

# Università degli Studi di Padova

---

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

*Tesi di laurea*

**Reingegnerizzazione dei processi di logistica interna e  
implementazione di un WMS, utilizzando metodi e  
strumenti del Lean Management.**

**Il caso BDF Digital S.p.A.**

Relatore

*Prof. Roberto Panizzolo*

Correlatore

*Alessandro Cecchetto*

Chiara Zimbardo

Anno accademico 2023-2024



## **Ringraziamenti**

Un grazie speciale va all'Ingegnere Cecchetto e al Professore Panizzolo che, col loro costante aiuto, mi hanno accompagnato nella stesura e nel perfezionamento di questo elaborato.

Ringrazio la mia famiglia per essermi stata vicina in questo percorso e per aver sempre creduto in me. Ringrazio immensamente il mio ragazzo, che mi sprona sempre a dare il meglio di me, e i miei amici, che mi hanno ascoltata e fatto forza. .





## Sommario

Questa tesi di laurea documenta il progetto di reingegnerizzazione dei processi di logistica interna condotto presso l'azienda vicentina BDF Digital durante il periodo di tirocinio curricolare.

Inizialmente si presenta l'azienda, descrivendone le caratteristiche più importanti come i prodotti, i mercati in cui compete e la storia. Successivamente si presenta il Lean Management, di cui si spiegano le teorie e gli strumenti, descrivendo se e come questi vengono applicati in BDF Digital.

Si espongono poi i progetti in cui l'impresa è coinvolta nel momento di stesura di questa tesi; questi sono volti all'aumento dell'efficienza dei processi produttivi e logistici. Oltre alla loro descrizione, si mostra come questi siano collegati tra di loro a livello strategico e temporale.

Il cuore della tesi è il progetto di miglioramento dei processi di logistica interna: per illustrarne l'evoluzione si segue la struttura del report A3-T, strumento visuale tipico della Lean. Dopo aver presentato le problematiche da risolvere se ne presenta un'attenta analisi delle cause, svolta utilizzando il diagramma di Ishikawa, altro importante strumento di questa filosofia di pensiero. Si riportano poi le analisi quantitative dei parametri d'interesse, tra questi i più rilevanti sono: la precisione inventariale, l'indice di saturazione dello spazio, la quantità di materiali a bassa rotazione e la frequenza di prelievo. Dopodichè ci si sofferma sulle azioni migliorative intraprese: si descrivo il sistema per la gestione del magazzino (WMS) implementato, che permetterà di avere una maggiore tracciabilità dei materiali e di aumentare l'indice di precisione inventariale, migliorando l'efficienza delle operazioni di stoccaggio e prelievo. Si riporta una stima dei benefici di questa iniziativa, che verranno verificati a circa sei mesi dalla pubblicazione di questo elaborato di tesi.

Proseguendo, si illustrano con dettaglio le attività note come "5S", svolte in magazzino realizzate per riportare l'ordine in quest'area, migliorare l'accessibilità ai materiali, aumentare il livello di sicurezza e porre le basi per l'avvio del WMS. Ciò permetterà di isolare i materiali a bassa rotazione e ottimizzare lo sfruttamento dello spazio, come si vedrà dai risultati ottenuti. Verranno infine presentate le ulteriori azioni intraprese, volte ad asservire in modo efficace le nuove linee di produzione.



# Indice

Introduzione	1
1. L'azienda BDF Digital	5
1.1 Prodotti	5
1.1.1 Servoazionamenti e AC drives	5
1.1.2 Convertitori statici	7
1.1.3 Azionamenti per motori in DC	8
1.1.4 HVACR-BFGplus	8
1.1.5 Controlli numerici	9
1.2 Mercati serviti	11
1.2.1 Settori industriali	11
1.2.2 Mercato geografico	15
1.2.3 La concorrenza	17
1.3 Dal passato al presente e dal presente al futuro	18
1.3.1 Dal passato al presente	18
1.3.2 Difficoltà recenti	19
1.3.3 Dal presente al futuro	23
2. La storia e i Principi del Lean Management	27
2.1 La storia	27
2.1.1 La produzione di massa	27
2.1.2 La crisi della produzione di massa	29
2.1.3 La produzione snella di Toyota	31
2.2 Principi del Lean Management	33
2.3 Gli sprechi	38
2.4 House of Lean	44
2.5 Visual Management	46
3. Gli strumenti del Lean Management e la loro applicazione in azienda	51
3.1 Value Stream Mapping (VSM)	51
3.2 SMED System	54
3.3 Group technology e Cellular Manufacturing	55
3.4 Spaghetti Chart	57
3.5 Yamazumi Chart	59
3.6 Process Block Mapping	62
3.7 Mixed Model Production e Heijunka	63
3.8 Kanban	65

3.9 Cantiere 5S.....	67
3.10 A3-X e A3-T.....	71
3.11 PDCA e SDCA.....	74
3.12 Diagramma di Ishikawa.....	77
3.13 Kaizen Week.....	78
4. I progetti.....	79
4.1 Le sfide iniziali.....	79
4.2 Il diagramma di Gantt del macroprogetto.....	84
4.2.1 Progetto di logistica dei materiali ed ubicazioni.....	85
4.2.2 Progetto del nuovo sistema produttivo.....	87
4.2.3 Progetto dell'infrastruttura della nuova zona produttiva.....	88
4.3 L' A3-X dei progetti.....	89
5. Il progetto: situazione as-is del magazzino e prime analisi.....	95
5.1 L'inizio del progetto e le questioni da risolvere.....	95
5.2 Gli obiettivi da raggiungere.....	105
5.3 Le analisi effettuate.....	107
5.3.1 Diagramma di Ishikawa.....	107
5.3.1.1 Materiali.....	109
5.3.1.7 I vincoli.....	115
5.3.2 L'indice di precisione dell'inventario.....	116
5.3.3 Mappatura as-is dell'ubicazione dei codici.....	124
6. Le ulteriori analisi svolte.....	129
6.1 Analisi degli articoli Slow Moving.....	129
6.2 Analisi dell'indice di saturazione degli scaffali.....	132
6.3 Analisi della frequenza di prelievo.....	136
6.4 Analisi ingombri dei materiali per produzione OPDEplus.....	139
6.5 Questionario di raccolta delle opinioni.....	145
7. La prima contromisura: il Warehouse Management System.....	149
7.1 Soluzioni partendo dai rami del diagramma di Ishikawa.....	149
7.1.1 Manodopera.....	149
7.1.2 Metodi, misure e macchine.....	151
7.1.3 Le contromisure.....	152
7.2 Il Warehouse Management System.....	153
7.2.1 Obiettivi.....	154
7.2.2 Selezione.....	155
7.2.3 Fasi d'implementazione.....	156

7.2.4	Progettazione .....	169
7.2.4.1	Interfaccia utente.....	169
7.2.4.2	Personalizzazioni .....	170
7.2.5	Gestione del cambiamento e formazione .....	171
7.2.6	Strumenti.....	172
8.	5S di magazzino.....	175
8.1	L'inizio delle attività.....	175
8.1.1	Separazione .....	176
8.1.2	Sistemazione .....	179
8.1.3	Splendere (pulire) .....	183
8.1.4	Standardizzare.....	184
8.1.5	Sostenere .....	184
8.1.6	Sicurezza.....	185
8.1.7	Gli Audit .....	186
8.1.8	I benefici del cantiere 5S sugli indici di progetto .....	191
8.1.8.1	Miglioramento dell'indice di saturazione degli scaffali .....	191
8.1.8.2	La riduzione degli articoli Slow Moving .....	194
8.1.8.3	La massimizzazione dello spazio disponibile .....	197
9.	Le ulteriori contromisure e le conclusioni.....	199
9.1	Il dimensionamento degli zaini di produzione dell'OPDEplus.....	199
9.2	Conseguenze dell'implementazione dei magazzini di produzione.....	203
9.2.1	Riduzione degli spostamenti tra piano terra e soppalco .....	203
9.2.2	Riduzione della frequenza di prelievo .....	205
9.4	Il questionario di valutazione delle iniziative.....	214
9.5	Conclusioni.....	216
	Appendice A .....	219
	Appendice B .....	223
	Appendice C .....	227
	Bibliografia .....	229
	Sitografia .....	231



## Indice delle figure

**Figura 1.1-** Prodotti: Servoazionamenti e ac drives “standard” ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

**Figura 1.2-** Prodotti: convertitori statici ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

**Figura 1.3-** Prodotti: Azionamenti per motori in DC ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

**Figura 1.4-** Prodotto: HVACR-BDFplus ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

**Figura 1.5-** Prodotti: Controlli numerici ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

**Figura 1.6:** Distribuzione geografica del venduto per l’anno 2022 (BI Qlick).

**Figura 1.7:** Marcature UL Listed e Recognized per Stati Uniti e Canada ([italy.ul.com](http://italy.ul.com)).

**Figura 1.8:** Andamento del fatturato durante il 2019 (in arancione) e il 2020 (in azzurro) (BI Qlick).

**Figura 1.9:** Andamento del prezzo dei chip, mediana (in blu) e dispersione (in azzurro) dei valori ([pricepedia.it](http://pricepedia.it)).

**Figura 2.1:** Ford Model T ([designindex.it](http://designindex.it))

**Figura 2.2:** Piamide dei bisogni di Maslow ([ediscom.it](http://ediscom.it))

**Figura 2.3:** I principi del Lean Management ([manutan.it](http://manutan.it)).

**Figura 2.4:** Rappresentazione di Muda, Mura e Muri (Heiko Xplore, 2017, *Planning in a bottle, La programmazione della produzione per aziende di processo. Continuous Improvement for Continuous Process. Edizione speciale per Cielo e Terra, Montorso Vicentino, Italy*).

**Figura 2.5:** House of Lean ([toolshero.com](http://toolshero.com)).

**Figura 2.6:** Cartellone per la gestione delle segnalazioni di articoli (es. Schede elettroniche) difettose (Fonti interne).

**Figura 2.7:** Esempio di template Lean A3 presente su Miro ([miro.com](http://miro.com)).

**Figura 3.1:** Fasi del Value Stream Mapping (Panizzolo R., 2022, *Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione Snella dei Processi, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2022-2023.*)

**Figura 3.2:** La VSM per la famiglia di prodotti OPDEplus XS (Marcon S., *Tesi di Laurea, Università degli Studi di Padova, 2022*).

**Figura 3.3:** Esempio di riorganizzazione del lavoro in cella ([leansixsigmadefinition.com](http://leansixsigmadefinition.com)).

**Figura 3.4:** Spaghetti chart prima e dopo la riorganizzazione dei flussi (Panizzolo, *Università degli Studi di Padova, 2022-2023*).

**Figura 3.5:** Spaghetti Chart dei prodotti OPDE Plus XS in BDF Digital (Marcon S., Tesi di Laurea, Università degli Studi di Padova, 2022).

**Figura 3.6:** Esempio di una operator Balance chart (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

**Figura 3.7:** Yamazumi Chart per la famiglia di prodotti OPDEplus XS (Fonti interne).

**Figura 3.8:** Situazione finale ottimale con produzione a flusso continuo (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

**Figura 3.9:** Yamazumi Chart per la famiglia di prodotti OPDEplus XS dopo le azioni migliorative (Fonti interne).

**Figura 3.10:** Esempio di livellamento della produzione (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

**Figura 3.11:** Esempi di un kanban di produzione (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

**Figura 3.12:** Doppio contenitore per ogni referenza (sinistra) e contenitore vuoto a bordo linea (destra).

**Figura 3.13:** Esempio di grafico di cartellini emessi/risolti (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

**Figura 3.14:** Sagome e marcature per riporre gli strumenti e le attrezzature (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

**Figura 3.15:** Esempio di un modulo utilizzato per la pulizia delle zone di lavoro.

**Figura 3.16:** Esempio di checklist per standardizzare l'ordine (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

**Figura 3.17:** Immagine e spiegazione di un foglio A3-X ([allaboutlean.com](http://allaboutlean.com))

**Figura 3.18:** Modulo A3 utilizzato da BDF Digital per la gestione delle non conformità (Fonti interne).

**Figura 3.19:** alternarsi di cicli PDCA e SDCA (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

**Figura 3.20:** Versione Occidentale del Diagramma di Ishikawa .

**Figura 4.1:** Planimetria del piano terra dello stabilimento di BDF Digita con evidenziata la nuova zona produttiva (Fonti interne).



**Figura 4.2:** Rappresentazione diagramma di Gantt dei tre progetti sul programma GanttProject (GanttProject, [ganttproject.biz](http://ganttproject.biz)).

**Figura 4.3:** Foglio A3-X per la rappresentazione delle relazioni tra progetti, strategie e KPI di processo (Panizzolo R., 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione Snella dei Processi, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2022-2023).

**Figura 5.1:** Foglio A3-T del progetto di reingegnerizzazione dei processi logistici di magazzino svolto in BDF Digital. Template della piattaforma Miro. (Miro, [miro.com](http://miro.com))

**Figura 5.2:** Prima parte di informazioni relative al progetto

**Figura 5.3:** Seconda sezione contenenti informazioni sugli stakeholders del progetto.

**Figura 5.4:** Dichiarazione di opportunità del progetto.

**Figura 5.5:** Sezione di post-it per rappresentare la situazione corrente.

**Figura 5.6:** Esempio di uno scaffale poco saturo al piano terra.

**Figura 5.7:** A sinistra scatoloni di materiali sui corridoi pedonali; a destra pila di scatole in soppalco posizionate a fianco di uno scaffale.

**Figura 5.8:** Il magazzino di BDF Digital, piano terra e soppalco

**Figura 5.9:** Articoli Slow Moving contrassegnati con cartellini rosa, quindi identificati com superflui e possibilmente vendibili o rottamabili.

**Figura 5.10:** Parte dell'A3 relativa agli obiettivi del progetto.

**Figura 5.11:** Sezione dell'A3-T che comprende le analisi effettuate.

**Figura 5.12:** Diagramma di Ishikawa realizzato su Miro per analizzare le cause del problema.

**Figura 5.13:** Rami relativi ai materiali e ai metodi.

**Figura 5.14:** Ramo relativo alla manodopera.

**Figura 5.15:** Rami relativi alle macchine e alle misure.

**Figura 5.16:** Ramo relativo all'ambiente.

**Figura 5.17:** Esempio di segni eseguiti sui fogli utilizzati in fase di inventario (Fonti interne).

**Figura 5.18:** Andamento degli indici di precisione inventariale negli ultimi anni.

**Figura 5.19:** Grafico che rappresenta il trend dell'IPI continuo negli ultimi anni.

**Figura 6.1:** Andamento cumulativo, negli anni, dei codici Slow Moving.

**Figura 6.2:** Diagramma di Pareto delle famiglie di codici con più Slow Moving presenti a magazzino.

**Figura 6.3:** Esempio di scarsa saturazione dei ripiani in termini di altezza.

**Figura 6.4:** Confronto della saturazione di scaffali poco saturi (sinistra) e più saturi.

**Figura 6.5:** Grafico dei prelievi effettuati in un semestre per ogni variante appartenente alla famiglia studiata.

**Figura 6.5:** Esempi di due zaini per le attuali linee di produzione OPDEplus XS e OPDEplus.

**6.6:** Schema della struttura degli zaini.

**Figura 6.7:** Sistema di stoccaggio con scaffalature a semplice profondità ([profiservice.it](http://profiservice.it)).

**Figura 6.8:** Contenitori di viti e di piccola componentistica di fronte alla stazione di lavoro dell'operatore.

**Figura 7.1:** Rami del diagramma di Ishikawa su cui è possibile agire.

**Figura 7.2:** Azioni correttive per raggiungere gli obiettivi del progetto.

**Figura 7.3:** Immagine stilizzata del funzionamento di un WMS.

**Figura 7.4:** Suddivisione delle aree del magazzino con relativa codifica a sistema.

**Figura 7.5:** Porta-etichette e cornice per identificare ubicazione e scaffale.

**Figura 7.6:** Cartellini delle ubicazioni al piano terra.

**Figura 7.7:** Cartellini delle ubicazioni sul soppalco.

**Figura 7.8:** Cartelli identificativi degli scaffali dispari al piano terra e pari sul soppalco.

**Figura 7.9:** Schermata delle tabelle di saldo iniziale (Fonti interne).

**Figura 7.10:** Schermata delle tabelle di visione degli articoli per scaffale (Fonti interne).

**Figura 7.11:** Informazioni sui terminali portatili acquistati (Fonti interne).

**Figura 7.12:** Palmare che verrà utilizzato per scannerizzare i codici e per registrare le operazioni.

**Figura 8.1:** Alcuni ripiani sono stati completamente liberati.

**Figura 8.2:** Codici isolati da circa 3 scaffali.

**Figura 8.3:** Parte dei codici isolati.

**Figura 8.4:** Nuova zona dedicata alle giacenze di viteria.

**Figura 8.5:** Quinto ripiano lasciato libero per riporre le scorte delle giacenze sottostanti.

**Figura 8.6:** Scaffale più ordinato, ripiani più saturi e ultimo ripiano saturato con le scorte.

**Figura 8.7:** Zona dedicata ai dispositivi di sicurezza a seguito del cantiere 5S+1.

**Figura 8.8:** Punteggio sul rispetto delle specifiche di ordine, pulizia e sicurezza nel corso dei vari audit.

**Figura 8.9:** Maggiore saturazione volumetrica dei ripiani degli scaffali.

**Figura 9.1:** Possibile layout produttivo, indicazione degli elementi di stoccaggio e della linea dell'OPDEplus.

**Figura 9.2:** Schema 3D stilizzato della linea di produzione e dei ripiani degli zaini (Sweethome3d, [sweethome3d.com](http://sweethome3d.com)).

**Figura 9.3:** Disposizione dei contenitori di componenti (grigio chiaro) e viteria (giallo) sugli zaini di produzione della linea OPDEplus

**Figura 9.4:** Grafico relativo ai prelievi per tre tipologie di componenti in un semestre.

**Figura 9.5:** Rappresentazione schematica della logica attuale.

**Figura 9.6:** Rappresentazione schematica della logica futura.

**Figura 9.7:** Range del saving del numero di prelievi.

**Figura 9.8:** Situazione as-is e to be del flusso di materiale tra magazzino e produzione.



## **Lista delle tabelle**

*Tabella 5.1: Sezione della lista d'inventario del 2022.*

*Tabella 5.2: Sezione di lista contenente solo rettifiche.*

*Tabella 5.3: Risultati ottenuti dalle due tabelle.*

*Tabella 6.1: Parte di tabella utilizzata per calcolare il volume occupato dai codici sugli scaffali (SweetHome3D, [sweethome3d.com](http://sweethome3d.com)).*

*Tabella 6.2: Domande poste agli operatori di magazzino.*

*Tabella 7.1: Legenda per la codificazione delle ubicazioni in magazzino.*

*Tabella 7.2: Legenda per la codifica delle ubicazioni in produzione.*

*Tabella 8.1: Sezione di audit relativa alla sicurezza.*

*Tabella 8.2: Problemi rilevati e contromisure pianificate nell'ultimo audit.*

*Tabella 8.3: Punteggio percentuale degli audit realizzati.*

*Tabella 8.4: Confronto tra l'indice di saturazione prima e dopo le attività 5S.*

*Tabella 8.5: Percentuale di codici Slow Moving isolati ad oggi.*

*Tabella 8.6: Previsione della percentuale di codici Slow Moving isolati a cantiere ultimato.*

*Tabella 9.2: Tabella riassuntiva delle stime di miglioramento della frequenza di prelievo.*

*Tabella 9.2: Domande da porre agli operatori di magazzino dopo la piena implementazione del WMS.*



## **Introduzione**

Questa tesi di laurea riporta il progetto di reingegnerizzazione dei processi di logistica interna svolto presso l'azienda vicentina BDF Digital, durante il periodo di tirocinio curricolare. Questo è stato condotto e analizzato secondo l'ottica del Lean Management, una filosofia di gestione che mira ad accrescere il valore offerto ai clienti minimizzando gli sprechi e applicando un continuo miglioramento ai processi aziendali. Se ne spiegheranno le teorie e gli strumenti principali, mettendo in evidenza quelli che verranno utilizzati nel corso del progetto e dunque riportati nei capitoli successivi. Come si vedrà, si segue il modello di gestione dei progetti A3-T, tipico del pensiero Lean, per mostrarne l'evoluzione nel tempo. I contenuti di questa metodologia sono oggetto del corso di "Gestione Snella dei processi" del corso di laurea magistrale Ingegneria Gestionale dell'Università di Padova e condotto dal professor Panizzolo, relatore di questa tesi. Gli altri fondamenti teorici utilizzati e riportati in questo documento sono stati reperiti dal corso, sempre della magistrale in Ingegneria Gestionale, di Logistica Industriale, condotto dal professor Alessandro Persona.

BDF Digital è un'azienda produttrice di servozionamenti, dispositivi per la conversione dell'energia e controlli numerici; opera nel mercato B2B e commercializza i suoi prodotti nei paesi europei ed extra-europei. Uno dei fattori che la contraddistingue è la grande varietà e customizzazione dei prodotti venduti, oltre che la prolungata garanzia di fornitura di parti di ricambio, anche quelle relative ai prodotti ormai fuori produzione.

