impone infatti all'utente di passare molto tempo nel gemba ad osservare i processi produttivi di lavorazione meccanica ed assemblaggio, cercando di rappresentare ogni minimo dettaglio. Inoltre, a partire dalla fishbone si possono ricavare molte altre informazioni, sia per quanto riguarda la gestione dei materiali che dei processi. Come si vedrà nei prossimi paragrafi, l'utilità di questo strumento è emersa nel momento in cui si sono affrontati i temi riguardanti il carico di lavoro degli operatori ed il conseguente bilanciamento, permettendo di suddividere le attività sulla base della sequenza reale delle operazioni, avendo sempre di fronte il flusso di valore.

Questa attività è stata svolta per tutte le varianti di Blocco LA che si possono ottenere dalla linea (ad eccezione dei prodotti relativi a commesse speciali che rappresentano versioni ibride) e dunque oltre che acquisire familiarità con la componentistica in comune e dedicata, ha permesso di conoscere in dettaglio il processo di assemblaggio e tutte le micro-attività di cui esso si compone, facilitando la successiva attività, ovvero la creazione dello *Yamazumi Chart*.

3.3.2 Yamazumi Chart

Sulla base delle fishbones ottenute, è stata fatta una rilevazione dei tempi per ogni attività indicata. In particolare, si è cercato di rilevare le prestazioni di più operatori impegnati nella stessa operazione, in modo tale da capire se ci fossero eventuali gap (ed il motivo degli stessi). Per ogni operazione svolta da ciascun operatore, sono stati elaborati almeno sei rilievi e quindi si è scelto il *miglior tempo ripetibile*. Questo tempo tiene conto della migliore performance ottenuta che però si sia ripetuta almeno due volte: questo significa che ci si basa su un tempo buono, ma che sia comunque performabile e ripetibile, garantendo contestualmente la qualità dell'assemblato.

Una volta completate queste prime due attività, ovvero definito la sequenza di attività da svolgere per ottenere l'assemblato ed il tempo necessario a farlo, non

restava altro che attribuire agli operatori della linea le attività che quotidianamente svolgevano. Per fare ciò, ho utilizzato uno strumento chiamato *Yamazumi chart* o *diagramma di carico*.

Fondamentalmente si tratta di un diagramma a barre, in cui sull'asse delle ascisse si rappresentano gli operatori oppure le fasi del processo³⁵ e sull'asse delle ordinate viene riportata la scala del tempo (espressa in secondi/minuti/ore a seconda della scala di grandezza relativa alla specifica situazione). Nel caso in oggetto, al momento dell'analisi erano presenti **tre operatori**, i quali erano organizzati nel seguente modo:

1) Operatore al subassemblaggio

Questo operatore era dedicato alla preparazione dei sub-assemblati necessari all'operatore dell'assemblaggio. Questi subassemblati erano depositati nel supermarket che separa le due fasi e prelevati dal secondo operatore nel momento in cui risultava necessario. Un'analisi che ho voluto svolgere nei primi giorni di attività è stato il monitoraggio del lead time di questi componenti, ovvero determinare quanto tempo intercorreva dal momento in cui venivano inseriti a supermarket, all'istante in cui venivano utilizzati. Il risultato è stato sorprendente: si passava da tempi di circa 26 ore, a componenti che venivano assemblati nel blocco LA 66 ore lavorative successive al momento della loro creazione. Questo significa che la giacenza di materiale, per gli standard di Pietro Fiorentini, era molto elevata.

2) Operatore all'assemblaggio e lavorazione meccanica

L'operatore che assemblava i blocchi LA era dedicato, oltre che al montaggio, anche alla lavorazione meccanica (a spot) ed all'avviamento della lavatrice. Questo significava che tra l'assemblaggio di un prodotto ed il successivo (od ancora peggio, durante il montaggio) l'operatore abbandonava la postazione per recarsi davanti alla lavatrice, inseriva il corpo da lavare (che era stato lavorato precedentemente), avviava la lavatrice e prelevava il corpo lavato, per porlo poi nelle cassette di WIP presenti tra la

³⁵ Questo dipende dall'utilizzo dello strumento: se si vuole mappare il carico degli operatori oppure quello delle varie fasi del processo in esame si utilizzano le rispettive discriminanti per rappresentare il diagramma.

cella di lavorazione meccanica e la linea di assemblaggio. Nel caso in cui fossero presenti 4 operatori in tutta la linea, un operatore era dedicato alla macchina utensile ed un altro all'assemblaggio (mentre il terzo al subassemblaggio ed il quarto al precollaudo e collaudo).

3) Operatore al precollaudo e collaudo

Le ultime fasi della linea erano (e sono tutt'ora) il precollaudo ed il collaudo. Un operatore prelevava il blocco assemblato e lo inseriva nella macchina di precollaudo, dove il blocco veniva testato per verificarne la tenuta e l'assenza di perdite di pressione (interne ed esterne). Dopo circa tre minuti la prova automatica terminava ed il blocco era pronto per passare alla fase di collaudo manuale: in questa fase l'operatore testava il blocco per verificarne il funzionamento nella pressione minima e massima (dunque nei due casi in cui deve attivarsi per mandare in blocco il flusso di gas nel regolatore). Inoltre, si testava anche il funzionamento del blocco nel caso di vibrazioni più o meno violente. terminate le fasi di test, si procedeva con il controllo qualità visivo dove si effettuava:

- Verifica della presenza di tutti i componenti,
- Controllo dell'assenza di difetti di verniciatura nel corpo e coperchio,
- Controllo dell'assenza di porosità oppure ammaccature sul corpo e coperchio,
- Apposizione di etichette rappresentanti il funzionamento ed informazioni relative alla tracciabilità,
- Compilazione del foglio di produzione giornaliera in cui si indicava il numero di blocchi prodotti, la varietà ed eventuali problemi qualitativi e produttivi.

Una volta terminate queste attività, l'operatore inseriva il blocco nella cassetta e la portava nel supermarket una volta riempita con il numero standard di blocchi.

Il segnale che faceva partire la produzione era la cassetta vuota, portata dal water strider all'operatore del collaudo, il quale passava l'informazione all'operatore dell'assemblaggio (mentre le lavorazioni meccaniche non erano tirate dalla domanda, ma si producevano lotti più o meno grandi per coprire la giornata).

Quindi sulla base della situazione appena descritta, ho costruito il diagramma di carico rappresentato in Fig. 3.7. La linea orizzontale rossa rappresenta il *takt time*³⁶ ovvero il ritmo di produzione a cui bisogna sottostare per soddisfare le esigenze del cliente. Il takt time è un tempo che si calcola (non si misura) e che dipende da due variabili: la prima è il tempo netto disponibile per la produzione, mentre la seconda è la domanda del cliente (che varia nel tempo). Ad esempio, se in un turno lavorativo ho a disposizione 420 minuti ed il cliente mi richiede 2 prodotti per ciascun turno, il takt time (T/T) è pari a 210 minuti.

Come si può notare dal diagramma, i carichi di lavoro dei tre operatori erano molto sbilanciati. In particolare, l'operatore dedicato al subassemblaggio superava il takt time del 4%, mentre l'operatore del collaudo aveva circa il 30% di tempo disponibile. Per quanto riguarda il carico del secondo operatore, ovvero l'assemblatore, eccedeva del 9% il T/T senza contare del tempo che impiegava per effettuare le lavorazioni meccaniche: comprendendo anche queste ultime si arrivano a valori superiori al 120%.

È chiaro che la situazione era critica in quanto si avevano due operatori su tre con un carico superiore al takt time e dunque non si riusciva a far fronte ai volumi richiesti dal cliente, mentre un terzo con un carico nettamente inferiore rispetto ai colleghi.

Come ho riportato precedentemente, alcuni giorni venivano allocati quattro operatori in Linea Blocchi per cercare di livellare il carico di lavoro, dedicando una persona alle lavorazioni meccaniche, una all'assemblaggio, una al subassemblaggio e l'ultima al precollaudo-collaudo. In realtà il collo di bottiglia (ovvero l'operatore avente carico più alto, che limita il flusso di produzione) rimaneva l'operatore dell'assemblaggio, con un carico comunque più alto del T/T, mentre l'operatore alla macchina utensile era decisamente impiegato per un

³⁶ *Takt* è un termine tedesco che significa *battuta musicale, ritmo*.

tempo limitato, poco sopra il 15% (anche se in realtà poi si spostava alla stazione di subassemblaggio).

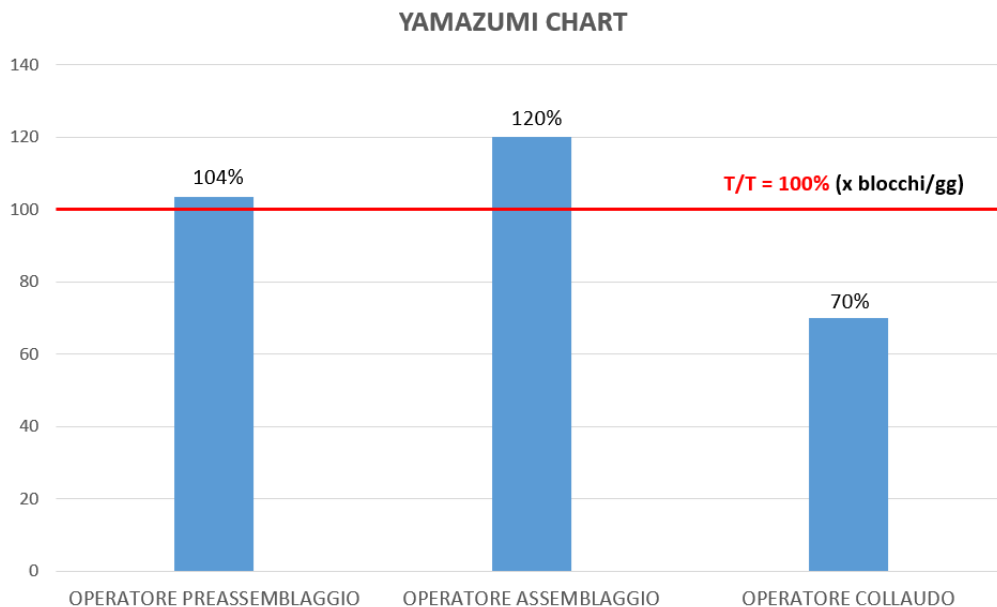


Fig. 3.7: Diagramma di carico dove nell'asse delle ascisse si trovano i tre operatori ed in quello delle ordinate i secondi in cui lo stesso operatore è impegnato per svolgere le attività che gli competono per la realizzazione di un singolo prodotto (qui rappresentati in percentuale, per motivi di riservatezza).

3.3.3 Produttività e Rispetto del Pianificato

Una volta ottenute le informazioni descritte precedentemente, sono stato in grado di aggiornare l'A3 inserendo i dati relativi alla produttività della linea, mediante la seguente formula:

$$Produttività = \frac{T/C \times Volume\ produttivo\ [giornaliero]}{Tempo\ disponibile\ [giornaliero] \times coefficiente}$$

Per *produttività* si intende la quantità di output che si è in grado di generare con un certo input: in questo caso per output si fa riferimento al volume di produzione giornaliero moltiplicato per il tempo di produzione di un singolo output, mentre per l'input si considera il tempo in cui hanno lavorato (alla produzione dell'output) gli operatori della linea. Ad esempio, se il tempo ciclo di produzione di un componente è di 50 secondi e se ne producono 400 in un turno lavorativo di 480 minuti, si ottiene:

$$Produttività = \frac{50 \times 400}{480 \times 60 \times 0,90} = 0,77$$

Utilizzando dunque un coefficiente che tiene conto di inefficienze varie (come pause e cali di performance), si calcola la produttività, che nell'esempio è pari al 77%.

Mediante i dati ricavati precedentemente e l'utilizzo della formula sopra riportata, sono stato in grado di calcolare l'efficienza della linea, che nel mese di febbraio si è attestata (mediamente) su valori attorno al 66%.

L'obiettivo era quello di uniformarsi alla produttività delle altre linee del reparto, pari al 90%, quindi mediante un incremento di 24 punti percentuali. Nel capitolo successivo, dove si descriveranno le azioni di miglioramento attuate, si potrà vedere come si è riusciti ad aumentare la produttività degli operatori della linea mediante semplici ma efficaci azioni mirate.

Per ciò che concerne il *rispetto del pianificato*, si fa riferimento al foglio di produzione giornaliera in cui il Team Leader di linea quotidianamente indica l'obiettivo di produzione (che si basa sugli ordini pianificati alle linee a valle) che deve essere raggiunto per garantire il corretto funzionamento delle linee Dival. Rispettare il pianificato però non basta, in quanto quello che regola la produzione in linea è la cassetta vuota che arriva dal supermarket e che necessita di essere riempita di Blocchi LA. Sostanzialmente questo indice serve per capire a colpo d'occhio se durante il turno di lavoro ci sono dei problemi: dato che il volume pianificato viene scomposto in obiettivi minimi orari, è semplice e rapido intuire l'insorgere di anomalie e dunque agire tempestivamente.

Utilizzando gli stessi dati dell'esempio precedente, se in un giorno si producono 400 prodotti, ciò significa che ogni ora dalla linea ne devono uscire mediamente 50: sicuramente ci saranno fasce orarie in cui la produttività sarà minore (come quelle all'inizio ed alla fine del turno, così come durante la fase digestiva) ed altre in cui sarà maggiore.

L'obiettivo in questo caso era quello di rispettare sempre il pianificato, ovvero garantire la produzione alle linee e rispettare le date di consegna promesse al cliente, aumentando del 25% il valore registrato a febbraio.

3.3.4 Valutazione 5S

Come descritto nel paragrafo 1.5.1, nel management moderno, non ci si basa solamente sulle certificazioni ISO, ma anche sul miglioramento continuo e sulla sicurezza e pulizia degli ambienti: questo significa applicare le 5S.

Esistono dei moduli di valutazione (come quello rappresentato in Fig. 3.8) che permettono di seguire una check list ed attribuire dei punteggi per capire in che stato ci si trova e quali sono le azioni di miglioramento da fare per migliorare la condizione attuale in termini di pulizia, sicurezza e produttività. Un ambiente di lavoro ordinato e pulito porta con sé molti vantaggi, tra cui:

- Istantanea identificazione di anomalie in attrezzature/macchinari: se i macchinari e le superfici sono pulite, si è in grado di identificare immediatamente una anomalia come una perdita d'olio.
- Aumento della produttività: se nella postazione dell'operatore sono presenti e ben identificati tutti gli strumenti di cui necessita durante le attività quotidiane, esso non dovrà spostarsi per lo stabilimento per trovare quello di cui ha bisogno.
- Apprezzamento da parte dei clienti: sicuramente uno stabilimento (parte produttiva ed uffici) in ordine non possono fare altro che aumentare la fiducia e l'apprezzamento dei clienti, i quali saranno più propensi all'acquisto.

Per eseguire una valutazione di un'area produttiva (come ad esempio è stato per la Linea Blocchi), ma anche un ufficio o qualsiasi altra area all'interno di un'azienda, ci si deve dotare di un modulo apposito. Nella bibliografia esistono moltissime varianti di questa check list, anche perché ogni azienda la può adattare alla propria realtà, ma fondamentalmente il principio su cui si basa è lo stesso. Mediante delle domande/affermazioni viene richiesto al compilatore la situazione dell'area di valutazione sotto vari punti di vista come per esempio la presenza di segnaletica, l'ordine delle attrezzature, la pulizia, la presenza di materiale non identificato, ecc.. Si valuta attribuendo un punteggio che va **da 1 a 5** dove 1 significa che non si è fatto nulla per migliorare la situazione ed essa è fuori controllo, mentre 5 si ottiene quando esiste uno standard e la situazione è

mantenuta nel tempo. Nel mezzo ci sono i punteggi che indicano, in ordine crescente, lo sforzo fatto per implementare e sostenere le 5S nell'area.

5S Manufacturing Assessment								
Work Area:		Key: Use sheet to rate work area 5 times (note each date) 1 = "non-existent", - 3 = "average" and 5 = "excellent"						
5S Phase	Definition	Standards To Be Met	Ratings					Next Steps
Date of Assessment								
Sort (Seiri)	The right materials are available and anything unnecessary is removed	- Unused parts, tools and equipment removed						
		- There is nothing in the hallways impeding flow						
		- There is no excess inventory being stowed away						
		- There is no out of date signage on the walls						
Set in Order (Seiton)	There is place for everything and everything is in its place	- Shelving has clear labels or pictures for parts						
		- Floors are taped to indicate equipment locations						
		- Tool locations are marked or shadow-boarded						
		- Things are not put down, they are put away						
Shine (Seiso)	Everything is clean and in working order	- All equipment is clean and painted to show leaks						
		- Cables are bundled and there are no loose wires						
		- Cleaning tools and supplies are readily available						
		- All surfaces are dirt and grime free						
Standardize (Seiketsu)	Guidelines and practices are established to maintain first three steps	- 5S activities and locations are clearly outlined						
		- Audit forms and checklists are being used						
		- There is a 5S schedule & responsibilities are clear						
		- Quantities and limits are clearly marked						
Sustain (Shitsuke)	5S is a habit that people incorporate into their daily practice	- Leadership enforces daily 5S habits						
		- There is accountability for ongoing 5S practice						
		- 5S results are prominently displayed						
		- Employees are 5S-trained and recognized						
Total Score			0	0	0	0	0	0

Fig. 3.8: Modello di valutazione 5S di un'area di lavoro. I punteggi vanno da 1, caso in cui non si è fatto nulla a riguardo, a 5 nel caso in cui ci sia una situazione ottimale, che è sostenuta nel tempo (www.GoLeanSixSigma.com).

Entrando in dettaglio nella linea Blocchi, la situazione a febbraio non era assolutamente delle migliori. In particolare, la valutazione fatta assieme al Team Leader del reparto ha ottenuto un punteggio globale di 1,45. Questo numero è risultato dalla *media dei punteggi assegnati alle varie voci* (pari a 20) che in Pietro Fiorentini si è deciso di considerare all'interno del modello di valutazione 5S (e che in questo elaborato non si riporta per motivi di riservatezza). I punti d'attenzione erano i seguenti:

- Materiale non identificato presente sopra le attrezzature e nelle postazioni di assemblaggio,
- Parziale assenza di righe a terra segnalanti la presenza di attrezzature e materiale in corso di lavorazione,

- Assenza di identificazione del materiale per la pulizia,
- Contenitori di materia prima e subassemblati non identificati e posizionati in modo casuale nel banco di lavoro,
- Blocchi non conformi ammassati su degli scatoloni senza identificazione,
- Dashboard incompleta e con documenti non aggiornati,
- Altro.

Sebbene la situazione fosse abbastanza critica, del lavoro era sicuramente già stato fatto e quindi non risultava necessario un cantiere 5S dove si comincia dalla prima S e si procede a mano a mano verso le altre S in maniera massiccia, ma quello di cui necessitava questa linea produttiva erano azioni puntuali volte a migliorare la condizione in cui versava: quindi per esempio nella zona delle non conformità c'era la necessità di partire dalla prima S, ma per altre problematiche si poteva partire dalla seconda oppure dalla terza.

