

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

**Ottimizzazione del flusso fisico dei componenti verso le
linee di assemblaggio in un'ottica pull. Il caso De'Longhi
Appliances S.r.l.**

Relatore

Ch.mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureanda

Elisa Nalio

Correlatore

Sig. Esterino Pierobon

Anno Accademico 2019-2020

Ringraziamenti

La laurea è un importante traguardo che non sarebbe stato possibile raggiungere senza il supporto delle persone più care. È dunque doveroso fare alcuni ringraziamenti.

Grazie alla mia famiglia per il sostegno dimostratomi ogni giorno, in ogni mia scelta. L'affetto e la fiducia che mi avete dato mi hanno permesso di superare tutti gli ostacoli che la vita mi ha fatto incontrare finora.

Grazie alle amiche di sempre per avermi accompagnata attraverso le tappe più importanti della vita, senza avermi mai fatto sentire la vostra assenza. Un ringraziamento speciale va anche agli amici che ho incontrato durante il percorso universitario a Vicenza: grazie per aver condiviso con me le vostre giornate in facoltà, gli interminabili viaggi in treno e la gioia di ogni esame superato.

Un sentito ringraziamento va al Professor Panizzolo, che mi ha fatto conoscere la disciplina del Lean Management. Grazie per avermi accompagnato nella conclusione del mio percorso universitario, permettendomi di applicare in questa Tesi gli argomenti e i principi trasmessi con grande passione durante le Sue lezioni.

Infine, devo fare un ringraziamento speciale al mio tutor aziendale, Esterino Pierobon, e a tutti i colleghi con cui ho avuto il piacere di condividere i mesi di tirocinio svolti nello stabilimento produttivo De'Longhi di Mignagola. Siete stati per me fonte di ispirazione ed esempio da seguire nella mia futura vita lavorativa.

Sommario

La presente Tesi di Laurea è stata redatta durante i mesi di tirocinio formativo svolti presso l'azienda De'Longhi Group, nello stabilimento produttivo di Mignagola (Treviso). De'Longhi, leader mondiale del settore del piccolo elettrodomestico, produce nel suo unico stabilimento italiano macchine per il caffè superautomatiche (MCSA) e macchine a capsule, in collaborazione con Nespresso.

Oggetto principale dell'elaborato sono stati i flussi logistici che interessano i componenti movimentati verso le linee di assemblaggio. Lo scopo del lavoro svolto è stato quello di ottimizzare i suddetti flussi, cercando di passare da una logica di gestione *push* a una logica di gestione *pull*, maggiormente efficiente.

Sono stati in particolare analizzati e migliorati i seguenti flussi: il flusso interno dei componenti dai supermarket alle linee di assemblaggio; il flusso interno dei componenti dai centri di lavoro in testa alle linee alle linee di assemblaggio; il flusso interno dei telai dal magazzino gravitazionale alle linee di assemblaggio; il flusso dei Kit di Benvenuto associati alle macchine, analizzato a partire dallo stampatore dei manuali di istruzioni, passando per il terzista assemblatore dei corredi, fino a giungere alle linee di montaggio.

Per ciascuno dei problemi affrontati, a una prima fase di analisi, volta alla comprensione profonda della situazione AS IS, è seguita una fase di focalizzazione e di ricerca delle possibili soluzioni. Ove possibile, i miglioramenti studiati sono stati messi in pratica e monitorati, al fine di comprenderne l'effettiva utilità.

Tutti i progetti descritti in questa Tesi di Laurea sono stati proposti dal Team Lean di De'Longhi Group e attuati grazie alla collaborazione di più funzioni dell'azienda. Si è in particolare lavorato a stretto contatto con l'ufficio Qualità di prodotto e di processo, con la funzione Produzione, con la funzione Ingegneria dei Processi Produttivi (IPP) e con i colleghi dell'Information Technology (IT).

Indice

Introduzione	1
CAPITOLO 1: L'azienda De'Longhi S.p.A.	5
1.1 Presentazione del gruppo	5
1.1.1 Vision, Mission e Valori	5
1.1.2 Storia del gruppo	7
1.1.3 Andamento economico del gruppo	8
1.1.4 Impegno sociale e ambientale	10
1.2 Principali prodotti	11
1.3 Gli stabilimenti produttivi	15
1.3.1 Lo stabilimento di Mignagola di Carbonera (Treviso)	15
1.3.2 Gli stabilimenti in Cina e Romania	17
CAPITOLO 2: I principi della Lean Manufacturing	19
2.1 La storia della Lean Manufacturing	19
2.2 I sette sprechi fondamentali della Lean Production	21
2.3 I cinque principi fondamentali	23
2.4 Il Toyota Production System	24
2.4.1 Just in Time	26
2.4.1.1 Flusso continuo	26
2.4.1.2 Takt time	27
2.4.1.3 Pull system	27
2.4.2 Jidoka	31
2.4.3 Le fondamenta del tempio	31
2.4.3.1 Heijunka	32
2.4.3.2 Lavoro standardizzato	33

2.4.3.3	Kaizen	34
	CAPITOLO 3: Il flusso dei componenti verso le linee – Punto di partenza	39
3.1	Il flusso dei componenti all’interno dello stabilimento di Mignagola	39
3.1.1	Il reparto assemblaggio	40
3.1.2	Il magazzino componenti	44
3.1.3	Il flusso dei componenti	47
3.1.3.1	Il flusso dei componenti dal supermarket e dai sottogruppi	47
3.1.3.2	Il flusso dei telai	52
3.2	Il progetto Printing On Demand: le premesse e le necessità iniziali	55
	CAPITOLO 4: Ottimizzazione del flusso dei componenti all’interno dello stabilimento di Mignagola	61
4.1	Perimetro di lavoro e team	61
4.2	Punto di partenza	62
4.3	Obiettivi del progetto	64
4.4	Sottoprogetti	66
4.4.1	Flusso dei pallet di telai dall’area di stoccaggio alle linee di montaggio delle MCSA	66
4.4.2	Flusso dei componenti dai centri di assemblaggio dei “sottogruppi” alle linee EC	74
4.4.3	Flusso dei componenti dai supermarket alle linee di assemblaggio	81
4.5	Traguardi futuri	88
	CAPITOLO 5: Il progetto Printing On Demand	91
5.1	Perimetro di lavoro e team	91
5.2	Punto di partenza	92
5.3	Obiettivi del progetto	94
5.4	Fasi del progetto	95
5.3.1	Ipotesi 1: produzione dei libretti e confezionamento dei Welcome Set nello stabilimento produttivo De’Longhi	96

5.3.2	Ipotesi 2: fornitura in outsourcing dei Welcome Set “on demand” ...	99
5.5	Risultati ottenuti.....	102
5.6	Traguardi futuri.....	103
	Conclusioni	105
	Bibliografia	111
	Sitografia.....	113

Indice delle figure

<i>Figura 1 - I valori del gruppo De'Longhi</i>	6
<i>Figura 2 - I marchi del gruppo De'Longhi</i>	8
<i>Figura 3 - Ricavi delle diverse tipologie di prodotto</i>	10
<i>Figura 4 - L'iconico Cooking Chef firmato Kenwood</i>	12
<i>Figura 5 - Minipimer MultiQuick 1 MQ 100 Soup Braun (De'Longhi Appliances S.r.l., 2020)</i>	12
<i>Figura 6 - La Specialista EC9335.M</i>	14
<i>Figura 7 - Lattissima Touch EN 550.S</i>	14
<i>Figura 8 - Dinamica Aroma Bar ECAM359.37.TB</i>	14
<i>Figura 9 - Gli stabilimenti produttivi del gruppo De'Longhi</i>	15
<i>Figura 10 - I 5 principi della Lean Production</i>	23
<i>Figura 11 - Casa del Toyota Production System</i>	25
<i>Figura 12 - Percorso del treno logistico dal supermarket alla linea di assemblaggio</i>	30
<i>Figura 13 - Heijunka box</i>	33
<i>Figura 14 - Il ciclo di Deming</i>	36
<i>Figura 15 - Andamento del miglioramento dato dall'avvicinarsi di cicli PDCA e SDCA</i>	37
<i>Figura 16 - Layout del reparto assemblaggio dello stabilimento produttivo di Mignagola</i>	40
<i>Figura 17 - Le MCSA De'Longhi: un esempio per ogni famiglia (da sinistra: ESAM, ECAM, ETAM, EPAM)</i>	41
<i>Figura 18 - Layout del magazzino componenti</i>	46
<i>Figura 19 - Spaghetti Chart del flusso dei treni logistici dal supermarket alle linee</i>	50
<i>Figura 20 - Flusso attuale dei telai dal buffer alle linee</i>	53
<i>Figura 21 - Kit di benvenuto in cofanetto di cartone litografato</i>	55
<i>Figura 22 - Kit di benvenuto in busta</i>	56
<i>Figura 23 - Flow Chart sul funzionamento dell'interfaccia per la gestione del flusso dei telai</i>	68
<i>Figura 24 - Interfaccia per il rifornimento dei telai</i>	69

<i>Figura 25 - Schema del nuovo flusso dei telai dal gravitazionale alle linee di montaggio</i>	71
<i>Figura 26 - Flusso delle mecanovalvole verso le linee</i>	76
<i>Figura 27 - Proposta di layout 1 per lo stoccaggio delle mecanovalvole nel dock di linea</i>	79
<i>Figura 28 - Proposta di layout 2 per lo stoccaggio delle mecanovalvole nel dock di linea</i>	80
<i>Figura 29 - Processo di fornitura del WS prima del POD</i>	93
<i>Figura 30 - Centro stampa in testa alle linee</i>	97
<i>Figura 31 - Scatola in polipropilene cannettato per il trasporto e la movimentazione dei Welcome Set</i>	101
<i>Figura 32 - Flusso di fornitura dei corredi AS IS vs TO BE</i>	103
<i>Figura 33 - Traguardi in termini di spazio dedicato allo stoccaggio, derivanti dall'ottimizzazione dei flussi</i>	105
<i>Figura 34 - Numero di vagoni necessari ad ogni approntamento AS IS vs TO BE</i>	107
<i>Figura 35 - Traguardi del progetto Printing On Demand</i>	108

Indice delle tabelle

<i>Tabella 1 - Ricavi dei mercati di riferimento</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 2 - Treni logistici: numero di vagoni e frequenza di passaggio per centro di lavoro</i>	<i>48</i>
<i>Tabella 3 - Dati sui posti pallet occupati dai Welcome Set nel magazzino componenti... 57</i>	
<i>Tabella 4 - Scatole e pallet di componenti da movimentare verso le linee EC a turno</i>	<i>63</i>
<i>Tabella 5 - Calcolo del tempo necessario per l'approvvigionamento dei telai a turno</i>	<i>72</i>
<i>Tabella 6 - Numero di pallet di telai da movimentare a turno per linea</i>	<i>73</i>
<i>Tabella 7 - Riassunto delle proposte per il flusso delle meccanovalvole</i>	<i>80</i>
<i>Tabella 8 - L'approvvigionamento delle linee da parte dei treni logistici: rilievi sul campo</i>	<i>83</i>
<i>Tabella 9 - Dati per ricavare la formula del tempo di approntamento completo per linea</i>	<i>85</i>
<i>Tabella 10 - Calcolo tempi teorici, vagoni necessari e saturazione operatori con frequenza AS IS.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabella 11 - Calcolo tempi teorici, vagoni necessari e saturazione operatori con frequenza TO BE.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabella 12 - Criticità del processo di fornitura dei libretti</i>	<i>93</i>
<i>Tabella 13 - Confronto tra processo di fornitura dei WS AS IS e l'attuazione dell'ipotesi 1</i>	<i>99</i>
<i>Tabella 14 - Risultati raggiunti con l'attuazione del POD</i>	<i>103</i>

Introduzione

Il progetto di “Ottimizzazione dei flussi logistici verso le linee di assemblaggio” è stato realizzato nello stabilimento produttivo De’Longhi di Mignagola. Al suo interno, l’azienda produce macchine per il caffè superautomatiche e macchine a capsule, in collaborazione con Nespresso. Leader di mercato nel suo settore, De’Longhi è particolarmente attenta alla qualità dei suoi prodotti, il cui successo è frutto del contributo di ciascuno degli “Everyday makers”, ossia i dipendenti del gruppo.

La costante tensione verso il miglioramento ha portato l’azienda a rivoluzionare completamente, in pochi anni, l’intera area produttiva. È stata in particolare la nascita delle linee 4.0, che rispondono alle crescenti necessità di flessibilità e reattività richieste dal mercato, ad inaugurare la creazione del nuovo reparto produttivo De’Longhi. Il passo successivo è rappresentato dall’ottimizzazione dei flussi logistici a monte dei centri di assemblaggio: è infatti essenziale che i principi guida vengano applicati all’intera supply chain per realizzare un vero miglioramento. Lo scopo del progetto portato avanti durante i mesi di tirocinio formativo è stato proprio quello di razionalizzare il flusso dei componenti diretti alle linee di montaggio delle MCSA (Macchine per il Caffè Super Automatiche), in un’ottica *pull*. Sono stati a tal proposito analizzati tutti i flussi logistici interni e la catena di fornitura di un particolare componente: il Welcome Set o Kit di Benvenuto, ossia il corredo contenente i manuali di istruzioni ed alcuni accessori per la cura della macchina. È essenziale ricordare che il focus del progetto è il cliente finale: lo scopo ultimo è quello di fargli giungere i prodotti desiderati nell’esatto momento in cui li richiede. È proprio per questa ragione che il team di progetto ha focalizzato la propria attenzione sulla catena di fornitura, iniziando dall’anello più vicino al consumatore: le linee di assemblaggio e il processo di fornitura interno dei componenti.

Per portare avanti i progetti sopracitati, il team di lavoro ha fatto propri alcuni dei concetti fondamentali della Lean Production, una modalità produttiva nata in Giappone e volta all’eliminazione totale degli sprechi all’interno delle aziende. Nel

presente elaborato, si affronta il tema del *just-in-time*, pilastro del TPS (Toyota Production System), con particolare attenzione al concetto di *pull flow*.

Allo scopo di affrontare il problema posto, la Tesi di Laurea è stata strutturata in diverse sezioni, per ciascuna delle quali si fornisce nelle prossime righe una breve descrizione.

La prima parte dell'elaborato offre un excursus sul contesto nel quale lo stage curriculare è stato svolto: per comprendere al meglio le ragioni delle attività di miglioramento portate avanti, si propone nelle prossime pagine una presentazione del gruppo De'Longhi. I punti affrontati sono: i valori del gruppo, la storia, i principali prodotti offerti e gli stabilimenti attivi.

Il secondo capitolo della Tesi di Laurea espone i principi teorici alla base della Lean Production, disciplina ispiratrice di tutte le attività realizzate in azienda. Come accennato sopra, il tema attorno al quale ruota l'intero elaborato è quello del *pull flow*, traguardo che i progetti attuati si propongono di raggiungere. Nella lettura di questa sezione, si consiglia di concentrare dunque la propria attenzione sul pilastro del TPS denominato *just-in-time*: sono qui affrontati i temi maggiormente impattanti sul lavoro di Tesi realizzato in De'Longhi Group.

Di seguito, si propone un excursus sulla situazione di partenza dei flussi di materiali verso le linee di assemblaggio: lo scopo del terzo capitolo è proprio quello permettere al lettore di comprendere a fondo le ragioni e le ipotesi alla base dei progetti spiegati negli ultimi due capitoli dell'elaborato.

I capitoli 4 e 5 rappresentano il "cuore" della Tesi di Laurea svolta in azienda: si espongono in queste pagine tutte le attività portate a termine nell'ottica di ottimizzare i flussi verso le linee di montaggio delle MCSA.

Il primo dei due capitoli sopracitati si occupa dei flussi logistici interni allo stabilimento produttivo. l'analisi svolta si è concentrata su:

- Flusso dei componenti dai supermarket alle linee di assemblaggio;
- Flusso dei materiali dai centri di lavoro a monte delle linee alle linee di assemblaggio;
- Flusso dei telai dal gravitazionale alle linee di montaggio.

Infine, l'ultima sezione dell'elaborato è dedicata al flusso dei Kit di Benvenuto o Welcome Set associati alle macchine, la cui supply chain è stata rivoluzionata grazie al progetto Printing On Demand (POD). Esso ha meritato un capitolo a parte in quanto si distingue dai progetti sugli altri flussi analizzati per alcuni motivi:

- Il POD è un progetto molto ampio, che ha coinvolto non solo risorse interne all'azienda, ma anche soggetti esterni. L'analisi svolta ha interessato infatti l'intera supply chain del componente, a partire dallo stampatore dei manuali, fino allo step di inserimento del corredo completo nell'imballo della MCSA.
- Rispetto agli altri progetti trattati, questo è in fase di completamento: per raggiungere tutti gli obiettivi del team di progetto mancano ad oggi pochissimi step. Si stima infatti, per l'inizio del 2021, la completa implementazione delle attività programmate.

CAPITOLO 1: L'azienda De'Longhi S.p.A.

L'obiettivo del seguente capitolo è quello di realizzare una panoramica generale sul gruppo De'Longhi, fornendo alcune informazioni fondamentali per comprendere il contesto in cui il progetto di tesi è stato svolto.

Viene fatta innanzitutto una presentazione generale del gruppo, comprendente i valori fondamentali dell'azienda, una breve storia dei differenti marchi posseduti, un accenno all'andamento economico e una breve introduzione al tema della sostenibilità.

Si presentano in seguito i prodotti venduti e i principali mercati serviti.

Infine, viene realizzata una descrizione degli stabilimenti produttivi, con particolare attenzione a quello di Mignagola di Carbonera (Treviso), unico stabilimento in Italia e sede di svolgimento dello stage.

1.1 Presentazione del gruppo

La De'Longhi S.p.A. è un'azienda italiana che ha sede a Treviso e che opera nel settore del piccolo elettrodomestico, realizzando prodotti per la preparazione del caffè, per la cucina, per la climatizzazione e per la cura della casa. Il gruppo, oggi leader mondiale nel suo settore, distribuisce i suoi articoli in 120 differenti mercati e nel 2019 ha prodotto ricavi pari a 2.101,1 milioni di euro. L'azienda conta 8.575 dipendenti ed è quotata alla Borsa di Milano dal 2001.

I marchi del gruppo sono De'Longhi, Kenwood, Braun, Ariete, cui si è aggiunto nel 2017 il gruppo svizzero Eversys, azienda produttrice di macchine professionali per la preparazione del caffè.

1.1.1 Vision, Mission e Valori

Il gruppo De'Longhi ha una vision, una mission e dei valori ben consolidati, che costituiscono il perno attorno al quale ruota l'intera azienda.

La vision esprime le ambizioni del gruppo, che afferma di voler essere riconosciuto come leader mondiale nel settore delle macchine del caffè, dei piccoli elettrodomestici per la casa e del comfort.

La missione di De'Longhi è quella di offrire prodotti innovativi, combinando in maniera adeguata lo stile e le prestazioni e facendo attenzione alle caratteristiche dei differenti mercati serviti in termini di cultura e stili di vita. Tali concetti sono chiaramente espressi attraverso la seguente affermazione:

“Worldwide,

Every Day, by your Side

A desirable object, An emotion, An authentic experience

To be lived, To be shared.” (De'Longhi Group, 2020)

I valori aziendali sono infine rappresentati visivamente nella Figura 1¹. L'azienda pone da un lato l'attenzione su aspetti tecnici quali competenza, heritage e rispetto delle regole; dall'altro dà importanza ad elementi quali passione, lavoro di squadra, coraggio e ambizione, che rappresentano l'“anima” del gruppo stesso.



Figura 1 - I valori del gruppo De'Longhi

¹ Fonte: <https://www.delonghi.com/>

1.1.2 Storia del gruppo

La De'Longhi S.p.A. detiene quattro importanti marchi, che le hanno permesso di acquisire la leadership nel settore del piccolo elettrodomestico: De'Longhi, Kenwood, Braun, Ariete. Si fornirà di seguito una breve storia del gruppo, mettendo in evidenza le tappe fondamentali nello sviluppo dell'azienda.

Fondata nel 1902 a Treviso, l'azienda De'Longhi produce inizialmente componenti per cucine a legna e stufe a kerosene per conto di terzi. È solo nel 1974 che vende il primo prodotto a marchio De'Longhi: il radiatore a olio. L'enorme successo riscontrato sul mercato spinge l'azienda a diversificare la propria gamma di prodotti, introducendo anche termoventilatori elettrici e stufe catalitiche.

Gli anni '80 rappresentano un periodo di forte crescita e proprio nel 1986 viene lanciato sul mercato il celebre Pinguino De'Longhi, un climatizzatore portatile che diventa presto il simbolo dell'azienda stessa.

All'inizio degli anni '90 si ha un'ulteriore grande svolta: la De'Longhi entra nel mercato dei prodotti per la preparazione del caffè, iniziando a produrre la sua prima macchina per caffè. Il brand acquisisce in questo contesto una forte leadership nel settore e importante è anche citare la firma, nel 2004, dello storico accordo con Nespresso per la distribuzione di macchine per caffè a capsula.

Il gruppo ha negli anni acquisito alcuni importanti marchi: nel 2001 De'Longhi acquista Kenwood, impresa produttrice di piccoli elettrodomestici fondata nel 1947 dal britannico Kenneth Maynard Wood. Insieme a quest'ultima, entra a far parte del gruppo anche Ariete, azienda italiana specializzata nella produzione di prodotti per la casa, la pulizia e lo stiro.

È infine nel 2012 che De'Longhi acquista Braun da Procter&Gamble, ottenendo il diritto di sfruttare il marchio nel settore dei piccoli elettrodomestici per la cucina.

Importante è anche citare l'acquisizione, nel 2017, della svizzera Eversys, azienda produttrice di macchine per caffè professionali: il gruppo De'Longhi acquisisce immediatamente il 40% delle quote della società svizzera, stabilendo nell'accordo l'opzione di ottenere il restante 60% entro il 30 giugno 2021.

Si riportano in Figura 2² i simboli dei differenti marchi detenuti da De'Longhi.



Figura 2 - I marchi del gruppo De'Longhi

1.1.3 Andamento economico del gruppo

Per descrivere l'andamento del gruppo, è necessario fare una premessa sul contesto economico e sociale nel quale l'azienda opera. Il 2020 ha visto lo scoppio di una pandemia su scala globale, elemento che ha generato una profonda contrazione dell'economia e una crisi sociale senza precedenti. Nato in Cina e diffusosi successivamente nel resto del mondo, il Covid 19 ha costretto gran parte della popolazione mondiale a periodi più o meno lunghi di lockdown, che hanno determinato la chiusura di molte aziende, il blocco degli scambi commerciali e una nuova ondata di disoccupazione.

È in questo contesto di incertezza estrema che De'Longhi è riuscita a salvaguardare gli interessi del proprio business, generando ricavi addirittura maggiori rispetto a quelli dell'anno precedente in quasi tutti i mercati di riferimento. Tale situazione può essere spiegata dal fatto che le persone, costrette a rimanere in casa per periodi

² Fonte: <https://www.delonghigroup.com/>

di tempo prolungati, hanno preferito investire i propri risparmi su prodotti volti alla cura della casa piuttosto che su altri tipi di beni. Nel primo semestre del 2020 le vendite hanno avuto un andamento molto positivo, che ha generato ricavi per 903,3 milioni di Euro, quasi il 7% in più rispetto al primo semestre del 2019. Si riportano in Tabella 1³ gli andamenti dei principali mercati nei quali il gruppo vende i propri beni.

Tabella 1 - Ricavi dei mercati di riferimento

Valori in milioni di Euro	I Semestre 2020	%	I Semestre 2019	%	Variazione	Variazione %
EUROPA	612,1	67,7%	560,2	66,3%	51,9	9,30%
APA (Asia / Pacific / Americhe)	246,7	27,3%	224,3	26,5%	22,4	10,00%
MEIA (Middle East / India / Africa)	44,9	5,0%	61	7,2%	-16,1	-26,40%
Totale ricavi	903,7	100%	845,5	100%	58,2	6,90%

È possibile osservare come i mercati dell'Europa e dell'APA, i più redditizi per l'azienda, abbiano determinato un importante aumento di ricavi rispetto all'anno precedente. Solo la zona rappresentata da Medio Oriente, India e Africa ha subito una contrazione in termini di ricavi. Il bilancio finale risulta comunque essere positivo, in quanto si ha una variazione positiva del 6,9% rispetto al 2019.

Se si analizza la Figura 3⁴, si può comprendere quale sia la percentuale di ricavi generata da ciascuna delle tipologie di prodotto vendute da De'Longhi.

I ricavi maggiori sono generati dai prodotti per la preparazione de caffè, seguiti, con percentuali molto minori, da quelli per la preparazione del cibo e per la cura della casa.

³ Fonte: Relazione finanziaria semestrale al 30 giugno 2020, De' Longhi S.p.A

⁴ Figura adattata da: <https://www.delonghigroup.com/>

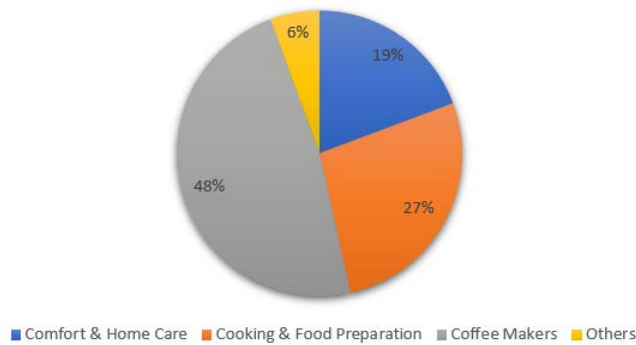


Figura 3 - Ricavi delle diverse tipologie di prodotto

1.1.4 Impegno sociale e ambientale

Il successo del gruppo De'Longhi non è limitato a fattori prettamente economici: l'azienda è stata in grado negli anni, infatti, di raggiungere importanti traguardi anche dal punto di vista della sostenibilità ambientale e sociale. Il Report di sostenibilità 2018 recita:

“Poniamo particolare attenzione agli impatti ambientali e sociali lungo la nostra catena del valore. In particolare, ci impegniamo a gestire in maniera responsabile ed efficiente le risorse energetiche contribuendo attivamente alla lotta al cambiamento climatico. Inoltre, vogliamo garantire il rispetto dei diritti umani e delle condizioni di lavoro lungo tutta la nostra filiera produttiva e contribuire alla crescita delle comunità presso le quali operiamo.” (De'Longhi Group, 2018)

Tra le iniziative concrete portate avanti dall'azienda, è innanzitutto importante citare l'impegno nell'offrire ai propri dipendenti, i cosiddetti “Everyday Makers”, un ambiente di lavoro sicuro e stimolante, in grado di coinvolgerli e renderli partecipi del successo del gruppo. Rispetto all'anno precedente, nel 2018 è stato offerto un ammontare di ore di formazione del 15% maggiore. Essenziale è anche citare l'implementazione della pratica del “Salary Review”, adottata allo scopo di valorizzare i talenti dell'azienda anche dal punto di vista retributivo e di garantire un adeguato salario a tutti i dipendenti.

Dal punto di vista ambientale, la De'Longhi è impegnata in iniziative volte alla riduzione del suo impatto ambientale: alcuni dei traguardi raggiunti nell'anno 2018

sono la riduzione del 1,7% dell'energia utilizzata per pezzo prodotto, la diminuzione del 6,6% di anidride carbonica generata per prodotto e l'avvio del 93% dei rifiuti prodotti presso gli stabilimenti verso attività di recupero.

Infine, neppure in un periodo di crisi come quello attualmente in corso l'azienda ha abbandonato il suo impegno sociale: il gruppo ha infatti donato tre milioni di Euro a sostegno dell'emergenza sanitaria generata dalla diffusione del Covid 19, rinnovando agli occhi dei consumatori la sua attenzione alla comunità nella quale si inserisce.

1.2 Principali prodotti

Il gruppo De'Longhi offre, grazie ai suoi quattro marchi, un'ampia gamma di soluzioni nei settori della preparazione del caffè, della cura della casa, della pulizia, dello stiro e degli elettrodomestici per la cucina. Ciascuno dei brand è specializzato in uno o più dei segmenti sopracitati. Si fa di seguito un excursus sui prodotti offerti da ciascuno dei marchi dell'azienda, ponendo particolare attenzione al segmento dei prodotti per la preparazione del caffè.