Anche a causa delle caratteristiche del business si sono verificate, negli ultimi anni, numerose rettifiche di materiale giacente a magazzino, che hanno portato ad avere un indice di precisione dell'inventario non ottimale, oltre a causare numerosi sforzi e costi di gestione. Inoltre lo spazio sugli scaffali del magazzino non è sfruttato in modo ottimale e la logica di disposizione dei materiali non rende le operazioni di stoccaggio e prelievo rapide ed efficienti.

Oltre a ciò si stanno progettando delle nuove linee di produzione da collocare in una parte dello stabilimento da poco liberato e quindi utilizzabile per scopi produttivi. Si creeranno delle linee dedicate ai prodotti che presentano maggiori volumi, rendendo più efficienti i processi produttivi ed implementando un flusso di produzione più continuo. Questo progetto è strettamente correlato a quello di miglioramento della logistica interna, perché per efficientare i processi produttivi è necessario che l'asservimento di materiale alle linee avvenga in modo ottimale.

L'intento centrale di questo studio è quello di migliorare l'efficienza delle operazioni di magazzino: in particolare, si vuole aumentare la precisione dell'inventario, migliorare la disposizione dei codici in magazzino e ottimizzare lo sfruttamento dello spazio sugli scaffali. Si vogliono inoltre ridurre gli spostamenti verso il soppalco del magazzino, che, vista la necessità di eseguire le scale per accedervi, causa un aumento dei tempi di prelievo, riducendo l'efficienza complessiva delle attività core di magazzino. Per farlo le iniziative principali saranno due: l'implementazione di un sistema di gestione del magazzino e la realizzazione di attività, note come 5S, di sistemazione e pulizia dell'area in oggetto.

Per gli articoli a cui verrà dedicata una nuova linea produttiva, si mira a ridurre drasticamente i prelievi dei componenti di questi prodotti dal magazzino centrale, grazie alla progettazione ottimale di sistemi di stoccaggio dedicati e dunque alla riduzione dei flussi di materiale tra le due aree.

Le iniziative intraprese saranno pienamente allineate con la strategia che l'azienda vuole perseguire nei prossimi anni, incentrata sull'innovazione e sull'evoluzione tecnologica, in linea con i principi dell'Industry 5.0, che promuove la sinergia tra l'essere umano e le nuove tecnologie.

Inoltre, come spiegato anteriormente, verranno applicate le teorie e gli strumenti propri della Produzione Snella: si punterà quindi alla minimizzazione degli sprechi in termini di spazio, tempo e movimentazioni di risorse umane e materiali.



Il primo capitolo della tesi presenta l'azienda ospitante durante il tirocinio, illustrandone i prodotti e i mercati in cui opera. Si spiegherà inoltre la storia di questa impresa vicentina, indicando i punti fondamentali, in particolare quelli che hanno avuto un forte impatto sulla situazione attuale, che ha evidenziato la necessità di implementare questo progetto.

Nel secondo capitolo si spiegano la storia e le origini del Lean Management, mostrando poi i principi fondamentali di quella che viene chiamata anche "La filosofia di Toyota". Successivamente verrà spiegato come e se, in BDF Digital, ne vengono applicate le teorie e gli strumenti. Lo stesso verrà fatto anche con la descrizione degli sprechi, sia per fornire un esempio pratico a ciò che si spiega, ma anche per inquadrare ancora meglio la situazione aziendale.

Nel quarto capitolo si inizia a delineare più con dettaglio la strategia che l'azienda intende perseguire nei prossimi anni, mostrando i progetti in corso che permetteranno di rendere più efficienti i processi produttivi e quelli di logistica interna. Di questi si mostrerà sia la schedulazione temporale, ma anche la correlazione a livello logico e strategico: ciò verrà fatto utilizzando uno degli strumenti presentati nel terzo capitolo, l'A3-X o X-Matrix.

Dal capitolo successivo ci si concentra sul progetto che rappresenta il cuore di questa tesi, quello il cui obiettivo è aumentare l'efficienza dei processi logistici che avvengono in magazzino, ma anche tra magazzino e produzione. Si mostreranno le problematiche da risolvere, gli obiettivi prefissati e le analisi svolte, essenziali per comprendere la natura delle inefficienze. Le valutazioni riportate saranno sia di tipo qualitativo, come le analisi delle cause effettuate tramite un tipico strumento Lean, che di tipo quantitativo, come lo studio dei parametri critici da ottimizzare.

Dopo i due capitoli di presentazione e analisi, si spiegano quali sono le contromisure stabilite per raggiungere gli obiettivi, descrivendo, nel settimo capitolo, la prima iniziativa stabilita dal team di lavoro: l'implementazione di un Warehouse Management System.

Nell'ottavo capitolo si descrivono l'altra principale azione migliorativa, ossia la realizzazione di un cantiere 5S. Si descriverà ogni attività realizzata, mostrandone poi i benefici quantitativi e qualitativi.

Nel nono capitolo, infine, si presenta la parte di progetto relativa all'asservimento delle nuove linee produttive, mostrando le iniziative intraprese e i benefici attesi.

# Capitolo 1

## 1. L'azienda BDF Digital

In questo capitolo si introduce l'azienda in cui è stato svolto lo stage ai fini di svolgimento della tesi. Verranno mostrati e spiegati i prodotti che l'azienda offre al mercato, dopodiché si inquadrerà l'azienda nel contesto economico e produttivo dove opera. Quest'ultimo sarà il punto di partenza per analizzare le previsioni per il futuro e le necessità dell'azienda per continuare a competere nel mercato.

### 1.1 Prodotti<sup>1</sup>

Per conoscere l'azienda si ritiene essenziale conoscere cosa produce e le caratteristiche generali dei prodotti, di seguito quindi si trova una descrizione degli stessi. Qui il concetto di prodotto è da intendersi in senso lato, in quanto l'azienda presenta due divisioni distinte: una dedicata ai prodotti e una ai sistemi di automazione e conversione dell'energia.

#### 1.1.1 Servoazionamenti e AC drives

In generale i servoazionamenti sono dispositivi elettronici che vengono collegati ai motori elettrici dei macchinari per controllare la rotazione del motore, di modo che avvenga nel modo corretto e conforme alle specifiche richieste.

Esistono 4 tipologie di prodotti che vengono forniti ai clienti a seconda delle loro necessità.

- Gli **OPDEplus**, (acronimo di Open Drive Explorerplus) drives di diverse dimensioni<sup>2</sup> che si possono adattare a una vasta gamma di applicazioni e a tutte le

---

<sup>1</sup>BDFdigital, <https://bdfdigital.com>.

tipologie di motori. Vengono progettati con tre diversi tipi di raffreddamento: tradizionale ad aria, ad acqua per il massimo rendimento e a gas per le applicazioni HVACR sui compressori. Comprendono delle specifiche routine di autotaratura che facilitano la messa in servizio del drive da parte dell'utente finale, inoltre è possibile accedere ai parametri di configurazione grazie al tool OPD Explorer che integra diverse utility di diagnostica, monitoraggio, configurazione I/O e altro.

- L'**AFEplus** (AFE: Active Front End) è un OPDEplus dove il rimpallo di potenza da/verso rete è costantemente regolato in modo ottimale per garantire un fattore di potenza unitario, rendendo questo prodotto più efficiente rispetto alla classica versione. Anche di questo prodotto esistono diverse taglie.
- L'**FFE** (Fundamental Front End) è un convertitore AC-DC bidirezionale dove la tensione DC non è controllata. Fondamentalmente funziona come un ponte a diodi dove però si ha anche il recupero dell'energia verso la rete, le perdite sono quindi più limitate e in questo modo si ottiene un vantaggio di taglia.
- I **prodotti strettamente customizzati** per determinati clienti (settore tessile, navale o altri) non sono presenti a catalogo perché definiti per uno specifico impiego per l'applicazione richiesta dal cliente. La specificità di questi prodotti riguarda sia l'HW che il SW<sup>3</sup> di gestione e controllo.



Figura 1.1- Prodotti: Servoazionamenti e ac drives "standard" ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

---

<sup>2</sup> In ordine di grandezza crescente gli OPDE vengono identificati con le taglie XS, S, M, L, XL, BF1, BF2, BF3.

<sup>3</sup> Hardware e software: il primo è la componente fisica di un sistema informatico, il secondo rappresenta l'insieme di programmi che fanno svolgere al sistema le funzionalità che si necessitano ([HQcomputer](http://hqcomputer.it), <https://hqcomputer.it/>).

## 1.1.2 Convertitori statici

La crescente domanda nel settore delle energie rinnovabili ha portato a sviluppare una linea di prodotti dedicati, trattasi di fatto di varianti HW e FW<sup>4</sup> dei prodotti nati per il settore automazione. Questo è il caso in cui il prodotto immesso sul mercato è più ascrivibile a un sistema che a un prodotto in senso stretto, tanto che questo filone produttivo è gestito dalla divisione “Sistemi”. Questo porta anche a capire che le due business unit, anche se nominalmente distinte, sono molto integrate tra di loro e in alcuni casi, la divisione “Sistemi” è quasi cliente di quella “Prodotti”. Queste considerazioni valgono sia in ambito applicativo energy che in quello industrial automation.

Di seguito vengono descritti i prodotti appartenenti a questa linea.

- **L’OPDEplus solar** è un sistema costituito da uno o più inverter che permette di controllare gli impianti fotovoltaici e d’immettere l’energia prodotta in rete molto efficientemente. I sofisticati algoritmi di controllo assicurano un elevato rendimento e un’alta affidabilità del sistema. Inoltre le funzioni di diagnostica permettono l’identificazione di eventuali anomalie e il design modulare consente la semplice sostituzione dei componenti. La gamma di prodotti è certificata per l’allacciamento alla rete di distribuzione.
- **L’AFE energy** è una soluzione AC/DC rigenerativa che permette che l’energia venga “rimessa in rete” e che lo scambio di potenza con la linea avvenga solo con la linea di potenza attiva. Viene venduto singolarmente come componente o inserito in sistemi tipo OPDEsolar.
- **L’OPDE DC-DC bidirezionale** è un dispositivo in grado di regolare la corrente verso una batteria in entrambe le direzioni. È disponibile in varie taglie per poter soddisfare richieste di clienti con necessità differenti.
- **Cabinet energy** è un sistema completo (composto da un sistema di conversione più le interfacce di comando e controllo) su base OPDE disponibile in configurazione

---

<sup>4</sup> Il firmware è una categoria di software integrato direttamente sull’hardware.

(altervista.org, <https://vitolavecchia.altervista.org/>.)

quadro elettrico per soluzioni di potenza in bassa tensione in ambito energie rinnovabili. Questi cabinet sono disponibili sia con ingresso AC che DC.



Figura 1.2- Prodotti: convertitori statici ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

### 1.1.3 Azionamenti per motori in DC

L'OPDC e il CTRD sono una soluzione per il controllo dei motori in corrente continua su piattaforma di controllo digitale a microprocessore. Sono usati molto spesso per revamping di impianti di grosse dimensioni dove viene mantenuto il vecchio tipo di motore DC (Es. Funivie, laminatoi, ...).



Figura 1.3- Prodotti: Azionamenti per motori in DC ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

### 1.1.4 HVACR-BFGplus

Si tratta di un azionamento con sistema di raffreddamento a gas che si integra con flessibilità ai sistemi di refrigerazione. L'assenza di ventole lo rende silenzioso e adatto agli ambienti sporchi.

E' inoltre realizzato per resistere a forti e continue sollecitazioni meccaniche, tanto che viene montato anche direttamente sul compressore.



Figura 1.4- Prodotto: HVACR-BDFplus ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).

### 1.1.5 Controlli numerici

BDF Digital vanta una grande esperienza nella produzione di dispositivi per il controllo numerico. Vengono utilizzati avanzati algoritmi per il controllo della movimentazione e ciò rende questi dispositivi adatti a ogni tipo di macchina utensile.

- Il **CNC901S** (CNC: Controllo Numerico Computerizzato) è il controllo numerico ideale per fresatrici, alesatrici e foratrici. Consente lavorazioni complesse come superfici rigate, tasche circolari e rettangolari, cave profilate e superfici 3D.
- Il **CNC902S** è il controllo numerico ideato per la tornitura, che presenta un'interfaccia user friendly che guida l'operatore nella scelta dei tasti migliorando l'ergonomia. Con questo si possono realizzare profili geometrici complessi, visualizzando la sezione del pezzo real time e gestendo gli utensili di tornitura.
- Il **CNC904S** è il controllo per le macchine piega lamiera, ha un CAM integrato che risolve problemi tecnologici e geometrici facilitando il lavoro dell'operatore.
- Il **CNC905S** è ideale per l'applicazione nelle macchine da taglio (waterjet, plasma, ossitaglio), può essere equipaggiato con Shape CAM che guida l'operatore nelle operazioni e che mostra una simulazione grafica della lavorazione

- Il **CNC915S** è il controllo numerico per le macchine a taglio laser (a fibra), per taglio piano 2D e tubo (3D) che integra la gestione delle sorgenti con la gestione del galleggiamento per mantenere la distanza focale programmata.



*Figura 1.5- Prodotti: Controlli numerici ([bdfdigital.com](http://bdfdigital.com)).*

Come si è visto, sono molteplici i prodotti che BDF Digital realizza nei propri stabilimenti, soprattutto se si tiene a mente che ogni prodotto è personalizzabile e diverso dagli altri già esistenti.

È da sottolineare la presenza di clienti che richiedono versioni di prodotto che ormai dovrebbero essere superate, grazie alle nuove versioni più compatte ed efficienti, ma che per diversi motivi vengono ancora preferite da questi clienti e dunque continuano a essere prodotte, causando una maggiore complessità di gestione.

Tra i prodotti più profittevoli si trovano gli OPDE classici, ancora di più quelli di grandi dimensioni (con correnti maggiori di 90 A) e personalizzati, i CNC e i drives customizzati, che differenziano l'azienda dai concorrenti.

Questi sono i prodotti su cui BDF Digital dovrebbe puntare, tralasciando i prodotti che ormai vengono richiesti solo da pochi clienti. Ciò permetterebbe sia di ridurre la complessità produttiva e organizzativa, ma anche di aumentare i ricavi, in quanto non



sarebbe più necessario gestire la produzione occasionale di certi articoli semplificando l'organizzazione dei processi e sfruttando anche le economie di scala<sup>5</sup>.

Nonostante si cerchi di andare in questa direzione, non è ancora possibile interrompere la produzione di certi codici, perché in questo momento il mercato è alquanto stagnante e si cerca di soddisfare qualsiasi tipo di ordine per ottenere comunque un certo utile e mantenere fidelizzati i clienti.

## **1.2 Mercati serviti<sup>6</sup>**

Avendo preso visione dei prodotti di BDF Digital si comprende che i clienti sono essenzialmente utenti industriali, in questo paragrafo sono esposti i settori in cui l'azienda opera e la provenienza dei clienti serviti.

### **1.2.1 Settori industriali**

Dato che i clienti sono tutti utenti industriali, si può affermare in gergo tecnico che l'azienda operi secondo il modello B-to-B, ossia Business-to-Business. A seguire è presentata una panoramica generale della suddivisione del mercato.

#### **1.2.1.1 L'automazione industriale**

La maggior parte delle imprese utilizzano l'automazione per i propri processi produttivi, di seguito sono riportati quelli a cui BDF Digital fornisce i propri servizi.

- Il settore del **vetro cavo**: c'è una lunga esperienza in questo campo, data soprattutto dalla produzione di soluzioni per l'azienda BDF Industries, che è una delle aziende leader mondiale di questo settore.

---

<sup>5</sup> Con "economie di scala" si intende il fenomeno economico che causa una diminuzione dei costi totali di produzione all'aumento dei volumi prodotti. Ciò è dato dal fatto che i costi fissi di produzione si ripartono su un numero di prodotti maggiori, dunque il costo unitario del prodotto diminuisce.

<sup>6</sup> BDFdigital, <https://bdfdigital.com/>.

- La **stampa flessografica**: grazie alle collaborazioni avute negli anni, BDF Digital ha sviluppato soluzioni innovative ottimizzate per le varie applicazioni di questo settore.
- Il **packaging**: per questo settore BDF Digital ha sviluppato delle apposite soluzioni per soddisfare le esigenze di movimentazione dei materiali
- La **plastica**: l'azienda può vantare una lunga esperienza nei sistemi di azionamento per il settore della plastica, dagli estrusori e presse a iniezione fino alle soffiatrici. Negli anni sono stati realizzati sistemi ad azionamento su misura, personalizzati sulle necessità dei clienti.
- I **metalli**: le soluzioni offerte per questo settore possono variare dal semplice controllo ad anello aperto per la movimentazione dei materiali, al controllo ad anello chiuso per le linee di taglio ad alta precisione.
- La **carta**: sono state sviluppate apposta per questo settore delle tecnologie di controllo e azionamento per ottenere il massimo rendimento possibile.
- La **refrigerazione**: l'HVACR è stato usato per alimentare grandi sistemi di refrigerazione.
- La **robotica**: sono offerte soluzioni ottimizzate per questo settore, il sistema di controllo mette in primo piano il processo di produzione e le funzionalità della macchina.
- L'**industria tessile**: c'è una lunga esperienze per quanto riguarda l'automazione delle macchine tessili, in cui sono necessari processi ad altissima tecnologia, soprattutto per i processi che usano filatoi a rotore, roccatrici, ritorcitori, avvolgitori e svolgitori.
- I **banchi prova**: BDF Digital propone sistemi di conversione che servono per il collaudo nei settori dell'automotive, dell'automazione e delle batterie.
- I **sistemi di trazione a fune**: BDF Digital fornisce elettronica di potenza ad alcuni dei più grandi costruttori mondiali di impianti a fune, con potenze ottenibili che vanno da alcuni kW fino a 1-2MW. L'AFE viene utilizzato per rimettere in rete l'energia generata dalla frenatura dei motori elettrici. Per esempio, la funivia che porta al Monte Bianco utilizza l'AFE ed l'inverter di BDF Digital.

- **Altri settori** per cui BDF Digital può realizzare prodotti customizzati (personalizzati), grazie alla sua esperienza in una vasta molteplicità di settori. Un esempio è la recente presa in carico di sviluppo e produzione di un drive per il settore navale, che permette mediante il controllo di un giroscopio di minimizzare gli effetti di rollio e beccheggio di yacht e navi, andando a stabilizzare l'imbarcazione riducendo le dinamiche che causano spesso il cosiddetto "mal di mare", aumentando così il comfort e la sicurezza di crociera.

### 1.2.1.2 L'energia

La diffusione delle energie rinnovabili rappresenta un'opportunità per BDF Digital che ha sviluppato, come spiegato nel sottoparagrafo 1.1.2 dei prodotti, delle soluzioni:

- Per la **conversione dell'energia solare**, permettendo d'interfaciare impianti fotovoltaici di media/alta potenza alla rete elettrica ed erogando in rete delle correnti sinusoidali, oppure in funzionamento a isola.
- Per la **conversione dell'energia eolica e idraulica**, trasformando l'energia cinetica delle correnti d'aria e dei flussi di acqua in energia elettrica. Gli inverter realizzabili permettono l'utilizzo in impianti di svariate dimensioni, mentre l'Active Frond End utilizzato permette la generazione di tensioni sincronizzate alla rete. I sistemi prevedono anche il controllo delle pale per un funzionamento ottimale e sicuro dell'impianto eolico anche in funzione delle condizioni ambientali, come anche il controllo di paratoie nei flussi d'acqua.
- Per la **conversione dell'energia elettrica**, dove BDF Digital si contraddistingue per la massimizzazione dell'energia ottenibile e la riduzione dei costi e dei tempi di manutenzione. Difatti il sistema composto da inverter e AFE regola la velocità e la coppia del generatore riducendone lo stress meccanico e aumentandone la vita utile. Inoltre grazie a questo sistema è possibile sfruttare la velocità variabile invece che quella fissa come avviene solitamente, e ciò ha permesso lo sfruttamento di nuovi siti.

- Per l'**accumulo dell'energia**, settore che si è evoluto negli ultimi anni e per cui BDF Digital ha sviluppato la linea E-STORE, in cui ogni soluzione può essere adattata alle richieste dei clienti.

Ci si aspetta che questo sarà un mercato in crescita, vista la sempre maggiore necessità di utilizzare energia proveniente da fonti rinnovabili e con basso impatto sull'ambiente. In particolare i quadri E-STORE per lo stoccaggio dell'energia sono un prodotto interessante, innovativo ed estremamente utile e di cui l'azienda va fiera.

### **1.2.1.3 Le macchine utensili**

I controlli numerici vengono prodotti da ECS, la divisione CNC di BDF Digital.

Nel sottoparagrafo 1.1.5 si sono elencati i dispositivi CNC per il controllo numerico e i loro utilizzi. Di seguito, per completezza, si passano in rassegna gli utilizzi principali dei prodotti illustrati.