L'obiettivo 5S di questa linea era quello di ottenere, mediante valutazione, un punteggio pari a 2,00 nel mese di luglio. Sebbene sia molto sfidante, si vedrà nel capitolo successivo come si è operato per migliorare l'area.

3.3.5 Difettosità interna

Per meglio inquadrare il tema trattato da questo paragrafo, si inizia con la distinzione tra quella che è la *difettosità esterna* e l'*interna*. La *difettosità esterna* è direttamente correlata ad anomalie/non conformità derivanti da fornitori esterni oppure interni (ad esempio una linea di assemblaggio a monte, oppure un fornitore che in realtà fa parte del gruppo Pietro Fiorentini S.p.a.). Per *difettosità interna* si fa riferimento invece a tutte le anomalie che si sono generate a causa di errori/problemi sorti nella linea che si considera (in questo caso la Linea Blocchi) ovvero problemi di assemblaggio oppure di lavorazione meccanica.

Per aggredire le anomalie, è necessario che esse vengano registrate nel momento in cui accadono, in modo tale da poter intervenire tempestivamente per

ripristinare il corretto funzionamento della linea. Successivamente, dopo un'accurata analisi, di devono implementare delle attività per la rimozione delle cause radice per annullare la probabilità che si manifestino nuovamente. Una consuetudine (comune a molte realtà aziendali) riscontrata nel gemba è quella relativa al fatto che spesso e volentieri non si registrano eventi difettosi per il semplice motivo che sembra sia una perdita di tempo interrompere le attività produttive per riportare l'accaduto. Se però si fa notare agli operatori che il tempo che dedicano a riportare l'anomalia, permetterebbe agli addetti del controllo qualità e miglioramento continuo di essere a conoscenza dei problemi e di conseguenza analizzarli e risolverli, la produttività e la qualità dei prodotti sicuramente aumenterebbero nel tempo.

Proprio per questo motivo, i processi in Linea Blocchi sembravano assolutamente sotto controllo dato che la difettosità interna era ben al di sotto della soglia posta come obiettivo del reparto. Nel momento in cui si è iniziato a raccogliere ogni minimo evento difettoso, le percentuali sono più che raddoppiate ed i problemi hanno iniziato ad emergere uno dopo l'altro, come si vedrà nel capitolo successivo.

Inoltre, il sistema dedicato alla gestione delle non conformità non funzionava come avrebbe dovuto. Come si è visto nel paragrafo precedente, erano presenti più postazioni in cui si ammassavano componenti e blocchi che avevano riscontrato dei problemi: questi non avevano alcuna identificazione riguardante l'anomalia riscontrata in rampa di collaudo (o durante il processo di assemblaggio) e dunque risultava molto oneroso ripristinarli: si preferiva dunque procedere con l'assemblaggio di un nuovo blocco piuttosto che capire le problematiche ed eseguire la riparazione.

Non era inoltre presente alcun momento di condivisione delle anomalie produttive e qualitative tra gli addetti del controllo qualità e gli operatori della linea, quindi questo portava ad una maggior sfiducia da parte dei lavoratori, che avevano così un motivo aggiuntivo per non segnalare le difettosità.

L'obiettivo di difettosità interna è anche in questo caso molto sfidante: in quattro mesi si vuole arrivare ad avere valori di difettosità interna inferiori al 4% (considerando che le informazioni rilevate aumenteranno notevolmente).

3.3.6 Azioni correttive ed Azioni preventive

Restando sempre all'interno dell'ambito della qualità (ma in questo caso in senso generico, ovvero considerando sia quella interna che esterna) si entra nel campo delle *azioni correttive* ed *azioni preventive*. Le azioni citate si riferiscono ad attività volte ad eliminare le cause scatenanti i problemi qualitativi e prendono il nome di *azioni correttive* nel momento in cui si eseguono successivamente al presentarsi di un'anomalia: il loro obiettivo è quello di andare a correggere questo stato di eccezione per ripristinare lo standard. Al contrario, le *azioni preventive* invece mirano a risolvere una potenziale causa di non conformità, prima ancora che essa accada. Queste ultime si applicano meno frequentemente delle prime, soprattutto nel primo periodo in cui si effettuano azioni di miglioramento in quanto si è focalizzati nel risolvere le problematiche già presenti e si ha quindi poco tempo disponibile da dedicare allo studio delle potenziali cause di non conformità ed ai metodi per evitarle.

Lo stato attuale della linea Blocchi era in linea con quanto dichiarato fin ora, ovvero nessuna azione intrapresa (sia preventiva che correttiva) dall'inizio dell'anno: questo è dovuto in primis al fatto che non c'erano le risorse disponibili (in termini di tempo) ma soprattutto perché i problemi, come detto nel paragrafo precedente, non venivano riportati e dunque sembrava non servisse alcun intervento e si preferiva invece concentrare le energie su altre linee di assemblaggio.

Per tenere traccia delle azioni in corso, si compilava un apposito modulo composto dalle seguenti parti:

- Codifica dell'azione (codice univoco identificativo),
- Descrizione del problema riscontrato e numerosità di accadimenti,
- Soluzione tampone implementata per ripristinare lo standard (in modo tale da evitare un fermo linea prolungato o comunque perdite di produttività ulteriori),
- Azioni proposte per rimuovere la causa radice,

- Esecutore/i dell'azione,
- Tempo a disposizione per evadere l'azione,
- Tempo in cui si monitora l'effettiva rimozione della causa radice.

L'obiettivo della Linea Blocchi prevedeva il raggiungimento di almeno tre azioni efficaci entro fine luglio, siano esse di tipo correttivo oppure preventivo. L'obiettivo era solamente di tipo numerico in quanto la natura dell'azione (preventiva o correttiva) deriva dalle problematiche riscontrate nel gemba e dalle conseguenti analisi effettuate: sarebbe stato dunque limitativo imporre una differenziazione in anticipo.

Terminata l'analisi della situazione attuale, si hanno tutte le informazioni necessarie per pianificare l'implementazione di azioni di miglioramento in Linea Blocchi, in modo tale da aumentare la produttività e ridurre la difettosità, ponendo sempre attenzione agli aspetti di pulizia e sicurezza (5S).

Capitolo 4

Miglioramenti SQDC in Linea Blocchi

In questo capitolo si presenta il kaizen applicato alla Linea Blocchi, dimostrando i notevoli miglioramenti ottenuti mediante continue azioni mirate ad eliminare gli sprechi, individuati principalmente mediante osservazione diretta ed interviste, ma anche tramite l'analisi delle note riportate dagli operatori stessi nei documenti preposti. Tutto questo veniva riportato e gestito sempre mediante l'A3-PS il quale ha permesso di pianificare le attività mantenendo costantemente il focus sul problema.

4.1 Bilanciamento della linea

Come riportato in Fig. 3.7 del capitolo precedente, le attività svolte dagli operatori della linea erano fortemente sbilanciate e questo causava il mancato raggiungimento del pianificato, problemi di WIP tra le fasi del processo e soprattutto disparità tra gli operatori i quali notavano la differenza di carico delle attività assegnatagli.

L'obiettivo di questa attività di miglioramento è stato quello di aumentare la percentuale di giorni in cui si rispettava il pianificato ed inoltre di incrementare la produttività mediante l'eliminazione dei tempi di attesa dovuti dall'errato bilanciamento delle operazioni: di seguito è presentato il metodo utilizzato per ottenere quanto descritto.

Definito lo stato attuale, la prima attività svolta è stata quella di realizzare lo Yamazumi Chart rappresentando nell'asse delle ascisse i tre operatori della linea, a cui era associata una colonna per ciascuno, in cui erano riportati i tempi di esecuzione delle singole attività (ed ovviamente le attività stesse) in maniera tale da comprendere la struttura del carico di lavoro dei vari operatori, ottenendo un diagramma come quello rappresentato in Fig. 4.1.

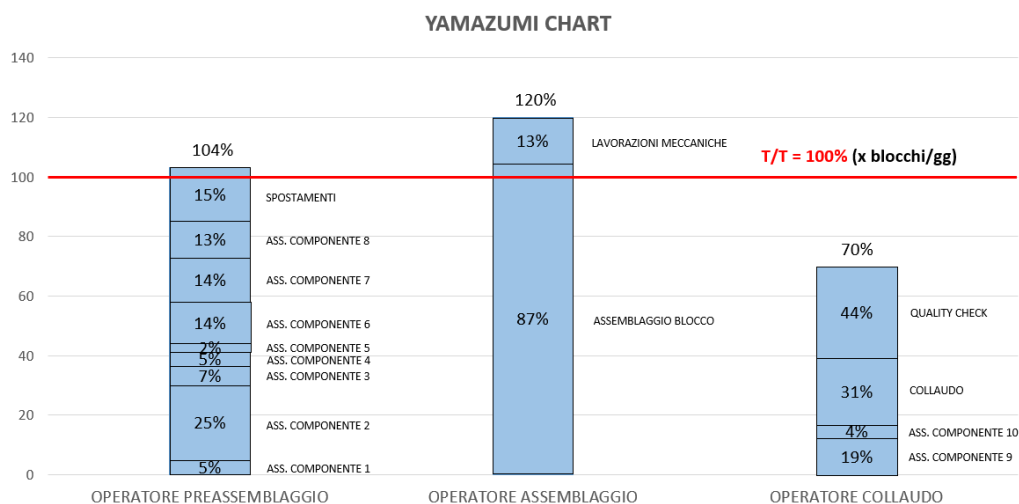


Fig. 4.1: Yamazumi Chart AS IS dettagliato alle varie attività che compongono le fasi del processo in Linea Blocchi, dove sono rappresentate in percentuale.

Una volta trovate queste informazioni, sono state fatte delle valutazioni su quali attività spostare da un operatore ad un altro, considerando alcuni fattori, quali:

- Durata della singola attività,
- “Posizione” dell’attività nel flusso di valore: come espresso nel capitolo precedente, lo strumento utilizzato per mappare i processi è stato la Fishbone, la quale ha permesso di ordinare i vari componenti (e dunque attività di montaggio) sulla base della sequenza temporale in cui essi entravano a far parte del prodotto finito. Considerando dunque il flusso di valore, non si assegnano attività molto lontane nel flusso, alla stessa risorsa,
- Vincoli di spazio,
- Utilizzo di attrezzature particolari.

Dopo aver pesato le variabili descritte e provato varie simulazioni, il nuovo bilanciamento delle attività, rappresentato in Fig. 4.2, prevedeva la seguente distribuzione dei compiti:

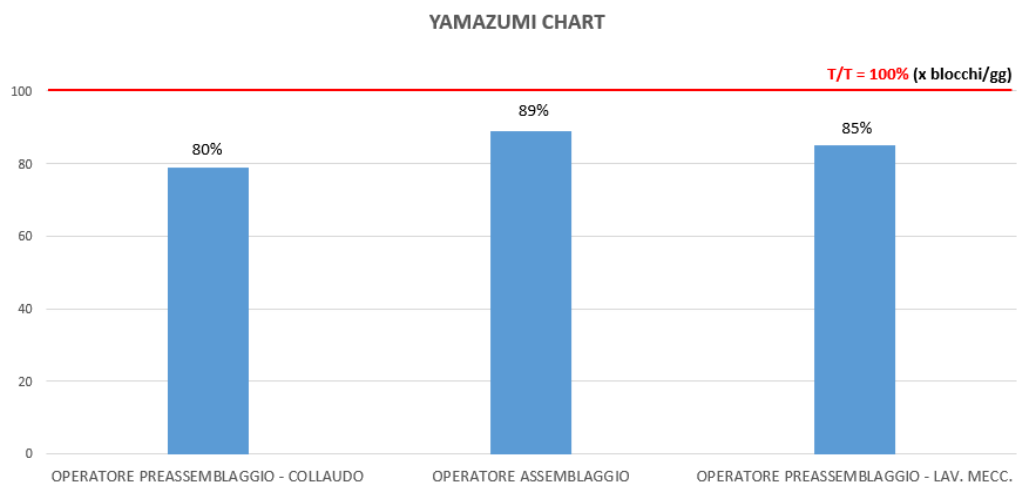


Fig. 4.2: Yamazumi Chart TO BE, con il livellamento del carico di lavoro mediante la redistribuzione dei compiti.

Si può notare che il T/C totale è diminuito in quanto si sono ridotti drasticamente i tempi di spostamento degli operatori, i quali pesavano e non poco nella prima configurazione.

Nel proseguo del paragrafo si descrivono in dettaglio le motivazioni che mi hanno spinto ad effettuare importanti cambiamenti e conseguentemente come si sono ridefiniti i nuovi standard works degli operatori della linea.

OPERATORE AL SUBASSEMBLAGGIO

Il carico di questo operatore eccedeva di poco il takt time richiesto alla linea e si è cercato quindi di allocare ad altri operatori parte delle sue attività. In particolare, si è deciso che avrebbe montato solamente tre dei nove componenti di cui era incaricato precedentemente: gli altri sei subassemblati sarebbero stati allocati ad un altro operatore, quello del collaudo. A questo punto il carico di lavoro era ben al di sotto della soglia limite del T/T e quindi si è deciso di assegnargli le operazioni alle macchine utensili. Sebbene questa decisione possa sembrare poco intuitiva, c'è un motivo di fondo che mi ha spinto a prenderla. La macchina utensile, la lavatrice, le relative attrezzature ed il materiale, sono stati spostati dalla posizione indicata nel layout, a circa 20 m dalla linea, in quanto si necessitava di spazio per l'introduzione di una nuova linea temporanea (da collaudare e spedire in una sede estera dopo pochi mesi). Contestualmente si prevedeva la sostituzione della macchina utensile con un centro di lavoro, il quale prenderà posto nel luogo in cui giace la linea in fase di test, una volta spedita. Per questo motivo l'operatore del subassemblaggio era il più consono all'esecuzione di questi compiti, in quanto svincolato parzialmente dal resto della linea.

In dettaglio, l'operatore restava alla postazione di subassemblaggio, montando il sub-assemblato con tempo ciclo più lungo (25%) fintantoché non arrivava il segnale di produzione alla macchina utensile, ovvero il "trigger point". Nel momento in cui l'operatore dell'assemblaggio arrivava ad avere a disposizione un solo contenitore di corpi per il blocco LA, partiva l'ordine e dunque dovevano essere ripristinate tutte le cassette vuote presenti in quel momento. In quell'istante l'operatore poneva i contenitori vuoti in un carrello appositamente creato per il trasporto degli stessi e si recava nella cella di lavorazione meccanica. Il layout della cella è rappresentato in Fig. 4.3.

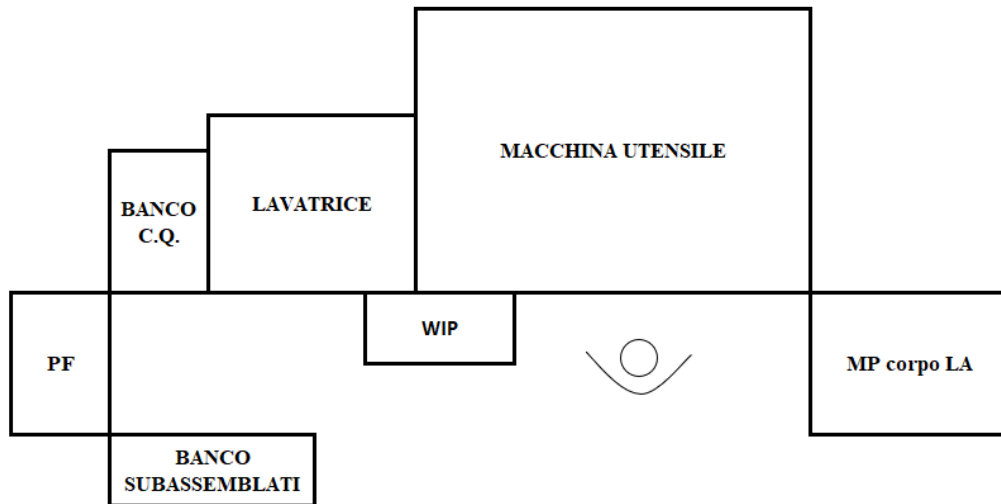


Fig. 4.3: Layout cella di lavorazione meccanica.

Arrivato nella nuova cella di lavorazione meccanica, l'operatore posizionava il carrello con i contenitori vuoti nel punto "PF" indicato nella figura precedente: questo sta ad indicare che le cassette stesse dovevano essere riempite di prodotti finiti (vedremo nei prossimi paragrafi come si è deciso di gestire il processo di produzione della cella). I compiti dell'operatore erano quelli di prelevare il corpo dalla cassa, verificarne la qualità estetica (difetti di verniciatura ed ammaccature), caricarlo nella macchina utensile, prelevarlo ed inserirlo nella lavatrice ed infine recuperarlo da quest'ultima al termine del lavaggio e porlo nell'apposito contenitore.

Nella cella abbiamo dunque due macchine automatiche (la macchina utensile e la lavatrice) ed un operatore. Il diagramma di carico rappresentato in Fig.4.4 descrive una situazione di sbilanciamento tra le attività automatiche e quelle manuali. Come è semplice intuire, il collo di bottiglia è la lavatrice, il cui tempo ciclo automatico è pari a cinque volte quello della macchina utensile.

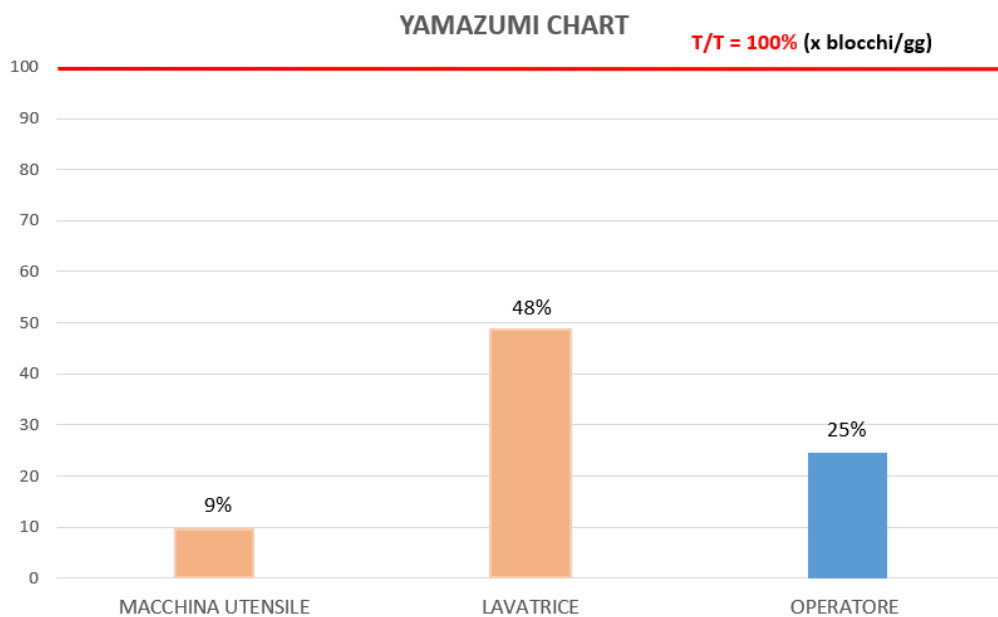


Fig. 4.4: Yamazumi Chart della cella di lavorazione meccanica, dove si notano le prime due colonne relative alle attività automatiche e la terza all'operatore.