Entrati a far parte del gruppo insieme nel 2001, Kenwood e Ariete coprono i settori della cucina e dell'home care: il primo dei due marchi ha come prodotti di punta le impastatrici planetarie e i robot da cucina, di cui è leader di mercato; il secondo offre invece un'ampia gamma di soluzioni che vanno dai prodotti per la preparazione dei cibi agli articoli per la pulizia e la cura della casa, tutti accumulati dall'inconfondibile design italiano che distingue il brand fin dalla sua nascita. In Figura 4⁵, a titolo di esempio, è rappresentato l'iconico "Cooking Chef" firmato Kenwood, che rappresenta il prodotto di punta del marchio.

⁵ Fonte: <https://www.kenwoodworld.com/>



Figura 4 - L'iconico Cooking Chef firmato Kenwood

De'Longhi ha acquisito nel 2012 il brand tedesco Braun, con la possibilità di sfruttare il marchio nel settore dei piccoli elettrodomestici per la cucina. È proprio nella categoria dei minipimer da cucina, come quello in Figura 5⁶, che Braun è leader mondiale, ma la sua fetta di mercato si sta ampliando anche nei segmenti dei robot da cucina, delle macchine per il caffè, dei bollitori e dei tostapane.



Figura 5 - Minipimer MultiQuick 1 MQ 100 Soup Braun

I principali prodotti a marchio De'Longhi, infine, si collocano nelle categorie delle macchine per il caffè, dei piccoli elettrodomestici per la cucina e della climatizzazione. Ci si soffermerà nelle prossime righe sui prodotti per la

⁶ Fonte: <https://www.braunhousehold.com/>

preparazione del caffè, in quanto sono proprio questi ultimi ad essere stati oggetto dell'esperienza di tirocinio formativo.

Leader mondiale nel settore delle macchine per caffè, De'Longhi realizza macchine manuali, automatiche e, in collaborazione con Nespresso, anche a capsule.

In Cina, l'azienda produce un'ampia gamma di macchine per caffè manuali, tra le quali spicca La Specialista, che è in vendita dal 2019 e si prefigge l'obiettivo di far sperimentare al consumatore il rito della preparazione del caffè con un elettrodomestico energeticamente efficiente e di design. È possibile osservare questo prodotto in Figura 6⁷.

Le macchine superautomatiche di alta gamma, prodotte nello specifico all'interno dello stabilimento di Mignagola di Carbonera, sono un'eccellenza del gruppo: per giungere alla commercializzazione di questi prodotti, l'azienda fa ingenti investimenti in ricerca e sviluppo, nell'ottica di offrire al cliente un'esperienza unica attraverso un caffè come quello consumato al bar. Le MCSA (Macchine Compatte Super Automatiche) firmate De'Longhi puntano a soddisfare i desideri di diversi tipi di clienti, offrendo ciascuna un'ampia scelta di bevande differenti, e cercando allo stesso tempo di essere oggetti facili da utilizzare e di design. In questo contesto, si collocano anche le macchine superautomatiche ad incasso, che vengono realizzate con bassi volumi per importanti clienti produttori di cucine, quali per esempio Electrolux e Whirlpool.

I modelli di macchine superautomatiche di gamma più bassa e volumi annuali elevati sono prodotti nello stabilimento di Cluj, in Romania.

Le macchine a capsule Nespresso vengono prodotte con elevatissimi volumi a Mignagola di Carbonera e anche in questo caso, come per le MCSA, l'azienda fa importanti investimenti in R&S, scostandosi dunque dalla figura del terzista tradizionale, che si limita a realizzare prodotti definiti in precedenza.

In Figura 7⁸ e 8⁹ si osservano due esempi rispettivamente di MCSA e macchina a capsule Nespresso.

⁷ Fonte: <https://www.delonghi.com/>

⁸ Fonte: <https://www.delonghi.com/>

⁹ Fonte: <https://www.delonghi.com/>



Figura 6 - La Specialista EC9335.M



Figura 7 - Lattissima Touch EN 550.S



Figura 8 - Dinamica Aroma Bar ECAM359.37.TB

in collaborazione con Nespresso. Operativo dal 2007, produce oggi più 6.000 macchine al giorno in dodici differenti linee produttive:

- Le MCSA vengono realizzate nelle nuove linee “EC” (EC01, EC02, EC03, EC04, EC05, EC06, EC08, EC09, EC10 ed EC11): esse hanno di recente sostituito le vecchie linee lunghe per rispondere alla crescente necessità di reattività e flessibilità richiesta dal cliente finale. Queste linee sono state studiate per poter garantire, al bisogno, l’opportunità di produrre secondo la logica del “one-piece-flow”.
- Le macchine Nespresso sono prodotte nelle linee A132 e A148: si tratta di linee lunghe con takt time dell’ordine di 0,5 minuti, allo scopo di assemblare il grande volume di prodotti richiesti dal mercato.

Nell’area assemblaggio, oltre ai prodotti finiti, si realizzano anche molti dei “sottogruppi” principali delle macchine per il caffè. Tra questi, è possibile per esempio citare gli infusori, le meccanovalvole, le valvole di sicurezza, il subassemblato macinino e i cruscotti.

Il reparto di assemblaggio viene alimentato grazie ad un magazzino componenti, dove per ciascuna linea è presente un supermarket: gli operatori logistici, proprio come nei supermercati tradizionali, si riforniscono dei componenti necessari alla linea di competenza tramite picking. Nelle campate superiori ai supermarket, vi è una zona detta “Scorta 500”: le parti qui immagazzinate sono “abbassate” nell’area supermarket dagli addetti logistici, sulla base del fabbisogno della linea di assemblaggio corrispondente. I componenti necessari al “replenishment” della Scorta 500 sono a loro volta stoccati in un’area detta “Magazzino 007”.

Oltre ai due reparti sopracitati, nello stabilimento ci sono un magazzino per il ricevimento della merce, un reparto torni, dove si producono i macinini, e un reparto presse, dove si stampano la maggior parte dei componenti in plastica necessari per la realizzazione delle macchine. Anche gli stampi utilizzati vengono progettati e prodotti internamente: esiste infatti un reparto attrezzeria, dove, a seguito della progettazione CAD, ciascuno stampo viene concretamente realizzato a partire dal blocco di acciaio mediante macchine utensili a controllo numerico.

1.3.2 Gli stabilimenti in Cina e Romania

Nei primi anni 2000, De'Longhi realizzava ancora quasi tutti i suoi prodotti in Italia. Fu tuttavia proprio in questo periodo che l'azienda iniziò a sentire la necessità di cambiare la propria strategia di produzione e di fornitura: da un lato i principali competitor avevano già iniziato a trasferire la produzione in paesi con manodopera a basso costo, offrendo i propri beni a prezzi molto più bassi; dall'altro le fabbriche cinesi iniziavano proprio in quegli anni a realizzare prodotti di buona qualità a costi molto minori rispetto a quelli dell'Italia.

Il gruppo ebbe l'occasione di iniziare a riallocare parte della produzione italiana in Cina nel 2001, quando acquistò Kenwood, che già produceva parte dei suoi articoli in una fabbrica situata nella regione del Dongguan. Per il trasferimento di parte della produzione in Cina, l'azienda fece ingenti investimenti: acquistò nuove presse, riprogettò le linee di produzione e vi trasferì, per l'avvio, un numero considerevole di manager e impiegati. De'Longhi decise anche di collaborare in due "joint venture" con dei produttori cinesi e quella con TCL Corporation, un'impresa produttrice di elettrodomestici situata nella regione dello Zhongshan, rimase in essere fino a quando, nel 2009, il gruppo italiano decise di acquisirne tutte le quote.

Nel marzo del 2012, il gruppo acquistò uno stabilimento precedentemente posseduto da Nokia a Cluj, in Romania, con l'obiettivo di dirottare parte della produzione di Mignagola in quel sito. In quel periodo, infatti l'unico stabilimento italiano stava lavorando a piena capacità e non poteva soddisfare tutta la domanda di mercato. (Campagnolo & Camuffo, 2017)¹¹

Oltre a quest'ultimo, De'Longhi ha acquisito un altro stabilimento in Romania: a Salonta è appena entrato in funzione un nuovo sito produttivo che si occuperà della produzione degli articoli a marchio Braun.

¹¹Camuffo A., Campagnolo D., 2017, OWNERSHIP AND LOCATION IN THE SMALL DOMESTIC APPLIANCES INDUSTRY: THE DE'LONGHI CASE, in Pedersen T. (author, editor), Devinney T. M. (editor), Tihanyi L.(editor), *Breaking Up the Global Value Chain: Opportunities and Consequences*, vol. 30, Emerald Publishing Limited.

CAPITOLO 2: I principi della Lean Manufacturing

Il progetto di tesi è stato svolto in un'azienda particolarmente sensibile ai principi della filosofia Lean. Lo scopo del seguente capitolo è dunque quello fornire una breve descrizione dei fondamenti di questa disciplina, mettendo in luce gli elementi che hanno guidato lo svolgimento del progetto di ottimizzazione dei flussi presso l'azienda De'Longhi Group.

La panoramica si apre con un accenno alla storia della "Lean Manufacturing", per proseguire con la presentazione di alcuni concetti basilari: i sette sprechi della Lean Production, i cinque principi fondamentali.

Di seguito si focalizza l'attenzione sul "Toyota Production System" (TPS), mettendo in evidenza soprattutto il concetto di "Just in time", pilastro del TPS e perno attorno al quale ruota l'intero progetto svolto presso De'Longhi Group.

2.1 La storia della Lean Manufacturing

La "Lean production", in italiano "Produzione snella", affonda le sue radici nelle idee e nei principi che hanno dato origine alla produzione di massa: agli inizi del 1900 Henry Ford, imprenditore americano fondatore della Ford Motor Company, e Frederick Taylor, ingegnere che elaborò "L'organizzazione scientifica del lavoro" (1911), misero in piedi un impressionante sistema produttivo nello stabilimento di Highland Park. I principi sulla base dei quali si produceva la Ford T nera, unico modello di auto offerto ai consumatori per circa 19 anni, sono i seguenti:

- Scomposizione del processo produttivo in singole operazioni elementari e specializzazione del lavoro;
- Realizzazione di economie di scala tramite elevatissimi volumi produttivi;
- Standardizzazione dei processi produttivi: il processo di assemblaggio utilizzato era quello della catena di montaggio;
- Standardizzazione dei prodotti: la fabbrica produceva un solo modello in un solo colore. Emblematica è in questo senso la frase di Ford che recita: "Ogni

cliente può ottenere una Ford T colorata di qualunque colore desideri, purché sia nero.” (Ford & Crowther, 1925)¹²

- Domanda prevedibile e controllata da parte dell’offerta: prima del Secondo Dopoguerra, i consumatori prediligevano prodotti facilmente accessibili ed economici, pertanto gli sforzi produttivi potevano essere concentrati solamente sull’efficienza del processo;
- Elevate scorte di sicurezza.

È in questo contesto che iniziò a muovere i primi passi la Toyota Motor Company. Nata nel 1918 grazie a Sakichi Toyoda, l’azienda aveva inizialmente come core business quello dei telai tessili automatici, prodotti altamente innovativi che avevano due fondamentali caratteristiche: erano in grado di cambiare di corsa la spoletta e avevano un meccanismo capace di far fermare la macchina in caso di filo spezzato. Tali aspetti sono riconducibili, seppur ancora allo stato embrionale, alle tecniche SMED (Single Minute Exchange of Dies) e Jidoka, capisaldi del pensiero lean.

Solo nel 1933, l’azienda iniziò a produrre automobili: Kiichiro Toyoda, figlio di Sakichi, e Taiichi Ohno, ingegnere di Toyota, si recarono negli Stati Uniti per visitare gli stabilimenti della Ford Motor Company e trassero alcune conclusioni. Per competere nel settore automotive presero spunto dalle fabbriche visitate, ma, consci del fatto che a disposizione avevano risorse molto più limitate, introdussero alcune sostanziali modifiche: diversamente dalla produzione di massa del sistema fordista, la Toyota Motor Company si concentrò su innovazioni e miglioramenti al fine di eliminare gli sprechi. I tre concetti alla base del pensiero di Ohno erano:

- Creazione di un flusso continuo: l’attenzione si spostò dunque dall’ottimizzazione della singola postazione o macchinario all’ottimizzazione del flusso del prodotto attraverso l’intero processo;
- Produzione “pull”, ossia tirata dal cliente: l’idea era quella di produrre esattamente quanto richiesto dal mercato, evitando sovrapproduzione e scorte;

¹² Ford H., Crowther S., 1925, *La mia vita e la mia opera*, Apollo, Bologna.

- Miglioramento continuo: era necessaria secondo Ohno una tensione costante verso l'innovazione, da raggiungere a piccoli passi.

Il sistema organizzativo nel quale convergono i concetti appena esposti è definito Toyota Production System (TPS): esso fu a lungo studiato da ricercatori occidentali, i quali, solo dopo molti anni, si convinsero che il successo di tale gruppo non fosse soltanto frutto di fattori specifici del Giappone e che il modello potesse essere, di conseguenza, applicato anche altrove.

Negli anni, l'azienda crebbe a tal punto da diventare la più profittevole del settore automotive, superando in termini di fatturato colossi come General Motors e la stessa Ford Motor Company.

2.2 I sette sprechi fondamentali della Lean Production

Uno dei temi cardine del Lean Management è l'eliminazione degli sprechi.

Con il termine "spreco", in giapponese "muda", si intende qualsiasi attività o modo di utilizzo delle risorse non in grado di generare valore aggiunto per il cliente.

Taiichi Ohno identificò in particolare sette sprechi fondamentali (Ohno, 1988):

- Sovraproduzione: produrre in eccesso rispetto a quanto richiesto dal cliente è considerato il padre di tutti gli altri sprechi. La principale conseguenza di tale gestione è la produzione di scorte, che generano obsolescenze e spreco di spazio, culminando in un ingente aumento dei costi per l'azienda.
- Scorte: la presenza di giacenze, siano esse prodotti finiti o materiali in corso di lavorazione, è uno spreco sia in termini di spazio occupato che di risorse finanziarie. Il periodo di tempo in cui la merce è stoccata in magazzino o in buffer di linea risulta essere non a valore e, qualora diventi obsoleta, dovrà essere accantonata, dando vita ad un ulteriore spreco di risorse.
- Attese: questo "muda" si ottiene dalla differenza tra il lead time di attraversamento dell'intero processo produttivo e il tempo di lavorazione effettivo. Si tratta dunque dell'intervallo di tempo non strettamente legato alla lavorazione del prodotto, unica parte del lead time a costituire un'attività a valore aggiunto.

- Superfici: tale spreco si concretizza quando, durante il processo di lavorazione, vengono occupati spazi non strettamente necessari. È il caso in cui, per esempio, si generano scorte, le quali necessitano di superfici per lo stoccaggio.
- Trasporti: la movimentazione di prodotti o componenti da una locazione ad un'altra è un'attività non a valore aggiunto per il cliente finale, il quale non è disposto a remunerare il costo di questa operazione. È inoltre essenziale considerare che il trasporto genera anche il rischio di danneggiare i componenti movimentati, oltre che un dispendio inutile di risorse finanziarie, umane e di mezzi di trasporto.
- Movimentazioni: con questo termine si indicano tutti i movimenti superflui eseguiti dall'operatore durante il ciclo di lavoro, a causa di layout mal progettati o spazi sovradimensionati. Il tempo impiegato per l'esecuzione di tali operazioni non può essere considerato a valore aggiunto e pertanto deve essere, per quanto possibile, eliminato.
- Difetti: la produzione di scarti, ossia prodotti non conformi alle specifiche di qualità stabilite, costituisce per le aziende un importante "muda". Oltre a causare infatti aumenti di lead time nel caso siano necessarie rilavorazioni, la produzione di pezzi difettosi determina anche una perdita di immagine, qualora il cliente finale rilevi un problema nel bene acquistato.

I muda appena citati possono essere distinti in eliminabili e non eliminabili: i primi costituiscono attività non a valore immediatamente sopprimibili; i secondi possono essere semplicemente ridotti, ma non subito eliminati definitivamente.

Oltre ai "muda", importante è in questo contesto anche citare altri due concetti strettamente collegati a quello di spreco:

- I "muri" rappresentano il sovraccarico delle risorse umane o dei macchinari: le prime rischiano in queste condizioni infortuni e malattie professionali, i secondi potrebbero giungere troppo in fretta a fine vita.
- I "mura" sono invece fluttuazioni eccessive nell'utilizzo delle risorse. Quando il sistema è sottodimensionato si verifica il sovraccarico di macchinari e operatori, quando è sovradimensionato si generano sovrapproduzione e attese.

2.3 I cinque principi fondamentali

Un'azienda può essere definita “lean” solamente se è in grado di applicare con una certa sistematicità il pensiero snello, puntando sull'eliminazione di tutte le attività non a valore aggiunto e sulla semplificazione del lavoro. Allo scopo di guidare coloro che desiderano abbracciare tale filosofia, Womack e Jones¹³, identificarono i cinque principi cardine della lean production (Womack & Jones, 1996)¹⁴, che sono visivamente rappresentati in Figura 10 (The Lean Way, 2020)¹⁵.



Figura 10 - I 5 principi della Lean Production

- 1) Define Value: si definisce “valore” ciò che il cliente è disposto a pagare. Il punto di partenza è la consapevolezza che solamente una piccola frazione

¹³ James P. Womack e Daniel T. Jones sono due importanti ricercatori del MIT (Massachusetts Institute of Technology) che hanno collaborato in maniera sostanziale allo sviluppo e alla diffusione del Pensiero Lean. Womack, dopo il conseguimento della laurea e del dottorato in Scienze Politiche al MIT, si dedicò allo studio dei sistemi produttivi di tutto il mondo e fondò il Lean Enterprise Institute (LEI). Jones è un economista e autore inglese che dedicò la sua vita allo sviluppo del pensiero snello e fondò la Lean Enterprise Academy, allo scopo di aiutare le imprese intenzionate a intraprendere un percorso nell'ambito del Lean Management.

¹⁴ Womack J. P., Jones D. T., 1996, *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation*, Taylor & Francis, New York.

¹⁵ Fonte: <https://theleanway.net/>

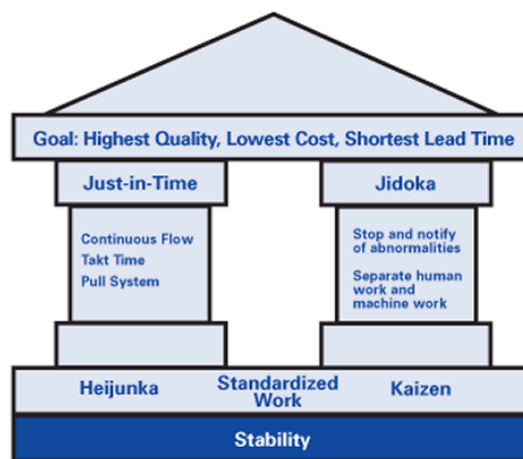
- del tempo e degli sforzi compiuti dall'azienda aggiunge valore al prodotto o servizio offerto. Dunque, è essenziale in questa fase evidenziare tutte le attività che costituiscono uno spreco di risorse dal punto di vista del consumatore finale, allo scopo di procedere all'eliminazione delle suddette.
- 2) Map value stream: il flusso del valore è generato dall'insieme di tutte le risorse che permettono di erogare il valore stabilito al cliente. Per identificarlo, è necessario effettuare una mappatura con l'obiettivo di distinguere gli step che producono valore da quelli che non lo fanno. Il flusso non riguarda semplicemente confini dell'azienda stessa, ma nella mappatura devono essere integrate anche le attività svolte da fornitori, distributori e, quando presenti, dettaglianti.
 - 3) Create flow: una volta individuate ed eliminate le attività non a valore, si deve fare in modo che tutte quelle a valore scorrano lungo un flusso continuo, senza attese, interruzioni o deviazioni. Per attuare ciò, è necessario intervenire sull'organizzazione del lavoro e sul layout produttivo, rivoluzionando il modo di pensare e di agire in fabbrica.
 - 4) Establish pull: il consumatore dovrebbe ottenere ciò che desidera, nel momento giusto e nella giusta quantità. È necessario evitare in questo senso di “spingere” il prodotto o servizio offerto verso il cliente finale, poiché deve essere proprio quest'ultimo a “tirare” la produzione dell'azienda. In questo modo, non si incorre più in sprechi quali sovrapproduzione, scorte e superfici inutilmente utilizzate.
 - 5) Pursuit perfection: secondo l'ultimo dei cinque principi, l'azienda deve cercare di giungere alla perfezione, ossia a un processo caratterizzato da “zero difetti”, applicando il concetto di “Miglioramento continuo”. Si tratta di un approccio incrementale al miglioramento, che deve essere ottenuto attraverso innovazioni piccole ma costanti.

2.4 Il Toyota Production System

Il Toyota Production System (TPS) è il sistema produttivo sviluppato dal Vicepresidente della Toyota Motor Company, Taiichi Ohno. Fu proprio sotto la sua

guida che i principi della Lean Production si radicarono nell'azienda automobilistica della quale faceva parte, decretandone il successo mondiale che le conferì la leadership nel suo settore. Due sono le principali caratteristiche di questo modello organizzativo: da un lato, importante è il concetto di “Just in time”, secondo cui bisogna produrre “solo ciò che è richiesto dal mercato, nel momento giusto, nella quantità giusta”, riducendo in questo modo al minimo le scorte; dall'altro lato, fondamentale è il principio di rispetto per l'essere umano, che ha il diritto di partecipare attivamente al miglioramento e al funzionamento della sua postazione di lavoro (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977)¹⁶.

Il TPS viene spesso rappresentato attraverso l'immagine di una casa come quella in Figura 11 (Lean Enterprise Institute Inc., 2020)¹⁷.



Toyota Production System "House."

Figura 11 – Casa del Toyota Production System

Lo scopo di questa similitudine è quello di rappresentare il TPS come un sistema strutturato e solido, dove ciascuno degli elementi facenti parte della struttura rinforza gli altri. Il tetto è costituito dagli obiettivi principali della Lean Production: qualità elevata, costi bassi e lead time il più possibile ridotto. A sorreggerlo, ci sono i due pilastri del TPS: il Just in time, emblema della Produzione Snella, e il Jidoka, la pratica che consente di evitare il passaggio di qualsiasi difetto alla stazione di

¹⁶ 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, *International Journal of Production Research*, vol. 15, n. 6, pp 553-564.

¹⁷ Fonte: <https://www.lean.org/>

lavoro successiva. Le fondamenta, formate da Heijunka, lavoro standardizzato e Kaizen, permettono di ottenere processi affidabili e stabili.

2.4.1 Just in Time

Il JIT (Just in Time) è un insieme di principi, strumenti e tecniche che permette all'azienda di realizzare e consegnare prodotti in piccole quantità, con lead time brevi, cercando di incontrare i bisogni specifici dei clienti. L'azienda è in questo modo in grado di essere reattiva ai cambiamenti nella domanda del cliente, senza accumulare scorte. Ciascuno degli step di una linea di produzione o di un processo di business è da considerarsi "cliente" di quello precedente e, in accordo con i principi della Lean Production, deve essere rifornito esattamente di ciò che necessita, nel momento in cui lo necessita (Liker, 2004)¹⁸.

Tre sono gli elementi su cui si basa il JIT:

- Flusso continuo;
- Takt time;
- Pull System.

Si fornirà di seguito una breve spiegazione di ciascuno dei concetti sopracitati.

2.4.1.1 Flusso continuo

La creazione di un flusso continuo di materiali lungo il processo produttivo viene realizzata attraverso la tecnica del One-piece-flow. Si tratta di una modalità di organizzare il flusso dei componenti che ne prevede l'avanzamento "un pezzo alla volta", evitando buffer intermedi e massimizzando la flessibilità del processo. È possibile così abbattere non solo le giacenze, ma anche il tempo di attraversamento, garantendo in questo modo al cliente l'arrivo del prodotto nel momento giusto e nella quantità desiderata.

¹⁸ Liker J. K., 2004, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill.

2.4.1.2 Takt time

Nell'espressione "Takt time", "Takt" è una parola tedesca che si traduce con "cadenza", "ritmo". Nel contesto della Lean Manufacturing, si tratta del "ritmo della produzione" e rappresenta la velocità ideale che il processo produttivo dovrebbe avere per essere in sintonia con la domanda di mercato. La formula dalla quale si ottiene è la seguente:

$$Takt\ time = \frac{\text{tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{vendite in pezzi per turno}}$$

Il parametro così calcolato non deve essere confuso con quello che è definito "Cycle time" o tempo ciclo manuale totale, che indica il tempo lavorativo necessario al completamento del processo.

Dal rapporto tra tempo ciclo manuale totale e Takt time si ricava il numero di operatori necessari per svolgere il processo analizzato, garantendo il soddisfacimento della domanda.

2.4.1.3 Pull system

Un sistema produttivo può essere definito "pull" se è in grado di fornire al cliente del processo il prodotto desiderato, nella quantità richiesta e nel momento giusto. Nell'ottica Lean, la produzione è infatti "tirata" dal cliente e punta ad evitare l'accumulo di scorte e work in process (WIP).

Tale tipo di gestione si contrappone al tradizionale sistema "push", che prevede che la produzione sia "spinta" verso il cliente: i programmi di produzione non si basano in questo caso sulla domanda effettiva, ma sono pianificati in anticipo rispetto a quest'ultima, determinando l'accumulo di giacenze, la necessità di ampie superfici per lo stoccaggio e, di conseguenza, l'aumento dei costi sostenuti dall'azienda.

Uno degli strumenti principe per l'implementazione di un sistema produttivo tirato dal cliente è il "kanban", termine giapponese che significa "cartellino". Si tratta di un segnale visivo che permette la movimentazione o la produzione di

un certo ammontare di materiale all'interno di un processo produttivo. Esistono due tipi di kanban:

- Kanban di movimentazione: si utilizza per effettuare lo spostamento di un materiale all'interno del processo produttivo. Questo segnale viaggia tra due centri di lavoro consecutivi, tra i quali quello a monte è il fornitore e quello a valle il cliente;
- Kanban di produzione: viene impiegato per ordinare la produzione di un di un componente utilizzato in un centro di lavoro successivo a quello di produzione. Il segnale viaggia all'interno del reparto produttivo del componente interessato, che viene prelevato per l'utilizzo da un punto di stoccaggio in uscita. Questo sistema sostituisce il MRP¹⁹ nella sua funzione di schedulazione della produzione.

In entrambi i casi, i suddetti cartellini sono attaccati a cassette o scatole con i componenti da movimentare o produrre e contengono alcune informazioni:

- Il kanban di movimentazione deve indicare il numero del cartellino, il codice, la quantità, il tipo di componente da movimentare, la capacità del contenitore e i centri di produzione utente e fornitore.
- Il kanban di produzione contiene informazioni riguardanti il numero del cartellino, il codice del componente realizzato, la capacità del contenitore e il numero di identificazione del centro fornitore.

Il sistema "kanban" può essere gestito in modo differente a seconda delle necessità dell'azienda. Si può avere:

- Il "Single card kanban": si utilizza in questo caso solamente il cartellino di movimentazione. Si tratta del metodo maggiormente impiegato;
- Il "Dual card kanban": il sistema prevede l'utilizzo sia di un cartellino di movimentazione, che di uno di produzione.

Lo strumento appena descritto può essere adottato se si verificano alcune condizioni al contorno: i volumi di produzione o movimentazione devono essere abbastanza elevati e poco variabili, gli operatori dei reparti di lavoro interessati devono essere flessibili e reattivi alla domanda, i tempi di set up dei

¹⁹ MRP significa Material Requirement Planning. Si tratta di un sistema di pianificazione dei fabbisogni di produzione che utilizza previsioni per determinare la domanda dei clienti. È di fatto in questo senso uno strumento che opera con una logica "Push".

macchinari non devono essere rilevanti per non introdurre il concetto di lotto economico.

Per determinare il numero di kanban da far circolare all'interno del sistema produttivo esistono varie tecniche. Tra queste è possibile citare la formula storicamente utilizzata in Toyota:

$$\text{Numero di kanban} = \left\lceil \frac{d * L * (1 + S)}{C} \right\rceil$$

Dove:

- “d” è il consumo medio del componente interessato in un dato periodo;
- “L” è il lead time del fornitore del componente;
- “S” è il “Safety stock” in termini percentuali;
- “C” è la capacità del contenitore.

L'obiettivo di creare un flusso di produzione “tirato” dal cliente è strettamente collegato anche al concetto di “supermarket”. Quando Taiichi Ohno si recò negli Stati Uniti per visitare gli stabilimenti produttivi della Ford Motor Company, ebbe l'occasione di osservare per la prima volta la logica di funzionamento dei moderni supermercati, ancora non presenti in Giappone. Al loro interno, i clienti potevano scegliere autonomamente ciò che desideravano e acquistarlo nella quantità necessaria. Inoltre, la merce era resa disponibile negli scaffali in maniera efficiente e puntuale, senza creare grandi stock. L'ingegnere della Toyota Motor Company fu così ispirato da tale tipo di gestione che prese spunto dalla logica di funzionamento dei supermercati per sviluppare il moderno sistema di approvvigionamento alle linee di produzione delle automobili Toyota.