- **Torni:** i controlli numerici per la tornitura hanno delle prestazioni tali da semplificare la programmazione da parte dell'operatore. Sono utilizzabili per la produzione di piccole serie di pezzi ma anche per lavorazioni combinate di tornitura e fresatura.
- **Frese:** i controlli numerici utilizzati per la fresatura sfruttano un software avanzato che consente la precisa lavorazione a cinque assi e, come nel primo caso, la combinazione di fresatura e tornitura nella stessa macchina, senza smontaggio del pezzo.
- **Piega della lamiera:** il CNC utilizzato per la piegatura della lamiera è semplice, flessibile ed efficace e permette l'integrazione con altri processi di lavorazione della lamiera.
- **Taglio laser:** il controllo numerico usato in questi casi permette l'integrazione di numerose funzioni che permettono di mantenere la distanza focale programmata, con la possibilità di gestire le sorgenti sia con sensori analogici che direttamente via EtherCAT

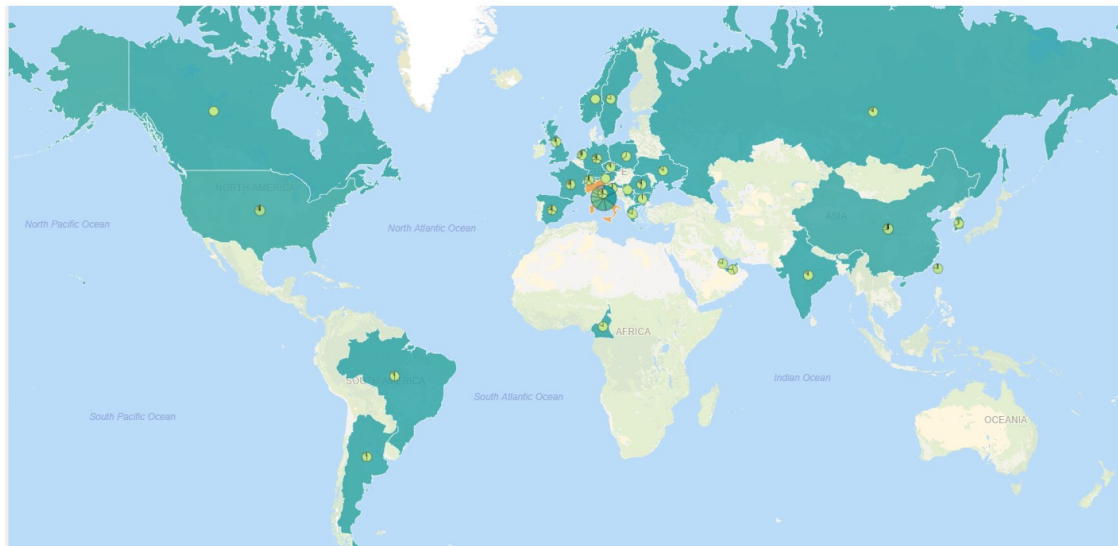
- **Taglio:** è possibile utilizzare l'opportuno CNC per taglio al plasma, l'ossitaglio, e i waterjet. Risulta sempre più interessante l'applicazione per il taglio del legno e del marmo.

Questo tipo di macchinari vengono utilizzati in svariati settori industriali, in particolare i clienti che comprano questi prodotti sono costruttori di macchine utensili per la lavorazione dei metalli, del legno e del marmo.

### 1.2.2 Mercato geografico

I clienti non sono solo aziende italiane, ma anche estere. Le origini di questi clienti sono le più disparate, molti provengono dagli Stati Uniti, dal SudAmerica, ma anche dall'India, dalla Cina e da altri paesi ancora, europei e non<sup>7</sup>.

Nella figura sottostante le aree colorate rappresentano i paesi in cui i prodotti di BDF Digital vengono esportati.



*Figura 1.6: Distribuzione geografica del venduto per l'anno 2022 (BI Qlick).*

Ciò è possibile anche grazie al fatto che i prodotti di BDF Digital sono certificati UL (Underwriters Laboratories).

---

<sup>7</sup> Fonti interne.

*“Il Marchio UL indica che UL ha testato dei campioni rappresentativi di un prodotto, valutandoli idonei agli standard applicabili o ad altri requisiti, in relazione ai loro potenziali rischi di incendio, shock elettrico e pericoli meccanici. Il Marchio UL su un prodotto testimonia la costante conformità del produttore alle norme di sicurezza applicabili.”<sup>8</sup>*

Grazie a questi certificati BDF Digital si impegna nel fornire prodotti sicuri, di qualità e con una lunga vita utile. L'ente che regolarizza questi certificati effettua degli attenti controlli sui prodotti, sui materiali utilizzati ma anche sui fornitori, talvolta andando a verificare che gli stessi siano effettivamente quelli indicati. Inoltre per alcuni componenti i fornitori devono essere scelti solo tra quelli omologati da UL, ciò rende il processo ancora più laborioso, ma si è sicuri che ne valga la pena in quanto si permette l'esportazione anche in Stati Uniti e Canada, paesi dove risiedono alcuni clienti effettivi ma anche potenziali.

Sui prodotti di BDF Digital si possono trovare due simboli diversi:

1. Il marchio di certificazione UL Listed: certifica il prodotto rispetta gli standard identificati da UL ed è conforme all'utilizzo.
2. Il marchio di certificazione UL Recognized Component: viene utilizzato per componenti che fanno parte di un sistema più grande. I prodotti che presentano questo marchio necessitano di un ulteriore controllo prima di poter essere utilizzati in modo completamente sicuro.



Figura 1.7: Marcature UL Listed e Recognized per Stati Uniti e Canada ([italy.ul.com](https://ul.com/)).

---

<sup>8</sup>UL Solutions Italia, <https://ul.com/>.

### 1.2.3 La concorrenza<sup>9</sup>

La concorrenza di BDF Digital può essere rappresentata da due macro insiemi differenti di aziende.

È necessario esplicitare che l'azienda si collochi nel mercato come follower delle aziende più grosse del settore, principalmente di multinazionali come Siemens, ABB, Yaskawa e Mitsubishi. Con follower si intende che BDF Digital prende come riferimento questi prodotti sviluppando i suoi in un contesto di competitività sostenibile con i propri obiettivi di mercato, quindi anche se offre prodotti tecnologicamente avanzati non si può definire strettamente innovatrice. Queste imprese costituiscono il primo gruppo di concorrenti, perché, anche se a livello operativo BDF Digital non li può raggiungere, essendo una piccola-media impresa, riesce a competere con loro creando prodotti/servizi customizzati. Infatti, i clienti che vogliono un prodotto fatto in un certo modo e personalizzato si rivolgono a BDF Digital perché le multinazionali non soddisfano le loro esigenze; si può quindi dire che la strategia competitiva adottata è quella della differenziazione, che prevede appunto l'offerta di un prodotto con caratteristiche uniche, fornendo un servizio migliore a un prezzo superiore rispetto a quello standard che si può trovare dai grossi concorrenti.

Spesso i clienti richiedono che il prodotto abbia determinate specifiche compatibili con i prodotti delle multinazionali, per riuscire ad abbinare il funzionamento del dispositivo richiesto con quelli standard che già possiede. Per questo tutti i prodotti di BDF Digital utilizzano gli stessi protocolli degli altri brand e ciò porta alla convinzione e alla soddisfazione dei clienti nei confronti del prodotto offerto.

Il secondo gruppo con cui si compete sono le piccole-medie imprese italiane che operano nel settore dell'automazione e del controllo dei processi, un esempio può essere l'azienda Gefran. Anche queste offrono prodotti personalizzati, non tutti però sono certificati UL quindi non possono vendere negli USA e in Canada, il che è un punto a favore per BDF Digital. Con queste aziende non si compete sul prodotto, ma piuttosto

---

<sup>9</sup> Fonti interne.

sulle strategie produttive e sul servizio di vendita, cercando di offrire al cliente supporto costante, sia pre che post vendita. Ad esempio, quando c'è una problematica a un prodotto, si va nell'azienda cliente e si cerca di risolvere il problema in loco. Ciò crea un rapporto di fiducia e fedeltà tra il cliente e l'azienda, come fa anche la prova del prodotto che BDF Digital garantisce quando si fornisce qualcosa di nuovo.

BDF Digital deve quindi porre attenzione su come competere in entrambi i gruppi in modo differente, cercando sempre di creare valore per i clienti e soddisfare tutte le loro esigenze.

### **1.3 Dal passato al presente e dal presente al futuro<sup>10</sup>**

Per comprendere a pieno la situazione attuale dell'azienda è necessario fare un passo indietro e scorrere in ordine cronologico gli avvenimenti che hanno portato BDF Digital a essere quello che è oggi.

#### **1.3.1 Dal passato al presente**

Nel 1970 viene fondata ECS (Electronic Control System), una delle prime aziende italiane costruttrici di controlli numerici per le macchine utensili. Da quell'anno, fino al 2015, ogni circa 3-5 anni esce un nuovo CNC: il primo modello fu quello per la fresatura, dopo il quale uscì quello per la tornitura, seguito da quello per il taglio al plasma, da quello per la piegatura e infine da quello per il taglio laser. Molti di questi vengono presentati al mercato con diversi modelli e serie, andando ad arricchire la gamma di prodotti e aumentandone i possibili utilizzi.

Parallelamente, nel 1976 nasce TDE Automazione e nel 1986 il gruppo BDF Boscato & Dalla Fontana S.p.A, fondato nel 1906, entra nella compagine societaria di TDE. Nel 1987 esce sul mercato il primo quadro di controllo per le macchine del vetro e dopo 4 anni il primo inverter a controllo analogico. Nel 1992 nasce l'azienda MACNO, specializzata nell'automazione dei processi di fabbricazione degli stabilizzatori per la

---

<sup>10</sup> Fonti interne.



plastica. Nel 1997 TDE acquisisce MACNO, da cui nasce TDE MACNO. Negli anni TDE MACNO produce convertitori rigenerativi, servoazionamenti e ottiene una certificazione per inverter del settore fotovoltaico.

Nel 2017 TDE MACNO acquisisce ECS e da questa fusione nasce BDF Digital, attiva nelle tre divisioni: sistemi, automazione e controlli. Da qui l'azienda inizia la sua attività per come è conosciuta oggi, andando a servire diversi settori con i propri prodotti.

L'azienda vanta quindi una lunga esperienza nei settori in cui opera ed è orgogliosa di portare avanti una tradizione da più di 50 anni e si dichiara italiana al 100%. BDF Digital è che continua a ricercare l'innovazione, sia dal punto di vista tecnologico ma anche dal punto di vista organizzativo/gestionale. La prima per fornire ai clienti soluzioni all'avanguardia, efficienti e che semplifichino le loro attività produttive; la seconda per riuscire a fare la prima nel modo più semplice e agile possibile, andando ad applicare i metodi "Lean" nelle loro varie declinazioni (Management, Production, Office...), che verranno esposti nel secondo capitolo, ai processi aziendali.

Dalla vision e dalla mission dell'azienda infatti emerge proprio questo desiderio e l'impegno nel rispondere alle esigenze di ogni cliente in modo rapido, efficiente e fornendo prodotti all'avanguardia, di qualità e personalizzati.

Questo però non è semplice in quanto, come detto in precedenza, il fatto che i prodotti siano customizzati in base alle esigenze dei clienti complica l'organizzazione della produzione, il reperimento delle materie prime ma anche la gestione del magazzino. Per questo l'azienda ha iniziato ad applicare i principi del Lean Management e vuole continuare a farlo andando a snellire sempre di più la gestione dei propri processi. Di questo si parlerà in modo approfondito in un secondo momento.

### **1.3.2 Difficoltà recenti**

Per inquadrare ancora meglio la situazione attuale è necessario spiegare quali siano state le difficoltà negli ultimi anni.

Innanzitutto nel 2017 un avvenimento all'interno dell'azienda ha destabilizzato l'intera gestione. L'origine dell'accaduto proviene da un prodotto che BDF Digital aveva realizzato su specifica per un importante cliente industriale, il quale si rese conto che il dispositivo era talmente buono che contribuiva ad aumentare di molto il valore del prodotto che incorporava. Dato ciò, l'azienda cliente si rese conto di voler verticalizzare le proprie attività. La verticalizzazione si attuò nel peggior dei modi per BDF DIGITAL, in quanto l'azienda cliente creò una unità produttiva drives che assorbì buona parte dell'ufficio tecnico e la direzione dell'epoca. Questo causò non solo una repentina diminuzione delle risorse umane e la progressiva perdita di un grosso cliente, ma anche una perdita di know-how interno, oltre che un duro colpo che incise non poco sullo spirito di tutto il personale. Tra l'altro ciò accadde nello stesso momento in cui TDE MACNO stava acquisendo ECS, il che rese ancora più complessa la situazione.

Tutto questo portò ad importanti cambiamenti organizzativi soprattutto a livello direzionale, e nel giro di un paio d'anni si riuscì a ricostruire un nuovo assetto con la piena entrata operativa della famiglia di imprenditori fondatrice di BDF Industries.

Quando l'azienda stava riprendendosi da tutti questi cambiamenti, nel 2020 arrivò il COVID, che causò un rallentamento del mercato per molti mesi.

BDF Digital fu una di quelle aziende che rimase operativa durante i mesi di lockdown, in quanto secondo il codice ATECO, che classifica le attività economiche, l'azienda rientrava tra i settori produttivi ritenuti di fatto strategici e trainanti per l'economia del paese. Difatti molti dei prodotti venduti vengono utilizzati per attrezzature dell'industria alimentare, dei trasporti e dell'energia che nel periodo del Covid-19 rientravano nelle categorie produttrici di beni di prima necessità.

Nonostante l'azienda non avesse chiuso, ci fu comunque una diminuzione consistente del fatturato, perché a molti fornitori a monte era stata bloccata la produzione, rendendo difficile il reperimento delle materie prime, inoltre anche molti dei clienti a valle risentirono della crisi di mercato che si era comunque generata in quel periodo a causa del COVID.

Di seguito si riporta il grafico dell'andamento del fatturato, confrontando quello del 2019 (in arancione) con quello del 2020. In agosto il fatturato è sempre inferiore in quanto l'azienda rimane chiusa tre settimane per le ferie estive.

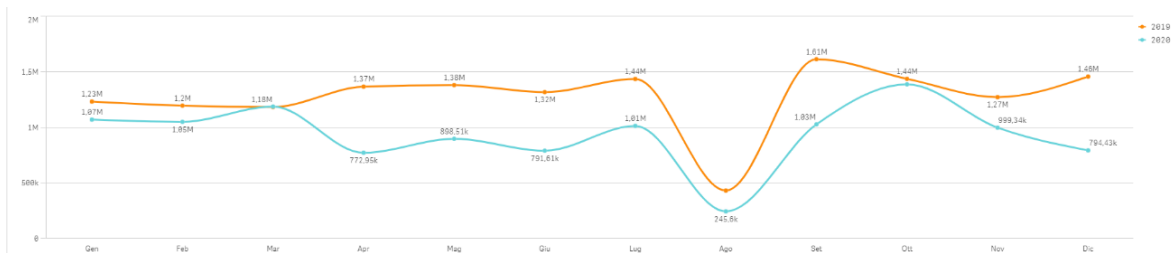


Figura 1.8: Andamento del fatturato durante il 2019 (in arancione) e il 2020 (in azzurro) (BI Qlick).

Quando iniziò a esserci una ripresa i clienti ricominciarono a fare ordini ma con una visibilità nel tempo di consegna molto a breve termine (circa 3 mesi). Tale situazione, da iniziale problema divenne un'opportunità, in quanto si riusciva nella maggior parte dei casi a soddisfare le richieste di consegna nei tempi previsti, e ciò divenne una leva di competitività rispetto alla concorrenza.

Parte dei materiali usati per produrre però hanno un lead time di produzione di molti mesi, anche a causa del necessario reperimento anticipato di componenti e materie prime, quindi da quel momento esiste una difficoltà ulteriore, ossia quella della gestione dei materiali per poter rispondere alle richieste dei clienti nel tempo prestabilito. Ciò è stato in parte mitigato dal fatto che gli ordini programmati prima del 2020 non sono stati annullati o spostati (se non in casi particolari), pertanto nel momento della "ripartenza" i materiali erano in buona parte disponibili.

Un altro problema, causa della situazione di cui sopra, sorto nello stesso periodo, fu quello della crisi dei semiconduttori. Questi dispositivi elettronici, essenziali per la produzione dei convertitori, dei controlli numerici e dei sistemi di automazione ma impiegati anche in altre applicazioni come personal computer, smartphone, elettronica di consumo, automotive (data la diffusione di auto elettriche e l'espansione dell'uso dell'elettronica nel settore) e aerospaziale hanno cominciato a scarseggiare nei canali di distribuzione ed a crescere di costo.

I principali motivi<sup>11</sup> per i quali nel 2020 il numero di semiconduttori disponibili sul mercato ha iniziato a decrescere sono:

<sup>11</sup> Economia e Politica, <https://economiaepolitica.it/>.

- Una forte crescita della domanda di dispositivi elettronici durante la pandemia. Nel quarto trimestre del 2020 è stato registrato un aumento del 26,1% della vendita di computer, perché dovendo rimanere in casa molte persone avevano la necessità sia di lavorare da casa con computer più potenti, ma anche di utilizzare questi dispositivi come svago nel tempo libero.
- Una previsione della domanda di semiconduttori incorretta.
- Una capacità produttiva non modificabile in modo rapido.
- Eventi naturali o incidenti che hanno determinato la chiusura degli stabilimenti o una minore capacità produttiva di alcuni dei più grandi produttori del Taiwan e della Cina.
- Tensioni geopolitiche (tra Cina e USA e tra Cina e Taiwan) che hanno influito sia sulla produzione dei microprocessori ma anche sull'approvvigionamento delle materie prime necessarie a essa.

Il seguente grafico mostra l'andamento dei prezzi di chip a semiconduttore negli ultimi anni.

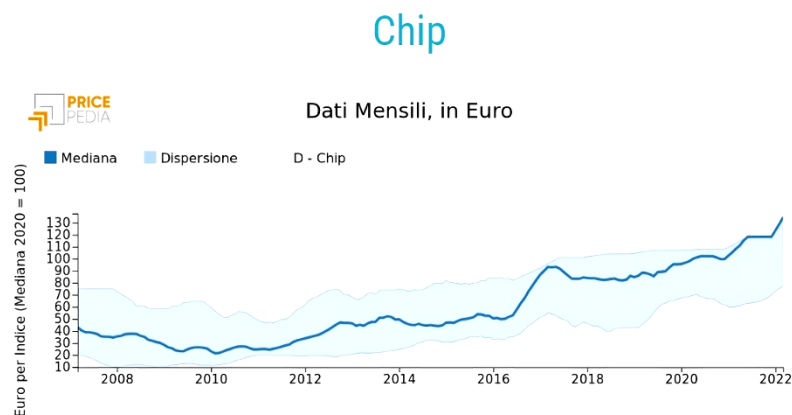


Figura 1.9: Andamento del prezzo dei chip, mediana (in blu) e dispersione (in azzurro) dei valori ([pricepedia.it](https://pricepedia.it/))<sup>12</sup>.

I semiconduttori, i moduli di potenza (che al loro interno fanno uso di chip) e altri componenti importanti e costosi sono quelli con il Lead Time più alto, dunque normalmente rappresentano già dei componenti critici. Con la crisi dei semiconduttori

<sup>12</sup> Pricepedia, <https://pricepedia.it/>.

la produzione di BDF Digital è stata molto penalizzata e questo si aggiunge ai fattori che hanno svantaggiato l'azienda negli ultimi anni.

Da questa crisi ci si sta riprendendo, anche se è ancora presente una certa difficoltà nell'approvvigionamento dei semiconduttori.

La guerra tra Russia e Ucraina ha avuto un impatto minore sulla redditività dell'impresa. Difatti, nonostante si abbia perso qualche cliente nelle aree oggetto del conflitto, si ha avuto un effetto più a valle, allungando i tempi di consegna dei materiali a causa dell'alterazione delle rotte marittime e aeree, senza causare un'ingente perdita di ordini.

Avendo analizzato queste complicazioni si arriva all'attualità, che è una risultante di tutti i fenomeni avvenuti nel tempo e dell'evoluzione interna dell'azienda. È importante sottolineare che i numerosi cambiamenti avvenuti negli ultimi 5-6 anni, anche se si sta riacquistando la stabilità, hanno portato a un punto di equilibrio diverso da quello di prima, dove i fattori che incidono sono differenti e fanno sì che si debba adattare la strategia a questi mutamenti in gran parte permanenti e irreversibili.

### **1.3.3 Dal presente al futuro**

Come spiegato nell'ultimo paragrafo, per poter continuare a competere nel mercato è necessario attuare dei miglioramenti ai processi aziendali. L'obiettivo è semplificare la gestione degli ordini e velocizzare i tempi di risposta alle richieste dei clienti, anche di quelli più esigenti, riducendo però la complessità. Per farlo bisogna procedere passo passo, partendo dalle attività più importanti.

Uno dei fattori più impattanti sulla gestione attuale degli ordini è la struttura del magazzino e la disposizione dei componenti in esso. Questo è diviso su due piani diversi: il piano terra e il primo piano, costituito dal soppalco. Al piano terra il collegamento con i reparti è diretto, le due zone sono separate semplicemente da una porta. La parte del magazzino al piano superiore è raggiungibile mediante le scale, quindi l'operatore ogni volta che deve prelevare un componente o un pezzo dal

soppalco deve fare un piano di scale in salita e uno in discesa, il che rappresenta uno spreco di tempo non trascurabile. Inoltre la disposizione dei componenti sugli scaffali non segue l'ordine che permetta di avere dei tempi di prelievo inferiori, bensì segue regole fisse basate sul codice rappresentativo dei prodotti. È indispensabile quindi analizzare come ottimizzare gli spostamenti in magazzino, andando a cambiare la disposizione dei componenti da prelevare di modo da ridurre i tempi di questi spostamenti. Uno degli oggetti del progetto di tesi è proprio questo, l'elaborazione di una disposizione dei materiali e una nuova logica di per ottimizzarne la logistica in ottica Lean Management, apportando quindi un continuo miglioramento dei processi.