Vista la situazione, si è pensato di bilanciare le attività in questo modo: l'operatore si posizionava davanti la macchina utensile e lavorava tutti i corpi necessari (pari al numero di cassette da riempire, moltiplicato per il numero di corpi che si è deciso debbano essere inseriti in un singolo contenitore). Dato che il tempo ciclo della lavatrice è pari a circa cinque volte quello della macchina utensile, ogni cinque componenti lavorati, l'operatore ne caricava uno in lavatrice, mentre gli altri quattro nel carrello dei WIP (carrello creato e dimensionato appositamente per contenere i corpi in attesa di essere lavati). In questo modo si avevano comunque prodotti finiti anche se l'operatore era prevalentemente impegnato nel fronte macchina.

Terminate le lavorazioni meccaniche, l'operatore si spostava nella seconda parte della cella, in cui si doveva occupare del lavaggio dei rimanenti corpi in WIP. Proprio per il fatto che il tempo ciclo della lavatrice avrebbe comportato un tempo di attesa per l'operatore, si è deciso di costruire un banchetto avente le attrezzature ed i contenitori necessari per assemblare due tipi di subassemblati (Banco di subassemblaggio).

Tra tutti quelli disponibili si sono scelti quelli nella parte più a sinistra del banco di subassemblaggio (si capirà successivamente il motivo) e che richiedessero un tempo ciclo pari a quello automatico della lavatrice, proprio per limitare i tempi

d'attesa dell'operatore. Procedendo in questo modo si saturava il tempo dell'operatore anche durante il lavaggio dei componenti. Nella figura sottostante (Fig. 4.5) è rappresentato lo Spaghetti Chart³⁷ dell'operatore all'interno della cella.

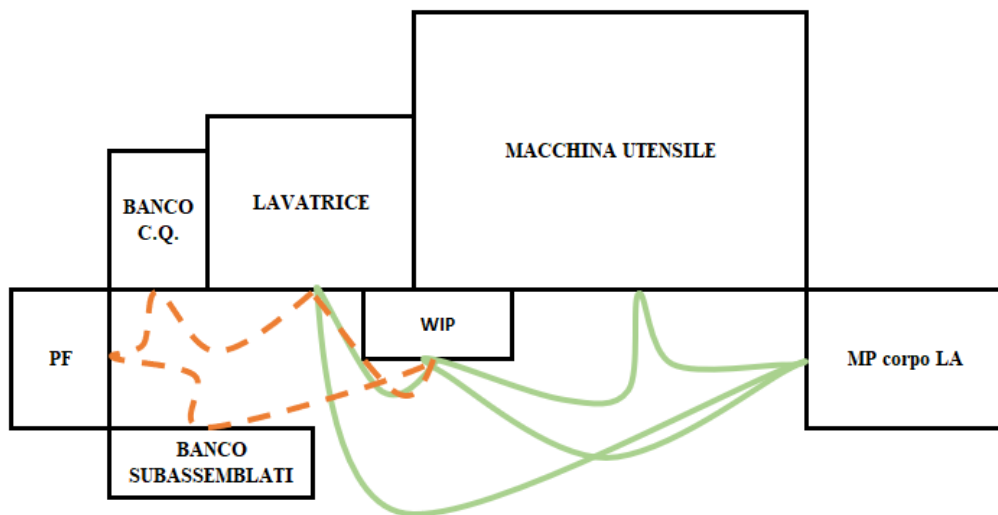


Fig. 4.5: Spaghetti chart dell'operatore all'interno della cella di lavorazioni meccaniche.

Con la linea continua sono rappresentati gli spostamenti dell'operatore mentre lavora alla macchina utensile (ogni cinque cicli si sposta alla lavatrice), mentre con quella tratteggiata gli spostamenti nella seconda parte della cella, ovvero quando si occupa in parallelo del montaggio dei subassemblati (al banco dei subassemblati) e del lavaggio dei corpi. In particolare, l'operatore inserisce in lavatrice un corpo da lavare e ne preleva uno lavato (lo scarico è automatico), lo posiziona nel contenitore apposito (ed eventualmente, ogni x pezzi prodotti, lo controlla qualitativamente con dei tamponi), si posiziona poi nel banco dei subassemblati per montarne due (uno di un tipo ed uno dell'altro) e pochissimi secondi prima che termini il loro montaggio, la lavatrice termina il ciclo e rimane dunque in attesa fintantoché l'operatore ricomincia il ciclo prelevando il grezzo per inserirlo nella lavatrice.

³⁷ Lo spaghetti chart è uno strumento utile per monitorare il flusso delle persone o materiali, informazioni ecc. ed operativamente si crea scrivendo su una mappa (layout) gli spostamenti di ciò che si sta considerando.

Terminato il lavaggio di tutti i corpi, l'operatore porta il carrello con i contenitori pieni (ed i contenitori con i subassemblati) in linea: qui ripristina i carrelli (chiamati WIP Corpo LA nel layout della linea) ed il supermarket dell'assemblaggio con i subassemblati. Successivamente si porta nella zona dedicata ai subassemblati e si occupa del montaggio del terzo subassemblato a lui assegnato, fino a che non arriva la successiva chiamata di lavorazione meccanica.

OPERATORE ALL'ASSEMBLAGGIO

In questo caso si è deciso di eliminare tutte le attività connesse alle lavorazioni meccaniche, in quanto il tempo ciclo di questo operatore era il più elevato tra tutti. Tolte le lavorazioni meccaniche e lavaggio dei componenti, il carico di lavoro è stato ulteriormente ridotto togliendo l'assemblaggio di un componente e spostando l'attività all'operatore del collaudo. In questo modo è ridotto il carico di lavoro dell'operatore, arrivando all'89% del takt time. L'operatore è addetto solamente alle operazioni di assemblaggio dei blocchi, ma deve comunque avere l'accortezza di far partire l'ordine di produzione dei corpi all'operatore del subassemblaggio nel momento giusto.

OPERATORE AL COLLAUDO

Anche in questo caso, è stato pensato ad un bilanciamento delle attività che rispettasse da un lato il takt time e dall'altro la minimizzazione degli spostamenti. In particolare, l'operatore era posizionato nella zona destra di subassemblaggio (in quanto in quella sinistra lavorava l'altro operatore) e montava i sei componenti di cui era responsabile. L'altra attività di questo operatore era quella di eseguire il collaudo dei blocchi assemblati dal collega. In dettaglio, ogni quattro blocchi assemblati (pari alla dimensione del contenitore a supermarket), questo operatore si spostava nella postazione dedicata al test dei blocchi ed eseguiva gli stessi sulla distinta di quattro pezzi. Successivamente ritornava alla postazione di subassemblaggio e procedeva alla realizzazione dei subassemblati necessari. In questo modo si è aumentato il carico dell'operatore, mantenendo comunque elevato il tempo a valore aggiunto (con la minimizzazione degli spostamenti).

Mediante tutte queste attività, si sono bilanciate le attività degli operatori della linea, con la possibilità di lavorare ad un takt time minore, ovvero realizzare un volume di produzione maggiore nei casi di elevata richiesta (situazione che si è verificata spesso nel mese di maggio).

4.2 Gestione della Lavorazione Meccanica

Si è finora parlato della linea di assemblaggio e delle attività dei vari operatori, ma non si è ancora affrontato il tema della gestione della lavorazione meccanica e della movimentazione dei componenti all'interno della cella. In particolare, si fa riferimento al flusso dei corpi in lavorazione e dei relativi contenitori, dal momento in cui vengono prelevati dalla cassa in cui sono contenuti, al momento in cui vengono inseriti (lavorati e lavati) nelle cassette e successivamente portati in linea di assemblaggio.

Mediante l'implementazione del nuovo metodo produttivo (presentato di seguito), si sono ridotte le non conformità interne dovute all'errato posizionamento dei corpi nei contenitori e dunque errati assemblaggi in linea: questo di conseguenza ha reso possibile un aumento della produttività (che era scesa a causa dello smontaggio e ripristino dei blocchi non conformi). Inoltre, questa attività è risultata molto utile in quanto ha permesso di anticipare concetti che ho affrontato nei mesi successivi nel dimensionamento del kanban di produzione del nuovo centro di lavoro.

La situazione di partenza, come rappresentato in Fig. 4.6 prevedeva la lavorazione dei corpi, suddivisi in sette tipologie (di cui due principali e maggiormente richieste) ed il loro successivo lavaggio, prima di essere trasferiti nelle cassette che inizialmente non erano identificate (stesse dimensioni e stesso colore). La macchina utensile era in grado di gestire uno standard work in process (ovvero pezzi in lavorazione) di 12 corpi, mentre la lavatrice era in grado di lavare un pezzo alla volta, il quale veniva successivamente inserito in contenitori rettangolari capaci di contenerne 15. Tra la macchina utensile e la lavatrice si creava un buffer (in quanto si è visto nel capitolo precedente che la differenza dei due tempi ciclo era sostanziale) di cassette, che esattamente come le altre non erano contrassegnate. Questo causava una serie di errori di posizionamento dei corpi negli appositi recipienti. Dato che la differenza tra le varietà di prodotto non era molto spesso identificabile facilmente dall'operatore

dell'assemblaggio, si montavano blocchi non conformi, che venivano intercettati alla postazione di collaudo: a questo punto li si stoccava in un'area dedicata ai non conformi (vedremo nei prossimi paragrafi come questa pratica sia stata rivoluzionata), senza alcuna tracciabilità. Le problematiche rappresentate mediante riquadri sagomati, riguardano il rischio di rotture di stock di corpi lavorati (dovuto dalla mancanza di uno standard sul punto di riordino) ed errori di posizionamento o prelievo dai contenitori.

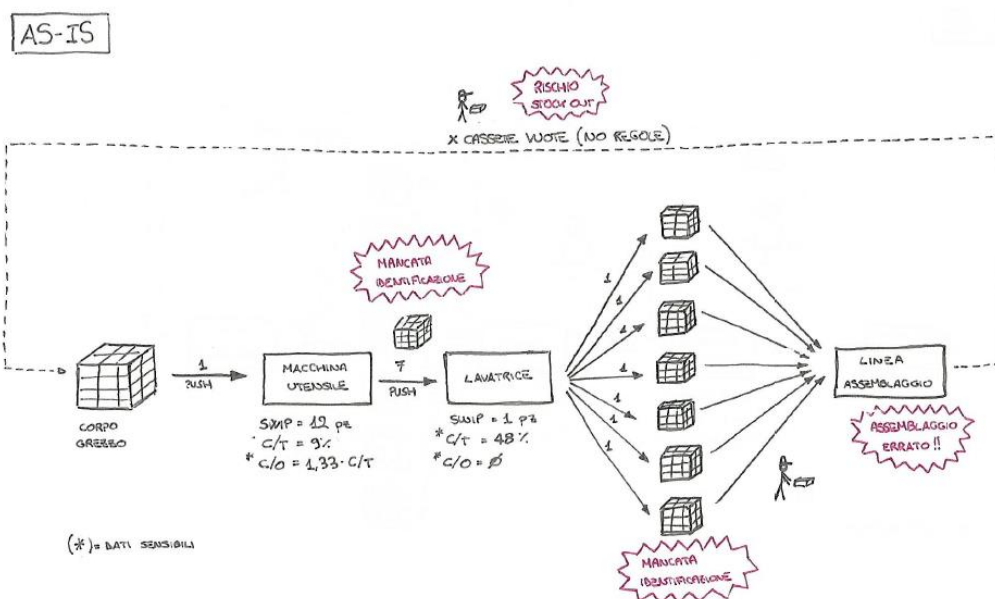


Fig. 4.6: Mappatura AS-IS del flusso dei materiali e delle informazioni della cella di lavorazioni meccaniche.

C'era dunque la necessità di trovare un metodo che mantenesse la rintracciabilità dei corpi a partire dalla lavorazione meccanica, fino al loro posizionamento nelle cassette in linea di assemblaggio. Per realizzare quanto detto, mi sono basato sul principio di funzionamento del kanban di produzione. Il *kanban di produzione* non è altro che un segnale visivo (fisico od informatico) che riporta alcune importanti informazioni, quali:

- Tipologia di prodotto da produrre: in questo caso una tra le sette tipologie disponibili,
- Quantità richiesta: 15 componenti ovvero un contenitore pieno di corpi, posizionati in una certa maniera, per massimizzare il rapporto tra numero di corpi e volume disponibile, pur garantendo la qualità del prodotto,

- Cliente: la linea di assemblaggio la quale era “tirata” dalle altre linee a valle,
- Lead time: tempo necessario al ripristino del materiale in oggetto,
- Tipologia di contenitore: in questo caso specifico, il contenitore era standard per tutti i prodotti,
- Altre informazioni personalizzate: tutto quello che può essere di utilità all’azienda, come il fornitore, il luogo/scaffale in cui si deve mettere il componente una volta lavorato, ecc..

Quindi nel caso in esame c’era la necessità di mantenere la tracciabilità del contenitore (e dei corpi che dovevano essere inseriti al suo interno) a partire dalla fase di assemblaggio (dove si trovavano le cassette vuote, pronte per essere ripristinate), attraverso la macchina utensile e la lavatrice, fino a ritornare all’assemblaggio stesso. Non si richiedevano tutte le informazioni che un normale kanban di produzione porta con sé, ma erano sufficienti solamente quelle relative alla tipologia di prodotto, in quanto anche le quantità erano sempre standard.

L’azione correttiva implementata per risolvere alla causa radice il problema emerso prevedeva un’apposizione di un’etichetta identificante la varietà del prodotto, apposta mediante velcro in una parte visibile del contenitore, anche nel caso in cui esso fosse pieno di corpi (indicata in Fig. 4.7).



Fig. 4.7: Contenitore in plastica avente una capacità di 15 corpi (www.famispa.com).

Una volta che l'operatore dell'assemblaggio raggiungeva il punto di riordino (pari ad una cassetta rimanente di corpi, che era in grado di coprire il lead time di produzione dei corpi) di uno dei due codici principali, richiamava l'attenzione all'operatore preposto alla lavorazione meccanica. Quest'ultimo si recava nella postazione dei contenitori (a monte dell'assemblaggio) e prelevava tutte le cassette vuote presenti, inserendole nel carrello costruito ad hoc per il trasporto delle stesse tra la cella di lavorazione meccanica e la linea di assemblaggio. Una volta arrivato nella cella, depositava il carrello nell'area "PF" di Fig. 4.8 e staccava tutte le etichette delle cassette, per apporle in una zona apposita della M.U., contrassegnata con il numero 1 nell'immagine. Questo rendeva visuale il numero e la tipologia di corpi da lavorare (dando dunque un'idea temporale dello stato d'avanzamento della produzione). Nella zona "WIP" c'era un carrello contenente tre cassette: una per ciascuna tipologia principale di blocchi e la terza per corpi cosiddetti speciali. In questo modo l'operatore depositava i corpi lavorati nell'apposita cassetta, mantenendo la tracciabilità del prodotto. Come descritto precedentemente, ogni cinque pezzi che uscivano dalla macchina ne veniva inserito uno in lavatrice: questo portava, al termine della produzione di 15 corpi, ad avere alcuni prodotti inseriti nel contenitore in WIP ed altri (lavati) inseriti nel contenitore in PF (che ancora non era contrassegnato). A questo punto si spostava l'etichetta dalla postazione 1 alla postazione 2, presente sulla facciata della lavatrice: ciò simboleggiava il fatto che era in corso il lavaggio dei corpi di quella certa varietà di prodotto, mentre alla macchina utensile si cominciavano a produrre i corpi dell'etichetta successiva. Terminato il lavaggio dei corpi e quindi depositato l'ultimo (del lotto) nel contenitore generico in PF, si staccava l'etichetta dalla postazione 2 per apporla nella cassetta riempita. Questo processo veniva ripetuto tante volte quante erano le etichette presenti; al termine i contenitori venivano trasportati mediante il carrello, alla linea di assemblaggio.

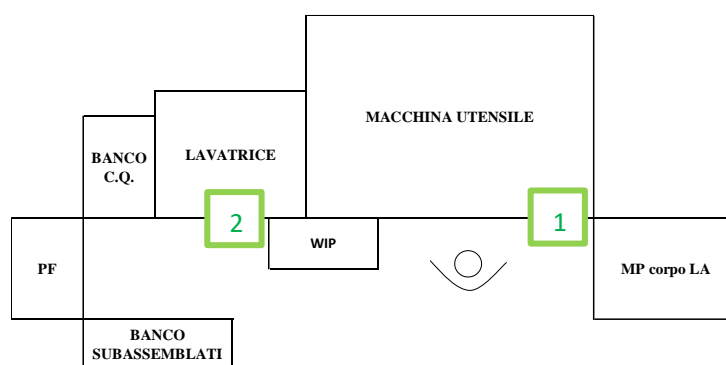


Fig. 4.8: Indicazione delle aree dedicate al posizionamento delle etichette all'interno della cella di lavorazioni meccaniche.

Il nuovo flusso di materiali ed informazioni rappresentato in Fig. 4.9 dimostra come le criticità presenti nella situazione precedente si siano risolte mediante la definizione di un flusso ben definito di informazioni e materiali. Infatti, l'informazione sulla quantità da produrre è data dal numero di contenitori vuoti che vengono prelevati dalla postazione in linea di assemblaggio mediante un preciso punto di riordino, mentre la varietà delle stespe è riportata nelle etichette che venivano apposte nelle aree definite all'interno della cella.

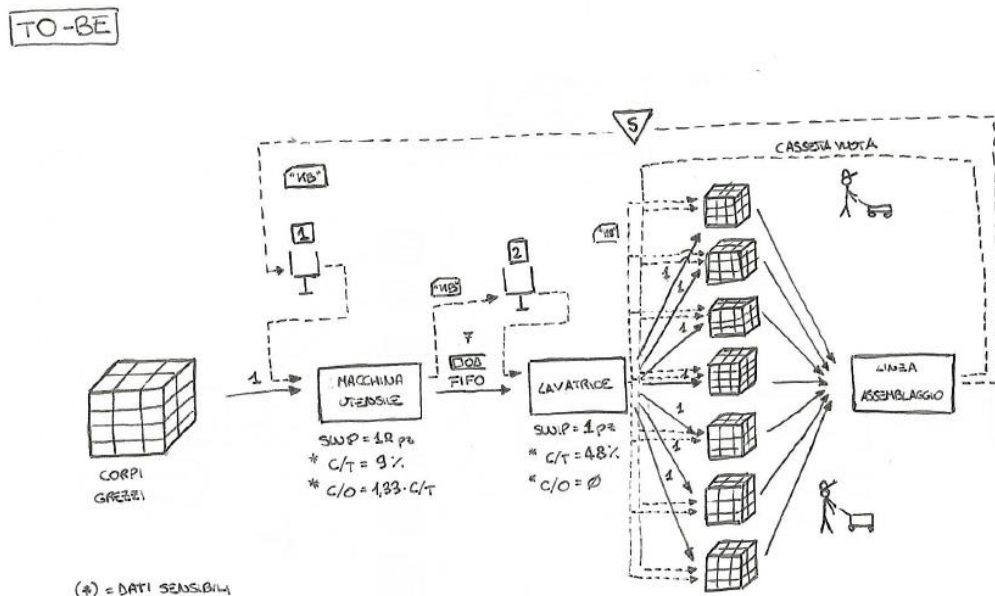


Fig. 4.9: Mappatura TO-BE del flusso dei materiali e delle informazioni della cella di lavorazioni meccaniche.