Un JIT-supermarket è un'area di stoccaggio temporanea e intermedia tra le linee di assemblaggio e il magazzino centralizzato. L'obiettivo è quello di avvicinare una scorta temporanea di componenti al reparto produttivo dello stabilimento, in un'area definita, delimitata e non lontana dalle linee. Una volta che gli scaffali del supermarket sono riempiti della merce necessaria all'area di assemblaggio, quest'ultima viene servita per mezzo di treni logistici: quando si genera una “pick list” a fronte di un bisogno delle linee, un operatore logistico carica i vagoni del treno e si reca nel reparto di produzione. Qui, egli visita le

stazioni di assemblaggio secondo un ordine specifico e scambia i contenitori vuoti con quelli pieni di componenti. In Figura 12 (Fathi, Alvarez, Mehraban, & Rodriguez, 2014)²⁰, è possibile osservare il percorso compiuto dall'operatore logistico a bordo del "tow train", ossia il treno logistico, per effettuare l'asservimento di una linea di assemblaggio di automobili. Egli si fermerà in corrispondenza di ciascuno degli scaffali, in inglese definiti "rack", per porre a disposizione degli operatori di linea i componenti necessari all'assemblaggio per un periodo di tempo pari al takt time oppure a un suo multiplo.

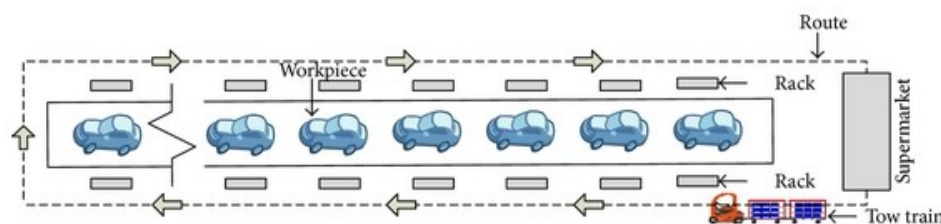


Figura 12 - Percorso del treno logistico dal supermarket alla linea di assemblaggio

Oggi, alcuni produttori di automobili hanno completamente automatizzato questo processo, servendosi di flotte di carrelli automatici, come gli LGV (Laser Guided Vehicle) o gli AGV (Automated Guided Vehicle) (Battini, Boysen, & Emde, 2013)²¹.

La logica di asservimento appena spiegata comporta alcuni essenziali vantaggi:

- Permette una perfetta sincronizzazione del part feeding system con le linee di assemblaggio, che ottengono con questa modalità i componenti necessari nel momento giusto. È necessario, in quest'ottica, che il supermarket disti al massimo di 150 metri dal reparto assemblaggio;
- Consente di ridurre al minimo la presenza di materiali a bordo linea: se l'approntamento avviene frequentemente, il reparto assemblaggio è sempre rifornito della giusta quantità di materiale;

²⁰ Fonte della figura: Fathi M., Alvarez M.J., Mehraban F., Rodriguez V., 2014, A Multiobjective Optimization Algorithm to Solve the Part Feeding Problem in Mixed-Model Assembly Lines, *Mathematical Problems in Engineering*.

²¹ Battini D., Boysen N., Emde S., 2013, *Just-in-Time supermarkets for part supply in the automobile industry*, *Journal of Management Control*, pp. 209-217.

- L'operatore logistico, detto "picker", è in grado di caricare comodamente il treno di tutti i componenti necessari, che sono stoccati nel supermarket in modo da ottimizzare l'operazione di prelievo, la quale deve essere veloce ed efficiente.

2.4.2 Jidoka

Jidoka è una parola giapponese che può essere tradotta con il termine "autonomazione", ossia "automazione con un tocco umano". Fu Sakichi Toyoda, il fondatore del gruppo Toyota, a introdurre questo concetto: i telai automatici prodotti dall'azienda erano in grado di fermarsi automaticamente allo spezzarsi del filo, interrompendo il flusso per dare la possibilità agli operatori di correggere immediatamente e definitivamente il problema. Il principio che sta alla base del Jidoka è proprio quello appena spiegato: ciascun macchinario deve possedere un sistema che gli permetta di fermare il processo produttivo alla rilevazione di un'anomalia. Gli operatori stessi sono formati per far fronte a questa situazione e cercare una soluzione alle condizioni anomale intercettate. In questo modo, le attrezzature non necessitano più di supervisione costante e le risorse umane si possono concentrare esclusivamente sulle attività a valore aggiunto.

I problemi che danno luogo al malfunzionamento possono essere qualitativi, relativi alla salute o alla sicurezza dei lavoratori, riguardanti la conformità degli strumenti usati oppure relativi alla mancanza di pezzi o alla sovrapproduzione (Luci, 2020).

Lo scopo ultimo di questa pratica è quello di costruire un processo qualitativamente robusto, in cui uomini e macchine possano lavorare separatamente, nella maniera più efficiente possibile. A questo proposito, l'essenza del Jidoka è racchiusa nelle seguenti parole attribuite a Taiichi Ohno:

"Ferma la produzione in modo che la produzione non si fermi mai."

2.4.3 Le fondamenta del tempio

Le fondamenta del tempio della Lean Production sono costituite dagli elementi che consentono di ottenere processi stabili e affidabili all'interno dell'azienda. Il Toyota

Production System si basa in particolare su tre concetti fondamentali: Heijunka, lavoro standardizzato e Kaizen.

2.4.3.1 Heijunka

Con il termine “heijunka” si indica il livellamento del carico di lavoro dell’unità produttiva sulla base della domanda di mercato, allo scopo di evitare picchi e avvallamenti nella programmazione della produzione. Una equa distribuzione nella realizzazione dei differenti prodotti garantisce all’azienda la possibilità di rispondere alle richieste del cliente garantendo tempi di attraversamento brevi e piccoli stock di prodotto finito. Tale livellamento può essere operato relativamente al volume di produzione oppure al mix di produzione.

Per rispondere all’esigenza di livellamento, è necessario innanzitutto individuare il processo Pacemaker, ossia il processo critico che conferisce il ritmo a tutti quelli a monte. A valle del Pacemaker, i processi hanno una logica di avanzamento di tipo FIFO (First In First Out). Generalmente, tale ruolo viene assegnato all’unità produttiva maggiormente vicina al cliente finale, come ad esempio l’assemblaggio finale del prodotto.

Uno degli strumenti chiave per applicare il principio appena spiegato è l’“heijunka box”, ossia la “scatola di livellamento”: in abbinamento all’utilizzo del kanban, essa viene impiegata per programmare il livellamento e controllare se si è in tempo oppure in ritardo rispetto alla tabella di marcia. Un esempio di “heijunka box” è riportato in Figura 13²².

²² Fonte: <https://www.lean.org/>

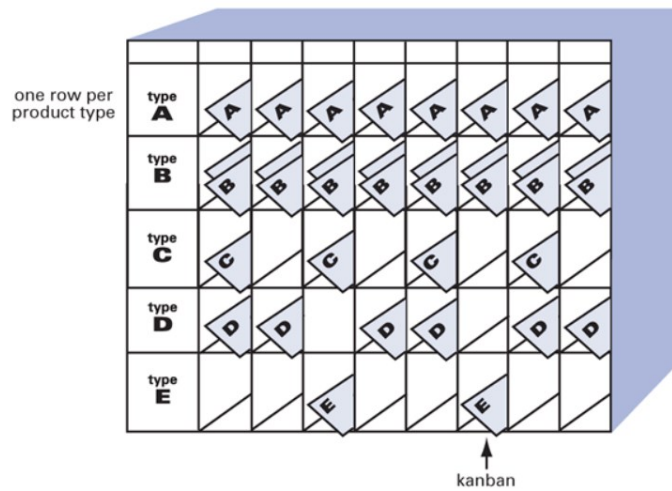


Figura 13 - Heijunka box

All'interno del box, ciascuna riga rappresenta un tipo di prodotto, mentre le colonne sono suddivise negli intervalli di tempo minimi per garantire la sequenza di lavoro. Le celle sono riempite con i kanban, che vengono prelevati dall'operatore incaricato con la cadenza prevista dalla scatola di livellamento e distribuiti nelle unità produttive corrispondenti, per l'avvio della produzione del prodotto indicato. Dal controllo visivo del box, si può visualizzare la produzione programmata nella giornata e comprendere immediatamente se vi sono o meno anomalie rispetto a quanto pianificato. Se, per esempio, il controllo avviene ad un certo orario e vi sono ancora kanban in celle precedenti ad esso, la produzione è in ritardo.

2.4.3.2 Lavoro standardizzato

L'espressione "lavoro standardizzato" indica l'insieme delle procedure che permettono la definizione dei migliori metodi e sequenze per l'esecuzione di ciascun processo da parte dei lavoratori. Come per tutti gli altri strumenti della Lean Production, il fine ultimo del lavoro standardizzato è quello di minimizzare gli sprechi, massimizzando al contempo l'efficienza nelle

operazioni svolte da ciascun operatore. Senza creare uno standard, non ci può essere, secondo Taiichi Ohno, il miglioramento. È infatti impossibile sapere come migliorare un processo senza avere uno standard di riferimento (Pereira, et al., 2016)²³.

I concetti alla base del lavoro standardizzato sono i seguenti:

- Takt time: è “ritmo della produzione”, ossia la velocità ideale del processo produttivo per essere in sintonia con la domanda di mercato;
- Working sequence: è la sequenza nella quale l’insieme delle operazioni viene svolta in un dato processo produttivo. Essa rappresenta il miglior modo per eseguirlo e permette di realizzare beni di elevata qualità, riducendo le scorte e i rischi per il lavoratore stesso.
- Standard work-in-process inventory: si tratta della minima quantità di componenti che deve essere sempre a disposizione della produzione per mantenerne il ritmo e garantirne il flusso continuo senza tempi morti. Una quantità eccessiva o troppo scarsa di materiale stoccato in linea determina un rallentamento della produzione, scostandola dal ritmo richiesto dal cliente.

2.4.3.3 Kaizen

Le origini del concetto di Kaizen risalgono al periodo immediatamente successivo alla Seconda Guerra Mondiale, quando il Giappone dovette ricostruire moltissime fabbriche e ripensare il proprio sistema produttivo. Si tratta di uno dei concetti cardine della filosofia Lean e della chiave del successo del modello di business giapponese.

Il termine Kaizen è composto dall’unione di due parole:

- “kai”, che significa “continuo” o “cambiamento”;
- “zen”, che significa “meglio” o “miglioramento”.

²³ Pereira A., Abreu F. M., Silva D., Alves A. C., Oliveira J. A., Lopes I., Figueiredo M. C., 2016, Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company – A Case Study, *Procedia CIRP*, vol. 52, pp. 239-244.

È dunque possibile tradurre Kaizen con “cambiare in meglio” oppure “miglioramento lento e continuo”.

La caratteristica distintiva della strategia di management che racchiude la sua essenza nel concetto di Kaizen è l’orientamento ai processi. Differentemente dal modo di pensare della cultura occidentale, orientata al solo risultato, la cultura giapponese si focalizza sul miglioramento di tutte le componenti fondamentali dei processi produttivi e di business, prima di puntare al raggiungimento di un determinato scopo. La diretta conseguenza di ciò è l’adozione di una prospettiva di lungo termine: mentre chi è orientato al risultato si concentra sull’ottenimento di benefici immediati, coloro che focalizzano la propria attenzione sul processo sono proiettati verso risultati ottenibili in un orizzonte temporale più lungo. Questo è uno dei principi chiave che hanno determinato il vantaggio competitivo dell’industria giapponese nel mondo.

Il Kaizen si realizza fissando degli standard, che devono essere continuamente messi in discussione e migliorati. Per creare standard sempre più elevati, è essenziale coinvolgere ogni componente dell’azienda, dal management agli operatori, e puntare sulla formazione, elemento chiave per produrre innovazioni e risolvere i problemi in maniera sistematica e strutturata.

Uno degli strumenti che l’azienda ha a disposizione per superare i vecchi standard e instaurarne di nuovi è il Ciclo di Deming, meglio conosciuto come PDCA (Plan Do Check Act). È possibile osservare in Figura 14²⁴ le quattro fasi che lo contraddistinguono, la cui spiegazione dettagliata viene fornita di seguito.

²⁴ Fonte: <https://kanbanize.com/>

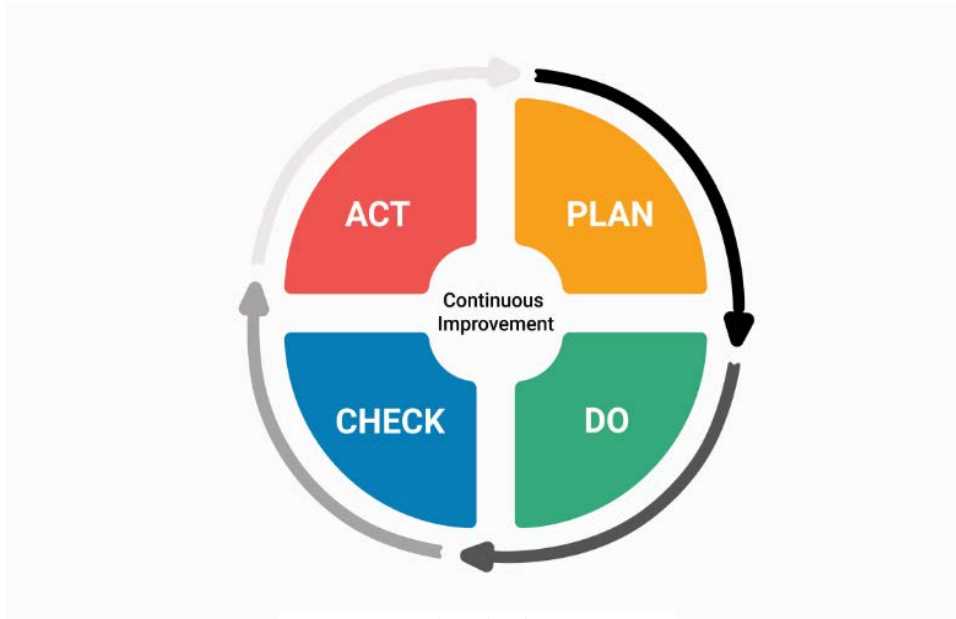


Figura 14 - Il ciclo di Deming

1. Plan: nel primo step del ciclo di Deming si fissano gli obiettivi di miglioramento e si costruisce il piano da seguire per raggiungerli. Avere un quadro ben definito della situazione di partenza è essenziale al fine di evitare sprechi e perdite nelle successive fasi del processo.
2. Do: si tratta dell'esecuzione del piano d'azione stabilito nella fase di Plan. In questo stadio, il team ha il compito di testare la validità di quanto pianificato e deve raccogliere dati utili al successivo step di Check.
3. Check: durante la fase di analisi dei risultati ottenuti, il team di lavoro cerca di comprendere se sono allineati agli obiettivi inizialmente stabiliti. Nel caso in cui gli esiti non siano soddisfacenti, è necessario rivedere la fase iniziale del ciclo; in caso contrario, si può passare alla creazione dello standard.
4. Act: nella fase finale del ciclo di Deming, i risultati precedentemente ottenuti sono standardizzati e codificati, in modo da poter essere agevolmente applicati in futuro.

Oltre al PDCA, importante è anche citare l'esistenza del ciclo SDCA, il cui scopo è quello di mettere a regime gli standard creati dal ciclo di Deming. Gli importanti miglioramenti raggiunti necessitano infatti di una fase di stabilizzazione, che può essere guidata dai seguenti step:

1. Know the standard;
2. Do the work according to the standard;
3. Check the work against the standard;
4. Act to improve the standard.

Il fattore competitivo di Toyota è, secondo alcuni, racchiuso proprio nell'applicazione quotidiana di questo ciclo.

Il tipico profilo del miglioramento, creato dall'alternarsi di cicli PDCA e SDCA, è rappresentato nella Figura 15²⁵.

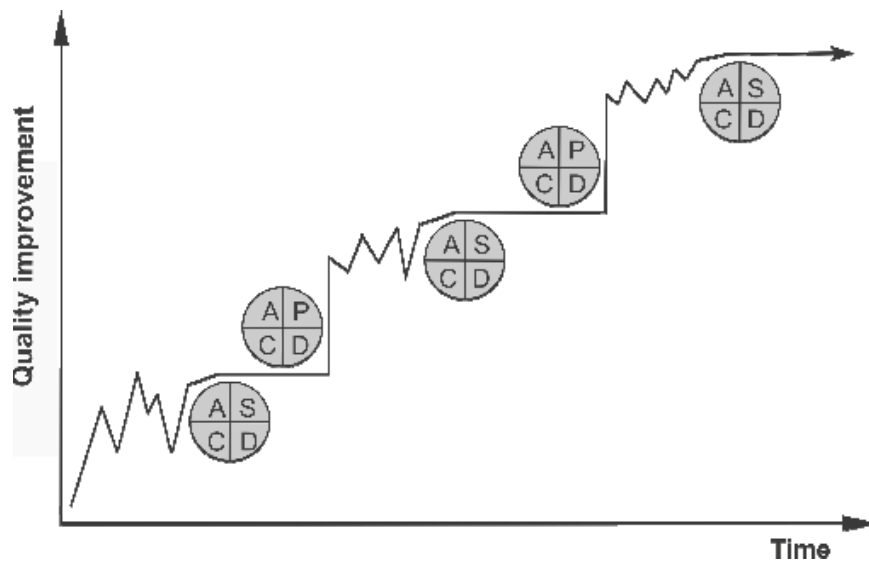


Figura 15 - Andamento del miglioramento dato dall'avvicinarsi di cicli PDCA e SDCA

²⁵ Fonte: <https://www.semanticscholar.org/>

CAPITOLO 3: Il flusso dei componenti verso le linee – Punto di partenza

Nel terzo capitolo della Tesi di Laurea, si fornirà un quadro della situazione di partenza dei flussi dei componenti verso le linee di assemblaggio. L'obiettivo è quello di comprendere a fondo il contesto nel quale il progetto di ottimizzazione è stato svolto, ponendo l'accento sui punti di forza e di debolezza del sistema di approvvigionamento.

Si focalizzerà innanzitutto l'attenzione sul flusso dei componenti movimentati verso il reparto produttivo. Durante l'esperienza di stage è stato svolto un corposo lavoro di analisi, allo scopo di ottenere una panoramica completa ed esaustiva di tutti i percorsi dei materiali verso le linee di assemblaggio dei prodotti finiti e le linee di assemblaggio dei sottogruppi. Il fine ultimo è quello di mettere in discussione non solo i percorsi eseguiti, ma anche l'organizzazione stessa del magazzino componenti, le modalità e la frequenza di approntamento per snellire e razionalizzare il flusso. Oltre a quello appena descritto, oggetto di studio sarà anche il flusso dei telai delle macchine, che sono prodotti in reparto stampaggio e stoccati in un magazzino gravitazionale prima di essere portati in linea. L'approntamento di questo componente, prima dell'intervento, era del tutto deregolamentato.

Nella seconda parte del capitolo, ci si concentrerà sulle premesse che hanno reso necessario un progetto in particolare: il Printing On Demand (POD). Questo importante progetto, che dovrà coinvolgere in un futuro prossimo anche lo stabilimento rumeno di Cluj, si pone l'obiettivo di rendere "pull" il flusso dei "kit di benvenuto" abbinati alle macchine del caffè. Si tratta di scatole o buste contenenti perlopiù libretti di istruzioni per l'uso del prodotto e alcuni piccoli accessori. Nelle pagine seguenti, ci si occuperà del contesto e delle premesse che hanno spinto l'azienda a rivoluzionare la modalità di approvvigionamento di questo componente.

3.1 Il flusso dei componenti all'interno dello stabilimento di Mignagola

La prima parte del Capitolo 3 si focalizza sulla descrizione di due delle principali aree che contribuiscono alla realizzazione della macchina per il caffè: il reparto assemblaggio e il magazzino componenti. Esse costituiscono il perimetro entro il

quale è stata condotta l'analisi volta al miglioramento dei flussi dei componenti verso le linee di assemblaggio.

3.1.1 Il reparto assemblaggio

Il reparto assemblaggio dello stabilimento produttivo di Mignagola di Carbonera consta di un'area di circa otto mila metri quadrati in cui trovano spazio dodici linee di assemblaggio di prodotti finiti e 27 centri di assemblaggio di sottogruppi. Il layout dell'area può essere osservato in Figura 16.

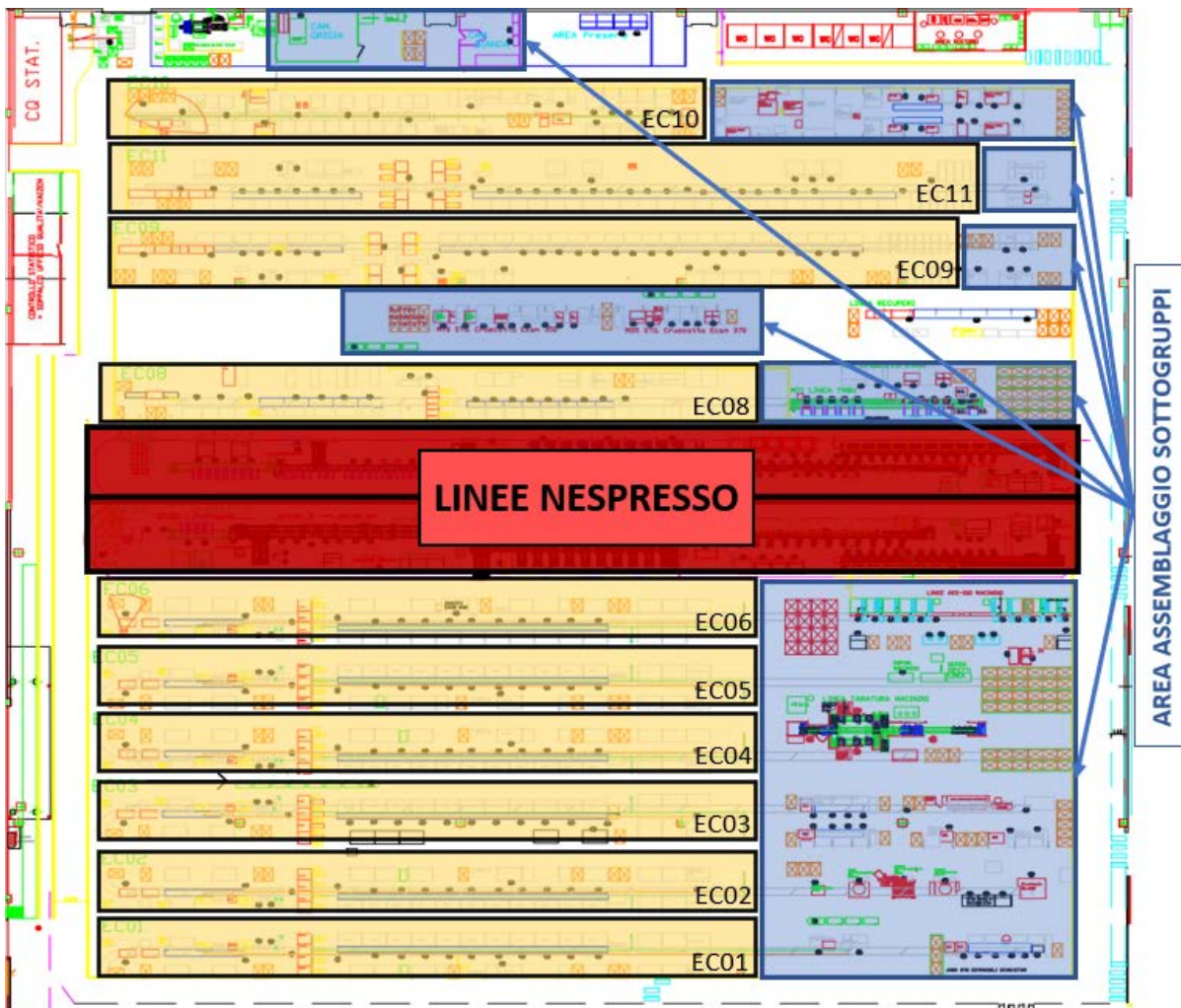


Figura 16 - Layout del reparto assemblaggio dello stabilimento produttivo di Mignagola

Oggetto di analisi sono le linee di assemblaggio delle macchine per il caffè superautomatiche, piccoli elettrodomestici in grado di macinare i chicchi di caffè al momento della preparazione della bevanda. Quattro sono in particolare le famiglie all'interno delle quali possono essere raggruppati tutti i modelli di MCSA (Macchine Compatte Super Automatiche) realizzati da De'Longhi Group:

- ESAM: è la prima famiglia di MCSA introdotta dall'azienda al momento del suo esordio nel settore. A tale gruppo appartengono anche le macchine ad incasso, parte integrante di cucine di noti marchi, come AEG, Electrolux o Whirlpool.
- ECAM: i modelli appartenenti a questa famiglia si distinguono da quelli della precedente perché risultano avere un design maggiormente compatto.
- ETAM: tale famiglia include le macchine definite "strette e lunghe"; la differenza che salta all'occhio rispetto alle prime due è la collocazione del serbatoio dell'acqua posteriormente, anziché lateralmente.
- EPAM: le macchine della famiglia EPAM rappresentano il prodotto di gamma maggiormente alta offerto da De'Longhi; sono prodotte in quantità molto minori rispetto alle altre e, diversamente da esse, l'assemblaggio è eseguito interamente da un operatore, che si occupa della realizzazione del prodotto dall'inizio alla fine della linea.

A titolo di esempio, si propone in Figura 17²⁶ un esempio di macchina per ciascuna famiglia.



Figura 17 - Le MCSA De'Longhi: un esempio per ogni famiglia (da sinistra: ESAM, ECAM, ETAM, EPAM)

²⁶ Immagine adattata da: <https://www.delonghi.com/>

Nove degli undici centri di assemblaggio del prodotto finito sono progettati per la costruzione delle macchine appena descritte. Si tratta di “linee 4.0”, che hanno sostituito di recente tutte le linee “lunghe” che percorrevano la fabbrica. La riorganizzazione del reparto produttivo è stata pensata per garantire al sistema due importanti caratteristiche:

- Reattività: il cliente deve ottenere ciò che vuole, nella quantità desiderata, nel momento esatto in cui lo richiede. Per sposare questo principio, le linee devono essere in grado di reagire a cambiamenti inaspettati nella domanda in tempi brevi;
- Flessibilità: si definisce con questo termine la capacità di adattamento di un sistema a condizioni diverse. Un centro di produzione flessibile è capace di adattarsi a cambiamenti nelle condizioni ambientali, come quelli riguardanti la domanda di mercato, e cambiamenti nei requisiti del processo.

Le linee, denominate EC (Excellence Center), possono dunque produrre secondo la logica del one-piece-flow: il nuovo assetto ha permesso di azzerare i tempi di set up per passare da una macchina all'altra, offrendo la possibilità di assemblare idealmente in sequenza un pezzo sempre differente dal precedente. Tale sostanziale caratteristica, non contemplata dalle vecchie linee “lunghe”, la cui produzione era organizzata a lotti anche molto lunghi, è stata raggiunta attraverso l'eliminazione della variabilità dalle linee. La peculiarità delle nuove linee EC (in Figura 16: EC01, EC02, EC03, EC04, EC05, EC06, EC08, EC09, EC10, EC11) è infatti la seguente:

- Le scaffalature poste di fronte o alle spalle degli operatori sono rifornite dei componenti comuni alla maggior parte delle macchine assemblate. Tra questi vi sono per esempio i cablaggi, la minuteria e i tubetti per il passaggio dell'acqua e del vapore.
- Le parti maggiormente variabili sono stoccate all'interno di un piccolo supermarket in testa a ciascuna linea: in quest'area, detta “dock”, l'operatore della prima postazione di assemblaggio preleva i componenti necessari e li ripone in una cassetta, che viaggerà lungo il nastro trasportatore insieme a ciascuna macchina da assemblare. Man mano che la linea avanza, gli operatori prelevano le parti dal kit viaggiante e le assemblano a quello che

sarà il prodotto finito. I componenti generalmente riposti nella cassetta sono: il macinino, il gruppo infusore, il vaporizzatore, la pompa dell'acqua, l'innesto per l'erogazione del vapore e la scheda elettronica.