Al momento di stesura di questo documento sono in fase di progettazione delle linee di produzione dedicate ad alcune famiglie di prodotti, ossia gli OPDE, gli OPDEplus e gli OPDEplus XS, che sono quelli realizzati in maggiori quantità e, essendo di piccole o medie dimensioni, si prestano bene alla produzione in linea. Verranno inserite nella nuova zona produttiva anche delle celle di produzione per realizzare in modo più efficiente i prodotti più voluminosi. Le attività di in-house logistic sono da ottimizzare anche in vista di quest'iniziativa, in quanto l'efficienza produttiva dipende dal corretto rifornimento di materiale alle linee. Tutto ciò verrà fatto cercando di applicare il più possibile le teorie del Lean Management.

Negli ultimi anni BDF Digital ha attuato qualche iniziativa in linea con l'idea di miglioramento continuo, avviando un processo di trasformazione aziendale che possa portare a quella che dovrebbe essere la situazione ideale. Uno dei primi punti è stato l'utilizzo di strumenti "visual" volti a gestire e risolvere più rapidamente alcune problematiche; c'è però ancora un grosso margine di crescita in tale senso e in generale per quanto riguarda l'applicazione dei principi Lean. Questo perché non è semplice rendere il personale e parte del management partecipi di cambiamenti di cui non sempre si comprendono subito i benefici.

Attualmente si vuole puntare sempre di più sull'utilizzo di metodi che permettono un'ottimizzazione dei processi produttivi e logistici, per poter soddisfare le richieste dei clienti in modo più snello e riuscire a crescere sempre di più, evolvendosi in base all'ambiente che circonda l'azienda e cercando di migliorare sempre ciò che si fa.

Questo è l'obiettivo dell'azienda a medio-lungo termine e, con un progetto alla volta, si cercherà di incorporare sempre di più la filosofia che verrà esposta nelle prossime pagine.





## Capitolo 2

### 2. La storia e i Principi del Lean Management<sup>13</sup>

Dopo avere citato più volte il termine “Lean Management” nel primo capitolo, spiegando molto brevemente che consiste in un insieme di tecniche, strumenti e metodi orientati al miglioramento continuo dei processi aziendali, in questo capitolo si spiegherà più a fondo quando e dove è nata questa filosofia di gestione e quali sono i principi fondanti di questa filosofia, con particolare riferimento a quelli attualmente utilizzati in BDF Digital.

#### 2.1 La storia

Per comprendere in cosa consiste il Lean Management è fondamentale fare un passo indietro e considerare l’evoluzione di questo sistema nel tempo.

D’ora in poi saranno spesso utilizzati dei sinonimi del termine sopra citato, come “Lean Manufacturing” (riferito soprattutto all’applicazione dei principi Lean alla produzione); “La Lean” (riferendosi alla filosofia di pensiero); “Gestione snella” (che altro non è che la traduzione in italiano del termine) o “Pensiero snello” (traduzione di “Lean Thinking”, anche questo riferito alla filosofia di pensiero).

##### 2.1.1 La produzione di massa

Dall’inizio del 900 agli anni ‘60-‘70 fu stabile il sistema della produzione di massa, che consisteva nel produrre una grande quantità di prodotti standard, sfruttando le economie di scala e dei macchinari specializzati per quelle poche varietà che esistevano.

---

<sup>13</sup> Panizzolo R., 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione Snella dei Processi, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2022-2023.

Questo modello di produzione nacque dopo la seconda rivoluzione industriale, quando ancora non si erano sviluppate delle vere e proprie tecniche di gestione dei processi produttivi. Il rappresentante di ques

**Nessuna fonte nel documento corrente.to** sistema fu Henry Ford, l'imprenditore statunitense che fondò la famosa casa automobilistica Ford. Egli si ispirò alle teorie proposte da Fredrick Taylor, che scrisse il libro "L'organizzazione scientifica del lavoro", dove spiegò l'importanza di organizzare in modo strutturato il lavoro nelle realtà industriali, cosa che fino a quel momento non veniva fatta. Enunciò i seguenti principi<sup>14</sup>:

- Studio scientifico dei compiti da assegnare agli operatori e non più assegnazione casuale.
- Selezionare e formare i lavoratori per delle determinate mansioni.
- Dare istruzioni precise e supervisionare che vengano seguite.
- Dividere il lavoro tra dirigenti e lavoratori di modo che i primi applichino i principi dell'organizzazione del lavoro per pianificare il lavoro dei secondi.

Il fatto di fare eseguire agli operatori solo determinate mansioni in modo ripetitivo permette l'origine di un effetto learning<sup>15</sup> che porta a un aumento della produttività, che è lo scopo principale della produzione di massa. L'operatore è visto come uno dei tanti fattori produttivi e non gli viene attribuito nessun valore maggiore, inoltre in quest'ottica c'è una forte divisione tra i manager che sono la mente pensante e gli operatori che devono limitarsi ad eseguire ciò che gli viene detto.

I principi visti caratterizzavano le catene di montaggio di Ford e portarono ad un sistema produttivo con le seguenti peculiarità:

- Standardizzazione dei processi e dei prodotti.
- Scomposizione del lavoro in operazioni elementari e cronometraggio dei tempi di svolgimento delle stesse.
- Specializzazione del lavoro.
- Uso di macchine specializzate.

---

<sup>14</sup> Wikipedia, <https://wikipedia.org/>.

<sup>15</sup> Effetto di apprendimento generato dalla ripetizione di un compito.

- Elevati volumi produttivi e prezzi bassi grazie alle economie di scala.
- Domanda prevedibile e controllabile.
- Massimizzazione dei ritmi di lavorazione.
- Eliminazione dei tempi morti.
- Pochi modelli di prodotto.

Tra il 1908 e il 1927 vennero prodotte moltissime Ford Model T di colore nero, che fu la prima automobile che la classe media americana poté permettersi di comprare. Quest'auto divenne il simbolo della modernizzazione e della motorizzazione negli Stati Uniti<sup>16</sup>.



Figura 2.1: Ford Model T ([designindex.it](http://designindex.it)).

È iconica la frase che disse Ford in quegli anni, che rappresenta bene l'ideale di produzione di massa.

*“Ogni cliente può ottenere un'auto colorata di qualunque colore desideri, purchè sia nero”.*<sup>17</sup>

### 2.1.2 La crisi della produzione di massa

Il sistema di produzione trovò le prime difficoltà a partire dal 1954 quando Abraham Maslow, uno psicologo statunitense, scrisse il libro “Motivation and Personality” dove spiegò il processo di acquisto dei consumatori, che nasceva da un bisogno. Introdusse

---

<sup>16</sup> Wikipedia, <https://wikipedia.org/>.

<sup>17</sup> Ibidem.

così il concetto di “bisogno” e realizzò la conosciuta “Scala dei bisogni di Maslow”, che è rappresentata di seguito.



Figura 2.2: Piramide dei bisogni Maslow ([ediscom.it](http://ediscom.it)).

Questa piramide vuole rappresentare come ci siano dei bisogni più essenziali di altri e che se i bisogni basilari non vengono soddisfatti anche quelli dei livelli successivi non potranno essere soddisfatti.

- Bisogni fisiologici: sono rappresentati dalla necessità di respirare, cibarsi, riprodursi, dormire e mantenere la temperatura corporea costante.
- Bisogni di sicurezza: si intende la sicurezza fisica, di occupazione, morale, di salute.
- Bisogni di appartenenza: sono le esigenze di vivere l’affetto familiare, le amicizie, delle relazioni amorose.
- Bisogni di stima: sono le necessità di avere autostima, autocontrollo, realizzazione e rispetto reciproco.
- Bisogni di autorealizzazione: sono rappresentati dai bisogni di problem solving, creatività, accettazione e assenza di pregiudizi.

Si inizia a capire che le persone non hanno tutte gli stessi bisogni e quindi non possono essere soddisfatte nello stesso modo. Da qui nasce quella che conosciamo oggi come “segmentazione del mercato”, che consiste nel fornire ai clienti prodotti diversi a seconda dei loro bisogni.

Ecco quindi che il modello di Ford iniziò a entrare in crisi. Un collaboratore di Ford, Alfred Sloan, che aveva più volte suggerito a Ford di adattare la sua produzione ai

cambiamenti che stavano avvenendo, non venendo ascoltato decise di aprire un'officina, la General Motors (GM), che poi diventò una famosa casa automobilistica. Questa creò un modello di auto adatto a ogni segmento, cercando di soddisfare quei clienti che dopo molti anni volevano cambiare modello di auto. Non fu questo però che sconvolse completamente il fordismo, bensì fu l'arrivo in occidente di aziende originarie del Giappone che offrivano prodotti a prezzi bassi ma ad alta qualità e varietà.

### **2.1.3 La produzione snella di Toyota<sup>18</sup>**

La "Toyota Motor Corporation" o semplicemente la conosciuta Toyota fu l'azienda che più sconvolse il mercato occidentale. Venne fondata da Kiichiro Toyoda, figlio di Sakichi Toyoda il quale deteneva l'azienda Toyoda Automatic Loom, famosa per l'invenzione dei telai automatici che facevano il cambio "in corsa"<sup>19</sup> della spoletta e riconoscevano quando un filo si spezzava. La prima caratteristica può ricondursi alla tecnica dello SMED (Single Minute Exchange of Dies), mentre la seconda si può ricondurre alla tecnica dello Jidoka (macchine intelligenti), entrambi i concetti verranno spiegati in seguito.

Kiichiro assunse Taiichi Ohno, che sviluppò un sistema produttivo che si contrapponeva al Fordismo e che era costituito principalmente dai 3 seguenti punti:

- Flusso continuo del prodotto dalla prima all'ultima lavorazione, per ridurre i tempi di attesa e di spostamento.
- Produzione pull, cioè "tirata dal cliente"<sup>20</sup>, contrapposta alla produzione push ("spinta") di Ford.
- Miglioramento continuo dei processi, cercando di raggiungere la perfezione.

---

<sup>18</sup> Panizzolo R., 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione Snella dei Processi, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2022-2023.

<sup>19</sup> Cioè finché la macchina sta lavorando.

<sup>20</sup> Pull: produzione su richiesta, si avvia la produzione solo quando c'è una domanda effettiva da parte del cliente.

Push: produzione su previsione.

Inizialmente la crescente presenza di aziende giapponesi in Occidente non veniva considerata con particolare attenzione. Tuttavia, negli anni '80, l'argomento iniziò a guadagnare importanza all'interno delle università attraverso alcune pubblicazioni in riviste scientifiche, e si cominciò a capire che probabilmente non era un fenomeno passeggero.

Molte persone erano scettiche e giustificavano il successo di Toyota con alcune motivazioni, alcune fondate mentre altre no. Ad esempio, si sosteneva che solo la cultura perfezionista giapponese potesse portare a un sistema simile ma ciò fu smentito da una sorta di esperimento<sup>21</sup>. Si affermava anche che i giapponesi erano avvantaggiati dagli aiuti che ricevevano dallo stato (constatazione corretta) oppure grazie a un forte utilizzo delle tecnologie di automazione (constatazione scorretta).

Nell'82 Toyota permise ad alcune figure occidentali di spessore (politici, economisti, manager e professori universitari) di visitare il suo stabilimento per mostrare in cosa consisteva il sistema di produzione, non preoccupandosi di un'eventuale concorrenza dato che il divario era talmente grande da non essere colmabile nel breve termine. Da questa visita ebbero origine alcuni libri che spiegavano e promuovevano il modello di Toyota.

Nell'88 uscì il libro di Taiichi Ohno<sup>22</sup> in cui esponeva i 3 principali pilastri del modello di Toyota:

- La ricerca della perfezione, attraverso il miglioramento continuo.
- Il coinvolgimento dei collaboratori.
- L'integrazione dei fornitori.

Spiegò anche che si cercava di eliminare le attività che non contribuivano a creare valore per il cliente, andando a ridurre il tempo in cui il prodotto raggiungeva il cliente.

Nel 1988 uscì anche il libro "The machine that changed the world", di Womack, Jones e Ross, in cui si usa per la prima volta il termine "Lean" per parlare del modello di Toyota. Con l'uscita del libro di Womack e Jones del 1996, invece, si introduce il

---

<sup>21</sup> John Krafcik confrontò l'efficienza di stabilimenti giapponesi, americani e americani ma con gestione giapponese e comprese, analizzando lo stabilimento Nummi, che applicando i principi di Toyota anche un'azienda americana può raggiungere i buoni risultati di una giapponese. Ciò confuta il fatto che il successo di Toyota sia dovuto alla cultura giapponese e che quindi sia inimitabile.

<sup>22</sup> Taiichi Ohno fu uno degli esponenti più importanti del pensiero Lean.

concetto di "Lean Thinking", espandendo l'ambito oltre la produzione e adottando la filosofia di ottenere più risultati con minori risorse umane, meno tempo e meno spazio, avvicinandosi sempre di più all'obiettivo di fornire ai clienti esattamente ciò che desiderano.

## 2.2 Principi del Lean Management

Dopo aver introdotto il Lean Thinking e la sua storia, in questo paragrafo si vanno a descrivere i principi che stanno alla base di questa filosofia di pensiero. Per ogni principio Lean si fa un riferimento alla situazione di BDF Digital rispetto a esso, per poter inquadrare quanto l'azienda sia inserita in questo contesto.

La seguente immagine rappresenta i 5 principi che stanno alla base della filosofia nata con Toyota. Si seguono i punti in ordine crescente e, una volta arrivati al quinto passo, si riparte dal primo, perché in ottica Lean bisogna cercare di raggiungere l'ottimo attraverso cicli iterativi di miglioramento.



Figura 2.3: I principi del Lean Management ([manutan.it](http://manutan.it)).

- 1. Definire il valore:** definire cosa crea valore per il cliente, ossia quali sono gli aspetti del prodotto che generano utilità e per cui lui è disposto a pagare.

Solitamente per farlo si utilizza la QFD (Quality Function Development), uno strumento che traduce, attraverso una serie di passaggi logici e matematici, le

caratteristiche critiche (importanti) del prodotto in caratteristiche critiche dei componenti e le caratteristiche critiche dei componenti in operazioni critiche da svolgere. Permette quindi di risalire agli elementi più importanti del processo produttivo per riuscire a soddisfare a pieno il cliente.

In BDF Digital non si realizzano prodotti innovativi, se confrontati con quelli dei più grossi player del mercato dei CN e del motion control; il processo produttivo è standard e si è notato che è più il servizio (inteso sia come post vendita, che di personalizzazione delle soluzioni tecniche) fornito ai clienti che permette di renderli soddisfatti. Sicuramente la qualità, l'affidabilità e l'adattabilità dei prodotti sono le caratteristiche che creano più valore<sup>23</sup> per i clienti. Essendo un'azienda storica è stato possibile, negli anni, riscontrare che i clienti apprezzano molto la flessibilità a livello logistico e tecnico, difatti oltre a permettere di personalizzare i prodotti si è molto elastici sui termini di consegna. I clienti inoltre possono sempre contare sulle risorse interne dell'azienda che forniscono le informazioni ed il supporto necessari in modo rapido ed esaustivo e, all'occorrenza, mediante un servizio post vendita che garantisce di visitare il cliente appena possibile per supportarlo in caso di problemi e assisterlo nella ricerca di soluzioni. In conclusione, il valore per i clienti di BDF Digital è dato dal servizio prima, durante e dopo la vendita, e dalla sicurezza e qualità dei prodotti.

- 2. Identificare e mappare il flusso di valore:** capire quali attività sono necessarie per creare valore per i clienti. Le attività si classificano come “a valore” oppure “non a valore”: le prime aggiungono valore al cliente, mentre le seconde non contribuiscono alla creazione di valore percepito. Quest'ultime sono rappresentate come degli sprechi e, se possibile, devono essere eliminate, altrimenti, se sono attività non a valore ma necessarie, devono essere minimizzate.

Nell'applicare questo principio si utilizza il Value Stream Mapping, uno strumento che permette di rappresentare il flusso del valore nello stato attuale e, dopo aver

---

<sup>23</sup> Creare valore per un cliente significa fornirgli un prodotto o un servizio che gli sia realmente utile per risolvere un problema, rendendolo felice e giustificando il denaro che egli spende.



attuato i miglioramenti, in quello futuro. Essendo un tool molto importante e che sarà utilizzato durante il progetto, verrà spiegato in modo dettagliato in uno dei prossimi paragrafi, riportando la Value Stream Map che BDF Digital ha realizzato in un suo progetto di miglioramento in ottica lean.

In BDF Digital le attività di miglioramento a livello di processo operativo o transazionale sono state mappate mediante il Value Stream Mapping. Si può previamente affermare che le macro-attività che creano valore sono tutte quelle che permettono di fornire un attento servizio nei confronti del cliente, oltre che alle numerose attività produttive che garantiscono un output di qualità. Come si vedrà, sono presenti anche attività non a valore, alcune eliminabili ed altre necessarie.

- 3. Fare scorrere il flusso:** bisogna creare un flusso di attività a valore che sia rapido, eliminando le varie interruzioni o perdite di tempo che possono verificarsi. Questo è possibile soprattutto eliminando i buffer interoperazionali<sup>24</sup>, che causano l'interruzione della produzione e quindi un Lead Time<sup>25</sup> di produzione maggiore. L'ideale quindi è avere una produzione continua, dove il pezzo non si ferma tra una lavorazione e l'altra: con la logica "one piece flow" si lavora un pezzo alla volta, facendolo passare dalla prima all'ultima stazione produttiva; in questo modo scompare l'idea di lotto di produzione e si riducono le scorte. Gli strumenti usati in questa fase possono essere lo SMED, che permette di preparare rapidamente i macchinari quando si passa da un modello di prodotto all'altro; il group technology e cellular manufacturing, che permette di raggruppare le stazioni di lavoro con

---

<sup>24</sup> I buffer interoperazionali sono delle zone tra una stazione di lavoro e l'altra, in cui gli operatori pongono i semilavorati destinati ad essere elaborati nella stazione successiva. Sono delle aree in cui vengono accumulate delle scorte che rimangono ferme per un certo periodo prima di essere riprese in mano; ciò causa discontinuità nella linea perchè le attività non sono coordinate, dunque non si lavora secondo un flusso continuo e i tempi per ottenere i prodotti sono maggiori. Rimuovendo i magazzini intermedi le attività saranno coordinate e sarà possibile far scorrere il flusso.

<sup>25</sup> Il Lead Time è un parametro che indica il tempo necessario a soddisfare la richiesta di un cliente. Esso viene spesso suddiviso in diversi tempi, uno di questi è il Lead Time di produzione che rappresenta la durata delle attività di produzione di un prodotto. Più basso è, più rapidamente si soddisfano le richieste dei clienti. Un Lead Time molto alto è sintomo di inefficienze.

funzioni comuni; e lo spaghetti chart, con cui è possibile semplificare i flussi dei materiali all'interno dell'area produttiva.

In BDF Digital la produzione è a reparti, si lavora su commessa e non esiste un flusso ininterrotto dei materiali: quando viene eseguita una lavorazione, infatti, il pezzo non sempre segue un flusso continuo a causa della mancanza di risorse o della logistica di stabilimento. Per questi motivi i buffer interoperazionali non sono eliminabili, anzi sono necessari perché anche avvicinandosi alla situazione ideale di flusso continuo ci sarebbe bisogno di tutelarsi dalle elevate variabilità presenti. Si può quindi dire che questo terzo principio, per ora, non è sistematicamente presente in questa azienda.

- 4. Implementare un sistema pull:** consiste nel fare in modo che siano i clienti a “tirare” la produzione, realizzando il prodotto solo quando il cliente lo richiede. Questo principio si basa su alcuni strumenti molto utili come i kanban, un segnale visivo con cui si scambiano informazioni sulla necessità di produrre/movimentare un prodotto; l'analisi del takt time, che permette di verificare se le stazioni di lavoro impiegano lo stesso tempo per svolgere le rispettive operazioni ed essere quindi coordinate; la Mixed Model Production, che permette di produrre un mix vario di prodotti invece che avere dei lotti di grandi dimensioni; e il TPM (Total Productive Maintenance), un approccio globale di manutenzione per poter massimizzare la produzione.

Il sistema di BDF Digital è parzialmente pull. Per alcuni codici i materiali e i semilavorati vengono reperiti o realizzati precedentemente agli ordini, quindi su previsione e con l'accumulo di scorte. Questo accade sia per ottimizzare i lotti di acquisto ma anche per mitigare i lunghi tempi di consegna di alcuni componenti più o meno critici per la realizzazione del prodotto finito.

Ciò avviene solitamente con i prodotti di taglie medio-piccole, per i quali si predispongono delle configurazioni di prodotto più generiche possibile e quando arriva l'ordine del cliente si esegue l'ultimo passaggio di configurazione. Per i

prodotti più grandi, che di solito sono quelli che richiedono specifiche più dettagliate, invece si inizia la produzione quando arriva l'ordine (lavorando quindi su commessa). In entrambi i casi il reperimento dei materiali deve avvenire prima di ricevere gli ordini, perché non è pensabile procurarsi tutti i componenti con un breve preavviso; difatti esiste una marcata dicotomia tra lead time di acquisto di alcuni componenti e tempo di evasione dell'ordine, talvolta con differenze anche di 50 settimane rispetto a 3 settimane.