Riassumendo, i vantaggi che questo semplice sistema visual di gestione e tracciabilità ha portato, sono stati:

- Annullamento del deposito/prelievo di corpi errati dai contenitori,
- Aumento della produttività in quanto l'operatore si recava nella cella solamente quando era necessario, portando dunque ad avere minori "set up mentali" causati dal cambio di attività lavorativa,
- Riduzione delle movimentazioni dell'operatore (e miglioramento dell'ergonomia) grazie alla costruzione del carrellino, altrimenti si era costretti ad effettuare un viaggio per ogni singolo contenitore.

4.3 Gestione delle non conformità

La situazione iniziale, come rappresentata in Fig. 3.5, prevedeva una zona dei “non conformi” che occupava uno spazio maggiore di 4 m²: c’erano alcuni scatoloni in cui venivano ammassati componenti e blocchi montati che avevano riscontrato qualche tipo di problematica all’interno del processo. Inoltre, le difettosità non venivano registrate e quindi non si sapeva nemmeno come ripristinare i blocchi. L’unica differenziazione riguardava la suddivisione in tre macrocategorie di difettosità: difetti di fusione del corpo/coperchio (imputabile ad un fornitore), difetti di verniciatura (imputabili ad un secondo fornitore) e difetti di altro tipo (imputabili a fornitori di componentistica oppure ai processi interni di Pietro Fiorentini). La prima attività svolta è stata quella di quantificare economicamente il valore di quanto era stoccato nella zona: dopo aver estratto le distinte base dei prodotti dal sistema, si è fatto un inventario di quanto presente, notando che le cifre erano significative (pari ad alcune migliaia di euro). Si è deciso dunque che sarebbe stato conveniente lo smontaggio ed il recupero del materiale in buono stato, isolando quello non conforme: parte di questo sarebbe stato rottamato, mentre quello di responsabilità del fornitore sarebbe stato contestato.

Restava da definire in che modo gestire il ripristino delle non conformità in quanto questo sarebbe andato ad impattare in modo considerevole sulla produttività della linea: la soluzione è stata quella di effettuare queste attività solamente una volta raggiunto il numero di blocchi pianificato per la giornata.

Questo processo però non è servito solamente a recuperare capitale immobilizzato, ma è stata una fonte primaria di informazioni: infatti ogni volta che si identificava il problema/componente difettoso che aveva costretto gli operatori al suo stoccaggio, esso veniva riportato sul foglio della produzione giornaliera (in cui, come detto in precedenza, venivano riportati il numero di blocchi prodotti durante una giornata lavorativa, i problemi qualitativi e di produttività).

Data la crescente mole di dati (e dunque di problemi) si rendeva necessario uno studio approfondito, che coinvolgesse più risorse con competenze differenti, che fosse in grado di eliminare alla radice il problema, per far sì che non si ripresentasse più in futuro.

In accordo con il responsabile di divisione ed il team leader, è stato costituito un **Team Qualità**. È stato dunque fissato, con ricorrenza settimanale, un appuntamento di alcune ore in cui si ritrovavano il KPO di reparto (ovvero il sottoscritto), il responsabile di divisione, il team leader, uno o più addetti al controllo qualità ed alcuni rappresentanti dell'ufficio tecnico. In questo arco di tempo si analizzavano, mediante l'analisi di un Pareto, quelli che erano stati i principali problemi qualitativi (sia interni che esterni) nella linea. Per ognuno di essi si implementava un'azione correttiva volta ad eliminare la causa radice, oppure nel caso in cui essa fosse già in corso di implementazione, si analizzava lo stato d'avanzamento ed eventuali problematiche/risultati emersi.

Per monitorare l'avanzamento e per pianificare temporalmente le attività si faceva uso dello strumento chiamato **visible planning**. Il visible planning è un metodo visivo di pianificazione che permette alle persone di confrontarsi davanti ad un cartellone, come quello rappresentato in Fig. 4.10.



Fig. 4.10: Esempio di Visible Planning in cui si pianificano le attività giornaliere, settimanali o mensili (<https://www.srv.fi/en/stories/see-big-room/>).

Nelle righe si riportano le varie funzioni (ufficio tecnico, qualità, ecc..) oppure le risorse coinvolte nel progetto, mentre nelle colonne si identifica l'arco temporale (giornaliero, settimanale, mensile, ecc..). Ogni persona è responsabile delle proprie attività e le pianifica mediante l'apposizione di post-it sul cartellone: ci sono vari tipi di legende che si possono applicare e che riguardano colorazioni differenti di post-it e sigle/segni che identificano la chiusura dell'attività (ad esempio barrando il biglietto), il suo annullamento, posticipo e così via. La visibilità di tutte queste informazioni rende più semplice ed efficace la comunicazione, basata sulla cooperazione delle persone. Le riunioni di aggiornamento si tengono davanti al tabellone in cui sono appesi questi post-it in modo tale da aumentare il grado di confronto e supporto reciproco delle persone: difatti a questi incontri partecipano tutti i diretti interessati del progetto, i quali provengono da funzioni differenti ed hanno esperienze diverse che molto spesso risultano di estremo valore aggiunto per tutti. Infatti, il visible planning mira a sviluppare la conoscenza degli individui abbattendo le classiche barriere che si trovano tra i vari reparti/funzioni aziendali.

Per evitare dunque il continuo accumularsi di materiale non conforme, bisognava trovare una soluzione che garantisse il corretto ripristino dei blocchi difettosi ed al tempo stesso mantenesse elevata la produttività della linea, senza impattare dunque anche sul rispetto del pianificato. Smaltito l'enorme numero di componenti ammassati negli scatoloni (e liberati dunque i m² che sono stati riutilizzati a supporto di attività a valore aggiunto) si è studiato il flusso delle non conformità. Si sono trovati quindi differenti tipologie di difetti sulla base del luogo in cui vengono identificati e del tipo di componente interessato. In particolare, ciò riguardava:

- Componenti non conformi identificati nella cella di LAVORAZIONI MECCANICHE,
- Componenti non conformi identificati nella postazione di SUBASSEMBLAGGIO,
- Componenti non conformi identificati nella fase di ASSEMBLAGGIO,
- Blocchi (già assemblati) non conformi dopo il test di PRECOLAUDO/COLLAUDO,

- Blocchi non conformi rientrati dalle LINEE DIVAL (ovvero i clienti della Linea Blocchi).

Suddivise le non conformità sulla base della fase in cui venivano registrate, è subito emerso che i difetti che più impattano sulla produttività (indipendentemente dal tipo di non conformità) sono quelli che si trovano più a valle, ovvero più vicini alle linee Dival. Questo perché innanzitutto si è speso del tempo per assemblare un blocco (non conforme) e si impiegherà dell'altro tempo per il suo smontaggio e ripristino; inoltre diminuisce anche l'efficienza del cliente (Linea Dival 500, 600 o SQD) in quanto i rispettivi operatori hanno speso del tempo per montare quel blocco sui regolatori e solamente nella fase di collaudo si è scoperto non essere conforme alle specifiche. Nei casi in cui questo fenomeno si presentava, l'operatore delle linee a valle si recava in linea blocchi e depositava il componente negli scatoloni, oppure nel caso in cui avesse trovato un operatore in linea, chiedeva di controllare quale fosse il problema. Chiaramente questo processo portava a lunghe rilavorazioni a causa dell'assenza di informazioni sul difetto rilevato, procedendo praticamente alla cieca, smontando quei componenti che si pensava potessero essere la causa dell'anomalia.

Serviva dunque un processo strutturato per la gestione delle non conformità, ma soprattutto bisognava porre un limite (in termini di numerosità di blocchi difettosi) da non oltrepassare, evitando di ritornare ad avere scatole piene di materiale. Inoltre, ammassare i componenti portava alla "contaminazione" delle informazioni in quanto ammaccature, depositi di grasso o colla, polvere, ecc. potevano crearsi stando a contatto con l'ambiente esterno e soprattutto con altro materiale: questo avrebbe reso impossibile qualsiasi tipo di analisi volta a determinare la causa radice dell'anomalia.

Per quanto riguarda quest'ultimo problema, è stata implementata una procedura standard che prevedeva l'inserimento del componente non conforme all'interno di una busta di plastica trasparente con chiusura ermetica, in modo tale da evitare il contatto con l'esterno (e con altri componenti). Oltre al componente, nella busta si inseriva anche un post-it nella quale si andava a riportare quale fosse l'anomalia riscontrata (come un difetto visivo, strutturale oppure il messaggio d'errore riportato da un macchinario) e la data in cui si è verificata. L'informazione era dunque sempre presente ed era inoltre nullo il rischio di

smarrirla e molto basso quello di non riportarla, in quanto nei contenitori di buste trasparenti era ben evidenziata la procedura di identificazione delle anomalie e sempre nella medesima postazione erano presenti post-it e penna (quindi tutto l'occorrente per non far spostare l'operatore e per permettergli di seguire il nuovo standard nella maniera più rapida possibile). Le bustine con i componenti della fase di assemblaggio e subassemblaggio venivano raccolti in contenitori posizionati rispettivamente nelle due zone, in modo tale da essere visibili e vicine all'utilizzatore.

L'analisi delle problematiche era un altro step fondamentale del processo, che avrebbe garantito continuità al flusso, trovando soluzioni alle anomalie oppure proponendo azioni correttive da discutere nel team qualità. Si è dunque deciso che l'addetto al controllo qualità si recasse in linea quotidianamente per analizzare il contenuto delle cassette: la frequenza giornaliera permette di accumulare una quantità ragionevole di componenti (alcune unità) ed inoltre nel caso in cui ci siano domande da porre agli operatori, essi sono in grado di fornire ulteriori precisazioni in quanto gli eventi sono accaduti recentemente. Nel caso contrario si correrebbe il rischio di trovare molto materiale da analizzare (e quindi si tenderebbe a svolgere l'attività con meno accuratezza, a causa del rapporto tra tempo disponibile e durata dell'attività) e nessun contributo aggiuntivo da parte degli operatori di linea che devono sforzarsi a ricordare un preciso evento difettoso fra vari.

Nella fase di precollaudo e collaudo si generavano invece delle non conformità che venivano rilevate dai macchinari, i quali segnalavano le stesse tramite messaggi d'errore sui rispettivi schermi. Anche in questo caso è stata creata una postazione capace di raccogliere un massimo di tre blocchi (piccola percentuale rispetto alla produzione giornaliera) in cui si gestiva l'informazione allo stesso modo dei componenti, ovvero apponendo un post-it sul blocco indicando il messaggio d'errore e la data d'accadimento. Una volta raggiunto il numero di tre blocchi, si doveva interrompere la produzione e procedere al ripristino delle non conformità. A questo punto, la prima domanda che ci si è posti è stata la seguente: "Gli operatori hanno le competenze necessarie per determinare l'anomalia e provvedere al ripristino?", la risposta è stata negativa. Fino a quel momento infatti si tentava di smontare i soliti due o tre componenti che causavano problematiche, ma molto spesso non si trovava la causa e si depositava il blocco negli scatoloni.

Proprio per questo motivo è stato coinvolto l'ufficio tecnico per la creazione di un documento che raccogliesse le seguenti informazioni:

- Messaggio d'errore evidenziato dalla macchina,
- Sequenza di azioni da intraprendere: si proponevano una o più azioni (la sequenza era dettata dalla probabilità di risoluzione dell'anomalia, sulla base della correlazione “funzione tecnica svolta dal componente in oggetto–errore”) corredate da foto ed altri punti di attenzione.

Questo documento è stato dunque apposto nelle immediate vicinanze della postazione dedicata al deposito dei blocchi non conformi alle specifiche del cliente, in modo tale che sia fruibile agevolmente. Chiaramente il documento da solo non bastava, quindi prima di implementare questo sistema è stata fatta formazione agli operatori spiegando una per una le azioni da fare ed il motivo per cui si fanno (facendo riferimento ai concetti espressi dal TWI³⁸). Dopo un primo periodo di funzionamento di questo sistema ci si è accorti che la difettosità in molti casi era legata al posizionamento dei componenti all'interno del blocco, più che al sub-assemblato stesso. Quindi si rendeva necessaria la presenza e la competenza dell'addetto al controllo qualità, per stabilire effettivamente quale fosse la causa radice dell'anomalia riscontrata. Il processo è stato dunque rivisto: rimaneva inalterato il numero di blocchi oltre il quale fermare la produzione per dedicarsi al ripristino, ma non si procedeva più in autonomia, bensì si avvisava l'addetto al C.Q. il quale presenziava l'attività, evidenziando anomalie dovute a componenti oppure pratiche operative errate.

I blocchi che invece rientravano dalle linee meritavano particolare attenzione in quanto, oltre a capire il motivo dell'anomalia, ci si sarebbe dovuti chiedere anche alcune domande: “Per quale motivo non si è stati in grado di intercettare la non conformità?” e “Come posso fare per intercettare l'anomalia prima che raggiunga le linee?”. Nella postazione dedicata, era presente una penna e dei post-it sui quali l'operatore della linea da cui proveniva il blocco non conforme, poteva evidenziare le problematiche riscontrate (solitamente il messaggio

³⁸ Il TWI (Training Within Industry) è una metodologia di formazione delle persone in modo tale che imparino velocemente a svolgere le attività ad esse designate. Questo si ottiene facendo prima vedere i passaggi principali delle azioni, successivamente i punti di attenzione ed infine il motivo per cui si fanno in quel preciso modo.

d'errore delle macchine), facilitando la ricerca del problema (in termini temporali e tecnici) e la sua risoluzione. A differenza del caso precedente, il numero di blocchi dopo il quale si doveva sospendere la produzione per il ripristino era pari ad uno. L'addetto al C.Q. veniva avvisato tempestivamente e sovrintendeva il processo di ripristino.

L'ultimo processo in cui si è implementato il sistema di gestione delle non conformità è quello delle lavorazioni meccaniche. In questo caso si è adottato un contenitore in cui inserire il materiale difettoso sia prima che dopo lavorazione meccanica, riportando l'informazione sempre con un post-it. Per quanto riguarda le anomalie prima della lavorazione meccanica, si fa riferimento ad ammaccature, difetti di verniciatura, ecc., che possono essere di soggettiva interpretazione e difficile valutazione. Proprio per questo motivo era stato redatto tempo addietro, una procedura con i criteri di accettabilità dei materiali da fornitori: il problema era che questo documento non era fruibile dall'operatore alla M.U. e dunque molto spesso doveva far riferimento all'addetto C.Q. Per migliorare questa situazione si è posto, assieme al contenitore suddetto, anche il documento riportante le condizioni per cui un componente non è accettabile: anche in questo caso si è prima fatta formazione all'operatore, leggendo e discutendo assieme del contenuto del documento (corredato anche di foto per una più immediata comprensione) e poi si è validato il processo.

In definitiva, queste azioni di miglioramento hanno permesso di eliminare la zona dei non conformi (a non valore aggiunto) ed inoltre di aumentare la produttività della linea, in quanto le azioni di ripristino erano mirate ed effettuate in presenza di personale addetto. Infine, la raccolta delle informazioni ha permesso di popolare in maniera a dir poco consistente i documenti relativi ai problemi qualitativi, i quali hanno permesso di aprire numerose azioni correttive e preventive, con lo scopo di ridurre sempre più il presentarsi di queste anomalie.

4.4 Re-layout del Supermarket

Durante l'aggiornamento dei dati riguardanti la qualità e la produttività della linea, capitava di trovare segnalazioni riguardanti Blocchi LA, che ritornavano dalle linee di assemblaggio a valle, con ammaccature ben visibili. Queste non potevano di certo passare inosservate durante il quality check finale il quale prevedeva un controllo visivo accurato per intercettare appunto mancanze di

vernice e/o ammaccature. Prima di mettere in discussione la bontà del processo di controllo qualità, ho proseguito nel flusso del blocco, ovvero il suo trasporto dalla linea al supermarket. Una volta assemblato, esso veniva inserito in un contenitore di plastica avente un fondo che replicava in negativo la forma di quattro blocchi: in questo modo si sapeva dove depositare il prodotto ed inoltre si era sicuri che esso non si muovesse e non andasse a contatto con gli altri presenti all'interno della stessa scatola. Fin qui non c'era dunque nessun rischio di ammaccature dovute a contatto/strisciamento tra i prodotti. L'operatore, raggiunto il numero di quattro blocchi, prendeva il contenitore e lo andava a depositare nel supermarket, di cui si vede un esempio in Fig. 4.11.



Fig. 4.11: Esempio di supermarket in cui si nota l'inclinazione delle corsie per permettere il carico dalla parte posteriore con il conseguente avanzamento per gravità dei colli, in modo tale che siano accessibili per il prelievo del water strider dalla parte frontale del supermarket stesso (<https://www.latestquality.com/lean-supermarket/>).

Proprio in quest'attività si sono riscontrate delle azioni errate che causavano i problemi qualitativi prima elencati. Si è notato che per alcuni codici di prodotto, l'operatore, anziché posizionare i blocchi nella maniera corretta (ed imposta dalle impronte presenti nel contenitore), li ammassava su un lato del contenitore e depositava la cassetta a supermarket: in questa maniera, i blocchi rimanevano a contatto l'uno con l'altro e si strisciavano, rovinando lo strato di vernice che li proteggeva. Questa pratica si presentava solamente per i codici presenti sul terzo ripiano del supermarket ed il motivo era chiaro: data la conformazione strutturale

dello stesso, nei primi due ripiani la presenza di un certo numero di cassette (in profondità) era garantita, ma questo non valeva per il terzo ripiano. Infatti, come anche si vede nella figura sopra riportata, il supermarket ha profondità sempre minore più ci si sposta verso l'alto in quanto nella parte frontale serve spazio per il prelievo dalle cassette da parte del water strider e quindi ci deve essere un disallineamento tra i vari ripiani. L'ammassare i prodotti da una parte della cassetta, permetteva di bilanciare il peso della stessa in modo tale da non farla cadere a terra, in quanto appoggiava sulla struttura per solamente la metà della sua superficie, mentre l'altra era libera, come raffigurato in Fig. 4.12.