Il passaggio da un prodotto finito all'altro è in questo modo idealmente realizzato con un tempo di attrezzaggio pari a zero.

Inoltre, allo scopo di evitare lo spreco di superfici e movimentazioni superflue da parte dell'operatore²⁷, la postazione di lavoro è stata studiata in modo da poter ospitare un numero limitato di scatole di componenti nelle scaffalature e nel dock. Il magazzino dovrebbe dunque essere in grado di rifornire i centri di lavoro con la giusta frequenza e la giusta quantità di parti necessarie, evitando il sovraccarico della linea.

Molti dei componenti fondamentali delle macchine per il caffè sono realizzati all'interno dello stabilimento produttivo, in centri di lavoro attigui alle linee di assemblaggio del prodotto finito. Tra i sottogruppi assemblati a Mignagola, ci sono:

- Il sottoassieme macinino, interamente prodotto nello stabilimento, a partire dalla macina stessa, che viene ottenuta per asportazione di truciolo nel reparto frese;
- Il gruppo infusore, costituito dalla meccanovalvola, ossia il pistone che eroga l'acqua ed esercita la pressione per l'infusione, e dalla parte estraibile, componente a contatto con la polvere di caffè compressa;
- I cruscotti comandi delle macchine;
- Le pompe;
- Le valvole di sicurezza, che si assemblano anche per lo stabilimento rumeno;
- I tubetti per il passaggio dell'acqua e del vapore, realizzati non solo per il reparto produzione di Mignagola, ma anche per quello di Cluj, in Romania;
- Gli innesti per l'erogazione del vapore o del latte schiumato dalla macchina per il caffè.

²⁷ Si tratta di due dei sette sprechi fondamentali individuati da Taiichi Ohno, il padre della Lean Production.

Per assemblare le parti sopracitate, ci sono 27 centri di lavoro, che si suddividono in centri manuali e centri automatizzati, che prevedono il solo monitoraggio da parte di un operatore.

La riorganizzazione del reparto produttivo, che ha visto la sostituzione delle vecchie linee con linee “smart 4.0”, ha permesso il posizionamento dei centri di lavoro dei sottogruppi nel reparto di assemblaggio dove si realizza anche prodotto finito. La loro collocazione in testa alle linee è stata pensata proprio per far fluire le parti direttamente dall’area di assemblaggio del sottogruppo alla linea che realizza la macchina per il caffè. I sottoassiemi prodotti non dovrebbero passare per il magazzino componenti, ma scorrere direttamente verso le linee, che rappresentano il cliente, secondo il loro takt time e il loro bisogno. Una gestione dei materiali di questo tipo, come afferma Liker nel suo libro “The Toyota Way: 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer”, permette di accorciare drasticamente il lead time di attraversamento del processo di produzione, garantendo la migliore qualità al minor costo e al minor tempo di consegna (Liker, 2004). Come si spiegherà di seguito, una situazione ideale di questo tipo ancora non è stata raggiunta, ma è obiettivo primario del progetto di ottimizzazione dei flussi in ottica pull, analizzato in questa Tesi di Laurea, l’ottenimento di risultati tangibili in questa direzione.

3.1.2 Il magazzino componenti

Prima di analizzare i flussi logistici dal magazzino componenti ai centri di lavoro del reparto assemblaggio, si propone un breve paragrafo esplicativo delle logiche di organizzazione e movimentazione dei materiali all’interno del magazzino componenti. La sua gestione è affidata a un modulo del sistema ERP SAP²⁸, denominato SAP WM (Warehouse Management). Qui le differenti aree fisiche del magazzino sono associate ad alcune aree logiche:

²⁸ La sigla ERP sta per Enterprise Resource Planning. Si tratta del sistema di gestione che integra tutti i processi dell’azienda, allo scopo di creare un unico database di informazioni costantemente aggiornate. Tra i vari ERP presenti sul mercato, De’Longhi Group utilizza SAP ERP, un software con struttura modulare che permette all’azienda di controllare tutte le sue aree strategiche (produzione, magazzino, controllo di gestione, ecc.) in maniera integrata e sicura.

- Il magazzino logico denominato “100” corrisponde al materiale stoccato negli scaffali e nei dock di linea.
- I supermarket coincidono con quella che in SAP WM è indicata come area “300”. Gli scaffali dei supermercati sono visitati dai cosiddetti “picker”, che caricano un treno logistico a più vagoni sulla base del fabbisogno del centro di assemblaggio corrispondente. Attraverso l’uso di un palmare, l’operatore logistico interroga il software gestionale: inserendo come dati di input la linea da approntare e l’arco temporale di copertura della scorta, ottiene la lista di picking, ossia l’elenco dei materiali da caricare sul treno con le relative quantità. Per agevolare l’operazione di prelievo, l’ordine dei componenti nella lista rispetta la sequenza nella quale sono posizionati all’interno del supermercato. Nell’area 300, lo stock di materiale deve garantire un’autonomia di otto ore.
- La scorta necessaria al riempimento del supermarket viene indicata con il numero “500”. Fisicamente quest’area si trova negli scaffali posti al di sopra dei supermarket di linea e contiene materiale sufficiente a soddisfare un fabbisogno di materiali corrispondente a due turni di lavoro.
- Il “replenishment” della scorta “500” viene infine eseguito da operatori che, con carrelli elevatori retrattili, movimentano pallet interi di componenti dal magazzino denominato “007”, dal quale i materiali si spostano seguendo una logica FIFO (First In First Out). La superficie fisica corrispondente a tale area logica può trovarsi negli scaffali sopra la scorta “500” oppure sparsa in altre zone del magazzino.

Tutte le locazioni facenti parte delle aree sopracitate sono opportunamente mappate, in modo da identificare univocamente la posizione di ciascun componente da movimentare.

Esiste anche un’area, definita “GEN”, necessaria allo stoccaggio di quei componenti il cui flusso non segue le logiche appena spiegate: i materiali presenti in quest’area vengono approntati alle linee senza essere tracciati su SAP WM e la conseguenza di ciò è una gestione “a vista” della scorta in linea e nel magazzino. Questo è, per esempio, il caso dei telai delle macchine per il caffè.

Il layout del magazzino componenti è rappresentato in Figura 18.

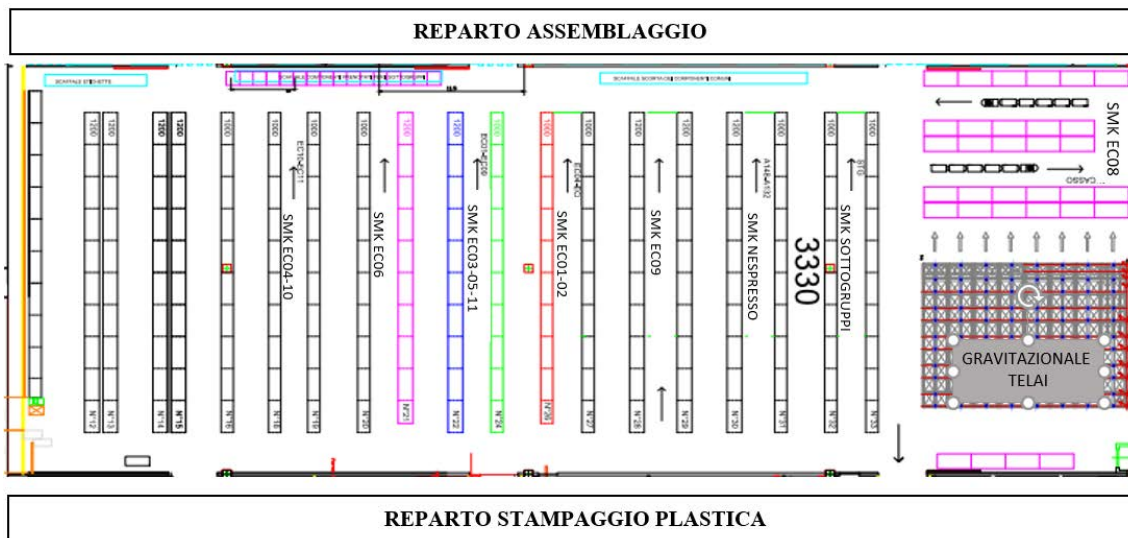


Figura 18 - Layout del magazzino componenti

L'immagine proposta mostra la posizione dei differenti supermarket, che sono organizzati per linea. Poiché lo spazio in magazzino è limitato, alcune linee con componentistica comune sono accorpate all'interno della medesima area.

Al di sopra del supermarket, sono presenti altri sei piani, in cui sono immagazzinate unità di carico appartenenti alle aree logiche "500" e "007". Ciascuna campata può ospitare tre pallet.

Il magazzino gravitazionale è in larga parte utilizzato per lo stoccaggio dei pallet di telai, prodotti a partire dal granulo di plastica nel reparto stampaggio. Si tratta di un magazzino a gravità che prevede la gestione delle unità di carico con una logica FIFO. Ciascuno dei tunnel può contenere un solo codice di prodotto e i pallet, caricati dalla parte posteriore, scorrono sui rulli folli per essere prelevati dalla parte anteriore. Ciascuno dei tunnel può ospitare fino a 10 pallet e, considerando la presenza di 5 piani e 16 tunnel per piano, la capacità di stoccaggio è di 800 pallet.

I primi 4 piani sono riservati allo stoccaggio dei telai, mentre nei restanti posti pallet sono presenti materiali differenti appartenenti all'area logica "007". La decisione di immagazzinare i telai delle macchine in un'area strutturata in questo modo è determinata dal fatto che, una volta uscito dalla pressa, ciascun telaio deve riposare

almeno 72 ore prima di essere impiegato in produzione. È stato necessario dunque pensare a un sistema di immagazzinamento che permettesse la gestione dei codici con una rigorosa logica FIFO.

3.1.3 Il flusso dei componenti

Tre sono i principali flussi presi in considerazione nell'analisi svolta durante i mesi di tirocinio formativo:

- Il flusso dei componenti dai supermarket alle linee di assemblaggio;
- Il flusso dei componenti dai centri di lavoro dei sottogruppi alle linee di assemblaggio;
- Il flusso dei telai dal magazzino gravitazionale alle linee di assemblaggio.

L'attuale modalità di approntamento delle diverse parti presenta alcune importanti criticità, che verranno messe in evidenza in questo paragrafo.

3.1.3.1 Il flusso dei componenti dal supermarket e dai sottogruppi

Il primo flusso oggetto di attenzione e di analisi critica è quello dei componenti che dal supermarket di linea vengono indirizzati al centro di lavoro corrispondente mediante un treno logistico a più vagoni. Il magazzino componenti dispone di dieci treni logistici, ognuno dei quali è caricato nel supermarket di competenza e scaricato, in diverse fermate, al corrispondente centro di assemblaggio, con una frequenza differente da centro a centro.

Attualmente, l'approntamento delle linee mediante treno logistico viene effettuato come indicato dalla Tabella 2. Per ciascun centro di lavoro servito si riporta il takt time, la frequenza di passaggio del treno e il numero di vagoni con cui esso generalmente viaggia.

Tabella 2 - Treni logistici: numero di vagoni e frequenza di passaggio per centro di lavoro

LINEE SERVITE	Numero di vagoni	FREQUENZA DI PASSAGGIO
Linea Nespresso 1	7	1,5 h
Linea Nespresso 2	7	1,5 h
EC01	8	4 h
EC02	8	4 h
EC03	8	4 h
EC04	6	4 h
EC05	8	4 h
EC06	6	3 h
EC08	7	2,5 h
EC09	8	2 h
EC10	2	8 h
EC11	7	2 h
Sottogruppi	6	1,5 h

Le righe evidenziate con lo stesso colore indicano le linee di assemblaggio approntate dal medesimo picker, il quale, se gli sono state assegnate due linee diverse, serve in maniera alternata prima l'una e poi l'altra. La frequenza di asservimento dipende dal takt time della linea e, dunque, dal numero di prodotti finiti assemblati nell'arco di tempo tra un approntamento e l'altro. È possibile osservare come i centri di lavoro con un takt time minore siano approvvigionati con maggiore frequenza rispetto a quelli per i quali intercorre un intervallo di tempo maggiore tra l'uscita di una macchina e quella successiva.

Il treno che rifornisce i sottogruppi delle parti necessarie all'assemblaggio è unico: in un solo giro si occupa di approvvigionare tutti i centri di lavoro dislocati nei diversi punti del reparto di assemblaggio. Il risultato di tale decisione è un percorso lungo e dispendioso in termini di tempo.

Il punto di partenza dell'analisi dei flussi dei treni logistici è la piena comprensione di tutti i percorsi e delle fermate da essi effettuate durante il giro da compiere. Ciascuno dei treni è stato dunque fisicamente seguito allo scopo di ottenere la Spaghetti Chart²⁹ riportata in Figura 19.

Nel layout proposto:

²⁹ Si tratta di uno strumento di Lean Manufacturing generalmente utilizzato per rappresentare i flussi fisici di materiali, documenti o persone in ambito manifatturiero o in ambito office. L'obiettivo della Spaghetti Chart è quello di evidenziare tutte le movimentazioni eseguite e gli incroci effettuati per mettere in evidenza le inefficienze e gli sprechi del processo monitorato. È dunque lo punto di partenza per la creazione di un flusso più snello e lineare.

- I post-it gialli indicano i supermarket dedicati a ciascun centro di lavoro. Il colore con cui il nome delle linee è stato scritto nel riquadro giallo è lo stesso che è stato utilizzato per la linea di flusso.
- I post-it rosa rappresentano i centri di lavoro dei sottogruppi, di cui sono stati messi in evidenza, attraverso triangoli blu, anche tutti i buffer di output da convogliare verso le linee.
- Le linee di flusso indicano i percorsi dei treni logistici dal supermarket al reparto assemblaggio.

La molteplicità dei flussi tracciati nella Spaghetti Chart è indice della complessità della logistica interna dello stabilimento produttivo. In alcuni punti, come il varco di uscita dei treni e il corridoio di passaggio di fronte alle linee EC01, EC02, EC03, EC04, EC05 ed EC06, il traffico è molto intenso e possono verificarsi rallentamenti e congestioni, dovuti al passaggio di più mezzi contemporaneamente. Oltre ai treni di approntamento, infatti, bisogna considerare il transito dei treni incaricati di raccogliere l'immondizia dalle linee e la presenza di operatori che, con carrelli manuali o transpallet elettrici, movimentano pallet di materiali verso i centri di lavoro.

È inoltre importante osservare che, sebbene la maggior parte dei corridoi abbia un unico senso di marcia, vi sono alcune zone in cui i mezzi possono transitare in entrambi i sensi. È il caso del corridoio in testa alle prime sei linee e di quello a lato della linea EC10. Qui, oltre a un problema di sicurezza, si possono verificare ulteriori rallentamenti, che impattano sull'efficienza del processo di approvvigionamento.

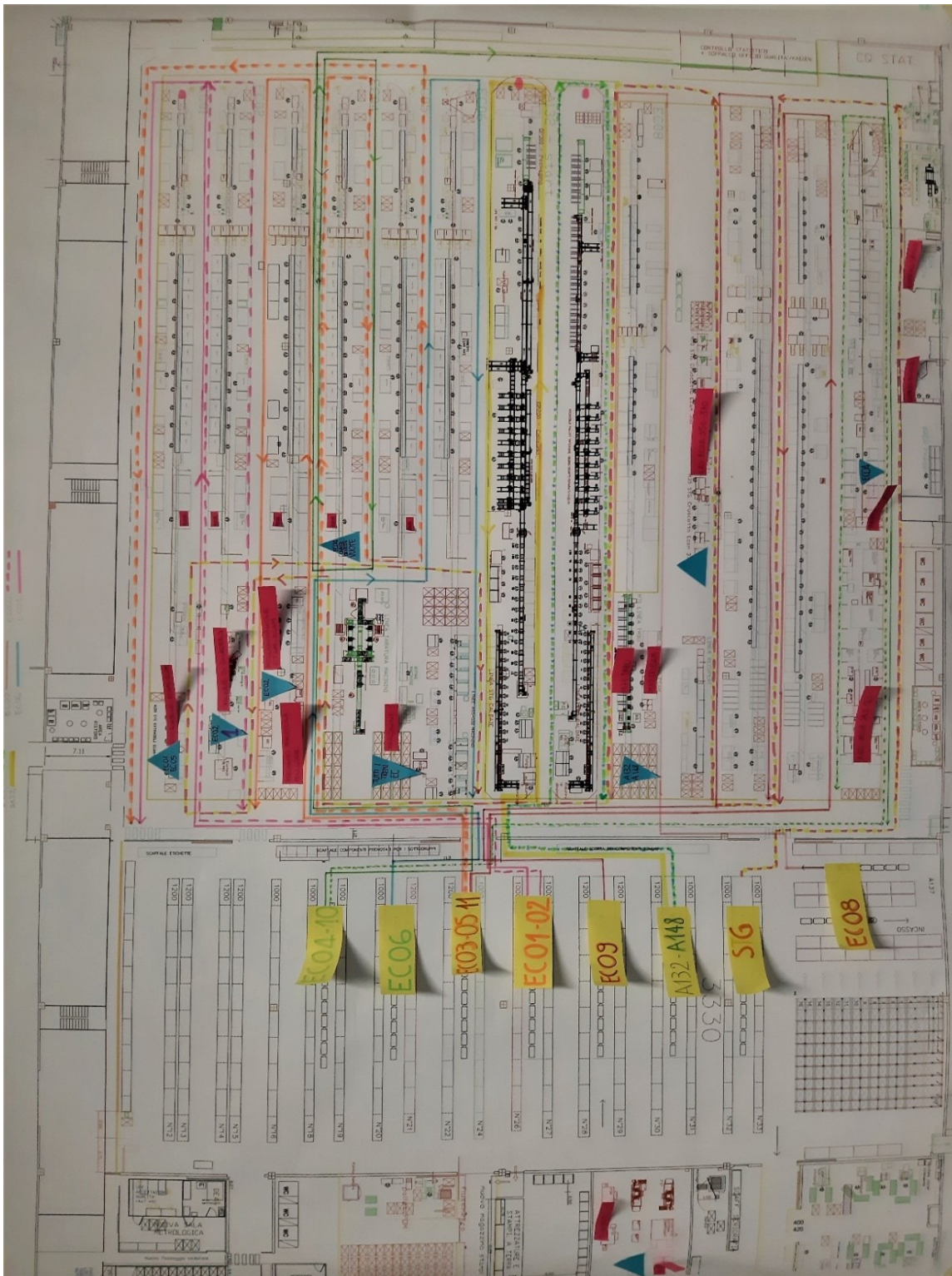


Figura 19 - Spaghetti Chart del flusso dei treni logistici dal supermarket alle linee

Le principali criticità dell'attuale gestione dei flussi logistici interni riguardano due aspetti: la frequenza di approntamento e i percorsi dei treni.

Il primo elemento da considerare nel progetto di miglioramento dei flussi logistici è il tempo che intercorre tra un approvvigionamento e l'altro. Le linee con takt time dell'ordine di 2 o 3 minuti vengono rifornite dei componenti necessari all'assemblaggio della macchina per il caffè ogni quattro ore. Ciò significa che il treno logistico si muove verso quel centro solamente due volte a turno, determinando da un lato un sovraccarico dei mobili di linea e del dock, dall'altro un sovraccarico del treno stesso. Si è infatti costretti a muoversi con una motrice alla quale sono agganciati in media sette o otto vagoni pieni di scatole, con conseguenti problemi di manovra e sicurezza. Basti pensare che si verifica di frequente che l'operatore logistico debba scendere dal treno in corrispondenza delle curve e spostare a mano i vagoni, poiché gli spazi non gli consentono di fare agevolmente manovra.

Il secondo aspetto critico dell'attuale gestione dei flussi è rappresentato dai percorsi che i picker devono eseguire per l'approvvigionamento delle linee. Se si esaminano per esempio i tragitti dei treni delle linee EC04 ed EC05, si osserva che non si limitano a passare a fianco alle linee di competenza, come gli altri, ma effettuano un percorso molto più complicato. Il problema è in questo caso rappresentato dal fatto che è proprio responsabilità dell'operatore logistico sul treno approvvigionare le linee con i sottogruppi assemblati internamente al reparto. Nei due casi sopracitati i picker sono costretti a compiere un tragitto molto più lungo per rifornirsi di componenti quali estraibili, meccanovalvole, valvole di sicurezza, generatori. Gli altri operatori svolgono questa ulteriore mansione recandosi in reparto assemblaggio con un transpallet elettrico e rifornendo i centri assegnati a piedi. Si tratta di movimentazioni inutili, che sono causa di perdite di tempo e complicazioni ulteriori dei flussi.

È proprio per evitare il transito dei componenti nei supermarket che i centri di assemblaggio dei sottogruppi sono stati posti in testa alle linee di produzione delle macchine per il caffè. Il loro flusso dovrebbe essere, in un'ottica lean, tirato e sincronizzato con quello delle linee. È possibile osservare, tuttavia, che nessuno dei sottogruppi assemblati nel reparto segue questa logica, poiché ciascuno di essi viene

prelevato, nella quantità da approntare, dall'operatore logistico che guida il treno del relativo centro di assemblaggio del prodotto finito. Tra i sottogruppi, i macinini, le meccanovalvole e gli estraibili vengono caricati sul treno e scaricati in linea al giro successivo, mentre le valvole di sicurezza, gli innesti e i cruscotti sono prelevati a mano e trasportati a piedi o con un transpallet elettrico verso la linea da approvvigionare. Tale gestione del flusso determina due tipi di muda:

- Vi è uno spreco di tempo da parte dell'operatore, che non può dedicarsi interamente all'attività di approntamento mediante treno logistico;
- Vi sono movimentazioni superflue, che richiedono l'azione di uomini e mezzi aggiuntivi. Oltre allo spreco di risorse, i trasporti non necessari aumentano il rischio di danneggiare il componente durante la movimentazione, con conseguente aumento dei costi per l'azienda.

3.1.3.2 Il flusso dei telai

L'ultimo dei flussi analizzati è quello dei telai delle macchine per il caffè. Come spiegato nel paragrafo 3.1.2, questi materiali sono registrati all'interno dell'area logica del magazzino denominata "GEN". Ciò significa che essi non vengono approvvigionati alle linee mediante l'interrogazione del modulo Warehouse Management di SAP, come i componenti caricati sui treni logistici, ma l'operatore addetto al flusso è totalmente autonomo nell'approntamento.

Attualmente il magazziniere che si occupa delle movimentazioni dei materiali all'interno del reparto stampaggio, ha anche il compito di portare alle linee i pallet di telai necessari. Essendo però sprovvisto di qualsiasi strumento per monitorare il consumo di tale componente, egli non è oggi in grado effettuare l'approvvigionamento secondo una logica pull. Il risultato di questa totale deregolamentazione è la presenza, di fronte alle linee di assemblaggio, di un eccessivo numero di pallet di telai, che spesso, per mancanza di sufficiente spazio, sono abbandonati nei corridoi.

Un altro aspetto critico è determinato dal mezzo con il quale l'approvvigionamento viene realizzato: l'operatore si muove su un carrello elevatore retrattile, che con le sue forche a sbalzo è l'unico sistema a disposizione del magazzino in grado di

prelevare i pallet dal gravitazionale. Le norme di sicurezza impongono però che non si possa entrare in linea con mezzi che prevedano l'uomo a bordo, rendendo di fatto impossibile, per l'addetto, da un lato monitorare a vista il reale fabbisogno delle linee, dall'altro posizionare i pallet trasportati nel punto dove effettivamente sono richiesti.

In Figura 20, si indicano i flussi di tali componenti, i buffer di telai predisposti in linea e le aree dove vengono momentaneamente lasciati i pallet in eccesso.

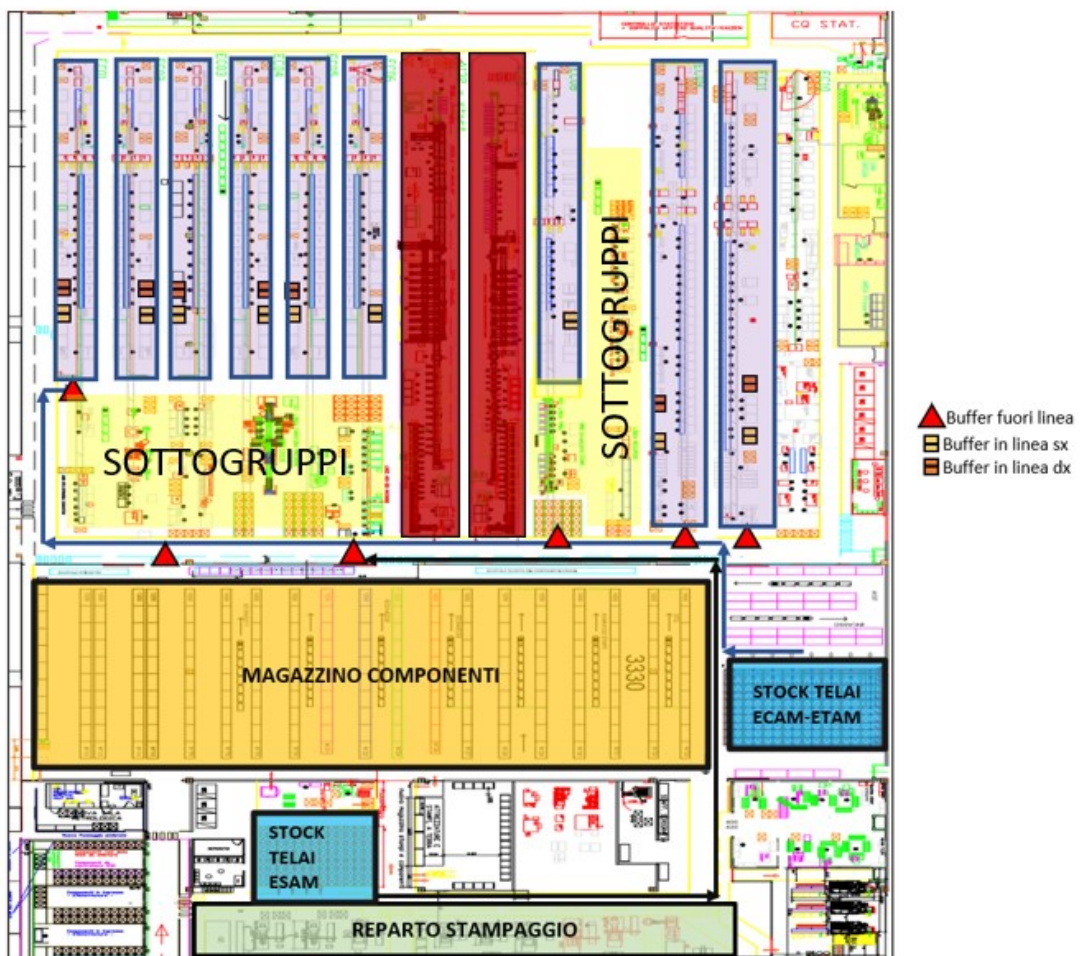


Figura 20 - Flusso attuale dei telai dal buffer alle linee

È innanzitutto opportuno osservare che non tutti i telai prodotti vengono immagazzinati all'interno del gravitazionale: nel reparto stampaggio esiste infatti un'area dove sono stoccati a terra tutti i telai delle macchine appartenenti alla famiglia ESAM. Queste ultime sono costituite da un solo telaio, diversamente dalle altre MCSA De'Longhi, che prevedono la presenza di un telaio destro e di un telaio sinistro.

Lungo ciascuna delle nuove linee EC, è stato predisposto lo spazio per due pallet di telai destri e due pallet di telai sinistri, fatta eccezione per le linee EC06 ed EC08, dove, essendo necessario un solo tipo di telaio per macchina, si possono portare in tutto due pallet. Come illustrato nelle precedenti pagine, l'addetto all'approvvigionamento non possiede ad oggi nessuno strumento per monitorare il consumo di telai nelle linee di assemblaggio ed è impossibilitato a recarsi direttamente presso gli stock di linea. I pallet sono dunque abbandonati in mezzo ai corridoi, nei punti indicati dai triangoli rossi. Sono poi i Team Leader di linea o gli operatori incaricati che, con un transpallet manuale o con un carrello, devono trasportare questi pallet nelle aree indicate dai rettangoli gialli o arancioni, a seconda del tipo di telaio. Poiché l'operatore logistico non conosce il fabbisogno dei centri di lavoro, la quantità di telai portati in reparto assemblaggio è sempre maggiore del necessario. La conseguenza di ciò è la costante presenza di pallet di tali componenti nei corridoi. Le criticità individuate sono dunque le seguenti:

- L'“abbandono” dei pallet nei corridoi tra le linee e in quelli necessari al transito dei mezzi logistici costituisce uno spreco di spazio, oltre che un problema per la sicurezza del reparto.
- L'assenza di una logica di approntamento ben definita lascia all'operatore logistico la responsabilità di gestire il flusso, che attualmente risulta essere “push”: l'addetto movimentava verso il reparto assemblaggio un gran numero di pallet di telai allo scopo di evitare fermi linea.
- Il tempo impiegato dai capilinea o dagli operatori incaricati per trasportare i pallet di telai dal corridoio alla posizione predisposta costituisce uno spreco: essi, infatti, devono abbandonare le loro mansioni per effettuare la movimentazione di un componente, azione per definizione non a valore.