Uno degli strumenti utili all'implementazione del pull che BDF Digital impiega attualmente è il Kanban, un "cartellino visuale" molto utile per la gestione efficace del flusso di produzione. Questo argomento verrà approfondito in seguito quindi per ora ci limita ad indicare che viene impiegato il tipo di kanban denominato "vuoto per pieno" per ripristinare le scorte di viterie e le piccole componenti: quando una delle due scatolette contenente questi materiali si svuota viene prelevata, riempita nuovamente e posta a disposizione dell'operatore.

- 5. Ricercare la perfezione:** sotto la logica del miglioramento continuo non ci si deve accontentare di aver trovato una soluzione che vada bene, ma si deve sempre cercare di raggiungere la perfezione, che in realtà è inarrivabile. Come disse Taiichi Ohno "No problemis a problem" perché solamente se si cercano i problemi si sta cercando di migliorare; in pratica anche quando apparentemente non ci sono complicazioni bisogna cercare di capire quali aspetti possono essere ottimizzati.

Per il pursuit della perfezione si utilizzano le settimane Kaizen<sup>26</sup>, in cui si realizza un progetto di miglioramento in un'area aziendale, un processo o un prodotto da ottimizzare; il metodo Six Sigma, che prevede un'attenzione al processo produttivo tale da portare a valori di ppm (parti per milione) le difformità di processo e prodotto; il TQM (Total Quality Management), un approccio basato sul miglioramento continuo dei prodotti; e le 5S, una procedura per, mantenere l'ordine

---

<sup>26</sup> Kaizen significa miglioramento continuo in giapponese. Letteralmente da "Kai" (cambiamento) e "Zen" (bene, verso il meglio).

e favorire il miglioramento continuo in aree dove hanno luogo i processi operativi e transazionali aziendali.

In BDF Digital, nonostante ci sia il desiderio di ottimizzare i processi aziendali, non vengono ancora utilizzati gli strumenti di miglioramento in modo sistematico. È stata realizzata qualche settimana Kaizen e qualche cantiere 5S quando c'erano necessità "improrogabili", però c'è una certa difficoltà a fare in modo che si creino degli standard da seguire che, come si vedrà, sono molto importanti nel Lean Management.

### 2.3 Gli sprechi

Il lean management si distingue per la sua forte attenzione alla riduzione degli sprechi, di qualsiasi tipo essi siano. Per spreco si intendono le attività non a valore, ossia quelle per cui il cliente non è disposto a pagare.

Questi spesso aggiungono costi o tempo al processo, per questo sono elementi che andrebbero eliminati per fare scorrere il flusso del valore in modo più efficiente e veloce. Fu Taichii Ohno a suddividerli per tipologia chiamandoli MUDA<sup>27</sup>, termine tuttora utilizzato in gergo Lean.

I principali MUDA che si possono trovare in azienda sono:

1. **Sovraproduzione:** produrre più di quanto necessario è lo spreco più problematico, perché origina scorte di prodotti finiti che devono essere gestite e ciò può avere come conseguenza l'origine di tutti gli altri MUDA possibili.

Si può affermare che in BDF Digital questo spreco non ha un peso rilevante in quanto molti articoli vengono prodotti su commessa (come i prodotti custom o i sistemi complessi di automazione e conversione dell'energia) nelle quantità richieste e quando sono ultimati vengono spediti il prima possibile ai clienti. Per i prodotti a

---

<sup>27</sup> In giapponese "muda" significa letteralmente "spreco".

catalogo si effettua una previsione approssimativa: viene realizzato un numero contenuto di “basi”, ossia dei prodotti generici su cui verranno svolti gli ultimi passaggi di configurazione una volta ricevuto l’ordine del cliente.

In entrambi i casi non si produce più di quanto necessario, dunque si può concludere che lo spreco dovuto alla sovrapproduzione non si verifica.

- 2. Giacenze:** la sovrapproduzione porta all’accumulo eccessivo di scorte a magazzino e ciò ha diverse implicazioni. Innanzitutto è da ricordare che lo spazio occupato sulla superficie industriale ha un costo<sup>28</sup>, dato dall’affitto o dai costi di proprietà del capannone, dalla manutenzione e dalla gestione dello stesso, e che la medesima area potrebbe essere utilizzata in modo più proficuo, ad esempio per scopi produttivi, generando quindi del valore. Inoltre i prodotti immagazzinati, se molto numerosi, potrebbero diventare obsoleti col passare del tempo, dando origine a perdite finanziarie.

Nello stabilimento di BDF Digital non c’è un’elevata quantità di prodotti finiti stoccati, però ci sono molte giacenze di materie prime e semilavorati. Questo perché per ottenere un prezzo minore si ordina un numero elevato di semilavorati e componenti che vengono poi immagazzinati, inoltre il tutto può essere ordinato con largo anticipo (a causa dei lead time elevati del materiale elettronico “critico”) e anche per questo i materiali permangono a magazzino per molto tempo. In magazzino sono presenti anche componenti che venivano utilizzati per modelli di prodotto che hanno subito modifiche e che quindi non ha più senso tenere. La produzione per reparti<sup>29</sup>, comunque, presuppone per definizione il detenimento di scorte, che non diminuiranno finché non si inizierà ad utilizzare la produzione in

---

<sup>28</sup> Se l’area occupata è di proprietà dell’azienda, per comprendere l’importanza di sfruttare bene lo spazio, si possono considerare i costi di costruzione del capannone industriale, che variano in base al materiale con cui questo viene costruito. Ad esempio, per un capannone in muratura, il dispendio al metro quadro può andare dai 220 ai 300 € (Edilent, <https://www.edilnet.it/>).

<sup>29</sup> Per produzione per reparti si intende quel tipo di produzione secondo cui le diverse operazioni per realizzare il prodotto finito vengono svolte in reparti differenti, ognuno specializzato nella realizzazione di determinate fasi produttive.

linea come già ipotizzato. Si può concludere che le giacenze presenti in azienda rappresentano, in ottica Lean, un MUDA alquanto importante.

- 3. Percorsi operatori:** tutti gli spostamenti non strettamente necessari alla produzione dei prodotti rappresentano uno spreco, perché il tempo in cui questi si muovono potrebbe essere utilizzato per svolgere attività che creano valore. I movimenti “extra” che gli operatori compiono potrebbero essere causati da determinate problematiche nascoste, ad esempio un lavoratore potrebbe non avere uno strumento a portata di mano ed essere costretto ad andarlo a cercare lasciando la sua postazione.

In BDF può capitare che gli operatori si spostino per procurarsi ciò che necessitano per svolgere la propria mansione. Il problema maggiore relativo agli spostamenti è causato dal fatto che magazzino e produzione sono disposti due piani: quando bisogna prelevare qualcosa dal secondo piano in magazzino, oppure quando si realizzano alcuni tipi di prodotto le cui fasi si trovano logisticamente nei due diversi piani, si devono salire e scendere le scale, il che rappresenta un grande spreco di tempo.

- 4. Tempi di attesa:** questi rappresentano le attese degli operatori e possono essere causati da un ritardo della merce da lavorare a causa di un ritardo dei fornitori, un ritardo dell'operatore della stazione di lavoro precedente o anche dall'attesa del completamento di una certa lavorazione da parte di un macchinario. I percorsi degli operatori e i tempi di attesa possono essere identificati andando ad osservare le azioni delle persone<sup>30</sup>.

In BDF Digital questo tipo di MUDA si verifica quando si fa il collaudo funzionale di un prodotto, che dura circa 4 minuti. Essendo automatizzato non prevede che

---

<sup>30</sup> HeikoXplore, 2017, Planning in a bottle, La programmazione della produzione per aziende di processo. ContinuousImprovement for ContinuousProcess. *Edizione speciale per Cielo e Terra*, Montorso Vicentino, Italy.

l'operatore compia alcuna operazione e questo tempo in cui egli rimane inattivo non crea a valore, difatti si potrebbe pensare di fargli svolgere una mansione finché aspetta che la macchina completi il collaudo. Nelle altre fasi del processo non si verificano molti tempi di attesa, questo anche perché ogni lavoratore ha il suo compito e, non lavorando col flusso continuo, non deve aspettare che la lavorazione precedente sia completata per svolgere la seguente. Pertanto si può dire che questo MUDA è presente solo in piccola parte.

- 5. Trasporto materiale:** trasportare il materiale da un'area ad un'altra non aggiunge valore al prodotto quindi rappresenta un MUDA. Questo spreco può essere identificato osservando il flusso dei materiali all'interno dello stabilimento.

Come detto al terzo punto, quando i componenti di BDF Digital da prelevare si trovano al secondo piano dal magazzino, gli operatori svolgono dei percorsi in più trasportando i materiali da una zona all'altra. Queste sono attività non a valore che andrebbero se non eliminate, almeno ridotte al minimo.

- 6. Riparazioni/errori:** quando un prodotto presenta dei difetti non è vendibile, dunque o lo si deve riparare, incrementandone tempi e costi di produzione, o se non è possibile lo si deve scartare o declassare. In entrambi i casi si hanno degli sprechi e per questo secondo Toyota è importante realizzare in modo impeccabile il prodotto sin dal primo tentativo, riducendo al minimo la probabilità di avere prodotti con errori. Ciò è garantito da una frequente e attenta ispezione dei macchinari e un accurato controllo dei processi.

In BDF Digital i prodotti finiti presentano raramente errori, però semilavorati come schede e carpenterie, che arrivano dai fornitori, presentano talvolta difetti e non possono essere impiegati subito nel flusso di produzione. Questo rappresenta un costo ma anche una perdita di tempo e di risorse per gestire le segnalazioni che ne derivano. Inoltre capita, anche se meno spesso, che si verifichino errori nelle

lavorazioni intermedie. Le questioni dei semilavorati elettronici non funzionanti e delle carpenterie rovinate sono problematiche conosciute all'interno dell'azienda ed è già noto che si dovranno risolvere questi problemi insieme ai fornitori.

- 7. Superfici:** gli spazi devono essere sfruttati in modo efficiente, sia evitando di occuparli con oggetti non essenziali, ma anche cercando di saturare nel modo corretto lo spazio. Come detto al secondo punto le superfici hanno un costo quindi bisogna sfruttarle nel modo migliore possibile.

Nel magazzino di BDF Digital c'è un sovradimensionamento dei volumi atti a gestire i codici, perché sono presenti contenitori semivuoti o scaffali parzialmente occupati, il cui spazio andrebbe saturato per garantirne un miglior sfruttamento.

- 8. Competenze e conoscenze non usate nel contesto corretto** per migliorare prodotti e processi: questo ottavo MUDA non è sempre citato o gestito nonostante anch'esso sia molto rilevante. Tale spreco tende a sparire solo quando aumenta la cultura aziendale sui concetti Lean ed il coinvolgimento trasversale delle persone in tutte le attività di gestione. Le risorse umane e le loro competenze sono essenziali per un'applicazione completa e corretta dei principi Lean, per questo devono essere sfruttate nel modo migliore possibile, permettendo la nascita e l'espressione di potenzialità utili al miglioramento<sup>31</sup>.

In questo senso è importante che i membri dell'organizzazione si sentano liberi di parlare, far emergere problemi e proporre soluzioni: ciò è possibile soltanto se il contesto aziendale permette agli individui di contribuire in modo proattivo alla crescita dell'impresa<sup>32</sup>. Secondo Taiichi Ohno, difatti, uno dei pilastri portanti della Lean Management è proprio il coinvolgimento delle persone.

Anche al di fuori dell'ambito Lean, oggi si parla molto di “engagement” (coinvolgimento) e “commitment” (impegno) da parte dei dipendenti: questi due

---

<sup>31</sup> Fonti interne.

<sup>32</sup> The Lean Six Sigma Company, <https://theleansixsigmacompany.it/>.



concetti rappresentano la chiave vincente di un'organizzazione moderna perché permettono alle persone di sentirsi più coinvolte, più creative e più soddisfatte. Questa gratificazione si traduce in un miglior ambiente di lavoro, un minore assenteismo e turnover del personale, oltre che consentire ai dipendenti di condividere le proprie idee, alcune delle quali potrebbero risultare estremamente utili.

In BDF Digital si cerca di favorire questo aspetto attraverso la continua formazione del personale, sia in ambito Lean ma anche su altri validi temi come il problem-solving, la comunicazione interpersonale, il team building e molto altro. Oltre a investire nell'aspetto formativo si punta molto anche sul coinvolgimento trasversale delle risorse umane nelle attività di miglioramento, promuovendo la partecipazione di tutti e favorendo un ampio spazio di espressione. Per questi motivi si può concludere che, all'interno dell'azienda, lo spreco dato dallo sfruttamento scorretto delle competenze è ridotto al minimo.

Esistono anche altri “Mu” che andrebbero evitati:

- **Muri:** rappresenta un carico eccessivo di lavoro su persone o macchine, attività complicate o pesanti da svolgere che possono destabilizzare il soggetto in questione. In BDF Digital, generalmente, non c'è un carico di lavoro eccessivo né sulle persone né sui macchinari.
- **Mura:** indica la fluttuazione della domanda che si riflette in variabilità dei carichi di lavoro su persone o macchinari.

Questa azienda risente molto delle fluttuazioni della domanda dato che ci sono periodi in cui si hanno pochi ordini e altri in cui se ne ricevono molti, quindi in questi casi si originano dei Mura. In base ai diversi ordini dei clienti cambiano le priorità e questo fa sì che si debbano cambiare i piani produttivi: può capitare, in una situazione del genere, che quando arrivi un ordine più importante si debbano

accantonare dei semilavorati per poi riprenderli in seguito posticipando la data di consegna e causando dunque delle inefficienze. Uno degli obiettivi della progettazione di linee produttive dedicate ad alcuni codici è proprio quello di gestire meglio la produzione di codici diversi nello stesso periodo, senza dover scegliere dove allocare le risorse produttive.

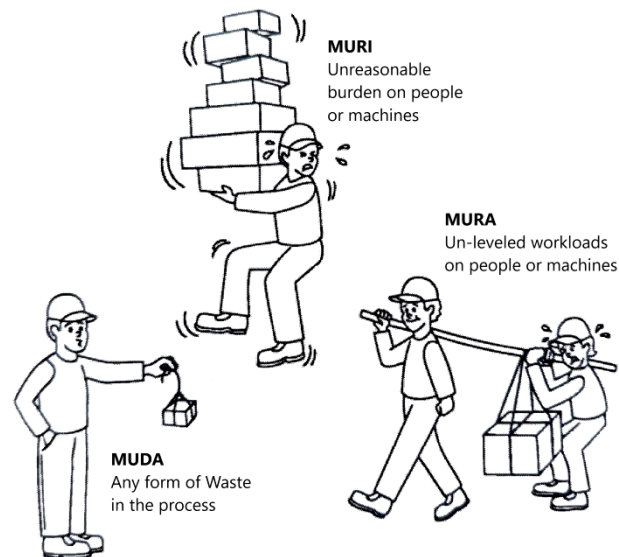


Figura 2.4: Rappresentazione di Muda, Mura e Muri<sup>33</sup>.

## 2.4 House of Lean

Nella prossima immagine viene mostrata quella che viene detta “Lean House”, una rappresentazione grafica in cui vengono messi in evidenza i concetti che costituiscono le fondamenta e pilastri portanti del Toyota Production System (TPS).

---

<sup>33</sup> Heiko Xplore, 2017, Planning in a bottle, La programmazione della produzione per aziende di processo. Continuous Improvement for Continuous Process. *Edizione speciale per Cielo e Terra*, Montorso Vicentino, Italy.

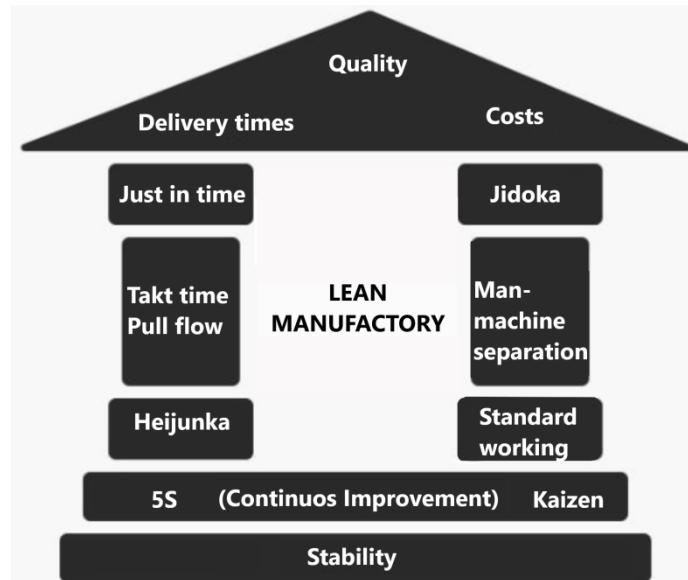


Figura 2.5: House of Lean ([toolshero.com](http://toolshero.com)).

Ogni livello non può esistere se quello sotto non è ben saldo:

- **Stabilità:** i processi devono essere stabili e standardizzati per potere applicare il miglioramento continuo.
- **Miglioramento continuo:** alla base della Gestione Snella dei processi. È garantito dalle attività di 5S, dove ogni “S” è un’attività che permette il miglioramento, e dal Kaizen (Kai= cambiamento, Zen= verso il meglio), miglioramento incrementale a piccoli passi.
- **Heijunka:** livellamento della produzione che riduce l’irregolarità nel processo di produzione.
- **Sistema pull:** produzione “tirata” dagli ordini dei clienti.
- **Just in time (JIT):** è un modello che prevede di preparare in breve tempo solo le commesse richieste dai clienti applicando agli ordini ai fornitori lo stesso principio, da qui il nome che tradotto in italiano significa “appena in tempo”. Permette di ridurre al minimo gli sprechi di tempo, materiali e risorse, producendo solo ciò di cui si ha effettivamente bisogno e al momento in cui serve.
- **Lavoro standardizzato:** utilizzo di standard delle operazioni da eseguire, mediante procedure che permettono di verificarne la correttezza e di evitare errori banali ma anche misurandone le prestazioni.

- **Separazione uomo macchina:** ai macchinari viene fornita “intelligenza”, facendo in modo che si fermino in condizioni di “non-qualità”, in questo modo l’operatore non deve supervisionare la macchina e può concentrarsi sulle attività a valore finché la stessa sta andando, questo concetto determina il passaggio dalla tipica “automazione” all’ “autonomazione”, caratteristica tipica dell’Industry 4.0<sup>34</sup> applicata ai processi manifatturieri.
- **Jidoka:** prevede di costruire la qualità durante il processo, con l’utilizzo del principio precedente e facendo in modo che l’intervento umano non alteri l’output.
- **Alta qualità, tempi di consegna brevi e costi bassi:** questi sono gli elementi che compongono il tetto della “Lean House” e rappresentano gli obiettivi a cui si deve puntare per raggiungere la perfezione. Ciò viene garantito dall’adozione di ognuno dei criteri sopraelencati.

Adattando la House of Lean alla situazione attuale di BDF Digital si può affermare che le basi della casa sono abbastanza forti, in quanto i processi sono stabili e il miglioramento continuo viene applicato, seppur non assiduamente; gli elementi che formano i pilastri non sono tutti presenti, mentre altri lo sono ma non completamente, come l’Heijunka, il sistema pull, il JIT e lo Jidoka; il tetto quindi non è completamente stabile difatti, nonostante la qualità dei prodotti sia molto elevata, i costi produttivi e i tempi di consegna potrebbero essere inferiori.

## 2.5 Visual Management

Il Visual Management è un approccio visuale molto usato nel Lean Management e lo si ritrova in moltissimi strumenti. Permette di visualizzare le informazioni in modo semplice ed immediato, di identificare o segnalare i problemi, di mostrare gli scostamenti dalla situazione ideale, di visualizzare i processi e di favorire la comune comprensione di un problema, promuovendo una migliore presa di decisioni. L’utilizzo

---

<sup>34</sup> L’Industry 4.0 rappresenta la quarta rivoluzione industriale, che sfrutta le nuove tecnologie digitali per integrarle nei processi aziendali.

di rappresentazioni visive dei dati come simboli, immagini, grafici, tabelle e colori permette di scorgere istantaneamente su cosa bisogna porre l'attenzione.

Molti degli strumenti che verranno esposti sono strumenti visuali: il QFD, il VSM, la Yamazumi Chart, il kanban, l'Heijunka, il diagramma di Ishikawa, la Makigami Chart, le 5S, i fogli A3-X e gli A3-T utilizzano tutti schemi o grafici per comprendere diverse situazioni in modo chiaro e rapido.

Nelle prime settimane di permanenza in BDF Digital quest'ultimo tema è stato molto presente e proprio in questo periodo si è iniziato ad utilizzare un cartellone per gestire in modo snello le segnalazioni interne in caso di semilavorati che presentano difetti, dato che nel sistema MES, in fase di implementazione e sviluppo interno, non si possono ancora controllare completamente, a livello di flusso di gestione, questo tipo di problemi. Le colonne presenti sono divise in "repository" ossia il deposito che raccoglie il problema, la cui origine può essere interna (in un reparto) o esterna (quando è il fornitore addetto alla lavorazione che trova il difetto); in "in lavorazione" che può avere come destinazione la produzione o l'ufficio service e in "completato", che può avere come esito il prodotto riparato oppure scartato, se non è stato possibile ripararlo. Si attaccano dei post-it (uno per ogni segnalazione) nella prima parte a sinistra e andando avanti con la procedura questi post-it vengono spostati nelle colonne adatte.