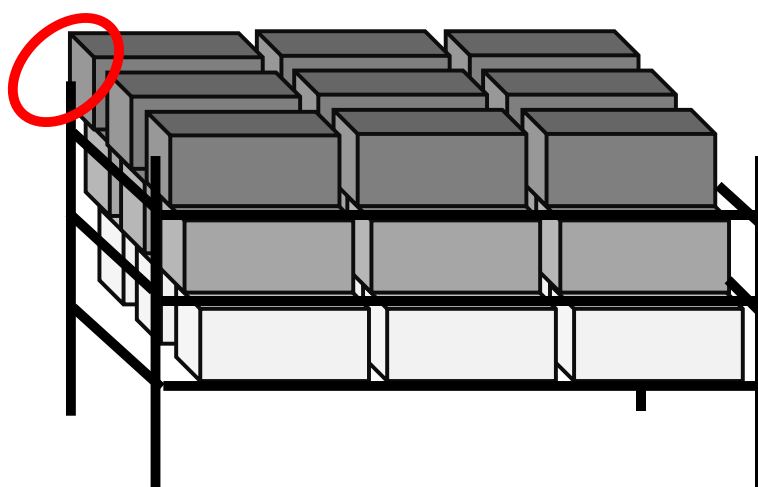


Fig. 4.12: Posizionamento dei blocchi a supermarket, dove si nota la posizione precaria dell'ultima fila di contenitori presenti nel terzo ripiano. Questa è solamente una rappresentazione di una porzione del supermarket in quanto esso conteneva anche altri codici di altri prodotti.

Per risolvere questo problema si è quindi deciso di studiare un nuovo layout di supermarket. Innanzitutto, ho elencato tutti i prodotti presenti nella porzione di struttura da rivedere ed ho raccolto, per ognuno di essi, informazioni quali il numero di cassette (in profondità) presenti e la dimensione delle stesse; infatti non tutti i componenti a supermarket erano posizionati in cassette di uguali dimensioni, ma queste variavano sulla base della grandezza del componente che ospitavano, sulla loro frequenza di utilizzo e sul numero di cassette presenti per ogni codice. Infatti, se un codice viene utilizzato con una frequenza molto elevata, non ha senso l'utilizzo di contenitori molto piccoli che necessitano di un continuo riempimento da parte del magazziniere. Viceversa, per componenti

piccoli (come la viteria) si devono utilizzare contenitori di dimensioni ridotte data la conformazione geometrica dei codici che contengono, altrimenti rimarrebbero per troppo tempo a supermarket (questo significa soldi investiti ed inutilizzati per molto tempo, il che va contro i principi fondamentali della filosofia lean). Queste informazioni hanno permesso di effettuare gli spostamenti di quei codici che hanno pochi contenitori (piccoli), nelle posizioni più alte della struttura e viceversa per tutti gli altri, considerando contestualmente anche la frequenza di prelievo, in modo tale da avere prodotti prelevati di continuo nelle posizioni più ergonomiche. Oltre a tutto ciò, ho voluto tener conto dell'apprendimento del water strider che nel corso del tempo si era abituato alla posizione dei vari codici: stravolgere il layout del supermarket avrebbe significato maggior tempo di "ambientamento" per il water strider, con un conseguente aumento del tempo ciclo del percorso di picking per un primo periodo.

Si è dunque modificato il posizionamento dei codici, senza modificare strutturalmente il supermarket per far sì che ci stessero tutti i contenitori di blocchi, evitando la necessità di ammassare gli stessi nella parte frontale delle cassette, per controbilanciare il peso. Quest'azione ha avuto un impatto indiretto anche su un altro problema che si verificava: il posizionamento di blocchi in contenitori errati. Infatti, nel momento in cui si modificava la disposizione dei prodotti, li si doveva prelevare necessariamente dal contenitore ed aggiungerli ad altre cassette "in bilico" nel supermarket. A questo punto nulla impediva di posizionare nei contenitori errati i blocchi prelevati, causando problemi al water strider (in quanto si accorgeva dell'errore, grazie alla sua esperienza, ed era costretto a rimediare) oppure alle linee a valle. Una volta effettuata quest'azione correttiva, nei mesi successivi alla sua implementazione, non si sono più rilevati casi di non conformità da ammaccatura a supermarket.

Rimanendo sempre in tema di supermarket, data la mia presenza nell'area per alcuni giorni, mi sono accorto di un'ulteriore problematica che quotidianamente si presentava in gemba. A supermarket erano presenti solamente i codici relativi alle linee Dival 500 e Dival 600, mentre non c'era alcuna identificazione riguardante i blocchi per la linea Dival SQD. Infatti, l'operatore della linea blocchi non andava a depositare i prodotti a supermarket, ma li portava direttamente in linea, percorrendo circa 40 m ogni volta che riempiva un contenitore. Chiaramente questo è uno spreco di trasporto e movimentazione.

Questa pratica era in essere in quanto storicamente la linea SQD ha sempre avuto volumi inferiori rispetto le altre linee e dunque questo trasporto non gravava sui tempi ciclo degli operatori, che sulla base delle commesse ricevute, si recavano in linea a portare i blocchi necessari. I volumi però erano aumentati e dunque si rendeva necessario un ripensamento del flusso, per eliminare questo spreco che impattava sulla produttività della stessa Linea Blocchi. Seguendo le medesime logiche adottate per le altre linee, pareva logico il posizionamento a supermarket dei blocchi: seguendo il water strider per alcuni giri, ho notato che passava in una zona di circa 1 m² molto vicino alla linea blocchi, che ancora non era stata occupata. Si è dunque deciso di creare una porzione di supermarket in quell'area in modo tale da non gravare sia sul tempo ciclo del water strider che su quello dell'operatore della linea blocchi. Grazie a questa attività, la produttività della linea è aumentata del 2,5%.

4.5 Kanban Board

La Linea Blocchi, come descritto più volte durante questo lavoro di tesi, assemblava i componenti e li depositava a supermarket, a disposizione delle linee di assemblaggio a valle. Il segnale che indicava cosa produrre era dato dal water strider, il quale prelevava i blocchi dal supermarket ed aveva la situazione aggiornata, sotto stretto controllo visivo: al prelievo dell'ultimo blocco dalla cassetta, il water strider prendeva la stessa cassetta vuota e la portava nella linea blocchi, impilandola (con sequenza FIFO³⁹). Le cassette vuote venivano posizionate nell'ultima postazione della linea, ovvero quella in cui avveniva il Quality Check e l'inserimento dell'ordine, formando una pila. L'operatore di linea leggeva quindi la varietà di prodotto da assemblare (indicata nella cassetta presente nella sommità della pila da un'etichetta adesiva presente sulla superficie esterna del contenitore) e trasferiva l'informazione al collega in assemblaggio.

Stando nel gemba per molte ore, ho scoperto che il sistema non funzionava per come era stato progettato. Molto spesso c'erano richieste urgenti e dunque si era costretti ad interrompere le attività per far fronte a questi blocchi prioritizzati dal water strider, il quale era a conoscenza sia della disponibilità a supermarket che degli ordini di lavoro nell'Heijunka. Nel caso in cui il water strider non avesse trovato i blocchi di cui necessitava, avrebbe modificato il piano dell'Heijunka in

³⁹ FIFO è un acronimo che significa *First In First Out* ovvero il primo che entra nella coda (la cassetta in questo caso) è anche il primo che esce.

modo tale da alimentare comunque le linee a valle, senza farle arrestare a causa di una mancanza di componenti. Ciò lasciava perplessi in quanto in un sistema in cui il cliente è il supermarket ed il numero di cassette in circolo è dimensionato correttamente, non ci dovrebbero essere delle richieste urgenti/speciali (e la schedulazione presente nell'Heijunka non dovrebbe nemmeno essere messa in discussione dal water strider). Conseguentemente, il tempo ciclo del water strider aumentava in maniera considerevole, in quanto era costretto ad eseguire queste attività a non valore aggiunto che potevano compromettere il tempismo di asservimento dei kit alle linee.

La motivazione a ciò era da attribuirsi all'errato funzionamento del *pull* tra il supermarket e la linea Blocchi. Infatti, non era rispettato il FIFO dei contenitori posizionati sul banco finale della linea di assemblaggio: alcuni contenitori venivano posizionati sopra il banco stesso, mentre altri nel ripiano inferiore, come si vede in Fig. 4.13. Nella parte superiore si tenevano solamente quelli più urgenti e che necessitavano dunque di una priorità rispetto agli altri (che erano posizionati nella parte sottostante). Questo sistema però innescava continui stati d'emergenza dato che alcuni contenitori venivano lasciati nella postazione anche per giorni, fino a che non arrivava un ordine in cui essi erano richiesti: veniva dunque a mancare il livellamento della produzione che un sistema come quello implementato in Pietro Fiorentini sta attuando da anni con ottimi risultati.

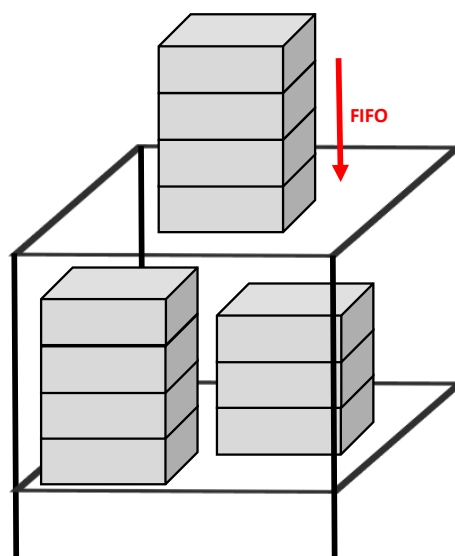


Fig. 4.13: Banco su cui si posizionavano i contenitori vuoti: nella parte superiore erano presenti i contenitori da ripristinare con urgenza, mentre nel ripiano inferiore tutti gli altri.

C'era dunque la necessità di instaurare un sistema di gestione della produzione che rispettasse la sequenza con cui i contenitori arrivavano dal supermarket, in modo tale da annullare la possibilità che si formino code prioritarie dovute da stati d'urgenza (molto difficili da avere in un flusso pull regolato da un livellamento di produzione).

Un metodo di rapida lettura e comprensione è quello della **Kanban Board**, dove si attaccano dei post-it su zone specifiche della lavagna, i quali identificano quello che c'è da fare, ciò che è in corso di svolgimento e quello che è stato fatto; è inoltre presente un numero massimo di cartellini oltre il quale non è possibile andare per ogni sezione. Mi sono basato proprio sul principio di funzionamento di questo strumento, per costruire la Kanban Board della Linea blocchi, che permette rapidamente di capire quale sia il primo codice da assemblare una volta terminato il contenitore precedente. Prima di tutto ho tolto i cartellini identificativi che erano apposti sui contenitori mediante nastro biadesivo e ne ho stampati di nuovi (riportando le stesse informazioni, quali la *simbologia* utile al water strider per riconoscere i componenti da prelevare ed una *descrizione* della varietà di prodotto) i quali sono stati dotati di velcro in modo tale da poter essere attaccati e staccati da qualsiasi contenitore: procedendo in questo modo ho svincolato l'etichetta (utilizzata come "kanban di produzione") dal contenitore.

Avendo sempre chiaro l'obiettivo di questo sistema, ho ripensato il flusso che intercorre tra l'istante in cui la cassetta viene svuotata a supermarket ed il momento in cui deve essere ripristinata. Nel momento in cui il water strider avesse prelevato l'ultimo blocco presente all'interno del contenitore, avrebbe lasciato per un attimo il carrello del kitting, preso il contenitore stesso e si sarebbe diretto in linea blocchi (distante circa 2 m). A questo punto avrebbe dovuto staccare l'etichetta e posizionare la cassetta nel ripiano inferiore del banco rappresentato in Fig. 4.13: le cassette erano quindi "neutre" e potrebbero essere state utilizzate per qualsiasi tipologia di blocco. L'etichetta veniva dunque apposta in una lavagna creata ad hoc, rappresentata in Fig. 4.14, avente la funzione di regolare e livellare la produzione. Per ogni codice circolavano tre cassette, eccezion fatta per quelli speciali i quali avevano solamente due cassette e venivano richiesti con ordini speciali, una tantum. L'etichetta veniva quindi apposta sulla posizione corrispondente alla tipologia di codice considerando anche il valore di pressione di esercizio del blocco (bassa, media oppure alta).

Per spiegare il funzionamento, si prende come esempio il Codice 1 nel caso di bassa pressione, ipotizzando una situazione iniziale in cui a supermarket ci siano, per esempio, tre contenitori pieni di blocchi. Nel momento in cui si prelevava l'ultimo blocco dal primo contenitore, l'etichetta relativa al codice 1 di bassa pressione veniva apposta (sempre mediante il sistema a velcro) sopra il rettangolo **A (colore verde)**: questo simbolo indicava all'operatore di linea che si era in una situazione di tranquillità in quanto a supermarket erano ancora presenti due cassette della stessa varietà e quindi produrre questo tipo di blocco non era certamente prioritario. Nel caso in cui fosse arrivata anche la seconda etichetta, questa sarebbe stata messa in corrispondenza del rettangolo **B (colore giallo)**: questo colore richiamava in qualche modo l'attenzione dell'operatore comunicando che la situazione stava diventando critica in quanto rimaneva una sola cassetta a supermarket ed era necessario quindi considerare l'ipotesi di produrre quel determinato codice. Nel caso estremo in cui anche la terza scatola venisse svuotata, la relativa etichetta sarebbe finita nella zona identificata con un rettangolo **C (colore rosso)**. Ciò indicava all'operatore una situazione assolutamente critica e prioritaria in cui a supermarket non era presente alcun blocco e quindi le linee Dival potevano andare in rottura di stock da un momento all'altro.

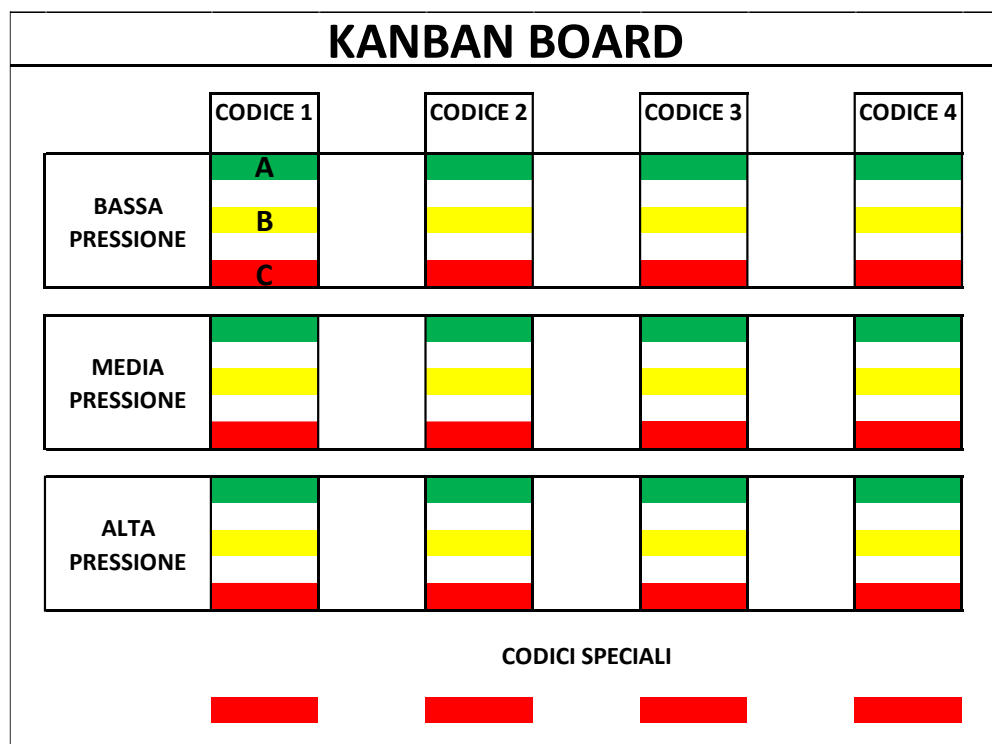


Fig. 4.14: Kanban Board utilizzata per monitorare la produzione e gestire le priorità sulla base dell'andamento dei consumi delle linee.

Mediante questa rappresentazione visual di facile lettura ed interpretazione, gli operatori erano sempre in grado di determinare quale fosse il codice a cui dare priorità e quindi produrre per primo. Una volta prelevata una qualsiasi cassetta dal ripiano inferiore del banco, ripristinavano il numero corretto di blocchi ed apponevano l'etichetta corrispondente, staccandola dalla lavagna.

Con questo sistema non si sono più avute urgenze particolari, dettate dal fatto di "aver dimenticato" contenitori e quindi avere un sistema in cui girano meno cassette di quelle per cui è stato dimensionato, creando continui stati d'allerta. Inoltre, la priorità non era più dettata da considerazioni soggettive, bensì dalla copertura presente a supermarket, quindi da valori numerici ed oggettivi. Una volta condivisa questa pratica con il water strider e con gli operatori di linea, essa è stata molto ben accolta essendo utilizzata fin da subito con metodo e rigore. Sicuramente questo non sarà un punto di arrivo in quanto si possono migliorare sia le informazioni contenute nelle etichette, portandole ad essere veri e propri kanban di produzione, sia la lavagna stessa: in quel momento però ciò che serviva era passare quanto più in fretta possibile ad un sistema completamente pull (e FIFO) sulla base delle richieste delle linee di montaggio.

4.6 Attività 5S

Riportando una frase del primo capitolo, la metodologia 5S permette la creazione di un posto di lavoro pulito ed organizzato, portando ad una riduzione degli spazi, perdite di tempo, problemi qualitativi e miglioramento della sicurezza dei lavoratori. Proprio per questi motivi si è deciso di inserire nell'A3 un obiettivo di 5S, cercando di incrementare il punteggio della valutazione di Linea Blocchi del 40%.

La situazione iniziale era significativamente peggiore rispetto la media del reparto ed era dunque necessario pianificare una sequenza di attività che avrebbero migliorato lo stoccaggio dei materiali (identificandone la tipologia ed il posizionamento), la gestione delle attrezzature (assieme alla documentazione relativa alla manutenzione e pulizia delle stesse) e l'ordine e la pulizia dell'area in generale. Lo standard in Pietro Fiorentini prevede che per un'ora a settimana, tutte le linee fermino la produzione per procedere con le attività 5S: questo significa che l'azienda crede fortemente nel metodo e nei risultati a cui esso può portare.

Seguendo i cinque step fondamentali, verranno presentati ora alcune delle attività svolte durante i cinque mesi di tirocinio:

Seiri (separare)

Durante il processo di gestione delle non conformità, sono state identificate tutte le postazioni in cui erano presenti blocchi e componenti fuori specifica. Una di queste era un banco di circa 1 m² dove su un ripiano era ammassato del materiale difettoso, mentre su un altro ripiano si trovavano delle vecchie etichette non utilizzate (utilizzate in passato con la funzione di replicare in parte il kanban di produzione), bottiglie di alcool etilico, salviette, bottigliette d'acqua ed altro materiale ancora. Dato che tutto quello elencato precedentemente non era utile alla linea (in quanto materiale obsoleto o comunque in eccesso rispetto a quanto strettamente necessario) si è deciso di eliminare quello che non sarebbe servito a nessuno e spostare in zona 5S (un'unica area aziendale, limitrofa al reparto) il banco stesso, in modo tale da renderlo disponibile per altre linee o reparti del sito.