3.2 Il progetto Printing On Demand: le premesse e le necessità iniziali

Secondo Womack e Jones, è essenziale che i principi e le pratiche del Lean Management vengano applicati non solo all'interno dell'azienda, ma all'intera catena di fornitura. Soltanto in questo modo è possibile fruire pienamente dei benefici derivanti dall'adozione della filosofia Lean (Womack & Jones, 1996)³⁰.

Il progetto Printing On Demand, che ha mosso i primi passi nel secondo semestre del 2019, ha come principale obiettivo proprio quello di rendere snello il processo di fornitura di un particolare componente: il “Kit di Benvenuto” o “Welcome Set” (WS) associato a ciascuna delle macchine per il caffè superautomatiche De'Longhi. Come illustrato dalle Figure 21 e 22, si tratta di un cofanetto di cartone litografato o di una busta in plastica contenente due tipi di componenti:

- I libretti di istruzioni;
- Alcuni accessori per la manutenzione e la pulizia della macchina, come il decalcificante, il pennellino per la pulizia, la striscia reattiva per eseguire il test di durezza dell'acqua, il cucchiaino dosatore per il caffè e il filtro dell'acqua.

Il cofanetto in cartone litografato è generalmente associato alle macchine di alta gamma, mentre la busta è il corredo delle versioni più economiche.



Figura 21 - Kit di benvenuto in cofanetto di cartone litografato

³⁰ Womack J. P., Jones D. T., 1996, *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation*, Taylor & Francis, New York.



Figura 22 - Kit di benvenuto in busta

Il processo di fornitura dei corredi, così come era gestito prima del progetto Printing On Demand, risultava essere fortemente inefficiente. Nelle prossime righe si fornirà una panoramica sulla sua precedente gestione e si metteranno in evidenza le criticità che hanno spinto l'azienda a ripensare alle modalità di approvvigionamento dei Kit di benvenuto.

I Welcome Set da inserire nell'imballo insieme alla macchina per il caffè erano gestiti da De'Longhi in conto lavoro produzione: un terzista componeva il corredo, inserendo all'interno della busta o della scatola i libretti e gli accessori previsti dalla relativa distinta base. Tali componenti erano fatti giungere presso lo stabilimento di Mignagola e, solo successivamente, spediti al terzista perché realizzasse i Kit di Benvenuto, che sarebbero infine stati impiegati nel reparto assemblaggio De'Longhi. Questa triangolazione costituiva una prima grossa criticità: relativamente alla componentistica per la realizzazione dei corredi, il volume medio annuo di unità di carico movimentate dal magazzino di ricevimento merci era di circa 2000 pallet/anno; per quanto riguarda invece i WS assemblati, le unità di carico in entrata erano circa 3700 all'anno. La movimentazione e lo stoccaggio della

merce sono “muda”, ossia attività non a valore che è opportuno eliminare, o almeno ridurre, nell’ottica applicare i principi della produzione snella.

Oltre a questo, ad allontanare ancor di più il processo dai principi della Lean Manufacturing contribuiva il fatto che il fornitore dei Kit di Benvenuto richiedeva che venissero fatti ordini il cui lotto minimo fosse di 300 pezzi. I corredi necessari alle linee di assemblaggio erano, inoltre, fatti giungere allo stabilimento con tre giorni di anticipo rispetto all’impiego in produzione, impegnando così un numero elevato di posti pallet a magazzino.

Una gestione di questo tipo non risultava essere minimamente compatibile con i concetti sulla base dei quali sono state pensate e costruite le linee di assemblaggio EC: da un lato l’arrivo dei corredi con 3 giorni di anticipo richiedeva che l’ordine di produzione arrivasse al terzista con un ulteriore anticipo di 5 giorni, limitando di fatto la possibilità di reagire ai cambiamenti della domanda; dall’altro, la gestione a lotti non permetteva la realizzazione del one-piece-flow, principio cardine della Lean Production.

Alcuni importanti dati relativi alle unità di carico di WS stoccate in magazzino sono forniti dalla Tabella 3.

Tabella 3 - Dati sui posti pallet occupati dai Welcome Set nel magazzino componenti

% di posti pallet occupati nel magazzino componenti	7%
Numero medio di pallet a stock	248
Numero medio di pallet con fabbisogno superiore ai 90 gg	22
Numero medio di pallet con fabbisogno tra 16-90 gg	45
Numero medio di pallet con fabbisogno tra 5-15 gg	25
Numero medio di pallet con fabbisogno inferiore ai 5 gg	156

Era evidente, in questo contesto, la necessità di rivoluzionare la logica di approvvigionamento dei componenti sopracitati, con l’obiettivo di agire su tre tipi di spreco:

- Trasporto e movimentazione delle unità di carico, sia internamente allo stabilimento, che esternamente;
- Scorta: il numero di posti pallet occupati a magazzino risultava essere molto elevato. Preoccupante era soprattutto il dato riguardante le locazioni riservate alle unità di carico basso rotanti, con elevato rischio di obsolescenza;

- Sovrapproduzione: imponendo lotti eccessivamente lunghi, il terzista produceva più di quanto richiesto. Ciò si traduceva in spreco di spazio e di risorse umane e finanziarie.

Nella catena di fornitura dei Welcome Set, ancora più a monte si collocava la tipografia che aveva il compito di stampare i libretti. Come quello sopra spiegato, anche questo processo presentava forti limitazioni.

La tecnica utilizzata per la realizzazione dei libretti era la stampa offset: si tratta di un sistema di stampa indiretto che prevede che l'inchiostro non sia direttamente trasferito dalla matrice alla carta, ma sono presenti dei rulli nei quali l'inchiostro viene impresso prima di essere stampato su lunghe bobine di carta. I principali vantaggi nell'adozione di tale modalità di realizzazione stavano nei bassi costi di produzione e nell'elevata qualità di stampa che la tecnica offset riusciva a garantire.

Vi erano tuttavia due grossi svantaggi:

- Il lotto minimo di libretti stampati per garantire la convenienza di questa tecnica era di circa 2000 pezzi. La causa di tale problematica sta nel costo di avviamento, che consiste nella preparazione della matrice iniziale.
- Il numero minimo di pagine per libretto doveva essere di circa 150-200, a meno che non si avesse una tiratura annua dell'ordine dei 60'000 pezzi. Solo in questo caso i manuali prodotti potevano avere un numero di pagine inferiore alla soglia.

La conseguenza dei vincoli sopracitati era l'impossibilità, ancora una volta, di implementare un processo di fornitura tirato dalle linee di assemblaggio, che rappresentavano in questo caso il cliente finale. L'ordine di acquisto dei manuali doveva essere inoltrato alla tipografia con 20 giorni lavorativi di anticipo rispetto all'impiego del Kit di Benvenuto in linea, rendendo di conseguenza il processo non reattivo e inflessibile rispetto ai possibili cambiamenti nella domanda. Inoltre, a causa dei lunghi lotti richiesti, era necessario stoccare un gran numero di libretti, molti dei quali erano a rischio di obsolescenza.

Oltre all'impossibilità di implementare un processo di approvvigionamento dei libretti di tipo "pull", la stampa offset creava un ulteriore limite per l'azienda: la necessità di ordinare il materiale a lotti e di garantire alla tipografia la produzione

di un elevato numero di libretti per ogni codice rendeva impraticabile la richiesta di qualsiasi personalizzazione. Non era per esempio possibile richiedere modifiche ai libretti per un piccolo numero di clienti o realizzare Welcome Set personalizzati per occasioni particolari o mercati non molto estesi.

Attraverso il progetto Printing On Demand, illustrato in dettaglio nel Capitolo 5 della Tesi di Laurea, si cerca di ottimizzare dunque non solo il flusso che interessa il Kit di benvenuto già confezionato, ma anche quello che interessa la parte cartacea, più a monte nella catena di fornitura.

CAPITOLO 4: Ottimizzazione del flusso dei componenti all'interno dello stabilimento di Mignagola

Le attività svolte durante i mesi di tirocinio formativo presso l'azienda De'Longhi Group hanno avuto come filo conduttore il tema dei flussi logistici. Il Capitolo 4 della Tesi di Laurea propone un'analisi su quanto portato a termine nel periodo considerato, fornendo anche alcuni spunti per il futuro. Come introdotto nel terzo capitolo, tre sono i flussi su cui è stata focalizzata l'attenzione: il flusso dei telai delle MCSA, il flusso dei componenti provenienti dai centri di lavoro in testa alle linee di montaggio e il flusso dei materiali provenienti dai supermarket. Tutti gli interventi sono stati effettuati con il fine ultimo di giungere alla situazione ideale in cui il cliente finale a "tira" tutti i flussi dei componenti. Benché questo traguardo sia ancora lontano, il progetto svolto ha permesso di compiere alcuni passi nella giusta direzione.

4.1 Perimetro di lavoro e team

L'attività di ottimizzazione dei flussi logistici è stata svolta all'interno dello stabilimento De'Longhi di Mignagola e ha interessato due aree in particolare: il magazzino componenti, dove sono stoccati tutti i materiali necessari all'asservimento dei centri di lavoro, e l'area di produzione. Qui, si assemblano le macchine per il caffè e molti dei "sottogruppi" successivamente impiegati nelle linee.

Oggetto di studio sono stati in particolare i flussi logistici verso le linee EC, che producono macchine per il caffè superautomatiche. Sono dunque state escluse dalla valutazione effettuata le due linee che realizzano macchine a capsule in collaborazione con Nespresso.

Il "cliente" del progetto, iniziato durante i mesi di tirocinio formativo e da portare a termine in futuro, è rappresentato dalla funzione produzione: lo scopo ultimo è infatti quello di creare un *pull flow* dalle linee di assemblaggio di MCSA e "sottogruppi" al magazzino, per garantire, a valle, la soddisfazione del consumatore. È proprio per far giungere nelle mani di quest'ultimo il prodotto desiderato, nel momento esatto in cui lo richiede, che è necessario rivedere prima i

flussi interni allo stabilimento e poi l'intera catena di fornitura. Il team coinvolto in questa prima fase è costituito dai seguenti soggetti:

- Il team Lean dell'azienda De'Longhi, che, in qualità di project leader, si è occupato di individuare le aree in cui intervenire e di proporre soluzioni agli altri stakeholder;
- La funzione produzione, "cliente" del processo e dunque il maggiore portatore di interesse;
- La funzione qualità di prodotto e di processo, che ha verificato che le attività svolte fossero in linea con gli standard di qualità dell'azienda e ha contribuito alla nascita delle nuove idee;
- I rappresentanti del magazzino componenti di Mignagola, che rappresenta il "fornitore" interno del processo da implementare.

4.2 Punto di partenza

L'obiettivo del seguente paragrafo è quello di realizzare una fotografia del contesto all'interno del quale il progetto di Tesi è stato svolto, fornendo alcuni dati fondamentali per la comprensione delle analisi e delle attività affrontate.

L'informazione essenziale, attorno alla quale ruotano tutte le valutazioni effettuate, riguarda il numero di macchine complessivamente prodotte dallo stabilimento ogni giorno. Sulla base di ciò è possibile, infatti, stimare tutti i dati che stanno alla base dei ragionamenti sui flussi logistici interni: numero di pallet di telai movimentati, numero di scatole caricate sui treni ad ogni approntamento, numero di componenti "sottogruppi" necessari, ecc. Il dato si ottiene semplicemente sommando la produzione giornaliera di ciascuna delle linee EC, le quali assemblano un numero di macchine che dipende dal takt time imposto e dal numero di turni lavorati al giorno. La semplice formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Produzione giornaliera di MCSA per linea} = \frac{\text{minuti/turno} * \text{Turni lavorati}}{\text{takt time}}$$

La distinta base di una macchina del caffè consta in media di 115 componenti, dunque il flusso giornaliero di materiali verso le linee è consistente. È sufficiente

osservare la Tabella 4, che riporta il numero di scatole movimentate in media verso alcune linee e il numero di pallet di telai richiesti, per comprendere quanto sia importante rendere il più possibile razionali e ottimizzati i flussi che attraversano il reparto produttivo. Si considerano in particolare 3 diversi modelli di macchina, ciascuno appartenente a una famiglia differente (ETAM, ECAM o ESAM) e ciascuno assemblato in linee dai takt time diversi.

Tabella 4 - Scatole e pallet di componenti da movimentare verso le linee EC a turno

Modello MCSA	Linea di assemblaggio	Numero di scatole da movimentare a turno	Numero di pallet di telai SINISTRI da movimentare verso la linea a turno	Numero di pallet di telai DESTRI da movimentare verso la linea a turno
De'Longhi Autentica ETAM29.510.B	EC01	207	9	5
De'Longhi Eletta Cappuccino ECAM44.660.B	EC05	201	7	4
De'Longhi Perfecta EVO ESAM420.40.B	EC06	235	9	/ (Le macchine ESAM hanno un solo telaio)

Tutti i componenti, ad esclusione dei telai, sono movimentati verso le linee da operatori logistici a bordo di un treno a più vagoni. Si osserverà in seguito che, a causa delle inefficienze nei flussi interni, per movimentare alcuni materiali, i “waterspider” prelevano e consegnano le scatole alle linee di competenza a piedi. I telai sono l’unico componente che giunge in linea direttamente in pallet e la loro movimentazione è, ad oggi, effettuata da operatori a bordo di carrelli elevatori. Come illustrato nel Capitolo 3 della Tesi di Laurea, i flussi sopra elencati presentano importanti inefficienze: è obiettivo primario di questo progetto iniziare a razionalizzarli, guidando l’azienda verso la condizione ideale in cui tutti siano “tirati” dal cliente. Nel prossimo paragrafo, si declina tale scopo fondamentale nei sotto-obiettivi che hanno fatto da guida all’attuazione del progetto di ottimizzazione.

4.3 Obiettivi del progetto

Il progetto di ottimizzazione dei flussi logistici all'interno dello stabilimento di Mignagola nasce dall'esigenza di eliminare, o almeno ridurre, i "muda" che caratterizzano i processi di approvvigionamento dei centri di lavoro. Ogni giorno, all'interno del reparto di assemblaggio e del magazzino componenti De'Longhi si stoccano e si producono grandi quantità di materiali, che occupano spazi a magazzino e in prossimità dei centri di assemblaggio e che subiscono movimentazioni superflue da un punto all'altro della fabbrica. È evidente, nel contesto analizzato, la necessità di rivoluzionare la modalità di gestione dei processi sopracitati, passando da una logica *push* a una logica *pull*.

Per iniziare la transizione, sono stati presi in considerazione tre flussi principali, per cui si elencano, di seguito, i traguardi misurabili che il progetto si è prefissato di concretizzare:

1. Flusso dei pallet di telai dall'area di stoccaggio alle linee di montaggio delle MCSA: lo scopo primario di questo sotto-progetto è quello di evitare lo stoccaggio di pallet di telai di fronte alle linee di assemblaggio e nei corridoi tra i centri di lavoro. In linea, nelle postazioni degli operatori che assemblano i telai al prodotto finito è stato predisposto uno spazio dedicato a 4 pallet nel caso delle macchine che necessitano di due diversi telai, 2 pallet nel caso di MCSA con un solo telaio. È quindi necessario fare in modo che i centri di assemblaggio del prodotto finito abbiano a disposizione esclusivamente il quantitativo di telai previsto in fase di progettazione del reparto di assemblaggio "4.0". Tale condizione ideale si può raggiungere solo se gli operatori logistici addetti al flusso sono messi nelle condizioni di conoscere il fabbisogno della linea, che deve ricevere il materiale nella quantità giusta e nel momento in cui lo necessita.
2. Flusso dei componenti dai centri di assemblaggio dei "sottogruppi" alle linee EC: l'ottimizzazione di tale flusso si concretizza solamente se si raggiungono i due sotto-obiettivi che stanno alla base della logica *pull*. Il primo consiste nell'evitare movimentazioni superflue da parte degli operatori logistici: i componenti assemblati dovrebbero fluire in maniera

diretta dal centro di lavoro alle linee di montaggio del prodotto finito, senza transitare dal reparto assemblaggio al magazzino componenti, per poi tornare al reparto assemblaggio, come oggi accade. Per ottenere un flusso tirato dalle linee di assemblaggio, clienti del processo, è poi essenziale cambiare la logica di produzione delle parti pre-assemblate: il progetto in fase di attuazione si prefigge lo scopo di realizzare l'assemblaggio dei sottogruppi secondo una logica simile a quella del *kanban*, abbandonando la tradizionale programmazione della produzione mediante software ERP.

3. Flusso dei componenti dai supermarket alle linee di assemblaggio: la principale criticità individuata all'interno del processo di approvvigionamento dei centri di lavoro riguarda la quantità di componenti che ciascuno dei treni logistici porta ad ogni approntamento. Tale problematica è diretta conseguenza della bassa frequenza con cui le linee di assemblaggio vengono rifornite: minore è la frequenza di passaggio, maggiore è il quantitativo di scatole da consegnare ad ogni approntamento. L'obiettivo del progetto di Tesi è pertanto quello di apportare le migliorie necessarie a questo processo, con il fine ultimo di implementare un flusso maggiormente "tirato" dal cliente. Ciò permetterebbe non solo di abbracciare la filosofia *lean*, i cui principi di "reattività" e "flessibilità" sono fatti propri da De'Longhi Group, ma anche di ottenere un reparto produttivo maggiormente ordinato e sicuro: implementare il *pull flow* significa approntare più frequentemente i centri di lavoro, evitando il sovraccarico dei mobili di linea e la presenza di materiali a terra.

4.4 Sottoprogetti

In questo sotto-paragrafo si esporrà quanto realizzato durante i mesi di tirocinio formativo presso l'azienda De'Longhi Group. A ciascuno dei tre flussi da ottimizzare individuati è stata riservata una sezione dedicata.

4.4.1 Flusso dei pallet di telai dall'area di stoccaggio alle linee di montaggio delle MCSA

La razionalizzazione del flusso dei pallet di telai dall'area di stoccaggio alle linee di montaggio è un processo che consta di più step di realizzazione. La risoluzione delle criticità legate all'approvvigionamento non controllato di questo componente da parte degli operatori logistici non è stata portata a termine in un unico passaggio, ma ha richiesto la suddivisione del problema in più sottoprogetti. Si è infatti cercato di soddisfare l'esigenza di evitare lo stoccaggio dei pallet nei corridoi nel più breve tempo possibile, lasciando il perfezionamento del processo ad una fase successiva.

Nella situazione di partenza, il flusso dei telai verso i centri di montaggio del prodotto finito era totalmente *push*: l'operatore logistico non aveva alcuna visibilità sul fabbisogno dei materiali da parte delle linee, alle quali veniva portato un quantitativo di pallet di telai arbitrario e non controllato. Poteva dunque capitare che una linea avesse a disposizione, oltre ai pallet previsti lungo le postazioni in cui i telai sono richiesti, un eccessivo numero di unità di carico stoccate in testa; poteva anche verificarsi la situazione opposta, ovvero quella in cui la linea rimanesse senza telai. L'esigenza di evitare i casi appena descritti ha condotto il team di progetto a pensare all'implementazione di uno strumento efficace per mettere in comunicazione il cliente del processo e il fornitore: se l'operatore logistico addetto al flusso conoscesse il fabbisogno della linea, sarebbe in grado di approvvigionarla della giusta quantità di telai, nel momento in cui sono richiesti. Si implementerebbe dunque il *pull flow* desiderato.

Come spiegato nel Capitolo 3, i telai sono registrati all'interno dell'area logica del magazzino denominata "GEN" e non seguono dunque, per l'approvvigionamento, il medesimo flusso dei componenti che dal supermarket sono indirizzati alle linee. Per far sì che l'addetto alla movimentazione delle unità di carico di telai abbia la visibilità necessaria, è stato negli ultimi mesi messo a punto, insieme ai colleghi dell'Information Technology (IT), lo strumento attraverso il quale far comunicare cliente e fornitore del processo. Analogamente a quanto accade per i materiali gestiti a supermarket, l'operatore logistico responsabile dei telai deve conoscere il fabbisogno del componente "telaio destro" e "telaio sinistro" per ogni linea di assemblaggio. Tale informazione giunge dal MES (Manufacturing Execution System)³¹, il cui database fornisce all'addetto al flusso le informazioni necessarie mediante l'utilizzo di un'interfaccia, della quale il funzionamento è illustrato dal Flow Chart riportato in Figura 23. La redazione di uno schema di flusso costituisce un'importante punto di partenza per la progettazione di nuovi sistemi informativi e il seguente Flow Chart interfunzionale³² ha lo scopo di descrivere in modo preciso e chiaro le attività e i collegamenti logici tra di esse, in modo da facilitare la scrittura del codice da parte dei programmatori. All'interno della rappresentazione:

- Le ellissi rappresentano attività iniziali o finali del processo;
- I rettangoli rappresentano attività e operazioni intermedie;
- I rombi indicano attività di decisione o verifica.

³¹ Il MES è un sistema informatico utilizzato nelle aziende manifatturiere per documentare, controllare e monitorare la produzione. La caratteristica principale di tale software è rappresentata dal fatto che lavora in tempo reale: i dati sulla produzione sono continuamente aggiornati e resi disponibili a tutti coloro che li necessitano.

³² Nel Flow Chart interfunzionale, oltre alla descrizione delle attività e dei collegamenti logici tra di esse, si riportano anche gli attori del processo: lo schema di flusso è attraversato da colonne, ognuna delle quali corrisponde ad un partecipante al processo. Le operazioni eseguite da ciascun attore sono collocate nella colonna di sua competenza.

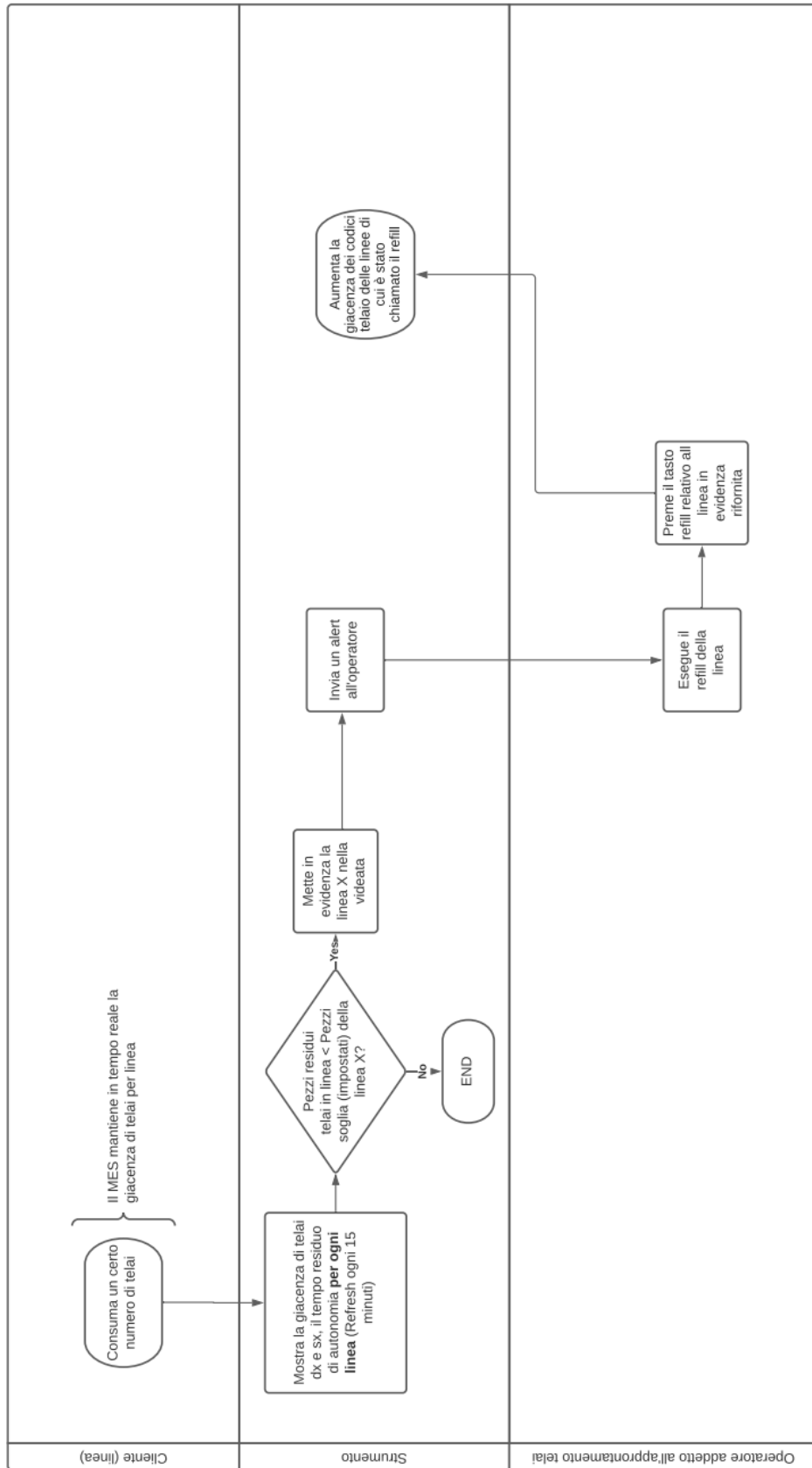


Figura 23 - Flow Chart sul funzionamento dell'interfaccia per la gestione del flusso dei telai

Si fornisce di seguito una spiegazione dettagliata del funzionamento dello strumento a disposizione dell'operatore logistico. Attingendo dal database di MES, l'interfaccia mostra in tempo reale la giacenza di telai e il tempo residuo di autonomia per ciascuna linea di assemblaggio. Nel momento in cui, in un centro di lavoro, viene consumato uno dei due pallet a disposizione per i telai destri o per quelli sinistri, nella videata viene evidenziata la riga corrispondente alla linea che necessita il rifornimento. A questo punto l'operatore, che ha ricevuto l'"alert", esegue il refill del centro di assemblaggio e preme il pulsante "refill" nello schermo touch per segnalare l'avvenuto rifornimento. La schermata effettivamente realizzata si presenta come in Figura 24:

Refill Telai							Aggiorna Dati	Utente: Nalio, Elisa	DeLonghi
Postazione	Telaio	Descrizione	Pallet in linea	Pallet da refillare	Pallet da ritornare	Azioni			
EC03									
EC03.01	5313	CHASSIS LEFT (C2)(PP-BOREAL)BLACK ECAM	1 / 2	1	0	<input type="button" value="Refill"/>			
EC03.02	5313	CHASSIS RIGHT(C2)(PP-BOREALIS)BLACK ECAM	1 / 2	1	0	<input type="button" value="Refill"/>			
EC05									
EC05.01	5313	CHASSIS LEFT (C2)(PP-BOREAL)BLACK ECAM	2 / 2	0	0				
EC05.02	5313	CHASSIS RIGHT(C2)(PP-BOREALIS)BLACK ECAM	2 / 2	0	0				

Figura 24 - Interfaccia per il rifornimento dei telai

Per ciascun centro di lavoro selezionato (in figura sono presenti EC03 ed EC05 a titolo di esempio) sono presenti due righe:

- La prima indica la disponibilità di telai sinistri;
- La seconda indica la disponibilità di telai destri.

Solamente le linee EC06 ed EC08, dove si assemblano macchine della famiglia ESAM, che necessitano di un unico telaio, hanno una sola riga associata.

Ogni riga contiene le seguenti informazioni:

- Codice e descrizione del telaio utilizzato nella corrispondente linea di assemblaggio.
- Pallet in linea: il primo numero indica il numero di pallet che sono effettivamente presenti, che deve essere sempre minore o uguale a 2; il secondo numero indica il numero di posti pallet predisposti in linea per lo stoccaggio dei telai, sempre in numero uguale a 2 per tipo di componente.
- Si indicano di seguito il numero di pallet che la linea necessita (pallet da "refillare") e il numero di pallet da ritirare incompleti dal centro di

assemblaggio in caso di cambio codice (pallet da ritornare). Quest'ultima situazione si verificherà molto raramente, in quanto i telai impiegati nelle linee sono sempre gli stessi e variano solo a seconda della famiglia prodotta (ECAM, ETAM, ESAM).