Il cartellone è posto in un punto strategico dell'azienda dove il personale passa ogni giorno e ciò fa sì che chi è incaricato di gestire le segnalazioni si ricordi del compito che deve svolgere, che ci sia un aggiornamento quotidiano dello stato dei lavori e che tutti gli attori coinvolti nel flusso di gestione abbiano accesso facilmente alle informazioni. C'è quindi una maggiore responsabilizzazione da parte delle persone, inoltre la semplicità dell'uso dei post-it aiuta a rendere il processo più lineare e a gestire più velocemente i problemi.

Si riporta il cartellone in questione di seguito.



Figura 2.6: Cartellone per la gestione delle segnalazioni di articoli (es. schede elettroniche) difettose (Fonti interne).

Al giorno d’oggi, dopo più di 60 anni dalla nascita della Lean, il Visual Management è diventato una componente ancora molto utilizzata (ed in alcuni casi essenziale) per la condivisione di informazioni all’interno delle aziende, anche in quelle che non seguono necessariamente i principi del TPS.

Il rapido accesso alle informazioni, la facile comprensione e condivisione delle ultime, il monitoraggio in tempo reale dei processi aziendali, la pianificazione delle attività e la collaborazione efficace tra i membri di un team sono alcuni dei benefici più importanti che portano alla crescente adozione dei sistemi visual nel mondo industriale. Se una volta però le rappresentazioni visuali avvenivano su cartelloni o su fogli di carta fisici, negli ultimi anni il progresso tecnologico ha permesso lo sviluppo di moltissimi strumenti digitali che consentono una migliore applicazione del Visual Management. Molti di questi strumenti sono piattaforme online che permettono la creazione personalizzata di fogli di lavoro digitali sui quali è possibile rappresentare innumerevoli tipi di problemi o situazioni, spaziando dal problem solving a diverse tipologie di analisi utili alle imprese e non solo.

Uno di questi strumenti è Miro<sup>35</sup>, una piattaforma online utilizzabile sia da studenti che da aziende, gratuita<sup>36</sup> e semplice da utilizzare. È possibile selezionare, tra i tanti, il

<sup>35</sup>“Miro. La piattaforma di condivisione visiva per ogni team.” Miro, 2023. <https://miro.com/it/>.

<sup>36</sup> La versione gratuita presenta delle limitazioni ma esistono diverse versioni a pagamento con le quali si ottengono maggiori funzionalità.

template più adeguato alle proprie necessità, se necessario modificarne la struttura, compilarlo con le informazioni necessarie e condividerlo con il proprio team di modo che le modifiche siano visibili da tutti in tempo reale. I modelli utilizzabili su questa piattaforma sono divisi nelle categorie Meeting & Workshop; Brainstorming & Ideation; Agile Workflows; Mapping & Diagramming; Research & Design; Strategy & Planning.

La maggior parte degli strumenti del Lean Management accennati in questo capitolo sono presenti in Miro e si possono utilizzare gratuitamente se si accettano alcune limitazioni, come il fatto che si possa lavorare solo su 3 template per volta o il fatto che si possa condividere lo spazio di lavoro solo con le persone che si registrano al sito.

Ad ogni modo l'utilizzo di questo comporta notevoli vantaggi rispetto all'uso cartaceo di questi strumenti, come una migliore condivisione delle informazioni e delle modifiche, una forte collaborazione anche da remoto, una rappresentazione ancora più visuale e chiara<sup>37</sup>, una maggiore dinamicità e, seppur non impattante sulla gestione aziendale, una notevole riduzione del consumo di carta, promuovendo così la sostenibilità e l'attenzione per l'ambiente.

In questo momento, le aziende che volessero investire nella digitalizzazione di questi strumenti, possono avere accesso a fondi legati al PNRR che riguardano appunto la digitalizzazione dei processi, favorendo una maggiore tendenza a sfruttare i benefici offerti dalle applicazioni di questo tipo.

Nel capitolo 5, relativo alla fase operativa del progetto di tesi, si illustreranno alcuni degli strumenti di visualizzazione digitale di Miro utilizzati nel corso dello stage per la rappresentazione e la condivisione dello svolgimento del progetto. In particolare si mostreranno il foglio A3-T utilizzato per seguire il progetto e il diagramma di Ishikawa impiegato per l'analisi causa-effetto delle inefficienze rilevate.

---

<sup>37</sup> La disponibilità di un ampio spazio per le annotazioni e la possibilità di ingrandire l'immagine in modo illimitato rendono particolarmente agevole l'utilizzo della tavola di lavoro, consentendo di raggiungere un elevatissimo livello di dettaglio. Inoltre, l'impiego dei riquadri che riproducono il concetto dei classici post-it permettono l'inserimento di annotazioni, favoriscono l'organizzazione delle diverse sezioni e agevolano la comprensione immediata e condivisa del problema in questione.





## Capitolo 3

### 3. Gli strumenti del Lean Management<sup>38</sup> e la loro applicazione in BDF Digital

Fino a ora si sono illustrate quelle che sono le basi del pensiero Lean, spiegando in cosa consistono i principi, le fondamenta e i pilastri portanti, quali sono gli sprechi che vanno evitati e perché è importante la gestione visuale.

In questo capitolo si presentano alcuni dei principali strumenti che permettono una Gestione Snella dei processi aziendali, soffermandosi maggiormente su quelli che sono gli strumenti già utilizzati, o che lo saranno a breve, in BDF Digital.

#### 3.1 Value Stream Mapping (VSM)

Questo è lo strumento essenziale che serve per mappare in modo visivo il flusso del valore all'interno dell'azienda e analizzare dove si può intervenire per eliminare le attività non a valore, per metterle a flusso e per implementare un sistema di tipo pull. La mappatura può seguire diversi criteri<sup>39</sup>, qui ci si concentra sul flusso di produzione dell'intero stabilimento produttivo.

Di seguito è riportato lo schema delle fasi da seguire con una successiva descrizione.

---

<sup>38</sup> Panizzolo R., 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione Snella dei Processi, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2022-2023.

<sup>39</sup> La VSM può essere realizzata o considerando il flusso di produzione, cioè il flusso di attività per passare dalla materia prima al prodotto finito, oppure considerando il flusso di progettazione, che va dall'idea di un nuovo prodotto al lancio sul mercato dello stesso. Inoltre si può mappare o un processo singolo di un'area aziendale, o l'insieme dei processi interni, o l'intera catena del valore, considerando anche i fornitori e i clienti.

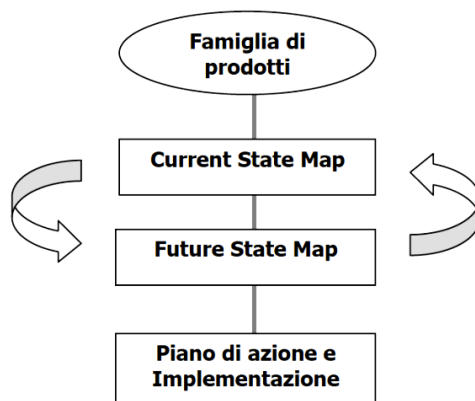


Figura 3.1: Fasi del Value Stream Mapping (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

1. Selezione di una determinata **famiglia di prodotti** su cui svolgere l'analisi. Solitamente si sceglie la famiglia di prodotti che si vende di più, come verrà fatto per BDF Digital.
2. Realizzazione dello **stato corrente** del flusso di valore, anche detto stato as-is (“così com'è”). È una fotografia della situazione attuale che fornisce le informazioni più importanti riguardo al processo produttivo: nella parte in alto a sinistra si trovano le informazioni riguardo ai fornitori (lotti e tempi di consegna), in alto a destra quelle relative ai clienti (lotti, tempi e frequenza di consegna), al centro si riporta il flusso di informazioni tra l'azienda, i fornitori e i clienti e in basso si riportano le attività produttive indicando i magazzini e le varie informazioni riguardo alle fasi di produzione (tempi ciclo e di set-up, numero di operatori e di scorte).

La figura 3.2 è esemplificativa per comprendere la suddivisione delle zone della mappa del flusso di valore. In sintesi, nella parte alta dello schema si riportano i flussi informativi che fluiscono da destra verso sinistra mentre nella parte bassa si riportano i flussi fisici. Nella parte più in basso ancora si trovano due linee spezzate: una indica il lead time di processo, ossia il tempo dato dalla somma dei tempi ciclo di tutte le attività produttive (tempi a valore), mentre l'altra spezzata rappresenta il lead time di produzione cioè il tempo totale di attraversamento che comprende i tempi di attesa, di trasporto e altri tempi non dedicati puramente alla creazione del valore. Più il lead time di processo e il lead time di produzione sono vicini, maggiore è l'efficienza, perché significa che il tempo impiegato in attività che non

creano valore è basso. Dal rapporto del tempo di produzione su quello di processo si ricava l'indice di flusso che rappresenta quanto si è distanti dalla situazione ideale; più l'indice di flusso è basso meglio è.

Tale indice rappresenta il punto di partenza per l'analisi su come applicare dei miglioramenti.

3. Rappresentazione grafica di quello che potrebbe essere lo **stato futuro** del flusso di valore (to-be). La future state map include tutte le modifiche che possono essere fatte al processo produttivo per renderlo migliore.

Partendo dalla current state si capisce cosa deve essere migliorato e in quali aree e, dopo aver ipotizzato degli obiettivi, si possono organizzare delle Kaizen Week in cui si selezionano le aree critiche e si capisce come intervenire per raggiungere gli obiettivi prefissati, in seguito sarà esposta la procedura per farlo. Non sempre la prima future state map è quella definitiva, difatti bisogna verificare che sia possibile realizzare quanto deciso. Tutti gli strumenti e le metodologie che si vedranno successivamente sono utili per passare dalla situazione attuale alla situazione futura.

Per fare delle valutazioni è possibile usare degli strumenti di simulazione di processo tramite la configurazione di un DTO<sup>40</sup> (Digital Twin of Organization), un modello virtuale di un processo (in questo caso aziendale) che permette di simularne l'evoluzione e di fare delle analisi di sensitività accurate.

4. Una volta che si ha definito la future state map ufficiale si può definire il **piano di azione** e implementazione. È da sottolineare come il passaggio dall'as-is al to-be non sia immediato, difatti potrebbe richiedere mesi o addirittura anni. Per passare allo stato futuro è necessario applicare i principi del Lean Management che hanno come obiettivo la creazione del flusso, l'implementazione di un sistema pull e il perseguimento del miglioramento continuo.

Nell'immagine seguente è riportata la Mappa del flusso di valore relativa ai prodotti OPDEplus XS di BDF Digital.

---

<sup>40</sup> “Un gemello digitale è la rappresentazione virtuale di un oggetto o di un sistema lungo tutto il suo ciclo di vita, che viene aggiornata attraverso dati in tempo reale e fa uso di simulazioni, apprendimento e ragionamenti automatici al fine di agevolare il processo decisionale.” (IBM, [ibm.com](https://www.ibm.com)).

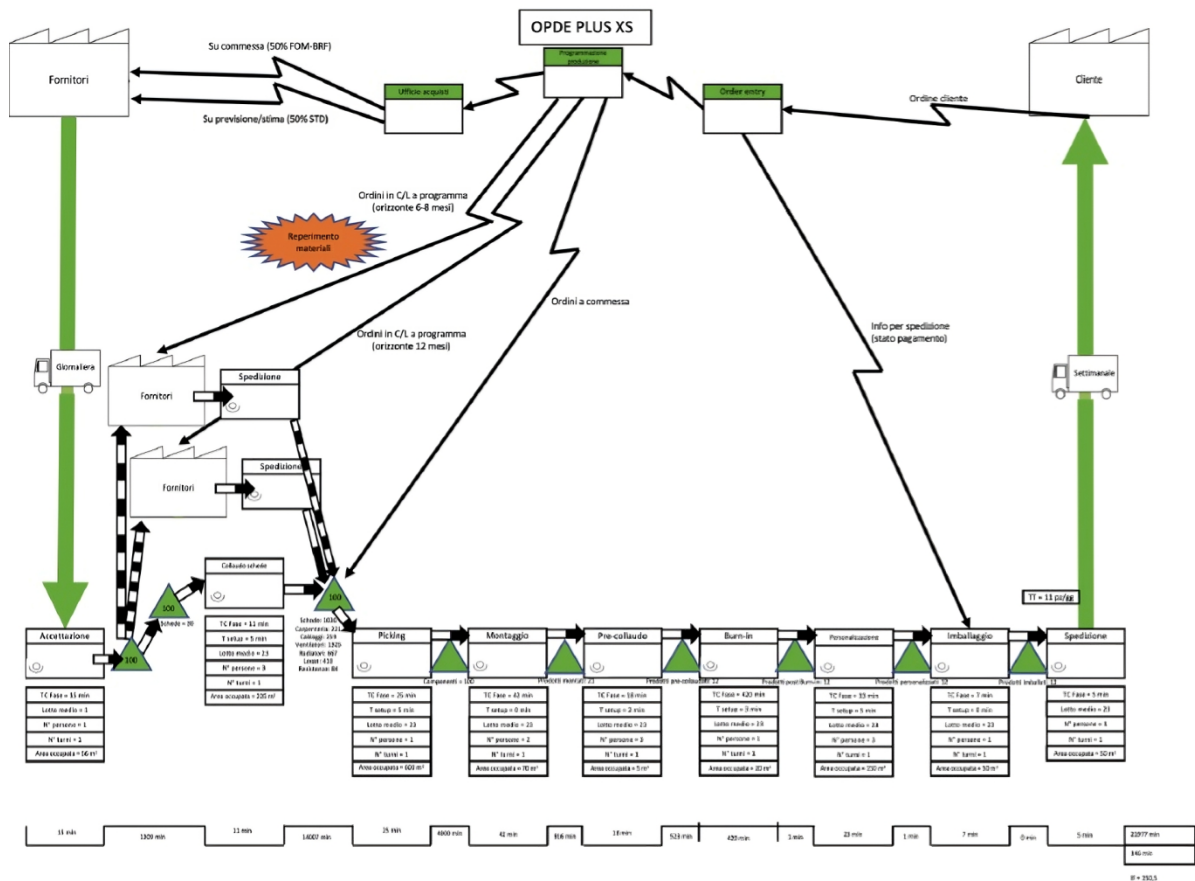


Figura 3.2: La VSM per la famiglia di prodotti OPDEplus XS (Marcon S., Tesi di Laurea, Università degli Studi di Padova, 2022).

### 3.2 SMED System

Lo SMED è una tecnica nata negli anni '60 quando Shigeo Shingo, lavorando in Toyota, implementò questo metodo innovativo per risolvere il problema della lunga durata (di diverse ore) del riattrezzaggio<sup>41</sup> dei macchinari, attività non a valore aggiunto e quindi da minimizzare.

Questa procedura dimostra che qualsiasi set-up per qualsiasi tipo di macchinario se studiato può essere portato a una durata di meno di dieci minuti. In altre parole è possibile ridurre il tempo di riattrezzaggio a un intervallo di minuti compreso tra 1 a 9,

<sup>41</sup> Quando si passa da un lotto ad un altro è necessario reimpostare i macchinari per adeguarli alle esigenze di produzione degli articoli della serie seguente. Il riattrezzaggio delle macchine viene anche detto set-up.

da qui deriva il nome di questa tecnica: Single Minute Exchange of Dies, l'espressione "Exchange of Dies" fu coniata da Shingo perché il primo set-up che studiò era riferito al cambio degli stampi per lo stampaggio delle lamiere in Toyota.

In breve, quando si parla di riattrezzaggio dei macchinari, si distinguono<sup>42</sup>:

- La messa a punto interna dell'impianto, ossia le attività di rimozione o inserimento di determinate attrezzature, che possono essere svolte solo quando la macchina è ferma.
- La messa a punto esterna dell'impianto, ossia le attività di trasporto delle attrezzature, preriscaldamento degli stampi ecc., che possono essere svolte anche finché la macchina sta eseguendo la lavorazione.

Si devono analizzare le fonti di variazione di questi intervalli di tempo ed eliminare tutte le operazioni non a valore. Si ottengono così tempi di set-up minori e una maggiore produttività, andando a velocizzare il flusso e quindi contribuendo ad applicare il terzo principio del Lean Management.

In BDF Digital, essendo la produzione manuale, la tecnica dello SMED non è mai stata utilizzata; tuttavia sarà probabilmente usata per programmare il riattrezzaggio di una delle nuove linee produttive che verranno implementate. Al momento di stesura di questo capitolo, difatti, si discute della possibilità di realizzare sulla stessa linea produttiva le due famiglie di prodotti OPDE e OPDEplus, che hanno un ciclo di lavorazione uguale ma componenti diversi

### **3.3 Group technology e Cellular Manufacturing<sup>43</sup>**

Per Cellular Manufacturing si intende la produzione a celle, ossia un sistema di produzione formato da celle contenenti macchinari atti alla lavorazione di codici della stessa famiglia di prodotto.

---

<sup>42</sup> LeanManufacturing.it, <https://leanmanufacturing.it/>.

<sup>43</sup> Danese P., 2020, Dispense sui sistemi di produzione, Insegnamento di Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici, università degli Studi di Padova AA. 2020-2021.

Quando si devono creare le celle si esegue la Group Technology: si utilizzano delle tabelle/matrici in cui nelle righe si inseriscono i prodotti che l'azienda offre, nelle colonne tutte le fasi di lavorazione che l'azienda compie e nei riquadri delle tabelle, ossia negli incroci tra prodotti e fasi, si scrive una X se il prodotto necessita quella determinata lavorazione. Da qui si vedono le similitudini tra i processi produttivi dei prodotti e si capisce quali di questi potrebbero essere realizzati nelle stessa cella.

Le celle permettono di avere tempi di set-up molto brevi e in modalità “mascherata”, ossia finché vengono realizzate altre lavorazioni a valore aggiunto, inoltre i lotti sono di dimensioni minori, non ci sono dei magazzini intermedi tra le lavorazioni e data la vicinanza tra macchinari/operatori gli spostamenti sono minimi.

In aggiunta la Cellular Manufacturing permette la Job Rotation, ossia la rotazione e lo spostamento degli operatori quando necessario, quindi questi diventano esperti in tutto ciò che si realizza nella cella consentendo anche uno scambio di compiti all'evenienza; tra l'altro spesso nella cella è presente solo un operatore che compie diverse attività, consentendo anche un risparmio sulla forza lavoro.

L'ulteriore vantaggio dato dalla fabbricazione di prodotti diversi (ma della stessa famiglia) permette di concludere che si tratta di un sistema di produzione molto flessibile, che viene spesso identificato come una via di mezzo tra le linee dedicate<sup>44</sup> e la produzione su commessa, fornendo i vantaggi di entrambe.

Dall'immagine che segue si nota il visibile risparmio di spazio, sia in termini di area occupata che di necessità di spostamenti, oltre alla conseguente riduzione dei tempi e del numero di operatori.

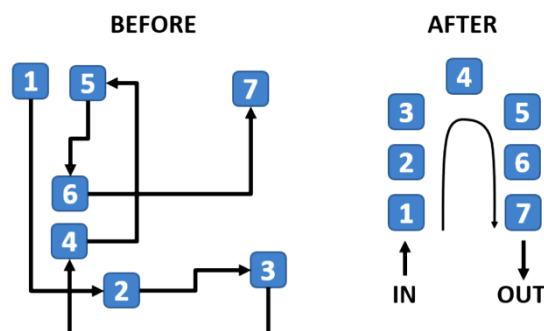


Figura 3.3 :Esempio di riorganizzazione del lavoro in cella ([leansixsigmadefinition.com](http://leansixsigmadefinition.com)).

<sup>44</sup> Dedicata alla produzione di un solo modello di prodotto.

Per le motivazioni esposte fin'ora, nella filosofia del Lean Management le celle rappresentano una delle soluzioni migliori per creare il flusso e implementare un sistema pull.

All'inizio della stesura di questa tesi di laurea in Bdf Digital non esistono celle di lavoro, si progetta però di realizzare una cella di produzione per la famiglia di prodotti BF che, essendo caratterizzati da volumi produttivi contenuti ed essendo di dimensioni importanti, non sono fabbricabili nelle normali linee produttive che verranno progettate, ma si prestano bene alla produzione per celle.

### **3.4 Spaghetti Chart**

La Spaghetti Chart è uno strumento visuale che evidenzia i flussi dei materiali, ma anche delle persone o degli strumenti, all'interno dello stabilimento industriale o di un'area interessata. Mediante questa rappresentazione si mettono in risalto i numerosi spostamenti che avvengono e che causano dei MUDA, oltre che rappresentare un costo. Si parla di "Spaghetti" proprio perché i flussi dei materiali spesso assomigliano a degli spaghetti intricati e disordinati, dove non si riesce a distinguerne uno dall'altro.

Per realizzare questa rappresentazione, si raffigurano digitalmente o manualmente sullo schema dell'area dei cerchi o quadrati che indicano le postazioni di lavoro e si tracciano delle linee che rappresentano gli spostamenti tra di esse. Successivamente si cerca di ottimizzare la disposizione delle stazioni per organizzare i flussi in modo più ordinato, evitando che si incrocino e avvicinando le stazioni soggette a flussi simili e creando delle celle di lavoro, quando possibile.