Seiton (semplificare)

La frase fondamentale è: “ci deve essere un posto per ogni cosa ed ogni cosa al suo posto”. Nel momento in cui sono presenti solo gli strumenti/oggetti necessari alla linea, ma non si ha una locazione precisa per gli stessi, aumentano i tempi ciclo di produzione, dovuti ai tempi di ricerca. Proprio per questo motivo strumenti ed oggetti utilizzati nelle fasi di pre-assemblaggio ed assemblaggio sono stati sistemati in postazioni di schiuma espansa (di colore nero) in cui sono stati intagliati degli spazi, come indicato in Fig. 4.15. L'utilizzo di questo materiale permette di ottenere numerosi vantaggi: innanzitutto depositando oggetti su una superficie in schiuma, si evitano danneggiamenti dovuti a contatto con superfici metalliche e tra i oggetti stessi, inoltre le caratteristiche chimiche e fisiche di questo materiale fanno sì che si presti molto bene ad essere intagliato e modellato sulla base delle esigenze.

Sono state create (e ripristinate in alcuni casi) postazioni diverse in cui oltre a sagomare la schiuma, si sono apposte anche delle etichette riportanti i nomi degli oggetti, in corrispondenza degli stessi: operando in questo modo, si velocizzava l'operazione di reperimento e deposito.



Fig. 4.15: Postazione in cui vengono collocati i vari strumenti necessari all'operatore, in cui ognuno di essi ha un preciso posto assegnato (<https://www.accuform.com/organization-5S-Lean/foam-tool-organizer-PDF100>).

Inoltre, erano presenti molti contenitori a supermarket in cui non era indicato quale tipo di materiale contenessero: anche in questo caso, mediante l'uso di etichette, si è creato un posto per ogni cosa per avere ogni cosa al suo posto; nel momento in cui il contenitore veniva svuotato, si sapeva esattamente che tipo di materia prima avrebbe dovuto contenere e non si era costretti ad effettuare l'operazione di ripristino immediatamente (interrompendo la produzione) per evitare di perdere la tracciabilità.

Un'altra attività che ha portato ad un notevole risparmio di tempo è stata la sistemazione degli ordini di lavoro. Nel momento in cui un blocco passava la fase di collaudo, prima di essere depositato a Supermarket doveva essere caricato a sistema mediante un sistema a barcode. Un ordine di lavoro era rappresentato da un foglio che indicava la tipologia di blocco a cui faceva riferimento: mediante la lettura del codice barcode riportato in questo documento, si era in grado di contabilizzare la produzione della linea per un certo numero di blocchi, dopodiché doveva essere richiesto un nuovo ordine di lavoro da cui scaricare i prodotti successivi. Inizialmente questi fogli venivano ammucchiati senza alcun tipo di distinzione e dunque l'operatore era costretto a sfogliare molte pagine

fino a trovare quella adatta alla tipologia di blocco che stava producendo. L'azione intrapresa è stata quella di sistemare gli ordini sulla base del codice di prodotto (macro-famiglie) ed all'interno di ogni codice indicare anche la pressione di riferimento. Procedendo in questo modo, l'operatore era in grado di individuare l'ordine di cui necessitava in un tempo molto più rapido rispetto a prima, potendo dunque dedicare più tempo per attività a valore aggiunto di assemblaggio.

Seiso (spazzare)

Spazzare non indica solamente l'attività di pulizia dell'area di lavoro, ma significa anche "spazzare visivamente" ovvero verificare che ogni cosa sia al proprio posto (questo si può fare solamente se sono state fatte le prime due S). In reparto era buona norma fermare la produzione alcuni minuti prima della fine del turno di lavoro per pulire l'area; restava però comunque del materiale in postazioni non identificate o, ancora peggio, in zone destinate a tutt'altra funzione. Questo accadeva perché non era stata fatta la seconda S ovvero identificato mediante etichette e forme le varie postazioni. Grazie al lavoro fatto, gli operatori erano dunque in grado di capire se c'erano delle anomalie come materiale/attrezzature mancanti da ripristinare.

Seiketsu (standardizzare)

La standardizzazione permette di oggettivare tutti gli sforzi compiuti nelle prime tre S, cercando un metodo rigoroso che non permetta di ritornare alla situazione di partenza. Esempi di standardizzazione sono delle regole dove vengono descritte le azioni da intraprendere in determinate situazioni. Un esempio è stata l'introduzione di istruzioni da seguire nel momento in cui nascevano delle non conformità (come descritto nel paragrafo 4.3) per evitare che si ritornasse alla situazione iniziale con cataste di componenti ammassati l'uno sull'altro.

Shitsuke (sostenere)

Mantenere nel tempo quanto fatto è di fondamentale importanza, in quanto soltanto sostenendo gli sforzi fatti è possibile migliorare continuamente ricercando la perfezione. Per arrivare a ciò si deve instaurare negli operatori una disciplina che porti al rispetto delle regole ed alla cura della propria postazione

di lavoro. Uno strumento di aiuto è la check list, ovvero un documento dove vengono identificate le azioni da fare con una certa frequenza. Esistono check list di manutenzione, di pulizia dell'area, di set up dei macchinari, ecc.. Tutto ciò serve a mantenere nel tempo l'integrità, l'ordine e la pulizia delle attrezzature e dell'area di lavoro in generale, attribuendo responsabilità agli operatori. In questo caso si è notato che erano assenti le schede di manutenzione della maggior parte dei macchinari presenti in linea e si è dunque deciso di pianificarne la realizzazione, con il supporto del reparto Manutenzione: così facendo si sarebbe assicurato un controllo periodico di buon funzionamento, evitando guasti e rotture che avrebbero impattato sulla produttività della linea.

4.7 Foglio di Produzione Giornaliera

Come riportato nel terzo capitolo, l'operatore al collaudo compilava un foglio in cui riportava il numero di blocchi prodotti ogni ora ed eventuali problematiche qualitative e produttive nello stesso arco temporale. Questo modulo permetteva di tracciare la produttività oraria (se in linea con il tempo ciclo ottenuto dal rilievo tempi) e l'impatto delle non conformità sulla stessa. L'obiettivo da raggiungere quotidianamente era definito precedentemente sulla base della domanda giornaliera del cliente alle linee Dival e la linea Blocchi avrebbe dovuto garantire un output relazionato alla domanda stessa. Questo però non teneva conto di eventuali interruzioni di produzione delle linee (dovute da non conformità o guasti) oppure altre variazioni non pianificate. Infatti, una volta perfezionato il sistema pull nella linea mediante l'introduzione della kanban board, è emersa una domanda: "Chi è il cliente della linea?". Il segnale di produzione arrivava direttamente dal supermarket mediante il contenitore vuoto da ripristinare, portato dal water strider. Per come è stato dimensionato il sistema, la linea blocchi doveva rifornire di subassemblati il supermarket, dal quale poi si attingeva per produrre i regolatori: bisognava dunque rivedere il metodo di definizione degli obiettivi. Cercare un metodo che mantenesse traccia del numero di blocchi prodotti e soprattutto della produttività della linea non era semplice in quanto si necessitava di un parametro oggettivo su cui misurarsi.

La soluzione è arrivata, ancora una volta, ripercorrendo il flusso del materiale e dell'informazione. Stando nel gemba (in particolare nella zona a valle della linea) si notava un flusso di informazione rappresentato dal contenitore, che richiedeva un certo numero di blocchi per ripristinare lo spazio vuoto lasciato a

supermarket. All'atto pratico, se non fosse arrivata nessuna cassetta vuota, la linea sarebbe stata costretta a fermarsi, in attesa di ricevere l'informazione di produzione.

Ecco che a questo punto si è stati in grado di definire un nuovo obiettivo: ripristinare tutti i contenitori vuoti che arrivavano dal supermarket. In un vero sistema pull, il cliente finale deve essere contemplato nell'obiettivo delle linee a valle, ma se nel mezzo si trovano dei buffer (come un supermarket) che lavorano con logiche differenti, è necessario rivedere i criteri di valutazione della produttività. Misurare l'efficienza valutando la rapidità (in termini di numero di contenitori riempiti in una fascia temporale) e la corrispondenza tra il vuoto ed il pieno, permetteva la raccolta delle stesse informazioni che si avevano a disposizione con il foglio precedente, ma in un modo differente, che fosse anch'esso "pull".

È stato dunque creato un nuovo documento che ha sostituito il precedente, nel quale la compilazione non era più richiesta al solo operatore della linea: infatti, una volta depositata la cassetta ed apposto l'etichetta sulla lavagna il water strider aveva il compito di segnalare la richiesta di blocchi apponendo un segno sulla cella dedicata alla relativa fascia oraria. Portata a supermarket poi la varietà di blocco richiesta, l'operatore doveva segnalare nella casella indicante la fascia oraria l'avvenuto ripristino. Procedendo mediante questo sistema, si era in grado di determinare il livello di efficienza confrontando il numero di blocchi richiesti (e la frequenza) con quelli evasi nella stessa fascia oraria.

Questo nuovo documento ha permesso di risolvere molte incongruenze derivanti dalla versione precedente: per dimostrarlo si faranno ora due esempi di carattere assolutamente teorico. Si ponga il caso che l'obiettivo quotidiano sia di 100 blocchi (definito in precedenza sulla base della pianificazione settimanale) ma se ne siano assemblati 120: avendo in mente i principi della lean production, appare subito evidente che i 20 blocchi "extra" siano pura sovrapproduzione (lo spreco peggiore, tra i sette). La differenza è dovuta però da variazioni di produzione dovute ad esigenze legate ad ordini e materiali presenti e soprattutto dal fatto che mentre le linee a valle lavorano one piece flow, questo non avviene nella linea Blocchi a causa di vincoli a supermarket e tecnici (dovuti dal macchinario di precollauda, il quale non è in grado, al momento, di lavorare one piece flow). Al contrario, nel caso in cui nascano delle non conformità nelle linee

a valle e dunque diminuisca la richiesta dei blocchi da 100 a 80, la responsabilità del mancato raggiungimento del pianificato, non è certo da attribuire alla linea blocchi.

4.8 Re-layout della linea

Sia la gestione delle non conformità che le attività di 5S hanno permesso di ridimensionare la linea Blocchi, eliminando quanto non era necessario. L'arrivo della nuova macchina utensile ha posto però un'ulteriore sfida: accorciare di circa tre metri la linea. Infatti, l'area in cui questo centro di lavoro verrà collocato è quella a monte della linea, ma siccome le dimensioni della macchina stessa ed anche di tutte le attrezzature di cui necessita (come banco utensili, banco attrezzature, ecc.) eccedono lo spazio disponibile, bisognava cercare una soluzione che con il minimo sforzo avesse un impatto tale da permettere il posizionamento della nuova cella di lavorazioni meccaniche. Dal punto di vista logistico si vedrà un supermarket di corpi e coperchi lavorati a monte della linea blocchi, che provengono direttamente dalla cella: non sarà dunque necessario trasportare i componenti tra le varie fasi di produzione.

Durante i mesi di tirocinio, stando praticamente per tutto il tempo in gamba, avevo individuato delle zone precise in cui agire per diminuire lo spazio occupato. Prima però di gettarmi a capofitto nell'attività pratica, ho costruito una **matrice di sforzo-impatto** per evitare di compiere azioni che si sarebbero rilevate onerose in termini di tempo ed irrilevanti sul lato dell'impatto sulla produttività della linea stessa. Innanzitutto, l'obiettivo era la riduzione di 2,8 m e quindi era necessario misurare i vari ingombri che si pensava di rimuovere per avere un'idea dell'impatto sul totale dello spazio da eliminare. Dopodichè, mediante vari allineamenti con il personale dell'Attrezzzeria e della Manutenzione (i quali erano in possesso delle competenze tecniche necessarie a valutare lo sforzo dei singoli interventi da effettuare) si è definito lo sforzo di modifica/implementazione.

In particolare, gli otto punti individuati (con le riduzioni di spazio indicate tra parentesi), erano i seguenti:

1. Spostare il quadro comandi del banco di collaudo in posizione interna (25 cm),

2. Spostare il sistema di compressione del banco di collaudo in posizione interna (10 cm),
3. Spostare il quadro comandi del banco di precollaudo in posizione interna (30 cm),
4. Re-layout del banco di subassemblaggio e taglio della parte di banco in eccesso (90 cm),
5. Ridurre delle dimensioni del banco necessario al quality gate (15 cm),
6. Spostare la zona “non conformi” della linea a valle (trovando un’altra collocazione consona), in modo tale da poter traslare la linea stessa e successivamente la linea Blocchi (110 cm),
7. Spostare alcuni componenti del banco di assemblaggio in postazioni meno impattanti sul layout (30 cm),
8. Ridurre le dimensioni del banco PC (30 cm).

A questo punto avevo tutte le informazioni necessarie per realizzare la matrice di sforzo-impatto rappresentata in Fig. 4.16 dove sono indicati con i rispettivi numeri, i punti elencati precedentemente. È visivamente intuitivo che le uniche azioni convenienti, erano la numero 4 e la numero 6. Per quanto riguarda lo spostamento dei quadri elettrici ed altre attrezzature, si sarebbero dovuti modificare circuiti elettrici e di aria compressa, cosa non molto semplice e rapida da fare, mentre la creazione di banchi più piccoli avrebbe richiesto alcune giornate di lavoro.

Lo spostamento della zona dei non conformi della linea posizionata a valle della Linea Blocchi prevedeva di “traslare” il supermarket della prima e tutte le attrezzature della seconda di 1,10 m. Sia il supermarket che il banco di assemblaggio, precollaudo e collaudo, pc e quality gate sono provvisti di ruote e dunque la loro movimentazione non è da considerarsi critica. La zona dei componenti difettosi sarebbe invece stata spostata in una zona comune in cui sono raccolti ed identificati i materiali non conformi di tutte le linee del reparto.

Questa proposta di re-layout è stata condivisa con il responsabile di reparto, il quale ha dato il benestare sull'operazione.

Per quanto riguarda invece l'attività di re-layout del banco di subassemblaggio, come si nota nella Fig. 3.5 di pag. 51, la struttura dedicata alla preparazione dei subassemblati era di 90 cm più lunga di quella dell'assemblaggio. L'operazione in questo caso era quella di ripensare alla disposizione dei materiali ed attrezzature presenti nel banco, in modo tale da passare da una lunghezza di 3,50 m ad una di 2,60 m: la parte eccedente sarebbe dunque stata rimossa.

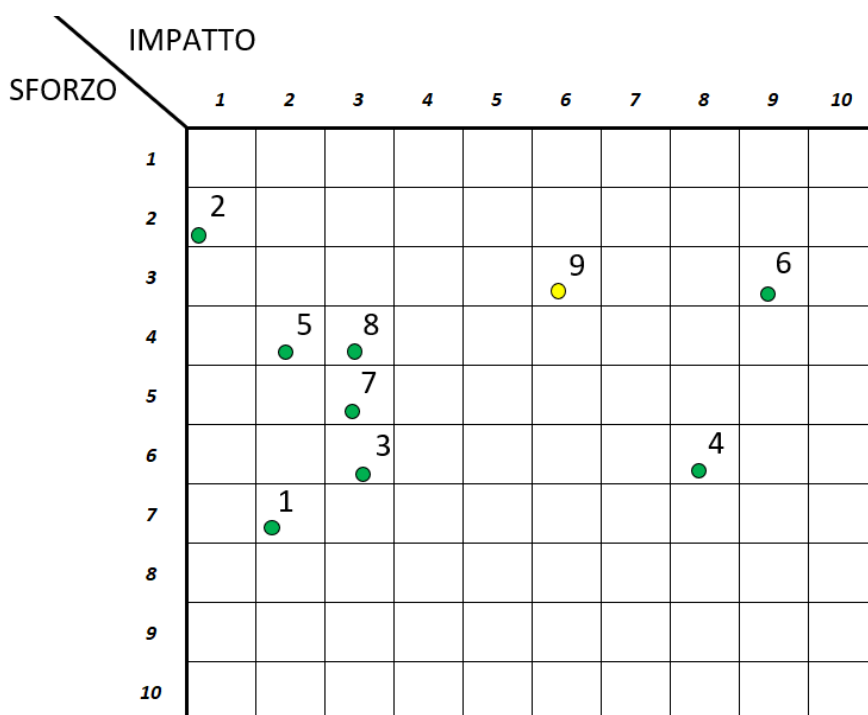


Fig. 4.16: Matrice sforzo-impatto per determinare la sequenza di azioni da implementare per ridurre le dimensioni della linea blocchi.

La prima cosa fatta è stata quella di misurare e riportare su un foglio (in scala 1:10) tutti gli ingombri presenti sul banco, in modo tale da avere ben chiara la situazione di partenza. Successivamente, ho pensato di ottimizzare la dimensione dei contenitori di materia prima e semilavorati stessi: infatti erano presenti molte scatole avente capienza troppo elevata per i volumi di produzione giornalieri presenti e dunque il materiale sostava per giorni al loro interno, creando uno spreco di spazio. Le dimensioni sono state ottimizzate mediante un'iniziale pesatura dei singoli componenti e mediante i test di varie dimensioni di contenitori per capire quelle più adatte: per ottenere ciò si pesava una cassetta

piena e tramite una semplice divisione (tra il peso globale ed il peso unitario del componente, al netto del contenitore) si trovava il numero di pezzi contenuto. Definite le dimensioni di tutti i contenitori presenti sulla postazione, si è successivamente affrontato il tema del flusso, argomento chiave in ottica lean. L'obiettivo era quello di ottenere una sequenza naturale di operazioni che mettessero l'operatore del subassemblaggio nelle migliori condizioni di lavoro possibili, senza creare interruzioni o spostamenti non necessari. Nella Fig. 4.17 sono riportate le condizioni iniziali e finali del banco, dove si può notare un'ottimizzazione sia della dimensione dei contenitori, che dell'utilizzo degli spazi, senza rinunciare al flusso ed all'ergonomia. Infine, alcune materie prime erano stoccate in un carrello situato vicino alla postazione (rappresentato sempre in Fig. 3.5) e dunque l'operatore era costretto a continui spostamenti. Effettuando dunque il re-layout, si sono create le postazioni anche per queste materie prime e soprattutto per i "prodotti finiti" (intesi come subassemblati) che invece prima erano ammassati nel banco, senza alcuna identificazione.

Prima di procedere con gli spostamenti, ho voluto simulare la disposizione del nuovo banco di subassemblaggio mediante l'utilizzo di una sagoma di cartone avente le nuove dimensioni della postazione (2,60 m) in cui sopra ho posizionato tutti i contenitori di materiale mentre il trapano radiale, la cianfrinatrice e le maschere sono state rappresentate da delle altre sagome di cartone che riproducevano l'ingombro effettivo. Quest'attività ha permesso di far emergere alcune criticità di cui sarebbe stato molto complicato accorgersi altrimenti, mediante la sola simulazione cartacea. Infatti, dato che i subassemblati venivano caricati frontalmente verso la postazione di assemblaggio, alcuni ingombri limitavano la possibilità di eseguire i riempimenti ed avrebbero dunque costretto l'operatore a continui spostamenti. Sulla base di quanto espresso, ho rivisto la disposizione di una parte del banco in modo tale da eliminare le criticità emerse, ponendo però sempre il focus sul flusso.

Sommando quindi lo spazio liberato dallo spostamento della zona delle non conformità e dalla riduzione delle dimensioni del banco di subassemblaggio, si è arrivati a 2 m. Per raggiungere l'obiettivo mancavano però ancora 0,80 m. Una soluzione che non era stata contemplata nella matrice iniziale era quella di rivedere il layout generale della linea, cercando di guadagnare ulteriori centimetri: questa attività è rappresentata dal punto n°9 nella matrice rappresentata in Fig. 4.16.