- Se la linea è evidenziata in rosso necessita il rifornimento, azione che l'addetto al flusso deve confermare schiacciando l'icona "refill".

Se si confronta il Flow Chart in Figura 24 con l'interfaccia effettivamente implementata, si osserva che in quest'ultima manca il dato sul tempo residuo di autonomia delle linee di assemblaggio. In fase di realizzazione del programma, si è deciso di omettere questa informazione per semplificare ulteriormente la lettura della schermata da parte dell'operatore logistico, che, non appena vede una riga evidenziata in rosso, deve rifornire il centro corrispondente.

L'implementazione di tale sistema ha permesso di raggiungere un primo traguardo nel sotto-progetto di ottimizzazione del flusso dei telai: le linee sono infatti rifornite dei materiali necessitati, nella quantità richiesta e nel momento in cui servono. L'operatore logistico, ora a conoscenza del fabbisogno dei centri di assemblaggio da servire, non può più movimentare un quantitativo di unità di carico che supera le reali necessità. Oltre all'effettiva realizzazione del *pull flow*, vi è un altro vantaggio: la presenza di pallet di telai solamente nelle postazioni in cui sono previsti elimina i buffer presenti nei corridoi e in testa alle linee, rendendo il reparto assemblaggio De'Longhi al contempo più sicuro e più "ordinato".

Benché l'attuazione di questo nuovo processo di approvvigionamento dei telai costituisca un importante cambiamento rispetto al passato, il progetto non si può ancora considerare completo. Vi è infatti tuttora un punto di debolezza, la cui risoluzione porterebbe al completamento del progetto di ottimizzazione del flusso dei telai: ad oggi, l'operatore logistico addetto al rifornimento si muove a bordo di un carrello elevatore retrattile. Si tratta dell'unico mezzo a disposizione dell'azienda per accedere al magazzino gravitazionale, che, a causa della presenza di barriere a terra, permette l'accesso solamente a mezzi con forche a sbalzo. I telai, per la maggior parte stoccati all'interno del magazzino gravitazionale, sono movimentati verso le linee dall'uomo a bordo del carrello retrattile, mezzo che, per

questioni di sicurezza, non può addentrarsi nei corridoi tra i centri di lavoro. Per questo motivo, l'operatore logistico deve lasciare il pallet richiesto dalla linea nel corridoio antistante all'area di assemblaggio vera e propria, richiedendo una ulteriore movimentazione dell'unità di carico da parte del Team Leader o di un operatore di linea preposto. Quest'ultimo deve movimentare i telai fino alla postazione dedicata servendosi di un transpallet a mano o di un carrello trainabile. L'ulteriore movimentazione richiesta dall'attuale processo costituisce uno spreco, in quanto allunga il Lead Time e richiede l'impiego di più risorse rispetto a quelle effettivamente necessarie per portare a termine l'attività di approvvigionamento. Inoltre, il completamento del processo in più step genera un maggiore rischio di danneggiare i componenti movimentati, che, durante l'attività di approntamento, subiscono un passaggio intermedio.

Il team di progetto ha elaborato una soluzione alle inefficienze sopracitate. Si tratta tuttavia, al momento, di un'ipotesi ancora in fase di valutazione. La Figura 25 schematizza l'idea che sarà esposta nelle prossime righe.

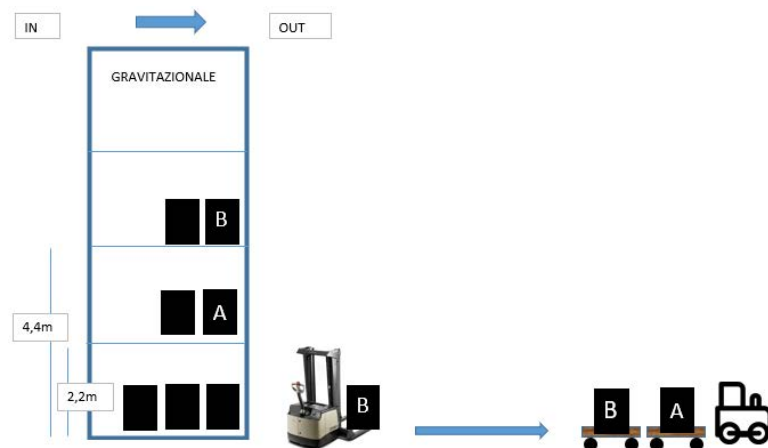


Figura 25 - Schema del nuovo flusso dei telai dal gravitazionale alle linee di montaggio

Nello schema elaborato, si considera di sostituire il carrello elevatore retrattile con un transpallet a mano, dotato di forche a sbalzo, e una motrice, cui agganciare dei carrelli per il trasporto dei pallet di telai. L'addetto al flusso può in questo modo completare in autonomia l'intero processo di approvvigionamento dei telai: egli, infatti, estrarrà il pallet dal magazzino gravitazionale mediante il carrello con forche a sbalzo, oggi non presente in azienda, e lo posizionerà sui carrelli agganciati alla motrice; a questo punto, eseguirà il refill dei telai, recandosi direttamente nella postazione dove sono richiesti. Una volta prelevati e agganciati i carrelli con i pallet

vuoti, l'operatore renderà disponibile alla linea il pallet pieno, senza ulteriori movimentazioni.

È stata condotta un'analisi sul tempo necessario per eseguire tale attività in un turno di lavoro. Le ipotesi alla base dei calcoli effettuati sono le seguenti:

- Si ipotizza che l'operatore logistico possa muoversi con al massimo due carrelli agganciati alla motrice. Lo scopo è quello di evitare che egli aspetti troppo tempo per effettuare il refill delle linee, nel caso in cui debba caricare molti carrelli prima di muoversi.
- Si considera un fattore di efficienza pari a 0,7 per contemplare la possibilità che l'operatore consegni, a volte, una sola unità di carico, aumentando dunque la frequenza di viaggio.
- Si fissa un fattore di contemporaneità pari a 1,3 per tenere in considerazione il "traffico" nei corridoi del reparto assemblaggio: è elevata la probabilità che l'addetto al flusso sia rallentato da altri treni logistici, da treni per la raccolta della spazzatura e da operatori a piedi.

Si ottiene quindi la Tabella 5:

Tabella 5 - Calcolo del tempo necessario per l'approvvigionamento dei telai a turno

DATI IN INPUT	
Numero di pallet da movimentare a turno	49
Numero di viaggi con motrice (Numero di pallet da movimentare a turno/2)	25
CRONOMETRAGGIO [min]	
Controllare fabbisogno linee nell'interfaccia	2
Prendere retrattile a mano e dirigersi al tunnel corrispondente	
Prelevare pallet TELAI e posizionarlo su primo carrello	
Prelevare pallet TELAI e posizionarlo su secondo carrello	
Agganciare carrelli alla motrice	
Salire sulla motrice	
Dirigersi nella linea in base a fabbisogno segnalato nell'interfaccia	2,7
Scendere dalla motrice	
Spostare il vuoto in coda treno senza agganciare	
Sganciare il pieno e posizionarlo in linea al posto di quello appena rimosso	
Agganciare il vuoto in coda al treno	
Dirigersi alla prossima linea e ripetere la procedura	
Controllare il fabbisogno successivo in lista d'attesa in base al fabbisogno	1,8
Dirigersi al gravitazionale	
TOTALE TEMPO A VIAGGIO	
	6,5
TOTALE TEMPO DI APPROVVIGIONAMENTO PER 25 VIAGGI	162,5
EFFICIENZA	0,7
COEFFICIENTE DI CONTEMPORANEITA'	1,3
TOTALE [min]	
	301,7
ORE TOTALI	
	5,0

Di seguito, è fornita una breve spiegazione della tabella riportata:

- Dati in input: per ogni centro di lavoro, il numero di pallet da movimentare a turno si ottiene sommando il numero di telai destri e di telai sinistri necessari (quantità corrispondente al numero di MCSA da produrre) e, successivamente, dividendo il risultato per il numero di pezzi per pallet. Il dato relativo alle 49 UDC da movimentare a turno è ottenuto dalla Tabella 6:

Tabella 6 - Numero di pallet di telai da movimentare a turno per linea

Linea	Famiglia prodotta	Numero pallet/giorno	
		Telai destri	Telai sinistri
EC01	ETAM	4	8
EC02	ETAM	4	6
EC03	ECAM	3	6
EC04	ECAM	2	3
EC05	ECAM	3	6
EC09	ECAM	8	13
EC11	ECAM	8	13
EC06	ESAM	/	8
EC08	ESAM	/	2
TOTALE		31	67
UDC/giorno		98	
UDC/turno		49	

Considerando il fatto che la motrice viaggia con due carrelli agganciati, il numero di viaggi è dimezzato rispetto ai pallet da movimentare.

- Cronometraggio: i dati riportati costituiscono una media ottenuta da più cronometraggi. Sono state effettuate delle simulazioni del processo di approvvigionamento che si vorrebbe mettere in pratica in futuro. A tale scopo, è stato noleggiato per un mese un transpallet con forche a sbalzo e si è impiegata, per le prove, una motrice a disposizione del magazzino.
- Il tempo totale necessario per approvvigionare i telai a turno è stato calcolato moltiplicando il numero di viaggi da effettuare per il tempo a viaggio. Il

risultato, pari a 162,5 minuti, è stato maggiorato utilizzando la formula che segue:

$$Tempo\ totale = \frac{162,5\ min * 1,3}{0,7} = 301,7\ min$$

La soluzione appena esposta è ancora in fase di valutazione per due motivi:

- L'acquisto o il noleggio di una nuova motrice, di un numero di carrelli congruo per soddisfare il bisogno di tutte le linee e di un transpallet con forche a sbalzo costituisce un ingente investimento per l'azienda.
- Ad oggi, l'approvvigionamento dei telai è effettuato da un operatore che si occupa anche della movimentazione di tutti i componenti che vengono prodotti dal reparto stampaggio. L'addetto riserva una piccola frazione del suo tempo alla movimentazione dei telai. Per mettere in pratica la soluzione appena esposta, è necessario un operatore dedicato: egli dovrebbe occuparsi per circa il 67% dei minuti di un turno di lavoro (300 minuti su 450) all'approvvigionamento dei telai, riservando il restante tempo ad altre attività da definire.

4.4.2 Flusso dei componenti dai centri di assemblaggio dei “sottogruppi” alle linee EC

La realizzazione delle nuove linee di assemblaggio 4.0, in grado di garantire una reattività e una flessibilità tali da permettere la produzione *one-piece-flow*, ha rivoluzionato l'intero reparto assemblaggio di Mignagola. Come già visto in precedenza, ciò ha permesso il posizionamento dei centri di assemblaggio dei “sottogruppi” in testa alle linee di montaggio dei prodotti finiti. Il flusso dei componenti provenienti da questi centri dovrebbe dunque essere tirato dalle linee antistanti, garantendogli la presenza del materiale necessario, nel momento in cui viene richiesto.

Ad oggi, alcuni di questi sub-assemblati sono approvvigionati dagli operatori a bordo dei treni logistici, i quali caricano le cassette o le scatole di materiale assemblato su un vagone durante il viaggio di ritorno dalla linea al supermarket. Quando il percorso del treno non lo permette, lo stesso operatore deve recarsi a piedi, munito di transpallet elettrico, o a bordo di un treno con un solo vagone presso

i centri di assemblaggio dei componenti che la linea assegnata necessita. In entrambi i casi si tratta di inefficienze inaccettabili:

- Ciò comporta innanzitutto uno spreco di spazio: lo stoccaggio temporaneo dei materiali prodotti sul treno logistico ne causa l'allungamento. Si è osservato che le cassette prelevate occupano in media 2/3 di un vagone.
- I complessi percorsi effettuati dai componenti prodotti nel reparto assemblaggio ne aumentano anche il Lead Time di approvvigionamento: se fosse possibile farli fluire direttamente verso le linee di montaggio delle MCSA, il trasferimento sarebbe immediato. L'attuale modalità di asservimento costituisce, inoltre, una perdita di tempo anche per i picker, che devono approvvigionare materiali che potrebbero avere un flusso diverso.
- Un ultimo "muda" causato dall'attuale metodo di approntamento è determinato dalle movimentazioni aggiuntive che i componenti prodotti subiscono, rischiando danneggiamenti.

Tutte le motivazioni sopracitate hanno spinto il Team Lean dell'azienda a mettere in discussione l'attuale flusso dei componenti provenienti dai centri di lavoro in testa alle linee di assemblaggio dei prodotti finiti. I sub-assemblati presi in considerazione sono:

- Gli estraibili delle macchine ETAM ed ECAM (per le MCSA ESAM tale componente giunge da un terzista esterno);
- Le valvole di sicurezza;
- Le meccanovalvole ETAM, ECAM ed ESAM;
- I macinini;
- Gli innesti per la fuoriuscita del vapore;
- I cruscotti.

Per cominciare ad attuare l'ambizioso progetto di ottimizzazione dei flussi, sono state condotte delle analisi allo scopo di comprendere la variabilità di codici per ciascuno dei componenti elencati, l'attuale programmazione della produzione presso i centri di lavoro, la distribuzione dei differenti sub-assemblati nelle corrispondenti linee di montaggio. Nonostante sia necessario coinvolgere tutti i materiali sopracitati nel progetto, il gruppo di lavoro ha stratificato il problema, considerando un componente alla volta.

Per l'avvio del progetto, la scelta è ricaduta sulle mecanovalvole ECAM ed ETAM, per due motivi:

- Si tratta di un componente con una bassa numerosità e variabilità di codici. È sufficiente osservare il grafico in Figura 26 per comprenderne il flusso verso le linee di destinazione:

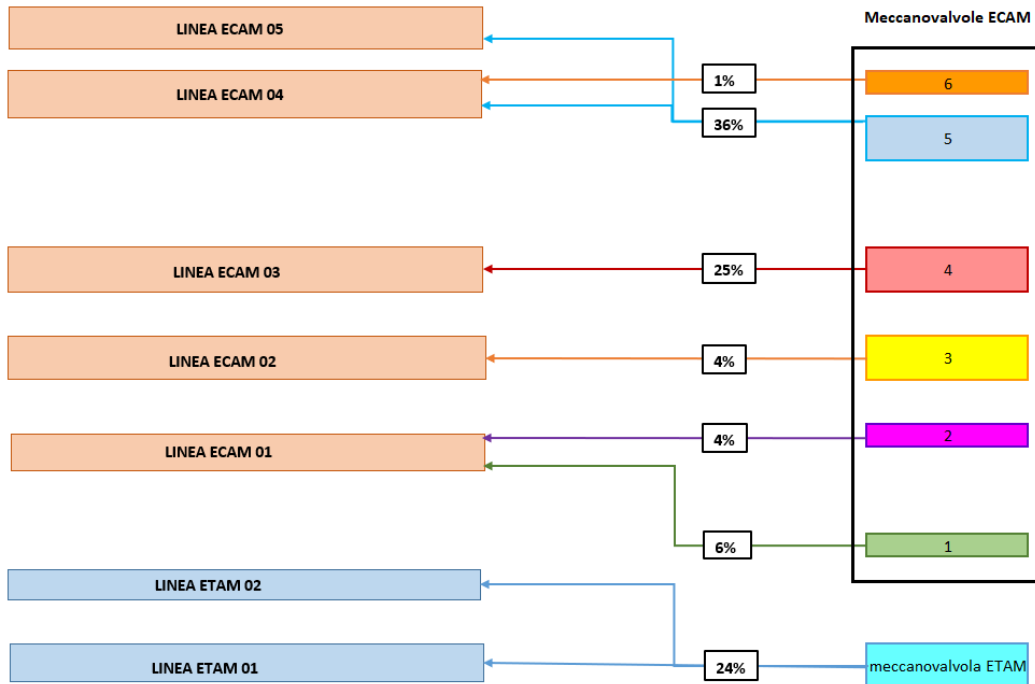


Figura 26 - Flusso delle meconovalvole verso le linee

I riquadri colorati a destra indicano i codici di meconovalvola attualmente impiegati in reparto assemblaggio, quelli a sinistra rappresentano le diverse linee che assemblano macchine ECAM ed ETAM.

Ciascuna delle linee di assemblaggio è servita da un solo codice di meconovalvola, tranne due delle linee ECAM, che, sulla base dei modelli di prodotti, cambiano componente.

Le percentuali riportate indicano il volume di produzione di ciascun codice, negli ultimi sei mesi, all'interno del centro di lavoro.

- Si tratta di un componente che si presta a una futura eventuale unificazione: le meconovalvole ECAM differiscono tra loro per un piccolo particolare, rappresentato da un tubetto in silicone. Razionalizzando il flusso, si potrebbe

anche cercare un modo per far sì che il centro di lavoro del sottogruppo non debba più produrre codici distinti, lasciando il montaggio del tubetto, unico particolare variabile, all'operatore in linea di montaggio del prodotto finito. Nella valutazione proposta non rientrano, al momento, le meccanovalvole ESAM: questo sub-assemblato viene prodotto in un centro di lavoro a parte e, benché serva solo due linee, ha 6 diversi codici da gestire.

Il progetto attuato per le meccanovalvole dovrà, in un futuro prossimo, essere esteso a tutti i “sottogruppi” prodotti internamente. Deve dunque soddisfare i seguenti obiettivi:

1. Deve ottimizzare lo spazio a disposizione, evitando stock di materiale all'uscita dei centri di lavoro;
2. Deve ottimizzare la movimentazione del componente, direzionandolo direttamente alle linee di assemblaggio corrispondenti;
3. Deve agevolare la programmazione della produzione;
4. Deve irrobustire il processo di alimentazione alle linee.

Per poter raggiungere gli obiettivi fissati per tutti i sub-assemblati, è necessario fornire una soluzione adattabile e flessibile.

Nella situazione di partenza, il “sottogruppo” meccanovalvola ECAM ed ETAM viene prodotto dal centro di lavoro nelle quantità stabilite dalla funzione programmazione della produzione, che pianifica l'assemblaggio delle meccanovalvole necessarie alla linea con due giorni di anticipo rispetto all'impiego delle stesse nel prodotto finito. I sub-assemblati prodotti e collaudati sono temporaneamente stoccati a lato del centro di lavoro, all'interno di scatole da 600x400mm (1/4 di pallet) con 21 componenti ciascuna. In seguito, vengono prelevati dagli operatori logistici addetti all'approvvigionamento delle linee, che caricano sul treno o sul transpallet elettrico il numero di scatole indicate dal palmare con cui eseguono anche l'approntamento degli altri componenti. Se il centro di lavoro produce più di quanto sia possibile stoccare di fronte, le scatole in eccesso sono portate nel magazzino componenti, dove sono sistemate, insieme ad altri “sottogruppi” assemblati nel plant, in un'area adibita allo stoccaggio a terra.

La proposta di riorganizzazione del flusso delle meccanovalvole prevede che tutto il materiale necessario sia immagazzinato nei dock, piccoli magazzini in testa ai centri di lavoro studiati per lo stoccaggio dei componenti maggiormente variabili da assemblare nel prodotto finito. Con l'attuale gestione dei flussi, che prevede che tutti i "sottogruppi" prodotti nei centri di lavoro siano stoccati provvisoriamente a lato degli stessi, i dock di linea sono parzialmente utilizzati. Vi è dunque la possibilità di sfruttare meglio tale spazio, riprogettandolo.

L'unico vincolo imposto al team di progetto è il mantenimento dei due giorni di disaccoppiamento tra centro di lavoro e linea di assemblaggio del prodotto finito. Lo scopo è quello di cautelarsi, almeno in un primo momento, da eventuali problematiche al centro di lavoro: è possibile, infatti, che si renda necessario fermare la produzione di alcune linee di assemblaggio dei "sottogruppi" a causa dell'elevato assenteismo registrato nel periodo di pandemia che si sta vivendo.

Si presenteranno di seguito due proposte, entrambe basate sul medesimo principio: la produzione del centro di lavoro, fornitore del processo, deve essere tirata dalle linee di montaggio, clienti del processo. Per rispondere a questo requisito, è stata elaborata una soluzione simile a quella del *kanban*: il centro di assemblaggio delle meccanovalvole deve iniziare a produrre solamente quando giunge, da ciascuna delle linee ETAM ed ECAM, un segnale che ne autorizza l'avvio. Per garantire il disaccoppiamento di 2 giorni è necessario immagazzinare nel dock un quantitativo di meccanovalvole pari a circa 750. Poiché ogni scatola contiene attualmente 21 pezzi, il numero di scatole da stoccare è di 36.

Si presentano di seguito le due soluzioni ipotizzate:

1. Secondo la prima delle due proposte, la movimentazione dei materiali necessari alle linee di assemblaggio è da realizzarsi mediante pallet di dimensione 600x800mm (il cosiddetto "mini-pallet"): un addetto al flusso dedicato si occupa dello spostamento dell'unità di carico dal centro di lavoro alla linea di montaggio mediante l'utilizzo di un transpallet elettrico. Ciascuna delle scatole contenenti le meccanovalvole viene contrassegnata per linea, in modo che il centro che realizza il sub-assemblato, ne avvii la produzione solamente quando gli giungono le scatole vuote dalla linea. Una volta preparate le scatole necessarie, l'operatore logistico incaricato deve

approvvigionare la linea, lasciando il pallet su degli appositi carrelli posizionati nello spazio del dock. Qui, il layout sarà quello proposto in Figura 27:

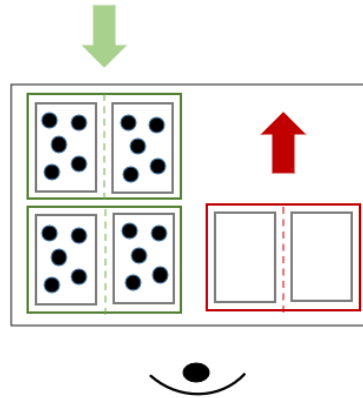


Figura 27 - Proposta di layout 1 per lo stoccaggio delle meccanovalvole nel dock di linea

Essendo il dock di linea profondo 1200 mm, è possibile stoccare in profondità 2 carrelli posizionati come in figura. Ciascuno dei carrelli ospiterà due pile da 9 scatole ciascuna. In tutto saranno dunque presenti 36 scatole di meccanovalvole, come stabilito. Il carrello a destra è necessario all'operatore di linea per posizionarvi i vuoti. Nel magazzino di linea, la movimentazione è effettuata mediante carrello per evitare che l'operatore sollevi pesi o trascini le scatole.

2. Nella seconda soluzione candidata, la movimentazione dei materiali necessari alle linee di assemblaggio è da realizzarsi mediante carrelli in grado di ospitare una pila di 9 scatole di dimensione 600x400mm: l'operatore logistico deputato al flusso si occupa dello spostamento dell'unità di carico dal centro di lavoro alla linea di montaggio a piedi. I carrelli vengono poi inseriti nel dock, dal lato profondo 1800 mm, come indicato in Figura 28:

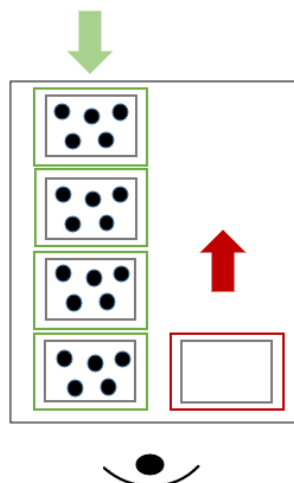


Figura 28 - Proposta di layout 2 per lo stoccaggio delle meccanovalvole nel dock di linea

Lo stesso operatore logistico si occupa, infine, di prelevare i carrelli con le scatole vuote da rendere al centro di lavoro delle meccanovalvole, il quale può solo in questo momento avviare la produzione. La soluzione appena esposta prevede che siano gli stessi carrelli, movimentati da linea a centro di assemblaggio del sub-assemblato, e viceversa, ad essere contrassegnati per linea. Come nella proposta precedente, ciò permette agli operatori di avere la visibilità completa sul fabbisogno delle linee e di produrre dunque a vista ciò che viene richiesto, nel momento in cui serve.

Le ipotesi avanzate sono riassunte dalla Tabella 7:

Tabella 7 - Riassunto delle proposte per il flusso delle meccanovalvole

PROPOSTE	Nr. Udc	Nr. Scatole/Udc	Nr. Pezzi/Udc	Nr. Pezzi/Dock
Proposta 1: «Mini pallet»	2 mini-pallet	18	378	756
Proposta 2: «Carrellini»	4 carrelli	9	189	756

Benché entrambe le soluzioni offerte garantiscano la possibilità di stoccare nel dock il quantitativo di componenti stabilito, le motivazioni che possono far propendere per l'una o per l'altra sono differenti:

1. L'implementazione della prima soluzione permette di evitare la presenza di carrelli presso il centro di lavoro del sub-assemblato, garantendo un maggiore ordine e un migliore sfruttamento dello spazio. Per contro, dal momento che il "mezzo pallet" deve ospitare necessariamente 18 scatole di componenti, il processo risulta essere poco flessibile.
2. La seconda ipotesi permette un processo di approvvigionamento maggiormente flessibile rispetto alla prima: l'addetto al flusso movimentata unità di carico più piccole, garantendo una maggiore reattività del centro di lavoro.

Alla luce delle considerazioni effettuate, il team di progetto, d'accordo con gli addetti alla sicurezza e con il Team Leader dei centri di lavoro dei "sottogruppo", ha deciso di sperimentare la seconda proposta avanzata.

Se tale nuova modalità di approvvigionamento risulterà adattarsi alla configurazione del reparto produttivo De'Longhi di Mignagola, verrà applicata al flusso di ciascuno dei sub-assemblati elencati all'inizio del sottoparagrafo, decretando la transizione verso il *pull flow* anche a monte dei centri di assemblaggio del prodotto finito.

4.4.3 Flusso dei componenti dai supermarket alle linee di assemblaggio

Il processo analizzato nel seguente sotto-paragrafo è il terzo ed ultimo flusso logistico interno migliorato durante i mesi di tirocinio formativo svolti nello stabilimento produttivo De'Longhi di Mignagola. Nonostante la modalità di approvvigionamento dei centri di lavoro del reparto assemblaggio sia stata adattata alla rivoluzione dettata dalla nascita delle linee di montaggio 4.0, in grado di produrre *one-piece-flow*, essa presenta ancora alcune debolezze.

Come esposto nel Capitolo 3, i materiali provenienti da terzisti e fornitori esterni vengono stoccati nel magazzino componenti e, a livello logico, transitano dal cosiddetto "magazzino 007" alla "scorta 500", per giungere infine al supermarket, denominato "magazzino 300". Qui sono presenti tutti i materiali che devono soddisfare il fabbisogno del corrente turno di lavoro della linea cui è dedicato. L'approvvigionamento del relativo centro di assemblaggio viene effettuato per

mezzo di un treno logistico, sul quale il *waterspider* carica le scatole che la linea dovrà utilizzare nell'orizzonte temporale impostato per l'approntamento.

La modalità di gestione dei materiali appena illustrata consente, in teoria, di far giungere ai centri di lavoro serviti solamente ciò che necessitano in un intervallo di tempo molto breve, favorendo non solo l'implementazione di una logica *pull* nel flusso delle parti approvvigionate, ma anche la creazione di un reparto assemblaggio ordinato e privo di zone e mobili sovraccaricati di scatole. Tuttavia, un'attenta analisi dell'area produttiva di Mignagola ha portato alla luce alcune criticità, che saranno di seguito elencate:

- Osservando i mobili di linea, è possibile notare come, in alcuni punti, essi siano carichi di componenti a tal punto da non essere in grado di accogliere tutte le scatole approvvigionate dall'operatore a bordo del treno logistico. In alcuni punti, i suddetti scaffali cedono o si flettono a causa dell'eccessivo peso caricato.
- I treni logistici si spostano generalmente con un numero di vagoni che oscilla tra 6 e 8, risultando dunque un problema per la sicurezza del reparto.
- La Spaghetti Chart riportata nel Capitolo 3 mette in luce anche la complessità dei percorsi svolti da alcuni treni logistici, elemento che va ad impattare negativamente sul "traffico" presente nei corridoi tra i centri di assemblaggio, dove si spostano anche i treni della spazzatura e gli operatori con i transpallet manuali.

L'ultimo punto dell'elenco sarà in buona parte risolto razionalizzando il flusso dei "sottogruppi": nel momento in cui i componenti prodotti nei centri di lavoro di fronte alle linee riusciranno a fluire direttamente verso di esse, i picker a bordo dei treni logistici non dovranno più deviare i propri percorsi per prelevarli e approvvigionarli.