La foto seguente mostra come possa migliorare la situazione riordinando i flussi e cambiando la disposizione delle stazioni di lavoro.

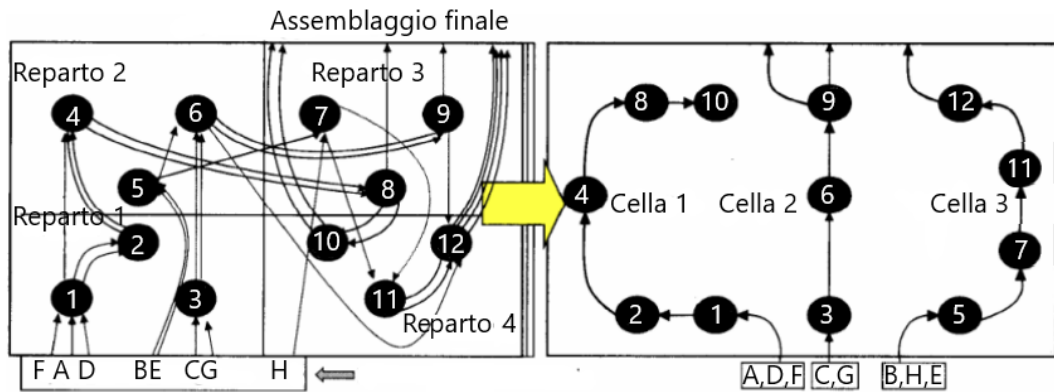


Figura 3.4: Spaghetti chart prima e dopo la riorganizzazione dei flussi (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

In BDF Digital la situazione relativa ai flussi per la produzione del prodotto OPDEplus-XS è quella che segue. La prima immagine, più in alto, rappresenta il primo piano, quella più in basso raffigura il piano terra, entrambi comprensivi di area produttiva (a sinistra) e area di magazzino (a destra).



Figura 3.5: Spaghetti Chart dei prodotti OPDE Plus XS in BDF Digital (Marcon S., Tesi di Laurea, Università degli Studi di Padova, 2022).



Con l'implementazione delle linee produttive e delle celle di lavoro si potranno ottenere dei flussi migliori, che vadano a minimizzare i costi e le perdite di tempo dovuti agli eccessivi spostamenti.

### 3.5 Yamazumi Chart

La Yamazumi Chart, o Operator balance chart, è un grafico molto utile per analizzare la distribuzione del lavoro: nell'asse orizzontale sono rappresentate le stazioni di lavoro, nell'asse verticale il tempo, con delle colonne verticali il tempo ciclo di ogni fase di lavorazione e con una riga orizzontale il Takt Time<sup>45</sup>, ossia il ritmo della linea.

Quando una colonna supera la linea del Takt Time, vuol dire che l'operatore in questione lavora il pezzo per un tempo maggiore del ritmo della linea, cosa che bloccherebbe la produzione qualora fosse a flusso continuo. Se la fase in questione dura più del Takt Time, la si definisce una fase vincolo, perché vincola il resto della produzione. La fase con tempo maggiore, invece, indipendentemente dal fatto che superi o no il Takt Time, la si chiama fase collo di bottiglia.

L'immagine di seguito mostra come è impostata l'Operator balance chart: si può notare che il primo assemblaggio, quello che dura 62 secondi, impiega più tempo delle altre fasi e inoltre supera il Takt Time. In questo caso quindi questa è sia una fase vincolo che un collo di bottiglia.

---

<sup>45</sup> Il takt time è il ritmo a cui dovrebbero scorrere i pezzi se si usasse la produzione a flusso e se tutte le stazioni fossero coordinate. Se il cliente acquista il prodotto in lotti si introduce il parametro Pitch (passo). Di seguito si trova la formula matematica per ricavare questi due parametri.

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

$$Pitch = Takt\ Time * \text{dimensione lotto}$$

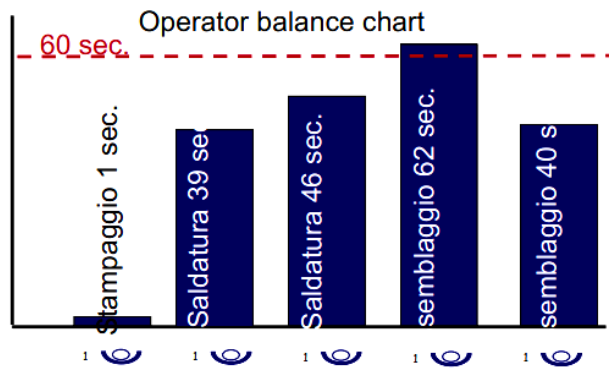


Figura 3.6: Esempio di una operator Balance chart (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

Nell'esempio in figura si nota come la fase di stampaggio sia quella che richiede meno tempo di tutte per essere eseguita; se si volesse mettere a flusso il sistema sarebbe impensabile inserire anche questa fase nella cella di lavoro, si potrebbe quindi pensare di realizzare una cella che contenga tutte le altre fasi e lasciare la postazione singola per lo stampaggio. Come si può notare però i tempi delle altre lavorazioni sono diversi tra di loro, mentre per mettere il sistema a flusso dovrebbero essere uguali e seguire il ritmo della linea. Nel prossimo paragrafo si espone un metodo per risolvere questo problema.

In BDF Digital, non essendoci ancora alcun bilanciamento, vista la produzione per job-shop<sup>46</sup>, la differenza tra i vari tempi delle operazioni risulta alquanto elevata, come si può vedere dalla Yamazumi Chart realizzata in passato per il prodotto OPDEplus XS e riportata di seguito.

<sup>46</sup> Job-shop è il termine anglosassone per riferirsi alla produzione organizzata per reparti.

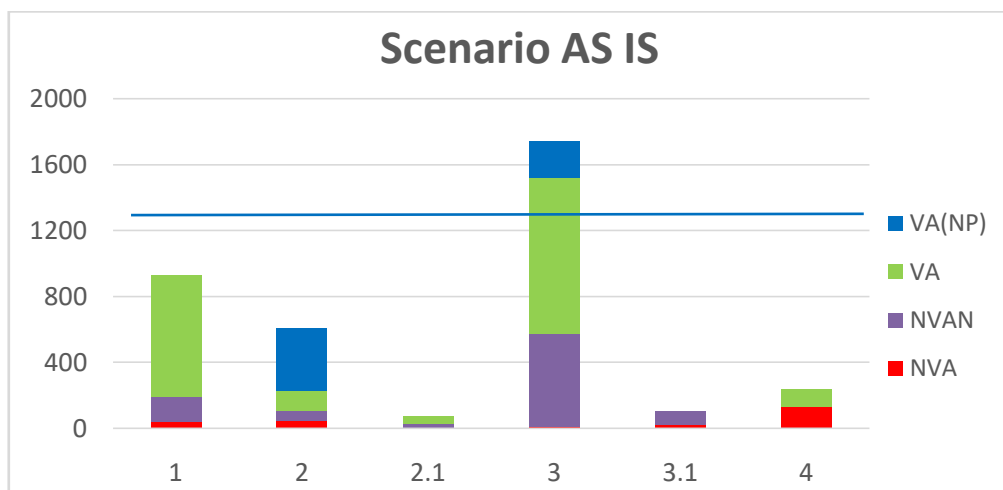


Figura 3.7: Yamazumi Chart per la famiglia di prodotti OPDEplus XS (Fonti interne).

I tempi sono stati riportati a partire dai tempi presenti nella Value Stream Map: come ci si poteva aspettare la produzione non è livellata, ossia le operazioni non presentano tempi di lavorazione simili; la linea blu rappresenta il Takt Time e vale 1380 secondi, ossia 23 minuti. Si può anche notare che la fase di lavorazione numero tre, ossia quella relativa al collaudo funzionale, è la fase vincolo, perché supera il Takt Time. Un ulteriore dettaglio su cui porre attenzione è che le attività sono divise in attività a valore, attività non a valore eliminabili, attività non a valore ma necessarie e a valore ma non produttive. Queste ultime rappresentano quelle attività che aggiungono valore al prodotto, ma durante le quali gli operatori non eseguono fisicamente nessuna operazione, originando dei “tempi morti”: ciò accade, ad esempio, mentre il sistema di test per collaudare il prodotto sta lavorando e l’operatore aspetta che finisca rimanendo inattivo. Nel prossimo paragrafo si espone un metodo utilizzabile per cercare di abbassare questo tempo, e in generale per abbassare i tempi di tutte le operazioni vincolo/colli di bottiglia.

### 3.6 Process Block Mapping

Il Process Block Mapping è uno strumento che permette di mappare i processi produttivi ed è il punto di partenza per diminuire la durata delle attività e quindi quella delle fasi produttive.

L'ipotesi di base è che qualsiasi attività si possa suddividere in 6 e non più categorie, dividendo il processo in sottofasi e indicando per ognuna a quale dei seguenti gruppi appartiene: controllo, trasporto, operazione, attesa, gestione e immagazzinamento. L'immagine riportata è un esempio di come si possa realizzare questa categorizzazione.

Dopodichè, per ogni fase si stabilisce quale sia a valore e quale no, riportando tale informazione in una seconda mappa.

Da qui si analizza come ridurre il tempo delle attività non a valore, l'obiettivo è apportare dei cambiamenti che permettano alle fasi produttive di rispettare il Takt Time. Nell'esempio portato il risultato che si ottiene è rappresentato nella figura di seguito.

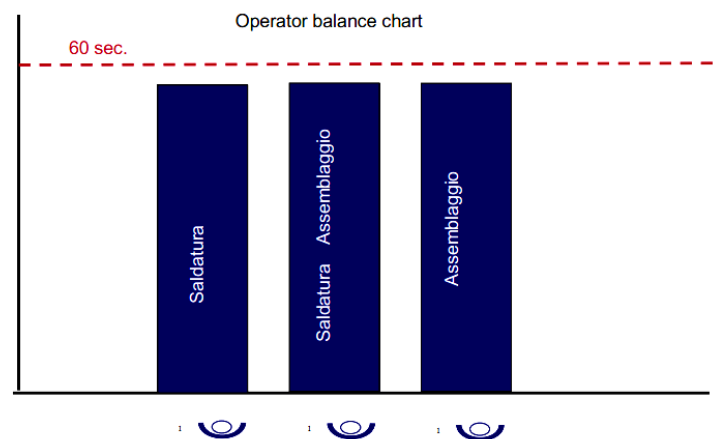


Figura 3.8: Situazione finale ottimale con produzione a flusso continuo (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

In BDF Digital non si utilizza il Process Block Mapping; nonostante questo, mediante la Value Stream Mapping si sono evidenziate quali siano le attività a valore, quelle a valore non produttive, quelle non a valore eliminabili e quelle non a valore ma necessarie, come si è visto nell'ultimo parte del precedente paragrafo. Questo è stato il punto di partenza per intraprendere delle attività di miglioramento che mirassero a diminuire i tempi delle fasi che sfioravano il Takt Time cercando di distribuirli sulle altre fasi, quando possibile ed eliminando tutti i tempi non a valore aggiunto.

Dalla seguente immagine si nota come, in una delle opzioni del to-be, la durata delle attività sia più livellata tra le stazioni di lavoro rispetto allo scenario as-is. Inoltre nessuna fase supera più il Tak time, sempre rappresentato dalla linea blu.

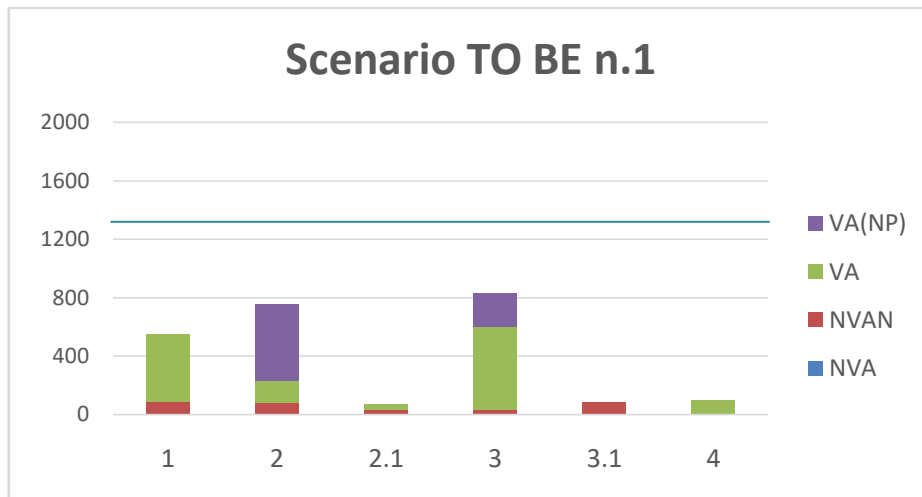


Figura 3.9: Yamazumi Chart per la famiglia di prodotti OPDEplus XS dopo le azioni migliorative (Fonti interne).

### 3.7 Mixed Model Production e Heijunka

Mentre quanto visto fin'ora rientra negli strumenti da utilizzare per far scorrere il flusso, le metodologie che si vedranno ora sono tipiche dell'implementazione di un sistema pull, ossia per applicare il quarto dei cinque principi della Lean.

La Mixed Model Production è una strategia di produzione che consiste nel fabbricare una varietà di modelli diversi nella stessa linea e permette una produzione flessibile perché, invece che produrre un grande lotto di un modello prima di passare al secondo, prevede la realizzazione di ogni modello in minori quantità ma più frequentemente. Questo fa sì che si riducano molto le scorte e che si possano soddisfare meglio i clienti perché per esempio, se la produzione fosse a lotti e per una settimana si producesse solo il modello A, se un cliente chiedesse in questa settimana il modello B non potrebbe essere accontentato.

L'Heijunka invece, che significa livellamento della produzione, consiste nel distribuire uniformemente la produzione in un determinato periodo di tempo. Invece di produrre un

grande lotto di un modello se ne produce una quantità minore per poi passare alla produzione del secondo modello, sempre in piccole quantità.

Entrambi i concetti visti mirano a migliorare la flessibilità e l'efficienza nel seguire le richieste del mercato, oltre che a diminuire il livello di scorte presenti.

L'ideale sarebbe la produzione di *"Every part every interval"*.

L'immagine seguente può spiegare bene i concetti appena visti: come il rapporto tra le quantità dei prodotti prodotti rimane uguale, cambia il numero di pezzi e la frequenza con cui vengono prodotti.

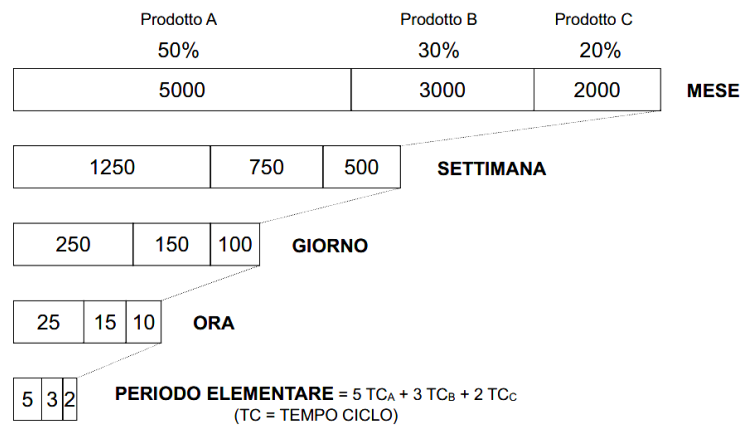


Figura 3.10: Esempio di livellamento della produzione (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

In BDF Digital non si ha una Mixed Model Production perché, lavorando su commessa, le quantità richieste dai clienti non sono mai uguali dunque non si segue un rapporto fisso tra queste. Inoltre la produzione a modello misto prevede che i prodotti vengano realizzati sulla stessa linea, cosa che qui, per il momento, non avviene data la produzione per reparti.

Per quanto riguarda l'Heijunka, la produzione non è perfettamente livellata perché si segue la domanda del mercato senza cercare di uniformare il tempo speso per la produzione dei diversi codici. Inoltre, secondo un'analisi effettuata, per ottenere un perfetto livellamento servirebbero un numero di risorse umane superiori a quello

disponibile. Tuttavia, al momento non si è certi che l'assunzione di altro personale dedicato alla produzione sia la soluzione più adeguata.

### **3.8 Kanban**

Il Kanban, dal giapponese “scheda visiva”, è nato con Toyota per la pianificazione della produzione JIT. È un cartellino che funge da segnale su cui sono scritte tutte le informazioni necessarie alla produzione per poter gestire il flusso di lavoro in modo efficiente e rapido. Esistono il kanban di produzione, di movimentazione e di rifornimento; questi permettono una comunicazione veloce e visuale tra le diverse aree responsabili del processo produttivo, permettendo di ripristinare una scorta o produrre un pezzo seguendo il flusso e applicando la logica pull in modo molto efficiente. I principali vantaggi<sup>47</sup> del cartellino introdotto da Toyota sono: maggiore visibilità del flusso, rapide risposte alle richieste dei clienti ma anche alle variazioni della domanda, accuratezza del numero di scorte e riduzione delle stesse, semplificazione della produzione, diminuzione del Work in Progress<sup>48</sup> e rappresentazione visuale, chiara e a basso costo.

Essendo uno strumento ormai ampiamente utilizzato e che ha esteso la sua applicazione a diversi campi, ne esistono molte tipologie; di seguito ci si concentra sulla spiegazione del metodo di funzionamento dei kanban utilizzati in BDF Digital.

Di seguito si riporta un esempio di Kanban di Produzione.

---

<sup>47</sup> <https://kanbanize.com/>.

<sup>48</sup> Il WIP è l'insieme di attività su cui la produzione sta lavorando in un determinato momento, più è alto, maggiore è la complessità e la possibilità di errore.

Kanban Produzione			
Centro di lavoro: X410			
Parte da produrre: C065 Descrizione: gancio di chiusura N. disegno pezzo: 3847657/REV2 Depositare nel punto di stoccaggio in uscita A-12		Materiale necessario: MP121 Prelevare dal punto di stoccaggio in entrata F-20	
Nr. Pezzi nel Contenitore	Contenitore Tipo	Numero di emissione	 QHLPJBK2
30	B (rosso)	2/5	

Figura 3.11: Esempi di un kanban di produzione (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

In BDF Digital si utilizzano due tipi di kanban. Il primo tipo di kanban adottato è quello con il seguente funzionamento: sulle cassette con dentro componenti di piccole dimensioni sono affissi i cartellini mediante dei nastri a strappo, quando si va a prelevare il materiale si vede quanto ne rimane nella cassetta e, in base al punto di riordino<sup>49</sup> scritto sul cartellino, si capisce se si sta andando sotto quella cifra<sup>50</sup> e si deve quindi ripristinare la scorta. Quando la scorta dev'essere rinnovata il cartellino viene staccato e portato al responsabile di produzione che fa sì che la cassetta venga riempita nuovamente col materiale necessario.

L'altro tipo di kanban utilizzato, sempre per rifornire le linee di viteria e componenti di piccole dimensioni, è quello denominato “vuoto per pieno”: l'operatore nella linea di assemblaggio ha davanti a sé due cassette piene di materiale dello stesso tipo, finché lavora preleva le parti che necessita da una delle due cassette e, quando questa si svuota, egli la pone a fianco della linea cosicché l'operatore di magazzino la possa prendere, riempire e riporre a bordo linea. Finché la scorta viene ripristinata l'operatore può continuare a lavorare utilizzando il materiale presente nella seconda cassetta.

<sup>49</sup> Il Re-order point (o punto di riordino) rappresenta il livello minimo di scorte a magazzino che segnala quando bisogna emettere un ordine ai fornitori per ripristinare la scorta di quel determinato componente. Danese P., 2020, Dispense sui sistemi di produzione, Insegnamento di Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici, università degli Studi di Padova AA. 2020-2021.

<sup>50</sup> La cifra “limite” corrisponde alla scorta di sicurezza, una scorta di prodotti cautelativa che si vuole sempre avere qualora dovessero esserci ritardi da parte dei fornitori o problemi di altro tipo.





*Figura 3.12: Doppio contenitore per ogni referenza (sinistra) e contenitore vuoto a bordo linea (destra).*

### 3.9 Cantiere 5S

La metodologia 5S viene anche chiamata “approccio del buonsenso” perché aiuta a creare ordine negli ambienti lavorativi applicando dei semplici principi che dovrebbero risultare dal buon senso comune, ma che spesso vengono trascurati. Con la spiegazione di questa metodologia si entra nel cuore del miglioramento continuo, ossia l’ultimo principio del Lean Management. Si tratta di una tecnica di miglioramento volta ad aumentare il senso di ordine ed eliminare tutto ciò che non è più necessario in una determinata area aziendale, che può essere produttiva, di stoccaggio o d’ufficio. Le cinque attività che compongono questo approccio sono le seguenti:

- **Seiri** (Separare): si separano le attrezzature e gli strumenti che non si utilizzano da tempo attaccandoci un cartellino rosso con tutte le informazioni a riguardo. Si divide quindi il superfluo dal necessario; gli oggetti con i cartellini rossi vengono posti in un’area dedicata e, se dopo qualche mese si nota che non sono mai stati richiesti, devono essere eliminati.

Si traccia il grafico dei cartellini emessi/risolti, più le due curve sono vicine più si stanno eliminando gli oggetti superflui. Se invece sono distanti significa che nel tempo si stanno emettendo cartellini rossi ma non li si stanno esaminando.