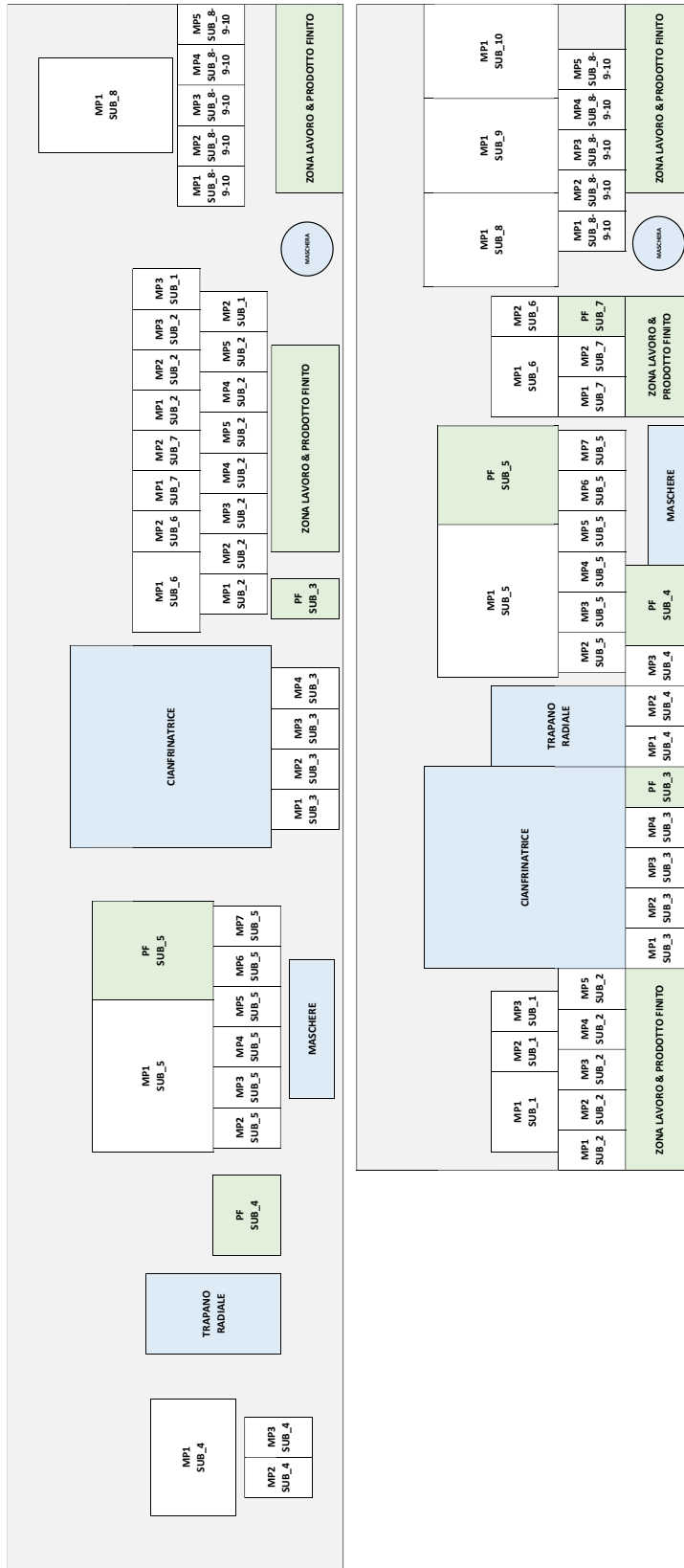


Fig. 4.17: A sinistra è rappresentato il banco di subassemblaggio nelle condizioni iniziali, mentre a destra il suo re-layout, con uno spazio occupato ridotto del 36%.

Il banco di assemblaggio e quello di subassemblaggio non si potevano ottimizzare ulteriormente nelle condizioni attuali, infatti per un'ulteriore riduzione delle dimensioni sarebbe stato necessario smantellare tutta l'attrezzatura e riposizionarla, oppure passare ad un sistema a kit: attività non percorribili nelle poche settimane che restavano prima dell'arrivo della nuova macchina utensile. Le attività sulle rampe precollauda e collauda avrebbero richiesto delle ore di lavoro di personale specializzato, quindi ho deciso di pensare ad un'altra alternativa. Quest'ultima è stata individuata nello spostamento del banco dedicato all'inserimento dell'ordine e quality gate. Modificando l'orientamento dello stesso di 90°, si sarebbero ridotte le dimensioni di 0,80 cm, proprio quelli di cui si necessitava. Dato che anche in questo caso il banco era provvisto di ruote, non era necessario richiedere l'intervento di personale specializzato e dunque sarebbero bastati alcuni minuti.

Come si vede in Fig. 4.18, questo spostamento ha modificato anche il flusso del Blocco e dunque anche quello dell'operatore: si è passati da una situazione lineare dove l'operatore si spostava da destra verso sinistra, ad una ad L (con la linea tratteggiata si identifica la situazione di partenza, mentre con quella continua il nuovo percorso dell'operatore). La spaghetti chart dell'operatore si è allungata di circa 1 m per ogni prodotto assemblato e sicuramente questo ha un impatto (anche se minimo) nella produttività globale della linea. Inoltre, si è andati a perdere un po' di visibilità del processo: la situazione ideale sarebbe quella di posizionarsi a monte di un processo (di assemblaggio piuttosto che di lavorazione meccanica) e riuscire a vedere, stando fermi, tutto il flusso del prodotto, dalla materia prima al prodotto finito.

D'altro canto, si è migliorata l'ergonomia nell'attività di trasporto del contenitore di blocchi dalla linea al supermarket: la distanza tra di esso e la postazione finale è diminuita sensibilmente. Questo vantaggio inoltre ha avuto un impatto anche sullo standard work del water strider, il quale doveva compilare il foglio di produzione giornaliera ed apporre le etichette nella kanban board (entrambi posizionati nel banco del quality gate); anche in questo caso la distanza percorsa è diminuita.

Per quanto riguardava invece lo spazio occupato dal WIP dei corpi lavorati alla macchina utensile (WIP corpo LA), si trattava di una postazione momentanea che cesserà di esistere nel momento in cui arriverà la nuova macchina utensile.

Infatti, a valle della stessa sarà presente un supermarket in cui si posizioneranno sia i corpi che i coperchi lavorati, a disposizione della linea Blocchi per essere assemblati: lo spazio di questo supermarket è stato contemplato all'interno della nuova cella e non avrà un impatto ulteriore sulle dimensioni della linea.

Pesando dunque da un lato l'impatto e gli aspetti positivi della modifica e dall'altro lo sforzo di realizzazione e gli svantaggi che questa ha portato nel flusso del prodotto e nelle movimentazioni dei vari operatori, si è valutata come vantaggiosa la scelta di modificare il layout globale della linea.

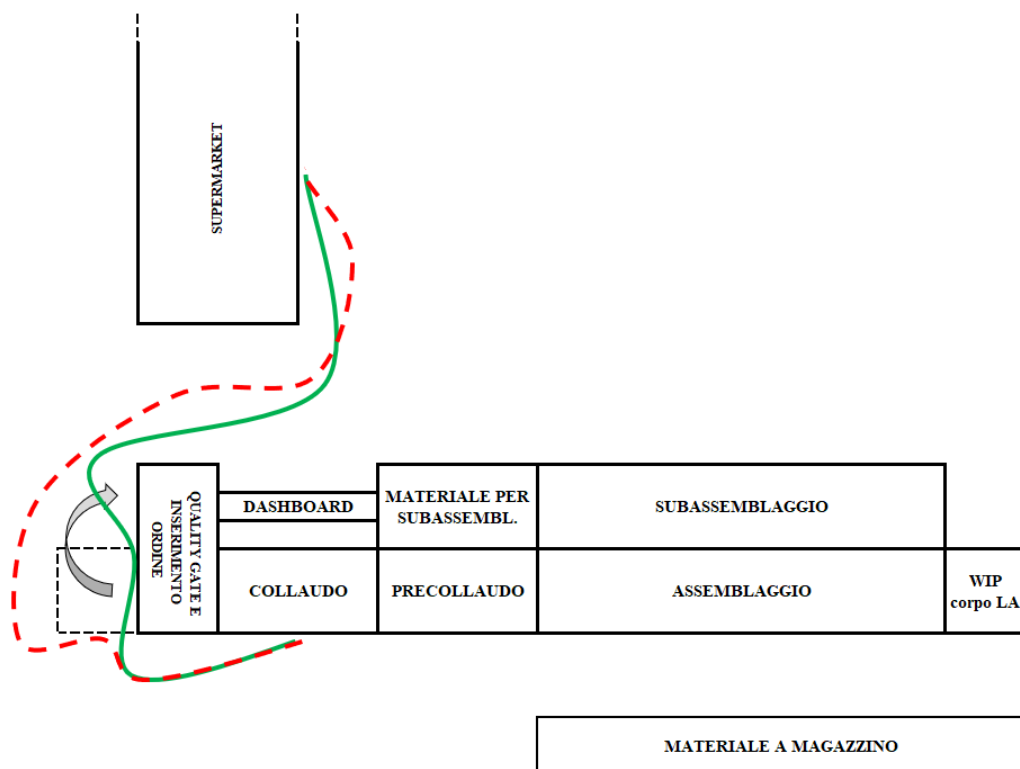


Fig. 4.18: Nuovo layout di Linea Blocchi dove è rappresentato lo spostamento del banco di quality gate ed inserimento dell'ordine.

Durante i cinque mesi di tirocinio sono state svolte molte attività di miglioramento in Linea Blocchi oltre a quelle riportate in questo paragrafo. Infatti, parecchie azioni sono state di tipo puntuale, mirate a risolvere problemi di piccola entità che emergono durante le attività quotidiane.

Capitolo 5

Conclusioni

In quest'ultimo breve capitolo, verrà sommariamente indicato quanto esposto nel lavoro di tesi, andando ad analizzare il lavoro fatto e soprattutto i risultati ottenuti. Nell'ottica di miglioramento continuo verranno espressi anche ulteriori sviluppi futuri che riguarderanno dei cambiamenti alla Linea Blocchi.

Il presente lavoro di tesi è stato realizzato durante il tirocinio di cinque mesi in Pietro Fiorentini S.p.a. nella sede di Arcugnano (Vicenza) e si articola in quattro capitoli, in cui si è voluto prima costruire una solida base teorica su cui poi sviluppare tutte le azioni di miglioramento nel gemba.

Nella prima parte si è definita la filosofia del *Lean Manufacturing* confrontandola prima con i metodi di produzione che l'hanno preceduta e successivamente definendo quelli che sono i cinque principi cardine. Inoltre, si è presentato uno strumento di gestione e controllo dei progetti chiamato A3, il quale ha permesso la pianificazione delle attività focalizzata sul raggiungimento degli obiettivi inizialmente definiti. Infine, si sono descritti alcuni strumenti e metodi applicati al pensiero snello: più che le caratteristiche ed i dettagli dei metodi, è importante sottolineare l'importanza del *kaizen*. Lavorando giorno dopo giorno effettuando piccoli miglioramenti, si possono raggiungere dei risultati straordinari e di questo, Pietro Fiorentini ne è un esempio.

Nel secondo capitolo è stata descritta l'azienda Pietro Fiorentini S.p.a., esempio di storia ed innovazione: l'apertura al cambiamento che la proprietà ed in generale tutti i dipendenti possiedono, ha evitato che la crisi di inizio millennio portasse alla chiusura degli stabilimenti produttivi. Affidandosi ai migliori consulenti mondiali in ambito strategico/produttivo e mantenendo il focus sulla visione di lungo termine, l'azienda ha trasformato un business che la stava portando alla bancarotta, in uno che la vede come leader internazionale. È stato dunque presentato il portafoglio prodotti, entrando più in dettaglio sui prodotti del reparto in cui ho svolto il tirocinio.

Terminata la descrizione aziendale, si è entrati nel dettaglio del progetto vero e proprio che mi ha visto coinvolto a tempo pieno sul miglioramento di una linea produttiva. Prima di iniziare con il *kaizen*, seguendo la filosofia di Taiichi Ohno che diceva: "Senza standard non può esserci miglioramento", ho iniziato con il definire la situazione di partenza. Proprio di questo tratta il terzo capitolo del presente elaborato, in cui si sono volute sottolineare le attività svolte per ottenere tutte le informazioni necessarie a definire in modo completo l'As Is della linea. Per fare ciò si sono utilizzati degli strumenti molto potenti come la Fishbone, che mi ha permesso poi di effettuare il rilievo tempi e definire la Yamazumi Chart. Oltre al tema legato alla produttività/efficienza, sono stati definiti anche i "punti zero" per quanto riguarda la valutazione 5S, le azioni preventive e

correttive e la difettosità interna. Definito infine il quadro completo, sono stato in grado di capire in che modo e con quali azioni raggiungere gli obiettivi.

Nel quarto capitolo, cuore dell'elaborato, sono riportate le principali attività di miglioramento implementate nella linea, in particolare il bilanciamento del carico degli operatori, il sistema di gestione delle non conformità, l'applicazione del concetto di "pull" ed altro ancora.

5.1 Miglioramenti ottenuti

Il seguente lavoro di tesi si è basato sul miglioramento di cinque indicatori che venivano monitorati settimanalmente mediante l'aggiornamento dell'A3. Di seguito si riportano i trend da gennaio 2019 a giugno 2019, sebbene il tirocinio sia terminato ad inizio agosto. Il motivo di ciò è da attribuirsi ad un secondo importante progetto in cui sono stato coinvolto che è quello dell'introduzione della nuova macchina utensile, che arriverà ad inizio settembre. In particolare, ho avuto il compito di seguire molti degli aspetti riguardanti la nuova cella di lavorazione meccanica: dalla progettazione delle attrezzature, alla definizione del kanban di produzione (primo kanban di produzione in una cella di lavorazione meccanica in Pietro Fiorentini) e di tutto il flusso logistico riguardante l'asservimento dei grezzi da parte dei magazzinieri, il dimensionamento dei supermarket e lo standard work del water strider. Quindi nel mese di luglio mi sono concentrato prevalentemente su questo nuovo progetto (che avevo comunque iniziato a seguire da marzo) limitando il tempo dedicato alla Linea Blocchi.

Si vedranno ora, suddivisi in cinque paragrafi, il percorso di miglioramento che ha coinvolto la linea Blocchi sotto gli aspetti SQDC ovvero Safety, Quality, Delivery e Cost.

5.1.1 Produttività

Paragonando la linea Blocchi con le altre linee di assemblaggio presenti in reparto, la situazione era piuttosto grave: mentre quest'ultime si aggiravano attorno valori di produttività dell'85-90%, la linea aveva un valore pari al 51%. L'obiettivo che ci si è posti era quello di uniformare il valore di produttività di tutto il reparto al 90%, quindi questo significava incrementarla di circa 40 punti

percentuali. Le attività di miglioramento attuate hanno riguardato prevalentemente il bilanciamento delle attività dei vari operatori ed alcune procedure operative sulla gestione delle non conformità. Come si vede dal grafico di Fig. 4.19, nei mesi di febbraio e marzo la situazione si è attestata al 66% per poi crescere di circa il 9% ogni mese, fino a maggio dove si è registrato il valore dell'84%. In giugno si è scesi sotto l'80% e questo flesso è da attribuire all'introduzione di nuove risorse nella linea. Infatti, nel mese è arrivata una nuova risorsa (che ne ha sostituita un'altra) la quale è stata formata sulle attività di subassemblaggio, lavorazione meccanica e collaudo dei componenti: questo ha richiesto del tempo che ha portato ovviamente a delle ripercussioni sulla produttività, dovute anche dalla curva di apprendimento. L'obiettivo sfidante posto al 90% non è stato raggiunto (considerando le medie mensili) ma nelle prime settimane di luglio si sono registrati molte giornate lavorative in cui l'efficienza aveva valori superiori all'obiettivo, il che è un dato molto incoraggiante per l'andamento futuro di tale indicatore.

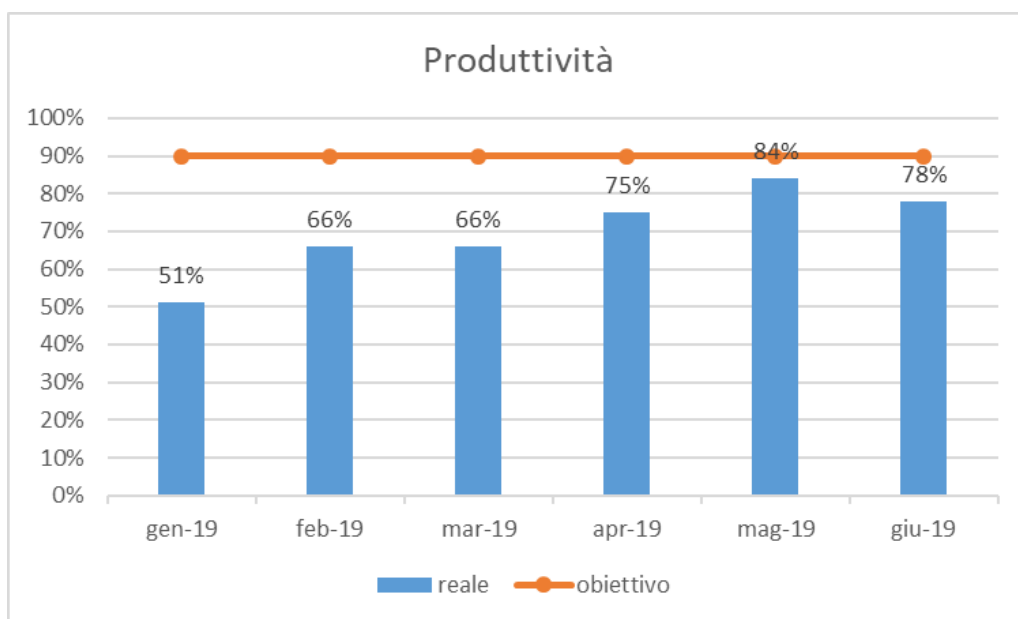


Fig. 4.19: Andamento dell'indicatore "Produttività" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019.

Bisognerà inoltre verificare di quanto aumenterà tale indicatore, mediante l'accorciamento della linea stessa (soprattutto per quanto riguarda la fase di subassemblaggio).

5.1.2 Rispetto del pianificato

Questo indicatore ha assunto significati completamente differenti durante il tirocinio. Inizialmente si considerava la quantità pianificata vera e propria ovvero il numero di regolatori (aventi il blocco) richiesti quotidianamente dalle linee e lo si riportava come obiettivo della linea Blocchi. In realtà il flusso era differente, ovvero tra la linea stessa e le linee Dival era presente un supermarket, che doveva essere sempre in grado di fornire prodotti ed evitare rotture di stock. Proprio da questo principio si è deciso di modificare il significato di questo indicatore, passando a considerare il vero cliente della linea: il supermarket. L'indicatore quindi dal mese di luglio in poi terrà conto se la linea è stata in grado di far fronte a tutti i contenitori che arrivano quotidianamente dal supermarket. Nella Fig. 4.20 è rappresentato l'andamento di tale indicatore (basato sul pianificato delle linee) e si può notare che grazie all'aumento della produttività e la riduzione delle difettosità (che vedremo in seguito) si è passati da un 78% dei giorni in cui si rispettava quanto pianificato, ad un 100% nel mese di giugno portando al raggiungimento dell'obiettivo.