Per risolvere le prime due difficoltà elencate e, al contempo, creare un flusso maggiormente teso per i componenti dal supermarket alle linee, il team di progetto ha deciso di intervenire sulla frequenza di passaggio dei treni. Si è infatti osservato che le linee con takt time maggiori prevedono che l'approvvigionamento avvenga ogni 3 o 4 ore, determinando il caricamento di un elevato numero di scatole a bordo. Allo scopo di definire la situazione AS IS sulla gestione dei flussi dal magazzino,

sono stati effettuati dei rilievi sul campo. Si riportano nell'elaborato i dati raccolti e le conclusioni a cui si è giunti, considerando l'attività di approvvigionamento di quattro operatori logistici. Ognuno di essi è dedicato a linee che assemblano MCSA appartenenti a diverse famiglie. In Tabella 8 si riportano le informazioni raccolte mediante osservazione e cronometraggio.

Tabella 8 - L'approvvigionamento delle linee da parte dei treni logistici: rilievi sul campo

LINEE	Frequenza approntamento AS IS [h]	MISURA SUL CAMPO					TOTALE TEMPO [min]	N° vagoni osservati	Tempo medio a scatola [min]
		N° scatole caricate a giro	Tempo di caricamento in smk [min]	Tempo di trasferimento dal smk alla linea	Tempo di approvvigionamento linea	Tempo di ritorno al smk			
LINEA ETAM 1	4,0	119	29	1,35	29	4,53	63,9	8	0,54
LINEA ETAM 2	4,0	86	19	1,2	14,4	3,3	37,9	8	0,44
LINEA ECAM 1	4,0	83	27	1,2	13,4	7,4	49,0	8	0,59
LINEA ECAM 2	4,0	77	25	2,5	17	6	51,0	8	0,66
LINEA ESAM	3,0	91	36	1,5	22	1,5	61,0	6	0,67
Linea Nespresso	1,5	136	51	1,3	32	1,5	85,8	7	0,63

Le linee evidenziate con lo stesso colore sono servite dal medesimo operatore. Ognuno dei flussi logistici indicati è stato fisicamente monitorato per raccogliere le informazioni riguardanti il numero di scatole caricate sui vagoni e il tempo necessario ad eseguire un approntamento completo. Il dato sul tempo medio a scatola, necessario per comprendere l'efficienza e, in un secondo momento, la saturazione dell'operatore, è stato calcolato facendo il rapporto tra TOTALE TEMPO e N° scatole caricate a giro. È possibile osservare che l'approvvigionamento del centro di assemblaggio di macchine Nespresso avviene con una frequenza molto maggiore rispetto a quelli delle altre linee e il numero di colli da caricare sul treno è nettamente più elevato. Ciò avviene perché quest'ultima ha un takt time dell'ordine di mezzo minuto, circa un quinto di quello di quello dei centri di assemblaggio delle macchine superautomatiche. Il picker Nespresso risulta essere quindi molto più saturo rispetto agli altri operatori. Applicando la formula:

$$\text{Saturazione operatore} = \frac{\text{Minuti/approntamento} * \text{N}^\circ \text{ approntamenti in 1 turno}}{\text{Minuti turno}}$$

Si ottiene il livello di saturazione di ciascuno dei *waterspider* indicati nella tabella. Mentre la saturazione dell'operatore che approvvigiona la linea Nespresso è del 95%, la saturazione degli altri picker si aggira attorno al 50-60%. Essi hanno dunque molto tempo a disposizione durante il turno di lavoro.

A partire da tutte le rilevazioni effettuate, si è inoltre calcolato il numero medio di scatole a vagone, che risulta essere pari a 14,72. Tale dato sarà in seguito essenziale per fare considerazioni sulla variazione del numero di vagoni in relazione alla quantità di scatole da caricare.

Sulla base delle informazioni elaborate, è possibile dunque agire sulla frequenza di approvvigionamento dei centri di montaggio per i quali il treno passa ogni 3 o 4 ore, rendendo più efficiente il lavoro effettuato dagli operatori logistici. Per giungere alla soluzione proposta, è stata innanzitutto effettuata un'analisi sul numero di scatole di componenti mediamente necessarie a turno per ognuna delle linee considerate: a partire dalla distinta base delle macchine assemblate, sono stati ricavati dal gestionale SAP i pezzi per scatola di ciascuno dei componenti consegnati dal treno logistico. Una volta ottenuto il numero di scatole utilizzate da ciascun centro a turno, tenendo conto dei differenti takt time, sono state fatte delle considerazioni approfondite sulla frequenza di approntamento. È stata a questo proposito ricavata una formula standard per il calcolo del tempo necessario all'approvvigionamento. Considerando i dati ottenuti dal cronometraggio delle attività dell'operatore maggiormente saturo, è stata dedotta la seguente formula:

$$\begin{aligned} \text{Tempo per l'approntamento completo di una linea} = \\ 0,375 * (\text{N}^\circ \text{ scatole caricate}) + 1,3 + 0,213 * (\text{N}^\circ \text{ scatole caricate}) + 3 + 1,5 \end{aligned}$$

I dati inseriti sono derivati dai rilievi sul campo, come spiegato dalla Tabella 9:

Tabella 9 - Dati per ricavare la formula del tempo di approntamento completo per linea

Tempo di carico [min]	Tempo trasferimento alla linea	Tempo di approvvigionamento linea	Tempo di "attraversamento" linea	Tempo ritorno al smk
51	1,3	29	3	1,5
VARIABILE	FISSO	VARIABILE	FISSO	FISSO
0,375		0,213		

- Il tempo di carico delle scatole sul treno e quello di approvvigionamento della linea variano al variare del numero di scatole: per ottenere i coefficienti moltiplicativi 0,375 e 0,213, i tempi cronometrati durante l'approntamento della linea Nespresso sono stati divisi per il numero di scatole movimentate, che nel caso considerato erano 136;
- I tempi di trasferimento dal supermarket alla linea, quello di attraversamento della linea e quello di ritorno al magazzino sono fissi e dunque, nella formula, rappresentano costanti da aggiungere.

Mediante l'utilizzo della formula appena spiegata, è stata simulata, per ciascuna delle linee prese in considerazione, l'aggiunta di un approntamento per turno. Considerando il fabbisogno di scatole ottenuto dalle deduzioni fatte a partire dalla distinta base e prevedendo un turno di lavoro di 450 minuti, si sono ottenuti i seguenti risultati:

1. Gli operatori logistici sono in grado, per le linee con frequenza di approntamento AS IS pari a 3 o 4 ore, di effettuare un approntamento in più rispetto alla situazione di partenza. La loro saturazione è infatti ancora bassa.
2. Il numero di vagoni necessari ad ogni approvvigionamento cala drasticamente, passando da 8 a 5 vagoni necessari per le linee ETAM, da 7 a 5 per le linee ECAM e da 6 a 4 per la linea ESAM.

Le Tabelle 10 e 11 riportano rispettivamente la situazione AS IS e TO BE. I centri di lavoro serviti dal medesimo operatore sono evidenziati nello stesso colore.

Tabella 10 - Calcolo tempi teorici,
vagoni necessari e saturazione operatori
con frequenza AS IS

LINEE	Frequenza approntamento TO BE [h]	N° scatole necessarie a turno	N° scatole necessarie ad ogni approntamento	Tempo necessario a singolo approntamento [min]	TEMPO TOTALE NECESSARIO con efficienza 85%	NUMERO VAGONI NECESSARI	Saturazione operatore
LINEA ETAM 1	4,0	206,1	103,1	66,4	78,1	8,0	0,7
LINEA ETAM 2	4,0	206,1	103,1	66,4	78,1	8,0	
LINEA ECAM 1	4,0	200,9	100,5	64,9	76,3	6,8	0,7
LINEE ECAM 2	4,0	200,9	100,5	64,9	76,3	6,8	
LINEA ESAM	3,0	234,8	88,1	57,6	67,7	6,0	0,6

Tabella 11 - Calcolo tempi teorici,
vagoni necessari e saturazione operatori
con frequenza TO BE

LINEE	Frequenza approntamento TO BE [h]	N° scatole necessarie a turno	N° scatole necessarie ad ogni approntamento	Tempo necessario a singolo approntamento [min]	TEMPO TOTALE NECESSARIO con efficienza 85%	NUMERO VAGONI NECESSARI	Saturazione operatore
LINEA ETAM 1	2,5	206,1	64,4	43,7	51,4	4,4	0,7
LINEA ETAM 2	2,5	206,1	64,4	43,7	51,4	4,4	
LINEA ECAM 1	2,5	234,8	73,4	48,9	57,6	5,0	0,8
LINEE ECAM 2	2,5	200,9	62,8	42,7	50,3	4,3	
LINEA ESAM	2,0	234,8	58,7	40,3	47,4	4,0	0,7

Nelle tabelle:

- Il numero di scatole necessarie a turno si è ottenuto ricavando dal gestionale dell'azienda i pezzi per scatola di ciascuno dei componenti in distinta base. A partire dal dato sulla quantità di prodotti finiti assemblati, si è calcolato il numero di scatole di componenti che devono giungere alla linea.
- Il numero di scatole necessarie ad approntamento dipende dalla frequenza di passaggio dei treni sulle linee. È dato da:

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ scatole per approntamento} &= \frac{N^{\circ} \text{ scatole/turno}}{N^{\circ} \text{ approntamenti/turno}} = \\ &= \frac{N^{\circ} \text{ scatole/turno}}{\text{Minuti/turno} / \text{Frequenza di approntamento}} \end{aligned}$$

- Il tempo necessario ad ogni approntamento è stato calcolato utilizzando la formula standard ricavata nelle precedenti pagine. Per tenere in considerazione eventuali imprevisti (inefficienze dell'operatore, "traffico" nei corridoi tra le linee), il risultato è stato maggiorato del 15%.
- Il numero di vagoni necessari si è ottenuto semplicemente dividendo il numero di scatole da caricare ad approvvigionamento per la capacità di un vagone, che è stata calcolata pari a 14,72 contenitori.
- La saturazione dell'operatore è stata calcolata mediante la seguente formula:

$$\text{Saturazione operatore} = \frac{\text{Minuti/approntamento} * N^{\circ} \text{ approntamenti in 1 turno}}{\text{Minuti turno}}, \text{ già illustrata in precedenza. A numeratore, il tempo di approntamento inserito è quello maggiorato del 15\%.}$$

I risultati ottenuti sono stati, in seguito, testati mediante una prova pratica: l'operatore logistico addetto all'approvvigionamento delle linee che producono MCSA ETAM è stato monitorato durante un turno in cui ha dovuto effettuare tre approntamenti, anziché due. Dall'osservazione del lavoro e dall'interazione con l'operatore e i Team Leader delle linee servite, si è giunti alle seguenti conclusioni:

- Il picker addetto all'approvvigionamento mediante treno logistico è stato effettivamente in grado di portare a termine tutti gli approntamenti previsti, senza difficoltà nel gestire il tempo a disposizione;

- Il numero di scatole caricate sul treno è stato drasticamente ridotto, come previsto;
- I mobili di linea non venivano sovraccaricati, rendendo più agevole il lavoro degli operatori addetti all'assemblaggio ed evitando anche il deposito di scatole a terra, come spesso accade per componenti voluminosi che giungono in linea all'interno di scatole della dimensione di 600x400mm (1/4 di pallet).

Il successo della prova ha confermato quanto ottenuto dai calcoli teorici sopra esposti, decretando l'inizio di tale nuova modalità di approntamento.

Per coinvolgere anche le linee che assemblano macchine per il caffè ECAM ed ESAM, è necessario, come nel caso precedente, testare i risultati teorici calcolati. Una volta monitorato il processo sul campo, sarà possibile adottare tale modalità anche per le restanti linee coinvolte nel progetto.

La modifica della frequenza di asservimento delle linee rappresenta il primo piccolo passo verso l'ottimizzazione dei flussi logistici interni dal magazzino componenti ai centri di assemblaggio. In futuro, il team dovrà agire anche sui percorsi effettuati e, nel caso si rivelasse necessario, ripensare all'intero sistema di approvvigionamento dei materiali, mettendo in discussione le logiche di magazzino e i mezzi utilizzati.

4.5 Traguardi futuri

Le azioni intraprese nel progetto di ottimizzazione dei flussi interni dello stabilimento di Mignagola hanno permesso la parziale implementazione di un sistema di fornitura dei componenti "tirato" dalle linee di assemblaggio, clienti del processo. Alcuni dei progetti portati avanti durante i mesi di tirocinio formativo sono stati effettivamente portati a termine e attuati; altri sono ancora in fase di sperimentazione e valutazione. In un futuro molto prossimo, sarà quindi necessario ultimare tutte le attività ancora in sospeso, allo scopo di completare il macro-progetto descritto dalla presente Tesi di Laurea. È in particolare essenziale concludere gli step di sperimentazione per i seguenti progetti:

- Nuovo processo di approvvigionamento dei telai: nonostante il nuovo software per l'approntamento da parte degli operatori logistici sia stato

messo in funzione, è necessario perfezionare il progetto valutando la nuova proposta di flusso avanzata. Una volta terminata la fase di analisi, si dovrà procedere alla designazione dell'operatore logistico addetto al flusso e all'acquisto degli strumenti necessari (motrice, carrelli, carrello elevatore con forche a sbalzo).

- Nuovo flusso dei componenti dai centri di assemblaggio dei "sottogruppi" alle linee EC: una volta sperimentata la soluzione proposta per il componente pilota (la meccanovalvola ECAM ed ETAM), il team di progetto dovrà valutarne l'efficacia anche per gli altri sub-assemblati da direzionare verso le linee di assemblaggio delle MCSA. Solo nel momento in cui tutti i flussi saranno ottimizzati, l'attuazione del progetto potrà considerarsi conclusa.
- Nuovo flusso dei componenti dai supermarket alle linee di assemblaggio: l'aumento della frequenza di passaggio dei treni logistici rappresenta il punto di partenza dell'ottimizzazione del flusso dei materiali dal magazzino ai centri di montaggio delle MCSA. Sarà essenziale riorganizzare in futuro anche i percorsi stessi degli operatori, oggi non ottimizzati.

I progetti finora attuati lasciano spazio ad ulteriori sviluppi: il team di progetto, in un'ottica di miglioramento continuo, sta già pensando ad una ulteriore rivoluzione del reparto assemblaggio di Mignagola. Allo scopo di ridurre il più possibile le risorse e i mezzi impiegati in attività non a valore, come le movimentazioni e lo stoccaggio a magazzino, esiste un progetto, ancora allo stato embrionale, volto ad automatizzare la gestione dei flussi logistici interni. In un orizzonte temporale mediamente lungo, si vorrebbe infatti iniziare ad utilizzare mezzi come gli AGV (Automated Guided Vehicles) per il trasporto dei materiali dal magazzino o dai centri di lavoro a monte delle linee. Tutte le modifiche attuate fino ad oggi devono, per tale ragione, essere flessibili e adattabili, in modo da permettere all'azienda di essere sempre all'avanguardia.

CAPITOLO 5: Il progetto Printing On Demand

Il quinto ed ultimo capitolo della Tesi di Laurea è interamente dedicato al progetto Printing On Demand (POD). Nato alla fine del 2019 dall'esigenza di implementare un processo di fornitura snello per i Kit di Benvenuto associati alle macchine, tale progetto ha permesso all'azienda di muovere i primi passi verso la costruzione di una catena del valore efficiente e "lean".

L'obiettivo del seguente capitolo è quello di evidenziare gli stadi che hanno caratterizzato lo sviluppo del POD, mettendo in luce i traguardi raggiunti e i possibili sviluppi futuri.

5.1 Perimetro di lavoro e team

Prima di procedere alla descrizione dettagliata del progetto POD, è essenziale definire il perimetro all'interno del quale il team ha lavorato, in modo da comprendere al meglio le scelte effettuate e i dati riportati di seguito. In questo caso, sono stati coinvolti nel progetto tutti i Kit di Benvenuto, sottoforma di scatola o busta, delle differenti famiglie di MCSA De'Longhi (ESAM, ECAM, ETAM), ad esclusione della Maestosa, appartenente alla famiglia EPAM. Non fanno inoltre parte del POD le macchine a capsule realizzate in collaborazione con Nespresso.

Il progetto ha coinvolto un team interfunzionale, costituito da membri con capacità, competenze e responsabilità differenti, accomunati dallo scopo comune di ridefinire la catena di fornitura dei corredi in un'ottica "pull". Hanno in particolare contribuito alla riuscita del progetto i seguenti attori:

- La funzione produzione, che rappresenta il "cliente" del POD;
- Il team Lean, project leader;
- Il magazzino di ricevimento merce;
- La funzione acquisti;
- La funzione procurement;
- Il team Qualità di prodotto e di processo;
- La funzione marketing;
- L'Information Technology;

- La funzione ingegneria dei processi produttivi;
- Un project manager dello stabilimento rumeno di Cluj, che sarà in un secondo momento coinvolto nel progetto POD.

5.2 Punto di partenza

Le premesse che hanno determinato la necessità di affrontare il tema della fornitura della manualistica sono state ampiamente discusse nel capitolo 3 della presente Tesi di Laurea. Si fornisce nel seguente paragrafo una sintesi schematica delle stesse, allo scopo di offrire al lettore un quadro chiaro della situazione.

Tre sono le criticità che il sistema di approvvigionamento dei Welcome Set presentava prima dell'implementazione del progetto POD:

1. La prima problematica del processo analizzato era rappresentata dall'enorme quantità di materiale stoccato nel magazzino componenti De'Longhi: il 7% dei posti pallet disponibili nel magazzino "007" era occupato dai Welcome Set. Tra questi, il 35% dei materiali poteva essere considerato obsoleto o a rischio obsolescenza.
2. L'eccessiva quantità di materiale immobilizzato era diretta conseguenza di un altro importante limite: la necessità di ordinare lotti molto lunghi sia di Welcome Set, che di manuali e accessori. Il terzista fornitore dei corredi richiedeva un MOQ (Minimum Order Quantity) di 300 pezzi, mentre la stampa offset dei libretti imponeva lotti minimi dell'ordine dei 2000 pezzi per codice. Poiché a Mignagola l'80% della produzione è rappresentato da circa 20 SKU (Stock Keeping Unit³³), molti dei corredi rimanevano stoccati a magazzino per lunghi periodi.
3. Il terzo ostacolo alla creazione di un sistema di fornitura "lean" era costituito dal lead time necessario alla fornitura dei corredi: in Figura 29, si possono osservare i diversi step che caratterizzavano il processo.

³³ Codice identificativo di un articolo gestito a magazzino.

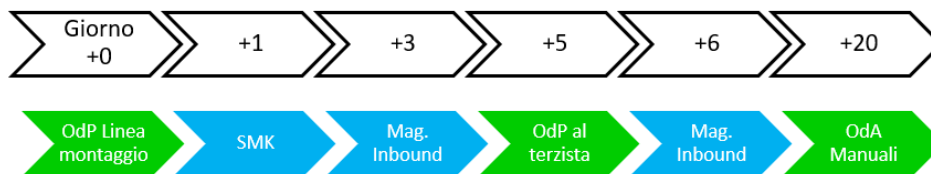


Figura 29 - Processo di fornitura del WS prima del POD

L'ordine di acquisto (OdA) dei manuali di istruzioni si inoltrava alla tipografia con almeno 20 lavorativi giorni di anticipo rispetto all'impiego del corredo in linea di montaggio. Dopo essere stati stampati, i manuali erano stoccati nel magazzino di ricevimento merci De'Longhi, a Mignagola di Carbonera, come minimo 6 giorni prima rispetto all'utilizzo del WS nel reparto di assemblaggio. Da qui, venivano spediti al terzista che confezionava i corredi. Quest'ultimo riceveva infine l'ordine di produzione (OdP) con 5 giorni di anticipo e una volta prodotti, i Kit di Benvenuto erano consegnati al magazzino inbound di De'Longhi almeno 3 giorni prima dell'effettivo impiego in linea. È importante sottolineare che questo rappresentava per De'Longhi il processo "ideale", in quanto l'imposizione di lunghi lotti da parte di terzista e tipografia non permetteva all'azienda di approvvigionarsi solo di quanto necessario nell'immediato. Proprio per questo motivo il magazzino componenti di Mignagola ospitava un'elevata quantità di libretti e corredi confezionati.

In Tabella 12, si riassumono i tre punti critici individuati.

Tabella 12 - Criticità del processo di fornitura dei libretti

Criticità del processo AS IS	Entità dello spreco
Lead Time del processo di fornitura	Minimo 20 giorni lavorativi (4 settimane)
% di posti pallet occupati nel magazzino componenti	7%
MOQ al fornitore dei WS finiti	300 pezzi/lotto
MOQ al fornitore di libretti	2000 libretti/lotto

Per superare le criticità sopracitate, è stato imposto un vincolo: i costi della nuova soluzione individuata non avrebbero dovuto superare quelli sostenuti nel processo di fornitura AS IS.

5.3 Obiettivi del progetto

Come spiegato nella parte introduttiva del capitolo, lo scopo ultimo del progetto Printing On Demand è quello di rendere snello il processo di fornitura dei libretti, eliminando tutti gli sprechi dovuti a movimentazioni superflue, sovrapproduzione e attese. Ciò si traduce in una serie di obiettivi misurabili, che saranno di seguito elencati:

- Il primo fra tutti è la riduzione del Lead Time del processo: per raggiungere la condizione ideale rappresentata dall'implementazione di un flusso tirato dal cliente finale, è innanzitutto fondamentale accorciare l'intervallo di tempo che intercorre tra il momento in cui i libretti vengono stampati e quello in cui i corredi giungono in linea, per essere inseriti nell'imballo della macchina per il caffè. In un'ottica "lean", tale processo dovrebbe essere perfettamente sincronizzato al takt time delle linee di assemblaggio.
- La riduzione del tempo di attraversamento porta con sé un importante vantaggio: la riduzione dello stock di materiale a magazzino. Infatti, evitando l'arrivo di corredi assemblati, accessori e libretti molti giorni prima dell'impiego in linea o della spedizione verso il terzista, si riducono drasticamente i posti pallet necessari allo stoccaggio dei suddetti. L'ideale sarebbe eliminare totalmente la presenza di materiale immobilizzato nell'area logica "magazzino 007", dove si trovano i materiali il cui fabbisogno supera le 24 ore.
- Un altro importante traguardo da raggiungere attraverso il POD è l'eliminazione della rottamazione di corredi e singoli libretti per obsolescenza. La richiesta di lotti minimi dell'ordine dei 300 pezzi per i corredi e dei 2000 pezzi per i manuali faceva entrare in magazzino un enorme quantitativo di materiale, che, una volta stoccato, spesso non raggiungeva le linee di assemblaggio.
- Finalità primaria del progetto è anche quella di garantire, in futuro, la possibilità di personalizzare rapidamente e facilmente la manualistica: nell'era digitale, potrebbe infatti presto presentarsi la necessità di ridurre

drasticamente il numero di libretti, e conseguentemente di fogli, associati a ciascun corredo, per favorirne la digitalizzazione.

- Infine, tra i risultati attesi, una certa rilevanza ricopre anche la riduzione dei costi della manualistica stampata e dei Welcome Set completi: la generazione di un saving rappresenterebbe un ulteriore importante incentivo per l'azienda, che sarebbe in questo senso spronata a rivedere anche altri processi della propria supply chain.

5.4 Fasi del progetto

Il progetto Printing On Demand si articola in due fasi:

1. Nella prima, il team ha avanzato l'ipotesi di realizzare i libretti, e conseguentemente i Kit di Benvenuto, all'interno del reparto assemblaggio di Mignagola;
2. Nella seconda, è stato individuato il processo che sarebbe poi effettivamente stato adottato: un processo di fornitura "on demand" dei corredi da parte di un fornitore esterno.

Il principio sulla base del quale entrambe le opzioni pensate si fondano è quello della realizzazione di un flusso tirato: i codici necessari devono essere forniti nella giusta quantità, nel momento esatto in cui sono richiesti dai centri di assemblaggio del prodotto finito.

Per raggiungere lo scopo prefissato, è innanzitutto necessario abbandonare la tecnica di stampa offset: sebbene i costi di produzione siano relativamente bassi e la qualità di stampa sia elevata, questo metodo non permette la produzione di volumi contenuti di libretti, condizione necessaria per il conseguimento del "pull flow". La tecnica di stampa su cui puntare è dunque quella digitale, di più recente sviluppo: essa si basa su una tecnologia che prevede l'uso di procedimenti elettronici per inviare i file alla stampante, senza l'impiego di matrici o rulli. I principali vantaggi che hanno favorito il passaggio dal primo al secondo sistema sono i seguenti:

- La stampa digitale garantisce una elevata qualità e definizione dei manuali;

- Il processo di lavoro è veloce e permette Lead Time di consegna maggiormente rapidi rispetto alla stampa offset;
- Non ci sono costi di avviamento e set up della macchina da stampa, per cui si rende possibile stampare anche pochi libretti, con un numero di pagine contenuto, a prezzi bassi.

Si illustrano di seguito nel dettaglio le opzioni prese in considerazione dal team di lavoro, mettendo in evidenza i pro e i contro di ciascuna e spiegando le ragioni che hanno indirizzato l'azienda verso la seconda ipotesi.

5.3.1 Ipotesi 1: produzione dei libretti e confezionamento dei Welcome Set nello stabilimento produttivo De'Longhi

Il flusso ideale del componente Kit di Benvenuto viene creato nel momento in cui si è in grado di eliminare completamente e definitivamente tutti i “muda” legati al processo. I tempi di attesa, la sovrapproduzione di corredi e le movimentazioni superflue degli stessi sarebbero dunque azzerati se fosse possibile stampare i libretti e comporre i Welcome Set direttamente nella postazione di linea in cui sono utilizzati. Vi sono tuttavia alcuni limiti:

- Limite di spazio: l'installazione di una stampante e di scaffalature per la componentistica dei corredi nelle postazioni dedicate all'imballo risulterebbe essere problematica poiché lo spazio a disposizione è già saturo. Una macchina da stampa professionale equivale, in termini di volume, a 5 stampanti standard da ufficio.
- Limite di tempo: ciascun operatore deve eseguire i task assegnati nel rispetto del takt time di linea. Non sarebbe dunque possibile aggiungere le operazioni di stampa dei manuali e di confezionamento del Welcome Set senza aumentare il tempo ciclo o senza aggiungere un operatore per ogni centro di assemblaggio.
- Problema di fattibilità economica: l'acquisto di una stampante per ogni linea di montaggio comporterebbe un significativo investimento, cui si

dovrebbero aggiungere i costi della manodopera e degli strumenti dedicati alla manutenzione della stessa.

L'ipotesi di creazione di un centro di stampa per ogni linea ha dunque lasciato il posto ad un'altra idea: l'installazione di un unico centro di stampa dei libretti in testa alle linee di assemblaggio. In Figura 30 è possibile osservare l'assetto pensato.