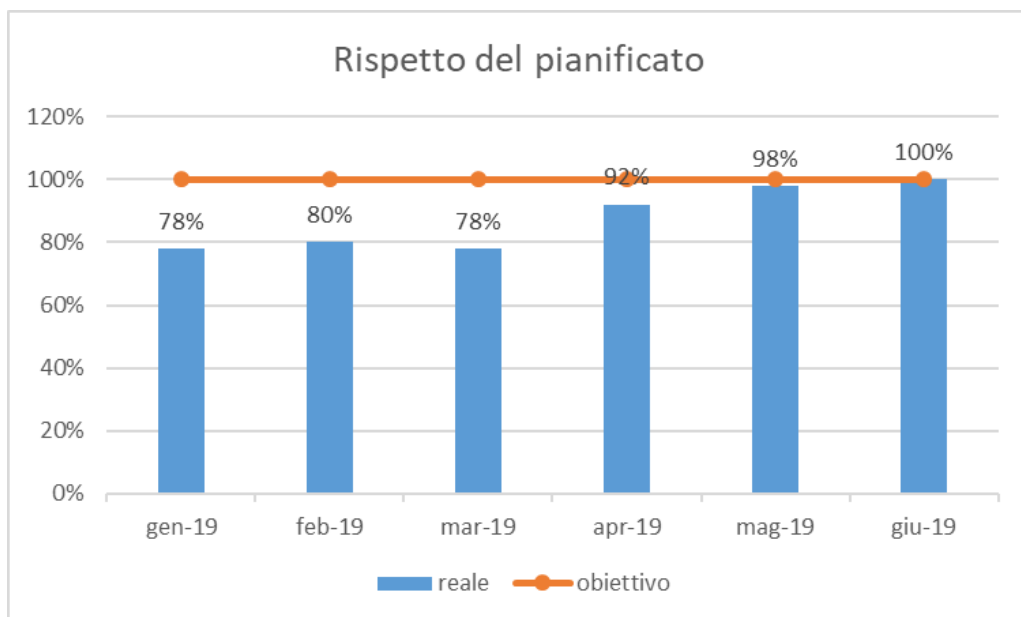


Fig. 4.20: Andamento dell'indicatore "Rispetto del Pianificato" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019.

5.1.3 Difettosità interna

Contrariamente a quanto visto nei due indicatori presentati finora, per analizzare l'andamento della difettosità interna non è sufficiente la lettura del grafico di Fig. 4.21. Infatti, i problemi qualitativi sono rilevati e raccolti solamente se gli operatori della linea li riportano sul foglio di produttività giornaliera. La situazione fino al mese di febbraio vedeva poco coinvolgimento da parte degli operatori nella compilazione di questi eventi difettosi in quanto la mancanza di risorse necessarie alla risoluzione degli stessi aveva portato ad una situazione di sfiducia sull'effettivo beneficio nel riportare queste informazioni. Dal mese di marzo, grazie ad una presenza praticamente costante nel gemba, si è iniziato a rilevare tutti gli eventi di non conformità (sia interni che esterni) ed è per questo che si nota un aumento dei valori (al 3,6%). Contestualmente si è indetto il "Team Qualità" per cercare di risolvere i problemi emersi ed abbassare la percentuale di difettosità mensile: dopo aver infatti raggiunto un picco nel mese di maggio, a giugno si è scesi nuovamente al 3,7% e questo trend è in miglioramento nel mese di luglio. Questo tipo di difetti nascevano sia a causa di mancanza di formazione degli operatori sulle pratiche operative di assemblaggio, sia dall'assenza di standard. Proprio per questi motivi si è resa necessaria la creazione di **istruzioni operative** che andassero a formalizzare una volta per tutte le pratiche di assemblaggio dei componenti, evitando quella variabilità che porta ad avere non conformità.

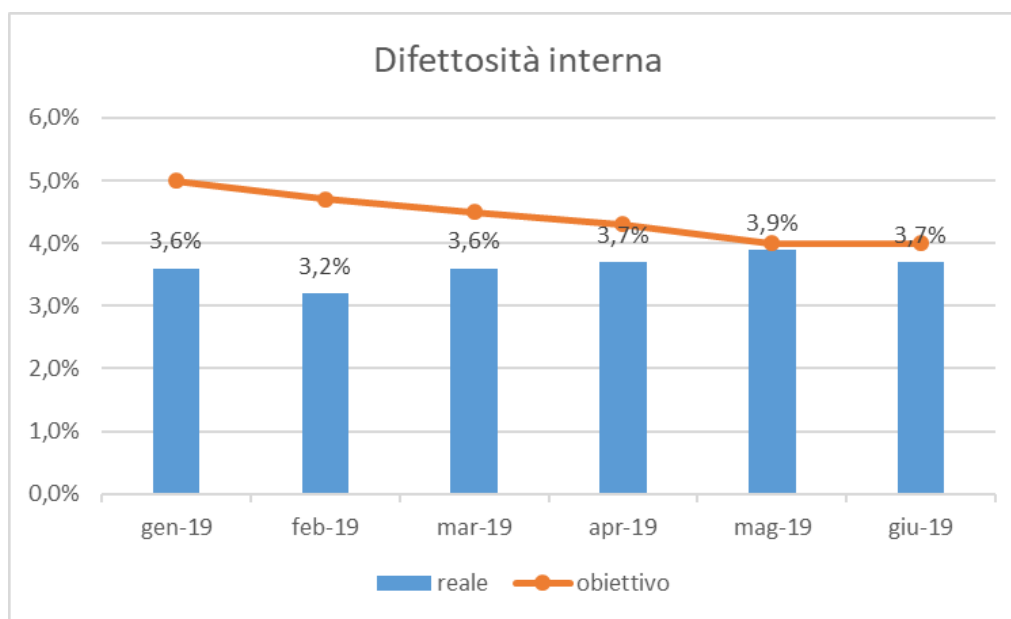


Fig. 4.21: Andamento dell'indicatore "Difettosità interna" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019.

Oltre alle istruzioni operative, la linea necessitava di **quality gates** ovvero più *sbarramenti* definiti da controlli qualitativi in cui si definiva se un componente/sub-assemblato potesse proseguire nel flusso. Infatti, la linea aveva un solo “cancello” che si trovava al termine del processo di collaudo: questo portava all’aggravarsi dei difetti (sia come numerosità che costo) in quanto proseguivano indisturbati lungo il flusso. Contestualmente alla redazione delle istruzioni operative, si è deciso di separare i controlli definiti nell’unico quality gates ed attribuirli alle fasi in cui i difetti si possono generare, senza attendere che essi arrivino al termine della linea. Entrambi i documenti sono in fase di realizzazione (percentuale di completamento di circa l’80%) e non appena approvati verranno resi ufficiali ed esposti in linea Blocchi.

5.1.4 Azioni correttive e preventive efficaci

Ogni linea/cella in Pietro Fiorentini ha un indicatore riguardante le azioni preventive e correttive da effettuare ogni mese: mediante queste ultime si rimuovono le cause radice che scatenano gli eventi difettosi e che impattano dunque sulla produttività del processo. Proprio per questo motivo è fondamentale dare evidenza al lavoro costante che si svolge per risolvere tali problematiche, mediante una spezzata che indica l’obiettivo crescente del numero di azioni da considerare come efficaci (ovvero quelle in cui il difetto risolto non si è più presentato per un certo intervallo di tempo successivo all’azione).

Come riportato in Fig. 4.22, nel mese di marzo si è stati sotto il target in quanto bisognava prima avere una base solida di dati per poter capire la numerosità degli eventi difettosi e pianificare le azioni da intraprendere. In aprile si è iniziato ad intraprendere alcune azioni che si sono rilevate essere efficaci nel mese successivo. Per quanto riguarda invece il lavoro svolto in giugno, si potranno vedere i risultati solamente a partire da luglio od agosto.

Le azioni dichiarate come efficaci in linea Blocchi, sono state le seguenti:

- Modifica del supermarket (paragrafo 4.4),
- Identificazione dei contenitori di colla e grasso, in quanto ci sono stati episodi (in più linee) in cui l’operatore ha confuso il contenitore di colla

con quello di grasso. Ho quindi identificato con colori diversi (ed etichette apposite) le due tipologie di contenitori in tutto il reparto,

- Istruzioni operative sul metodo di applicazione di colla in un componente, in quanto sono successi degli episodi di perdite esterne (rilevate al collaudo) dei blocchi,
- Identificazione dei contenitori di corpi lavorati alla macchina utensile (paragrafo 4.2).

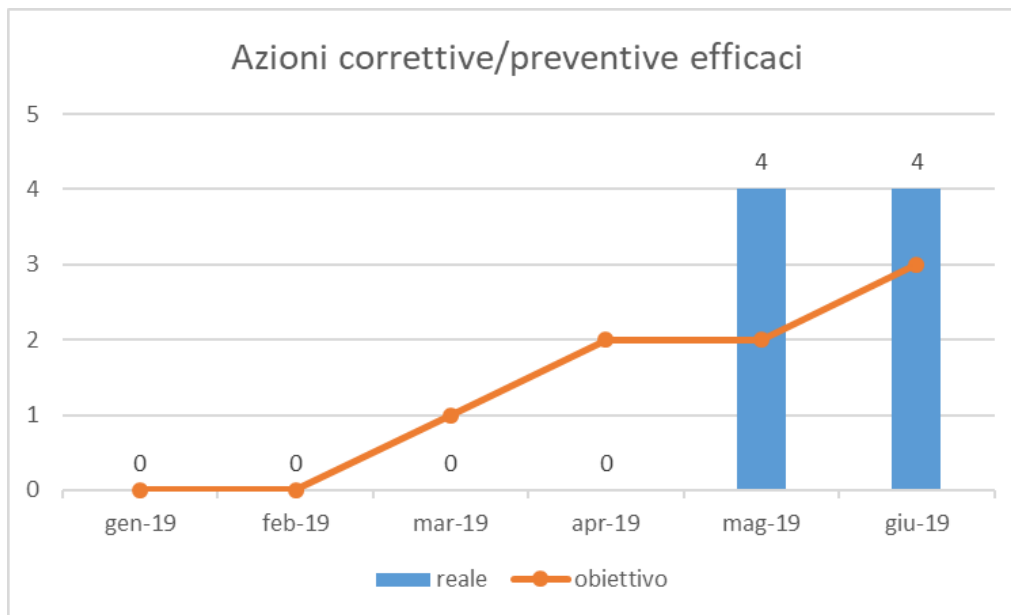


Fig. 4.22: Andamento dell'indicatore "Azioni correttive e preventive efficaci" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019.

L'obiettivo di 3 azioni correttive/preventive è stato raggiunto e superato: sicuramente nel mese di agosto ci saranno almeno altre due azioni correttive su cui verificare l'efficacia.

5.1.5 Valutazione 5S

L'ultimo indicatore oggetto di valutazione nell'A3 riguardava il punteggio ottenuto dalle valutazioni 5S: questo impattava, oltre che sulla produttività della linea, anche sull'ordine/pulizia e sicurezza della stessa. La situazione iniziale vedeva un punteggio pari ad 1,45 ovvero di circa mezzo punto al di sotto della media del reparto. Per verificare l'andamento 5S si pianifica un incontro mensile

a cui partecipano i referenti 5S dei vari reparti (che cambiano durante il corso dell'anno) in cui si analizzano i punteggi delle valutazioni e le azioni pianificate per migliorare la situazione corrente. Per ciò che concerne la linea Blocchi, oltre alla prima valutazione eseguita in febbraio, si sono saltate le valutazioni di marzo ed aprile (in quanto si sono considerate altre linee di reparto) e si è arrivati a maggio. In questo mese la valutazione ha riportato un punteggio pari a 1,80, in netto miglioramento rispetto l'ultimo dato aggiornato (vedi Fig. 4.23).

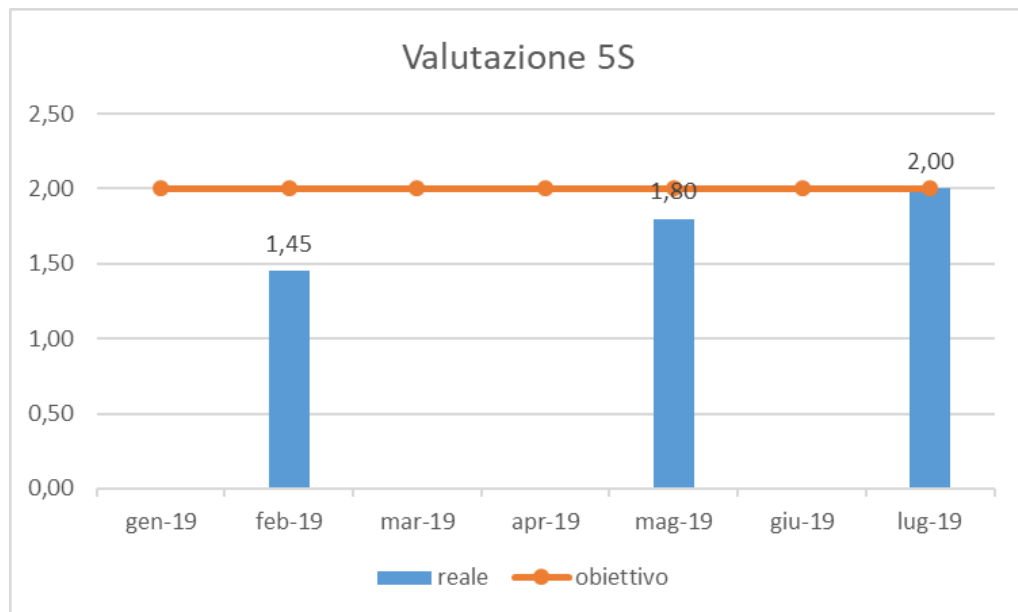


Fig. 4.23: Andamento dell'indicatore "Valutazione 5S" della linea Blocchi da gennaio a giugno 2019.

Ad inizio luglio è stata fatta una valutazione 5S della Linea Blocchi, la quale ha ottenuto un punteggio pari a 2,00 (pari all'obiettivo prefissato). All'aumento del punteggio hanno contribuito le numerose attività di sistemazione e creazione delle postazioni in schiuma espansa, l'introduzione della gestione delle non conformità che ha dato visibilità al processo, la sistemazione e l'aggiornamento delle righe a terra, assieme all'identificazione di molto materiale (sia le cassette dei corpi che i contenitori di materia prima in linea). Alcune di queste azioni di miglioramento sono indicate nel paragrafo 4.6.

Per riassumere, lo sforzo fatto per promuovere ed applicare la filosofia lean, ha portato ad ottimi risultati, infatti la produttività è passata dal 51% all'84% (il mese successivo è inferiore dato che si è fatta formazione agli operatori) ed il rispetto del pianificato è aumentato dal 78% al 100%. La difettosità interna è rimasta invariata in termini percentuali, anche se nella pratica è diminuita in quanto fino ai primi mesi dell'anno venivano registrate solamente una piccola parte delle non conformità: tutto ciò è stato possibile anche grazie alle quattro azioni correttive dichiarati efficaci, implementate nel periodo. Infine, l'ordine e la pulizia dell'area (nonché la sicurezza) sono migliorate, tanto da ottenere un aumento di 0,55 punti nella valutazione 5S.

Le attività di miglioramento non finiscono sicuramente qui, infatti in un prossimo futuro la linea verrà completamente ripensata: i macchinari di precollaudo e collaudo saranno sostituiti così come le attrezzature e le maschere di assemblaggio, in modo tale da aumentare ancor di più l'ergonomia e la produttività della linea. Questa sarà un'opportunità sia per ripensare nuovamente al layout della linea e dunque al flusso dei materiali e delle informazioni. La cella di lavorazioni meccaniche verrà invece dismessa ed al suo posto nel mese di settembre arriverà una nuova macchina utensile (che lavorerà anche altri codici di prodotto) per cui sto dimensionando i kanban di produzione (per la prima volta applicati in questo modo, in Pietro Fiorentini) ed il flusso dei materiali (grezzi e finiti) ed informazioni.

I risultati di questo lavoro di tesi dimostrano che il miglioramento è veramente continuo e senza fine, in quanto si può fare kaizen anche in un'azienda estremamente lean come Pietro Fiorentini.

Bibliografia e Sitografia

Camuffo A., 2014, *L'arte di migliorare*, Marsilio Editori S.p.a.

Chiarini A., 2016, *Lean Organization for Excellence*, FrancoAngeli

Durward K. Sobek II, C Jimmerson, A3 Reports: Tool for Process Improvement, *IIE Annual Conference, 2004*

Fiore F., 2015, Motivazione e piramide di Maslow, *State of Mind – Il giornale delle scienze psicologiche*

Fisher M., 1999, Process improvement by poka-yoke, *Work Study, Vol.48 Issue:7 pp. 264-266*

Jay Coleman B., Reza Vaghefi M., 1994, Heijunka (?): A key to the Toyota Production system, *Production and Inventory Management Journal*

Marquis H., 2009, 5 Whys to solve problems, *itSM Solutions*

Michalska J., Szewieczek D., 2007, The 5S methodology as a tool for improving the organization, *Journal of Achievement in Materials and Manufacturing Engineering*

Panizzolo R., 2017, Corso di Gestione snella dei processi, A.A. 2018/2019, Università degli Studi di Padova

Rother M., Shook J., 2003, *Learning to See*, Lean Enterprise Institute, Cambridge

Shingo S., 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Portland, Oregon

Shook J., 2008, *Managing to Learn*, Lean Enterprise Institute, Cambridge

Slack N., Chambers S., Johnston R., 2010, *Operations Management*, Pearson Education Limited

Sugimori Y., Kusunoki K., Cho F., Uchikawa S., 1977, Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system, *Journal of Production Research*

Ulutas B., 2011, An Application of SMED methodology, *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*

Womack J.P., Jones D.T., 1996, *Lean Thinking*, Simon & Schuster UK Ltd

Womack J.P., Jones D.T., Ross D., 1990, *The machine that changed the world*, Free Press, New York

<http://www.mfconsultinglean.it/> (27/06/2018)

<https://goleansixsigma.com/> (29/03/2019)

<https://ingegneriaagileesnella.wordpress.com/2015/08/22/6-principi-lean-value-value-stream-flow-pull-perfection/> (17/09/2015)

<https://www.accuform.com/organization-5S-Lean/foam-tool-organizer> PDF100
(10/05/2019)

<https://www.famispa.com/> (10/04/2019)

<https://www.fiorentini.com/it/it> (13/05/2019)

<https://www.latestquality.com/lean-supermarket/> (04/06/2018)

<https://www.leanproduction.com/smed.html> (05/01/2019)

<https://www.srv.fi/en/stories/see-big-room/> (14/04/2019)

www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html
(15/12/2018)