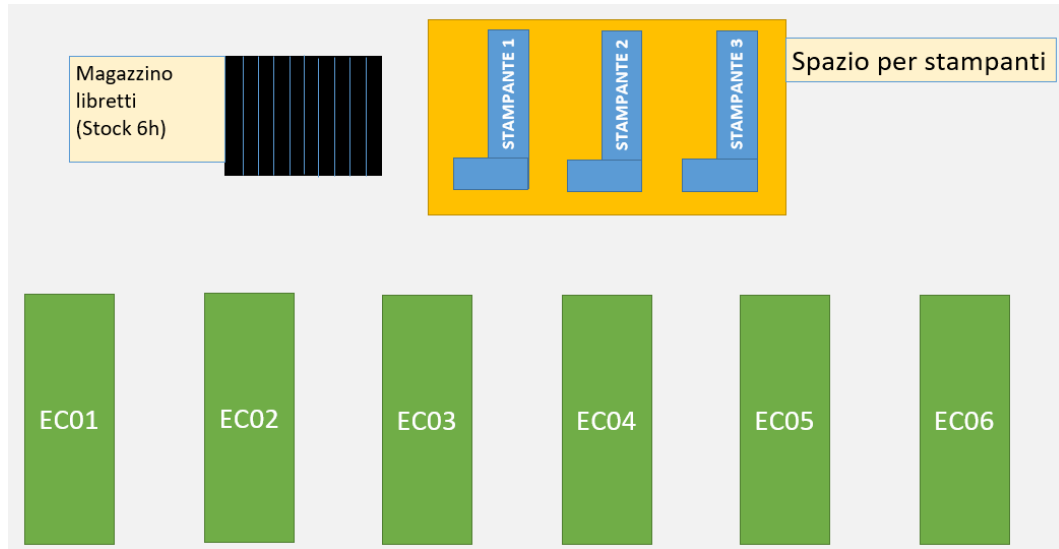


Figura 30 - Centro stampa in testa alle linee

Si ipotizza di posizionare il centro di lavoro dedicato alla stampa dei libretti in testa alle prime sei linee EC. Considerando la capacità delle stampanti analizzate dal team e il fabbisogno annuo di pagine per ciascun libretto, il centro dovrebbe essere costituito da tre macchine da stampa digitale industriali, in grado di stampare in sequenza tutti i libretti appartenenti ad un medesimo Welcome Set. Da alcuni semplici calcoli si ottiene infatti il seguente risultato:

$$\text{Numero ore annue per la stampa} = \frac{\text{Fabbrico annuo di pagine}}{\text{Capacità di una macchina}} = 8000 \text{ h/anno}$$

$$\begin{aligned} \text{Numero macchine necessarie} &= \left\lceil \frac{\text{Numero ore annue} / \text{giorni lavorativi}}{\text{ore di lavoro al giorno}} \right\rceil \\ &= \left\lceil \frac{8000 / 250}{15} \right\rceil = 3 \text{ macchine da stampa} \end{aligned}$$

Secondo l'ipotesi formulata, il centro lavora con quasi un turno di anticipo rispetto alle linee di montaggio e stocca i manuali prodotti in un "magazzino libretti" posizionato a lato del centro. Qui, è necessaria l'installazione di un numero di rulliere pari al numero di linee di assemblaggio EC e ciascuno degli ordini di libretti deve essere posizionato nella corsia assegnata alla linea per cui sono stati prodotti. La movimentazione dei manuali dal magazzino ai centri di assemblaggio delle MCSA è assegnata al treno dedicato oppure al team leader della linea.

È stato pensato un disaccoppiamento di alcune ore rispetto alle linee di assemblaggio da un lato per evitare che queste ultime si debbano fermare al minimo intoppo del centro, dall'altro per consentire all'addetto al flusso di movimentare un numero consistente di manuali ad ogni giro effettuato, compatibilmente con lo spazio predisposto per lo stock di libretti nelle postazioni dedicate all'imballo.

I vantaggi che la soluzione illustrata apporterebbe sono i seguenti:

- Si tratta del sistema ideale per garantire la massima reattività e flessibilità al processo di produzione della macchina per il caffè superautomatica: il piccolissimo disaccoppiamento tra centro di stampa e linee di assemblaggio consentirebbe di avvicinarsi alla logica del "one-piece-flow";
- In magazzino, tutti i posti pallet dedicati allo stoccaggio di corredi verrebbero liberati e sarebbero ridotte drasticamente le movimentazioni di materiali;
- Si azzererebbe anche il rischio di obsolescenza, dal momento che i corredi verrebbero composti direttamente in linea;
- Si aprirebbe la strada a possibili personalizzazioni dei manuali, grazie all'impiego della stampa digitale;
- Si otterrebbe anche un vantaggio in termini di costo.

È possibile osservare in Tabella 13 un confronto tra l'AS IS e la proposta avanzata:

Tabella 13 - Confronto tra processo di fornitura dei WS AS IS e l'attuazione dell'ipotesi 1

Indicatore	AS IS	TO BE
Lead time del processo di fornitura	20 giorni	6 ore
Numero di posti pallet occupati nel magazzino componenti	248	0
% udc stoccate a rischio obsolescenza	30%	0%
Costo medio del Welcome Set (in %)	100%	67% (riduzione di costo del 33%)
MOQ al fornitore dei WS finiti	300 pezzi/lotto	NO MOQ

Tuttavia, la soluzione esposta presenta alcuni considerevoli svantaggi:

- Mancanza di know-how: De'Longhi non ha mai sperimentato il processo di stampaggio di manuali e opuscoli in casa e tale inesperienza potrebbe determinare una perdita, in termini economici, non equiparabile ai benefici apportati dal processo.
- Mancanza di spazio in reparto assemblaggio: la maggiore problematica riscontrata riguarda lo spazio a disposizione. Non è stato possibile infatti trovare, nello stabilimento produttivo, un'area abbastanza estesa da dedicare a questa nuova attività.

5.3.2 Ipotesi 2: fornitura in outsourcing dei Welcome Set “on demand”

A fronte delle limitazioni che hanno determinato l'accantonamento della prima soluzione proposta, il team ha deciso di esaminare un'altra possibilità: la fornitura in outsourcing dei Welcome Set, con modalità “on demand”. Si analizza dunque l'opportunità di affidarsi ad uno specialista, senza transigere sul principio che ha spinto l'azienda a cercare una nuova modalità di fornitura dei libretti e, di conseguenza, dei corredi: la necessità di creare una supply chain “tirata” dal cliente finale.

Il team ha quindi cercato un partner che fosse in grado di rispettare i due principi cardine che hanno ispirato la nascita delle nuove linee, denominate Excellence Centers (EC):

- La reattività tipica dei centri di assemblaggio De'Longhi è garantita dalla possibilità, offerta dal nuovo metodo di stampa in digitale, di stampare idealmente un corredo sempre differente dal precedente. Mediante lo

strumento WEB API³⁴, De'Longhi è in grado di mettere a disposizione del proprio partner i file dei libretti che dovranno essere realizzati “just in time”, nella quantità richiesta. Non esiste dunque più alcun vincolo riguardante i lotti minimi di manuali da produrre per avviare la stampa.

- La seconda colonna portante del sistema produttivo dell'azienda è la flessibilità, caratteristica che il nuovo metodo di approvvigionamento dei corredi possiede, in quanto il team è stato capace di ridurre drasticamente il Lead Time dell'intero processo. Grazie alla riduzione del tempo di attraversamento da 20 a 3 giorni lavorativi, il processo di fornitura dei Kit di benvenuto è ora in grado di adattarsi ai cambiamenti della domanda, che si riversano sulle linee e di conseguenza sull'intera supply chain.

L'approvvigionamento dei Kit di benvenuto da parte del fornitore individuato viene realizzato in conto lavoro acquisto: il terzista stampa i libretti e assembla i corredi, che sono inviati allo stabilimento produttivo di Mignagola con un solo giorno di anticipo rispetto al fabbisogno in linea. Ciò permette da un lato di evitare lo stoccaggio di unità di carico di corredi finiti all'interno del magazzino identificato dall'area logica “007”, dall'altro di eliminare la triangolazione che caratterizzava il “vecchio” processo. Non vengono più immagazzinati in De'Longhi infatti né i libretti, ora stampati dal medesimo soggetto che assembla i Welcome Set, né gli accessori (cucchiai dosatori, filtri dell'acqua, decalcificanti, pennellini per la pulizia), inviati direttamente al partner individuato.

Il flusso di approvvigionamento dei Welcome Set è reso ancora più snello dall'utilizzo di un sistema EDI (Electronic Data Interchange) per lo scambio dei documenti commerciali tra i partner. Il nuovo fornitore individuato è infatti coinvolto nel progetto che, a partire dallo stesso anno in cui è stato avviato il POD, si pone l'obiettivo di snellire il processo di ricevimento della merce all'interno dello stabilimento De'Longhi di Mignagola. Grazie alla

³⁴ La sigla API sta per Application Programming Interface (Interfaccia di programmazione delle applicazioni). Si tratta di un insieme di procedure e protocolli in grado di mettere in comunicazione due sistemi informatici separati, con lo scopo di facilitare il dialogo ed evitare ridondanze. Nel caso De'Longhi, lo strumento serve per trasferire in maniera immediata i file dei libretti da stampare, permettendo una comunicazione tra il software gestionale dell'azienda e quello del terzista.

registrazione quasi istantanea ed automatizzata della merce in ingresso in WDL2³⁵, si eliminano moltissime attività non a valore, che vengono tuttora effettuate per molti dei fornitori che scaricano la merce presso il magazzino di ricevimento. Tra queste, costituiscono generalmente un'enorme perdita di tempo le fasi di controllo del DDT (Documento Di Trasporto), di controllo fisico della corrispondenza tra codici consegnati e codici dichiarati e di registrazione manuale della merce ricevuta all'interno di SAP. L'implementazione di tale strumento permette ai software gestionali delle aziende interessate di comunicare direttamente tra loro, rendendo il flusso di ricevimento della merce non solo più veloce, ma anche più robusto: secondo la letteratura, si riduce infatti la possibilità di errori nei documenti del 40% rispetto al processo manuale.

L'avvio del progetto Printing On Demand è occasione di miglioramento per De'Longhi anche su un altro fronte: uno degli obiettivi primari dell'azienda è oggi quello di eliminare definitivamente le scatole di cartone per la movimentazione e il trasporto dei componenti. I Kit di Benvenuto saranno tra i primi ad essere movimentati all'interno di scatole di polipropilene a ricircolo, come quella riportata in Figura 31.



Figura 31 - Scatola in polipropilene cannettato per il trasporto e la movimentazione dei Welcome Set

³⁵ Warehouse De'Longhi di Mignagola

Gli scopi sono molteplici:

- Poiché le scatole in polipropilene possono essere riutilizzate in media 40 volte, mentre quelle in cartone solo 4/5, si riduce l'impatto ambientale dell'azienda, che riesce ad avviare in questo modo la transizione verso un'economia circolare;
- Eliminando il cartone, che rilascia residui e si sfalda facilmente, si contribuisce alla pulizia dei reparti dello stabilimento, dove già si effettuano attività di 5S³⁶;
- In futuro, la gestione di scatole dedicate e opportunamente differenziate per i diversi tipi di componenti critici movimentati faciliterà il lavoro degli operatori logistici e di conseguenza contribuirà a creare flussi più snelli e facili da monitorare.

5.5 Risultati ottenuti

L'attuazione del progetto Printing On Demand è iniziata nell'agosto del 2020, con l'avvio della fornitura in outsourcing dei Welcome Set per la famiglia di MCSA ETAM. Il progetto verrà completato solo nel momento in cui saranno processati interamente anche i libretti delle macchine ECAM ed ESAM, traguardo da raggiungere entro gennaio 2021. Si stima che tale processo determinerà un saving del 32% per l'azienda.

Come già accennato, il POD non è proiettato solamente verso l'ottenimento di un vantaggio in termini economici, ma ha come obiettivi soprattutto quelli di migliorare il flusso di approvvigionamento dei corredi e di eliminare lo stock di componenti e WS finiti a magazzino. La Tabella 14 illustra, in particolare, i risultati raggiunti in questa direzione.

³⁶ Si tratta di una metodologia "lean", nata in Giappone, per l'organizzazione efficiente del posto di lavoro. Consta di cinque fasi: separare il necessario dal superfluo (Seiri), sistemare (Seiton), "splendere" o pulire (Seiso), standardizzare (Seiketsu), sostenere lo standard (Shitsuke). La terza delle 5S fa in particolare riferimento all'atto di "pulire", azione con lo scopo di rendere la fabbrica sicura e facilitare l'ispezione e l'individuazione di anomalie.

Tabella 14 - Risultati raggiunti con l'attuazione del POD

Indicatore	Prima del POD	Dopo il POD
Lead time del processo di fornitura	20 giorni	3 giorni
Numero di posti pallet occupati nel magazzino componenti	248	0
% udc stoccate a rischio obsolescenza	30%	0%
Costo medio del Welcome Set (in %)	100%	69% (riduzione di costo del 31%)
MOQ al fornitore dei WS finiti	300 pezzi/lotto	NO MOQ

Si può osservare che, rispetto alla prima ipotesi avanzata, il Lead Time del processo è maggiore, ma i risultati ottenuti sono comunque altamente migliorativi. Per comprenderlo, è sufficiente analizzare lo schema riportato in Figura 32, dove il flusso TO BE è quello implementato con il progetto POD, mentre il flusso AS IS è quello precedentemente attuato.

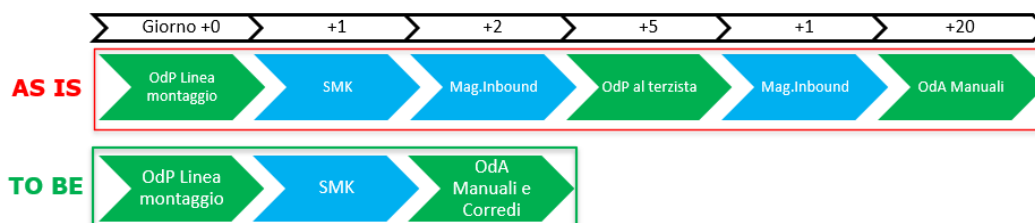


Figura 32 - Flusso di fornitura dei corredi AS IS vs TO BE

L'arrivo dei corredi con un solo giorno di anticipo rispetto al loro impiego in produzione permette inoltre di evitare lo stoccaggio di unità di carico nel magazzino denominato "007", dove la scorta di WS risulterà essere nulla. I pallet consegnati sono dunque immediatamente immagazzinati nei supermarket dedicati alle linee di montaggio, alle quali il materiale necessario giunge mediante treno logistico.

5.6 Traguardi futuri

I risultati raggiunti nella prima fase di attuazione del progetto Printing On Demand costituiscono certamente un traguardo importante per l'azienda, la quale ha saputo rivoluzionare un processo critico della sua catena di fornitura in un intervallo di tempo relativamente breve. Il corrente paragrafo si pone l'obiettivo di guardare al futuro, individuando gli ulteriori sviluppi e benefici che il POD apporterà nel lungo termine.

A partire dal mese di novembre, la nuova modalità di fornitura dei corredi verrà applicata anche nello stabilimento rumeno di Cluj: qui, il saving prodotto dal progetto risulterà essere ancora più consistente, dovuto al fatto che i volumi di MCSA assemblati in Romania sono doppi rispetto a quelli prodotti in Italia. L'estensione di tale progetto oltre i confini dello stabilimento di Mignagola costituisce un'importante cassa di risonanza, che porterà l'intero gruppo a concentrare la propria attenzione sulle inefficienze che ancora attraversano la supply chain di molti altri componenti e prodotti finiti.

Per quanto riguarda i Welcome Set, tale progetto non può essere considerato un punto di arrivo, ma si tratta di un punto di partenza: il POD è stato impostato in modo da lasciare spazio a modifiche e miglioramenti futuri, allo scopo di anticipare i cambiamenti di mercato e le continue trasformazioni che le aziende devono affrontare in un'epoca di incertezza come quella presente. L'impiego della stampa digitale garantisce infatti la possibilità di personalizzare i corredi sulla base delle esigenze. Senza costi e tempi di set up, sarà possibile, per esempio, modificare i libretti per occasioni o mercati particolari e favorire la transizione dal Kit cartaceo a quello digitale.

Per concludere, grazie alla nuova modalità di approvvigionamento studiata, l'azienda potrà introdurre il *Just in sequence*, un sistema di gestione dei materiali e della logistica che può essere considerato l'evoluzione del *Just in time*. Si prevede infatti che a merce giunga non solo nel momento giusto, nella corretta quantità e della qualità richiesta, ma anche nella giusta sequenza (Wagner & Victor, 2012)³⁷. Così facendo la catena di fornitura del Welcome Set sarà davvero "tirata" dal cliente e si potrà allargare il concetto di "pull flow" oltre i confini dello stabilimento di Mignagola, all'interno del quale già sono in atto alcuni progetti volti all'ottimizzazione dei flussi interni.

³⁷ S. M. Wagner and V. Silveira-Camargos, 2012, Managing Risks in Just-In-Sequence Supply Networks: Exploratory Evidence From Automakers, *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 59, no. 1, pp. 52-64.

Conclusioni

Il progetto di ottimizzazione dei flussi logistici esposto nella presente Tesi di Laurea si è posto l'obiettivo di continuare la trasformazione *lean* dello stabilimento produttivo di Mignagola. La recente sostituzione delle vecchie linee lunghe con le linee 4.0, in grado di garantire una flessibilità e una reattività tali da permettere il *one-piece-flow*, rappresenta infatti solo l'inizio di una rivoluzione che ha il fine ultimo di far sì che l'intera supply chain sia "tirata" dal cliente finale.

La razionalizzazione dei flussi logistici interni, naturale proseguimento del processo, è iniziata proprio durante il tirocinio formativo svolto presso De'Longhi Group. Molti dei progetti esposti nel Capitolo 4 sono ancora in una fase di sperimentazione: è necessario monitorarne gli sviluppi futuri per comprendere se i miglioramenti attesi saranno effettivamente raggiunti. Ciò che ci si aspetta è elencato dai seguenti punti:

- Minore spazio necessario allo stoccaggio di materiale in magazzino e nel reparto assemblaggio: i miglioramenti apportati al flusso dei telai e al flusso dei componenti dai centri di lavoro dei "sottogruppi" alle linee di montaggio permetteranno di eliminare gli stock di materiale in reparto assemblaggio e, in parte, anche nel magazzino componenti. Sulla base dei dati ottenuti e dei calcoli effettuati, si otterranno i traguardi rappresentati in Figura 33:

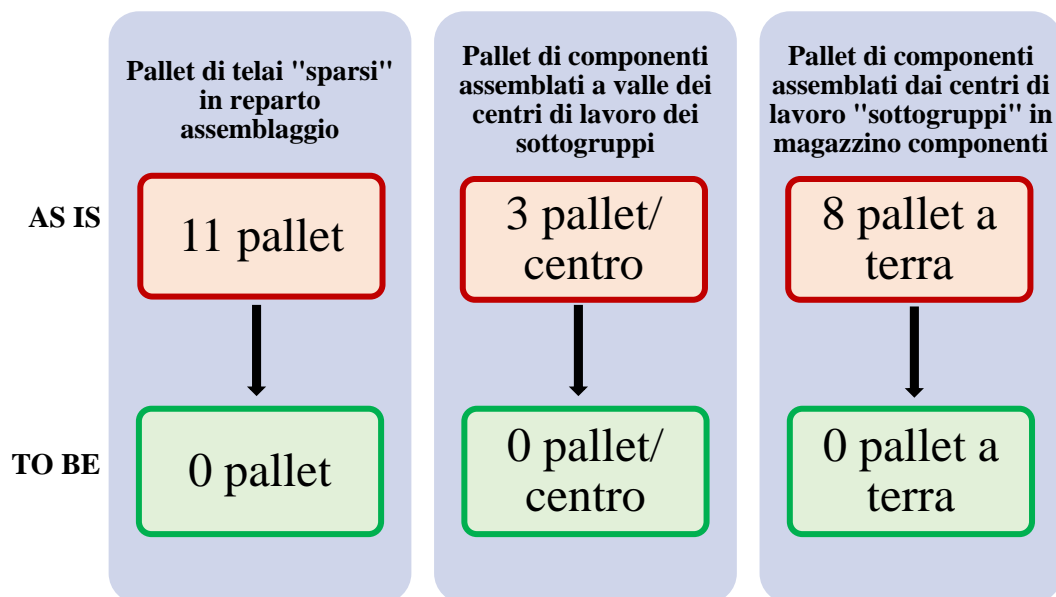


Figura 33 - Traguardi in termini di spazio dedicato allo stoccaggio, derivanti dall'ottimizzazione dei flussi

I dati della situazione AS IS sono stati ricavati da una media delle rilevazioni effettuate in diversi giorni nel “Gemba”.

Eliminare tutti gli stock di materiale posizionato a terra nei diversi punti citati significa, innanzitutto, avere uno stabilimento più sicuro e ordinato: i componenti assemblati e movimentati si troveranno solo negli appositi spazi studiati in linea e nei dock a monte di essa, evitando il temporaneo stazionamento di pallet in aree non adibite allo stoccaggio.

Sarà possibile, inoltre, sfruttare in modo più efficiente alcuni degli spazi liberati. È emblematico il caso dei “sottogruppi” posizionati a terra in magazzino componenti: essi si trovano in un’area che dovrebbe essere adibita allo stoccaggio di tutte le minuterie, oggi frazionate in ciascuno dei diversi supermarket di linea. Solo nel momento in cui tale spazio sarà svuotato, si potrà portare avanti il progetto.

- Riduzione dei “muda” legati alle movimentazioni dei materiali, che ad oggi hanno flussi non razionalizzati e poco chiari: far fluire i sub-assemblati dai centri di lavoro a monte delle linee direttamente ai dock di linea significa far sì che gli operatori a bordo dei treni logistici si occupino solo dell’approvvigionamento dei componenti provenienti dai supermarket. Percorsi lineari e diretti implicano:

1. Immediata riduzione del numero di scatole da movimentare mediante treno logistico: si stima che il 9,5% di un treno logistico (circa 2/3 di un vagone) sia oggi occupato da sub-assemblati prodotti nei centri di lavoro a monte delle linee;
2. Minore “traffico” nei corridoi del reparto assemblaggio, con conseguente aumento dell’efficienza e della sicurezza dello stabilimento.

A partire dalla Spaghetti Chart riportata a pagina 50, si osserva che i percorsi maggiormente critici sono oggi rappresentati da quelli dei treni delle linee EC04 ed EC05: solo 1/3 del percorso effettuato è dedicato all’approvvigionamento della linea, mentre i restanti 2/3 costituiscono “muda” eliminabili razionalizzando il flusso dei “sottogruppi”.

Tra le azioni da implementare, quelle elencate di seguito sono immediatamente realizzabili:

- Aumento della frequenza di approvvigionamento alle linee da parte dei treni logistici: tale ottimizzazione non solo garantisce un flusso maggiormente “teso” verso i centri di assemblaggio, ma ha anche un impatto positivo sulla sicurezza del reparto. Il seguente grafico (Figura 34) mostra, per i flussi analizzati nel capitolo 4, gli effetti benefici dell’aggiunta di un approntamento per turno sulla “lunghezza” dei treni. La media di vagoni necessari passa da 7,1 a 4,4.

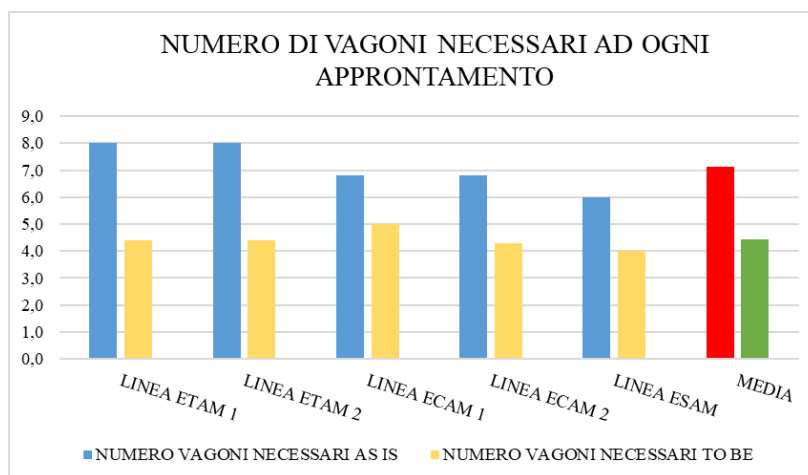


Figura 34 - Numero di vagoni necessari ad ogni approntamento AS IS vs TO BE

- Utilizzo della nuova interfaccia realizzata per il rifornimento dei telai: anche in questo caso, l’implementazione dello strumento non solo permette di attuare il *pull flow* desiderato, ma ha anche un effetto positivo sulla sicurezza dell’area produttiva. In particolare, l’eliminazione dello stock in eccesso permetterà di rimuovere in media 11 pallet di telai dall’area di assemblaggio, garantendo la presenza dei soli materiali richiesti dalle linee, nella giusta quantità.

Quanto portato a termine finora ha posto le basi per il “reparto assemblaggio del futuro”, che, oltre ad essere ottimizzato, si pone l’obiettivo di diventare anche “smart”. A tal proposito, il management dell’azienda sta già valutando la possibilità di automatizzare la logistica interna mediante l’installazione di veicoli a guida autonoma per l’approvvigionamento dei centri di assemblaggio.

Il progetto Printing On Demand, attuato per rendere snella la catena di fornitura dei cosiddetti Welcome Set da inserire nell'imballo delle MCSA, ha invece già raggiunto alcuni dei risultati attesi, che sono sintetizzati dallo schema in Figura 35:

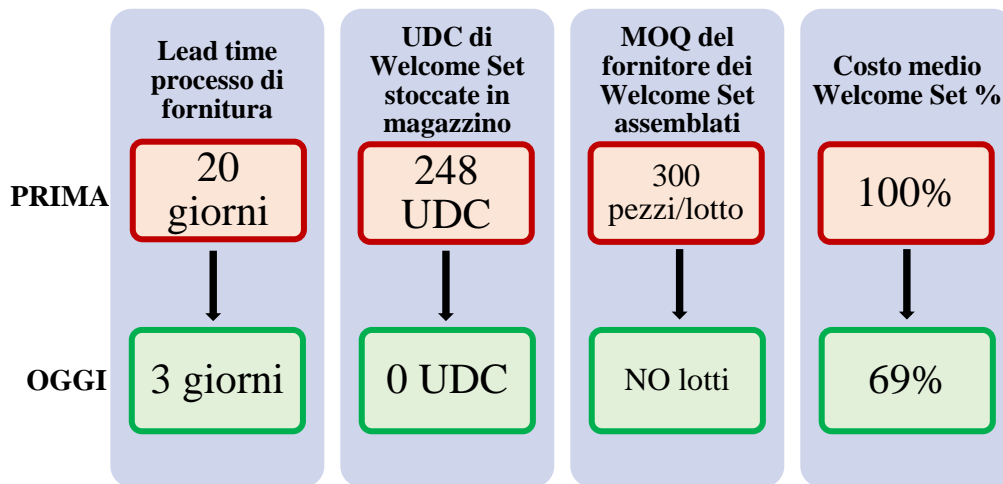


Figura 35 - Traguardi del progetto Printing On Demand

Per l'inizio del 2021, non solo si completerà il progetto includendo tutte le MCSA prodotte in Italia, ma si coinvolgerà anche lo stabilimento rumeno di Cluj, dove la produzione giornaliera è doppia rispetto a quella di Mignagola. Il raggiungimento degli obiettivi posti, tra cui anche quello di un ingente risparmio in termini di costi sostenuti, costituirà per il gruppo De'Longhi un importante stimolo all'ottimizzazione di altri elementi della supply chain.

La costante tensione al miglioramento, filo conduttore dell'esperienza di stage vissuta, permetterà all'azienda di fissare obiettivi sempre più ambiziosi. De'Longhi è leader di mercato nel proprio settore di riferimento e tale traguardo può essere raggiunto solo grazie al commitment e all'esperienza delle persone che ne fanno parte. Non a caso, tra i valori del gruppo, figurano anche passione, coraggio e ambizione. I miglioramenti finora attuati costituiscono il primo passo verso la realizzazione di un "sistema produttivo De'Longhi" (De'Longhi Production System), progetto ambizioso che si pone l'obiettivo di definire un metodo organizzativo della produzione basato sui principi cardine del gruppo. Proprio come il TPS (Toyota Production System), il De'Longhi Production System formalizzerà tutti gli elementi che rendono unico ed efficiente il metodo produttivo del gruppo,

cercando di coinvolgere, nella realizzazione, tutti gli “Everyday Makers”, dall’operatore di linea al top management dell’azienda.

Bibliografia

- Battini, D., Boysen, N., & Emde, S. (2013). Just-in-Time supermarkets for part supply in the automobile industry. *Journal of Management Control*, vol. 24, 209-217.
- Campagnolo, D., & Camuffo, A. (2017). Ownership and Location in the Small Domestic Appliances Industry: The De'Longhi Case. In T. Pedersen, *Breaking up the Global Value Chain: Opportunities and Consequences* (p. 3-27). Emerald Publishing Limited.
- Fathi, M., Alvarez, M. J., Mehraban, F. H., & Rodriguez, V. (2014). A Multiobjective Optimization Algorithm to Solve the Part Feeding Problem in Mixed-Model Assembly Lines. *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2014.
- Ford, H., & Crowther, S. (1925). *La mia vita e la mia opera*. Bologna: Apollo.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor & Francis Group.
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company – A Case Study. *Procedia CIRP*, vol. 52, 239-244.

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. *International Journal of Production Research*, vol. 15, 553-564.

Wagner, S. M., & Victor, S.-C. (2012). Managing Risks in Just-In-Sequence Supply Networks: Exploratory Evidence From Automakers. *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 59, 52-64.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.

Sitografia

<https://www.ariete.net/>

<https://www.braunhousehold.com/>

<https://www.delonghi.com/>

<https://www.delonghigroup.com/>

<https://kanbanize.com/>

<https://www.kenwoodworld.com/>

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

<https://www.qualitiamo.com/>

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

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

<https://theleanway.net/>