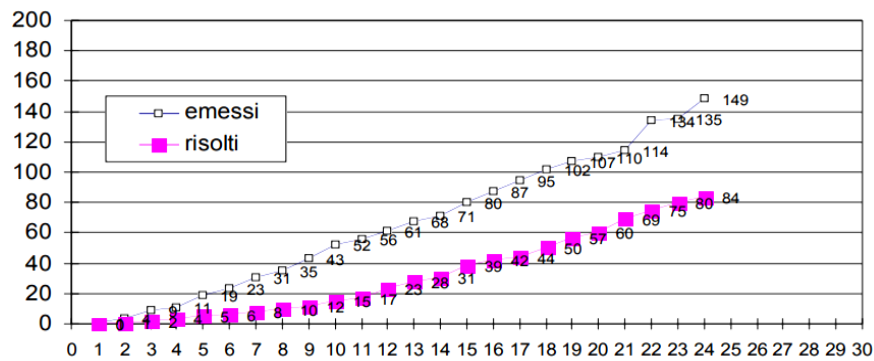


Figura 3.13: Esempio di grafico di cartellini emessi/risolti (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

- **Seiton** (Ordinare): questa attività consiste nel ricercare le modalità di collocazione degli oggetti in modo da garantire sicurezza, qualità ed efficienza. Si vuole dare ad ogni oggetto una collocazione precisa e rendere ogni oggetto riconoscibile rapidamente al fine di avere una zona di lavoro facilmente gestibile e ispezionabile, senza che si debbano ricercare le attrezzature e i materiali e potendole prelevare e riposizionare velocemente. Nella filosofia Lean si dà molta importanza alla voce di tutti i lavoratori e li si stimolano a proporre idee utili per il miglioramento.

È molto efficace utilizzare delle sagome per riporre gli strumenti al proprio posto, è consigliabile anche utilizzare delle etichette per ricordare dove vanno sistemati e, per le attrezzature più grandi, si possono anche utilizzare dei segni a terra per indicare il luogo in cui riporle.



Figura 3.14: Sagome e marcature per riporre gli strumenti e le attrezzature (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

- **Seiso** (Pulizia): non si tratta semplicemente di pulire ma anche di rimuovere tutto ciò che non dovrebbe essere presente nel luogo controllando e ispezionando frequentemente la zona, questo permette anche di accorgersi anticipatamente della

presenza di eventuali problemi e di intervenire rapidamente. Per attuare questa attività in modo strutturato sono molto utili dei moduli da compilare con le informazioni come: il team, il reparto, la zona da pulire e chi se ne occupa. Se ne riporta qui un esempio.

Team: .....		Reparto:.....		
N	Cosa	Parametro	Strumenti	Chi
1				
2				
3				
4				

Figura 3.15: Esempio di un modulo utilizzato per la pulizia delle zone di lavoro.

- **Seiketsu** (Standardizzare): è un concetto importantissimo nella Lean e che si caratterizza in modo completamente diverso rispetto a quanto fatto nel Fordismo. Con la produzione di massa gli standard<sup>51</sup> da seguire erano definiti dai superiori, gli operatori ci si dovevano adattare e se non li rispettavano venivano puniti, inoltre gli standard venivano considerati fissi e quasi impossibili da cambiare. Con Toyota lo standard viene definito da chi lo deve mantenere e se l'operatore non lo rispetta non viene punito, ma viene analizzata la situazione per capirne il motivo, lo standard poi può e deve cambiare perché ciò è simbolo di miglioramento.

Gli standard si possono applicare alle prime 3 S, difatti queste attività vengono standardizzate ad esempio attraverso la programmazione delle campagne del cartellino rosso, o rendendo difficile riporre gli oggetti nei posti sbagliati (per esempio con le sagome per gli utensili) o la schedulazione delle attività di pulizia.

A tal fine si utilizzano le cosiddette Checklist, ossia elenchi di domande che le persone spuntano man mano che effettuano il lavoro permettendo di evitare errori banali e controllando se si rispettano le corrette procedure.

<sup>51</sup> Standard: "Modello, tipo, norma cui si devono uniformare, o a cui sono conformi, tutti i prodotti e i procedimenti, tutte le attività e le prestazioni, di una stessa serie" Treccani, [treccani.it](http://www.treccani.it)

Mettere in Ordine	SI	NO
Le aree di accesso alla zona di lavoro, le aree interne, gli strumenti e i macchinari sono chiaramente identificati?		
Strumenti, macchinari e documenti vengono sempre ritirati dopo l'uso?		
In questo momento c'è qualcosa che non è al suo posto?		
Ci sono strumenti, macchinari o documenti classificati come "di uso quotidiano" e, quindi, posti vicino all'operatore e altri no?		
Ci sono oggetti che bloccano le vie di fuga o i luoghi dove sono posizionati gli estintori?		
Ci sono oggetti che intralciano le normali attività lavorative?		
Gli scaffali riportano etichette esplicative che indichino quali materiali vi debbano essere riposti?		
Sono state stabilite quantità minime e massime per lo stazionamento di alcuni materiali all'interno dell'area di lavoro?		

Figura 3.16: Esempio di checklist per standardizzare l'ordine (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).

- **Shitsuke** (Sostenere): prevede il monitoraggio degli standard grazie a moduli prestrutturati e compilati dagli operatori, questi moduli si chiamano Audit 5S e sono una sorta di checklist per il controllo di tutte le 5 S. Lo Shitsuke prevede anche la comunicazione diffusa alle persone e la responsabilizzazione e la motivazione delle persone, ricordando loro che una volta che gli standard si sono stabilizzati si possono verificare degli errori dovuti all'abitudine. Inoltre questa attività suppone la formazione continua dei lavoratori mediante corsi di formazione o attività di addestramento che devono essere programmati definendone partecipanti, tempistiche e argomenti. Infine l'ultima delle 5S prevede anche dei momenti di incontro pianificati e regolari dove si condividono i miglioramenti ottenuti e si pianificano delle azioni per risolvere le nuove problematiche.

In BDF Digital si utilizza la tecnica delle 5S perché ritenuta molto efficace per garantire il continuo miglioramento dei processi, però non è sistematica e si tende ad avviare un Cantiere 5S<sup>52</sup> solo quando se ne percepisce visivamente il bisogno o quando si arriva a situazioni a situazioni critiche (ad esempio quando si ha bisogno di spazio). Di seguito si analizza in dettaglio ognuna delle attività per come viene attuata in azienda.

- L'attività di separazione del materiale superfluo avviene al bisogno e quindi non con cadenza regolare: gli operatori si assumono la responsabilità di fare notare al responsabile quando percepiscono che un oggetto non viene utilizzato da molto tempo. Attualmente, anche per questo motivo, nella zona produttiva si può notare che non sono presenti materiali superflui o che possono apparire obsoleti.

<sup>52</sup> Il Cantiere 5S è l'applicazione delle misure 5S in una determinata area aziendale particolarmente critica.

- L'ordine nella stazioni di lavoro è visivamente presente e ogni utensile è posto nella sua posizione. Gli attrezzi come cacciaviti e le chiavi vengono riposti in delle forme sagomate, rendendo quasi impossibile sbagliare, e i diversi tipi di viti e componenti, essendo in alcuni casi molto piccoli, non possono che essere riposti in apposite cassette in cui è presente anche un cartellino per distinguerle dalle altre.
- La pulizia viene eseguita giornalmente e ciò contribuisce a rendere l'area produttiva ordinata. Insieme ad essa avviene, come dovrebbe essere, un'ispezione delle postazioni di lavoro per cercare di rilevare possibili anomalie. Non vengono utilizzate delle tabelle da compilare giornalmente esclusivamente per l'attività di pulizia.
- L'attività di standardizzazione avviene seguendo una checklist generale che comprende tutti e tre punti precedenti, più una parte relativa alla sicurezza, molto importante dato che vengono maneggiate molte componenti elettriche. Si parla infatti di 5S + 1, dove appunto quest'ultima rappresenta le attività volte al fine di garantire la Sicurezza all'interno dell'azienda. È ben noto, inoltre, come da filosofia Lean, che gli standard possono cambiare nel tempo e che ciò è sintomo di miglioramento.
- Il sostenimento del miglioramento continuo è sicuramente presente in BDF Digital, seppur non sia rigorosamente formalizzato. Il monitoraggio degli standard avviene frequentemente, c'è una crescente responsabilizzazione del personale e una comunicazione diffusa: ogni due settimane, ad esempio, viene organizzato un incontro con il reparto produzione, il responsabile di produzione e l'ufficio Quality and Edp dove si discute dei problemi e dei miglioramenti avvenuti e dove c'è una forte partecipazione di ogni membro. La formazione del personale è continua e ogni anno viene organizzato in base alle principali tematiche individuata in fase di management review.

### **3.10 A3-X e A3-T**

Il metodo degli A3 è uno strumento visual che consiste nell'utilizzare dei fogli A3 come template per svolgere attività di problem-solving, per avanzare delle proposte e dei piani

d'azione e fare delle verifiche di avanzamento. Descrive la “storia” del progetto/problema in questione in modo semplice permettendone la comprensione da parte di chiunque, il coinvolgimento del personale, oltre che supportare la risoluzione dei problemi e il miglioramento continuo.

Gli A3-T sono destinati alla gestione di progetti singoli, i quali rappresentano l'argomento dell'A3. Dopodichè sono presenti sei caselle in cui si inseriscono informazioni riguardo a: il problema da risolvere; l'obiettivo da raggiungere; l'analisi che si deve effettuare; le azioni di miglioramento proposte; il piano di implementazione; il controllo e la standardizzazione dei risultati. Tutte queste parti vanno compilate dal team finchè il progetto avanza: quando si inizia la compilazione si definisce il problema, quando si stabilisce l'obiettivo lo si scrive, quando si capisce come realizzare l'analisi si riportano le informazioni sul foglio e via così fino all'ultimo riquadro.

È importante sottolineare che il formato degli A3-T non è standard per tutte le aziende, difatti molte utilizzano un modello leggermente differente, che ha 7 riquadri invece di averne 6; la logica è però essenzialmente la stessa, ed è quella del PDCA, che verrà spiegato nel prossimo paragrafo.

Gli A3-X sono sempre dei fogli di formato A3, questi però non sono relativi a un solo progetto ma riportano le informazioni riguardanti 4 aspetti: le strategie di medio termine; le tattiche per realizzare le strategie, rappresentate dai diversi A3-T; i processi, con riferimento particolare ai KPI<sup>53</sup> di processo e infine i risultati in termini economici. È presente anche una zona in cui si inseriscono i nomi dei membri o dei responsabili del team, le loro responsabilità e il contributo che danno ai progetti mediante un simbolo che ne indica l'importanza. Anche tra strategie e tattiche si indica con dei segni quale sia la correlazioni tra essi, per comprendere in modo visivo quale tattica sia più rilevante per la strategia.

Si può affermare quindi che l'A3-X racchiude più A3-T, che messi insieme permettono di implementare la strategia che si vuole perseguire.

---

<sup>53</sup>I KPI (Key Performance Indicator) sono degli indicatori di prestazioni utili a rappresentare delle performance aziendali in modo quantitativo.

La foto seguente può spiegare bene come è formato e come dev'essere compilato un A3-X.

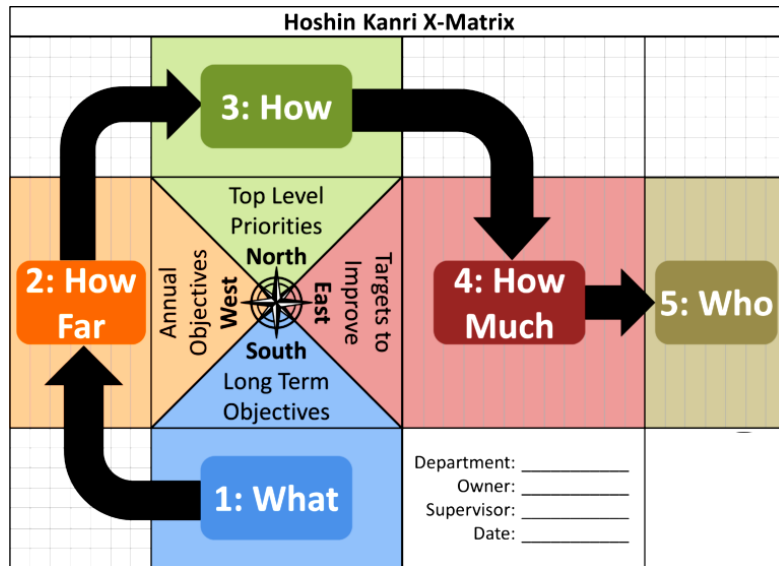


Figura 3.17: Immagine e spiegazione di un foglio A3-X (allaboutlean.com)

In BDF Digital gli A3-T vengono utilizzati per gestire e risolvere dei problemi, portando all'implementazione di piani di miglioramento. Nello stage effettuato in questa azienda una delle attività svolte è quella di compilare un A3-T parallelamente allo svolgimento delle attività relative al progetto oggetto di questa tesi: ciò verrà esposto nel prossimo capitolo.

A scopo esemplificativo, nella seguente immagine è rappresentato il foglio A3-T che è stato utilizzato per agevolare la gestione di componenti non conformi. Ormai si può dire che le soluzioni trovate in questo contesto sono del tutto standardizzate e che i vantaggi ottenuti sono significativi.




<b>Titolo:</b> Gestione prodotti non conformi in Produzione		<b>Team</b> Cecchetto, Bertoldi, Bruzzo, Vettorato		<b>Inizio attività:</b> 15/09/2022		
		<b>Team leader:</b> A. Bruzzo		<b>Coach/Team di supporto:</b> A. Cecchetto		
				<b>Fine attività:</b>		
				<b>Revisione:</b> 00 del 15/09/22		
<b>PLAN</b>	<b>Descrizione situazione attuale</b> Il materiale rilevato non conforme nel processo produttivo non sempre viene adeguatamente identificato ed isolato nel modo corretto.    Nel foglio di lavoro mancano registrazioni dei pz non conformi e delle relative azioni fatte pre la sistemazione. In particolare tale carenza si verifica sulle forniture in c/pieno collaudate da terzi dove non è presente in produzione un foglio di lavoro specifico per il materiale con problemi (solitamente schede). Parte di questo è gestito in modo separato tramite DQ.		<b>Attuazione attività</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Richiesta offerta per acquisto nr. 10 casse rosse di dimensioni più piccole di quelle in attuale uso. L'impiego delle grandi e/o piccole è subordinato al tipo di prodotto che dovrà essere isolato.</li> <li>2 Omologare un modello di etichette da usare per l'identificazione dei particolari difettosi isolati in linea.</li> <li>3 Attuare incontro con la produzione per riesaminare le modalità di inserimento dei dati di difettosità nei fogli di lavoro. Vedere la gestione dei TP4 rilevati difettosi in linea di produzione. Ipotesi: segnare i difetti (schede, cavi, carpenterie) nel codice padre che li impiega il quale ha il fdI attivo</li> <li>4 valutare se si può applicare un sistema di analisi data quality sulle informazioni inserite</li> <li>5 Calcolare indice di rotazione del magazzino 901 definendo obiettivo da raggiungere (Es. permanenzamedia inferiore al mese)</li> <li>6 Organizzare riunione di presentazione PDCA al reparto produzione</li> </ol>			
	<b>Obiettivi</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Migliorare identificazione dei lotti e delle singole parti riscontrate NC in produzione (aree specifiche, casse rosse, etichette, ...) Deve essere attivata una efficace gestione visuale del prodotto NC</li> <li>2 Controllo dei fogli di lavoro per verificare la completezza dei dati inseriti</li> <li>3 Identificare un indicatore che dia evidenza dell'efficacia della gestione delle parti NC (esempio indice di rotazione MAG901)</li> </ol>		<b>Verifica attività</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 11/10/22 arrivate casse rosse ed assegnate ai singoli operatori</li> <li>2 Definito modello di etichetta da usare in processo. Si valuterà se codificarlo e versionarlo.</li> <li>3 Nel 2022 IR=0,8 (Obiettivo &gt;1 per fine anno)</li> <li>4 19/09 fatta riunione in occasione della discussione dei KPI</li> <li>5 11/10 fatto incontro per informare sullo stao avanzamento lavori</li> </ol>			
	<b>Risorse</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Casse rosse per contenere il materiale riscontrato NC 95 €</li> <li>2 Etichette per identificare le singole schede o parti NC (Data, problema, ...)</li> </ol>		<b>Standardizzazione</b>    Modello di cassa d. Modello di etichetta per identificare agli operatori il materiale NC <b>Vincol</b> Gestione dati non omogenea tramite i SW interni			
Parti interessate: Resp. Prod, Qualità						

Figura 3.18: Modulo A3 utilizzato da BDF Digital per la gestione delle non conformità (Fonti interne).

### 3.11 PDCA e SDCA

Il PDCA, o ciclo di Deming, è un processo iterativo che permette il miglioramento continuo e che sta alla base di tutti gli A3. Le fasi sono:

- **Plan:** si deve comprendere il problema, ci si deve chiedere se la definizione del problema è chiara e accurata e se sono state definite in modo sistematico tutte le cause di esso.
- **Do:** si esegue il piano risolutivo stabilito e ci si deve chiedere se per ognuna delle cause sono state definite delle azioni correttive irreversibili.
- **Check:** si controlla la situazione dopo le soluzioni attuate e ci si chiede se è stato identificato un piano per verificare l'efficacia.

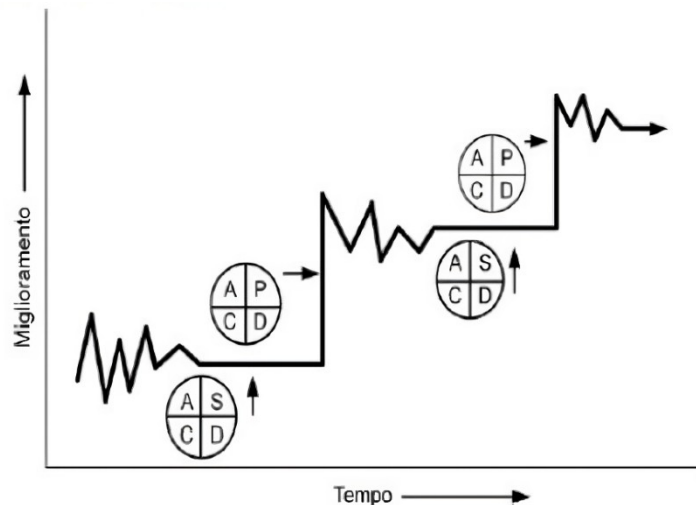


- **Act:** bisogna standardizzare ciò che si ha realizzato e ci si chiede se è stato definito un piano per farlo e per comprendere gli insegnamenti a livello di prodotti, processi aree funzionali ecc.

Ecco che una volta standardizzato il processo in questione o parte di esso si passa ad un secondo ciclo, il ciclo SDCA, organizzato come segue:

- **Standard:** bisogna conoscere il nuovo standard e comprendere come utilizzarlo.
- **Do:** si lavora seguendo il nuovo standard.
- **Check:** si controlla il lavoro eseguito secondo questo standard.
- **Act:** si agisce, in base ai risultati del Check, per migliorare lo standard.

Si riporta un'immagine per rendere più semplice la comprensione dei due cicli.



*Figura 3.19: alternarsi di cicli PDCA e SDCA (Panizzolo, Università degli Studi di Padova, 2022-2023).*

Questo grafico mostra come, con ogni ciclo PCDA, si ottengono dei miglioramenti in tempi brevi, questi potrebbero essere non costanti e portare per qualche momento ad un livello di progresso inferiore a quello stabilito inizialmente. Dopo un po' di tempo però lo standard si stabilizza e si può fare un ciclo SDCA, che ha una durata consistente in quanto svolto nell'attività di tutti i giorni e per una durata consistente, si cerca di lavorare con il nuovo standard consolidando una routine. Dopodichè, mediante i Chek si comprende cosa potrebbe cambiare e si può agire per cercare di migliorare lo standard,

realizzando un nuovo PDCA, dove nella prima fase di Plan si pianifica il nuovo miglioramento che si vuole portare.

Questi due cicli sono molto importanti nella filosofia Lean, in particolare c'è una corrispondenza tra le fasi del PDCA e quelle dell'A3. La fase di Plan copre le prime 4 sezioni dell'A3-T, dalla definizione del problema alle azioni proposte, il Do corrisponde al piano di implementazione, e Check e Act corrispondono al controllo e alla standardizzazione. Da questo emerge quanto sia importante la fase di pianificazione che spesso invece copre un piccolo periodo di tempo dando più importanza al Do, perché si pensa che una lunga pianificazione sia una perdita di tempo e si vuole provare ad agire direttamente; ciò porta ad un'analisi affrettata che risolve il problema solo momentaneamente, con grossa probabilità che si ripresenti in futuro.

In BDF Digital si utilizzano spesso gli A3-T per analizzare e risolvere i problemi secondo la modalità PDCA. Quando si attua un cambiamento migliorativo viene definito un nuovo standard da seguire, fornendo le informazioni riguardo ad esso a tutto il personale interessato. Dopodiché, quotidianamente, si applica lo standard finché questo non si stabilizza e la sua applicazione diventa un'attività abitudinaria. Vengono spesso organizzati degli stand up meeting<sup>54</sup> dove le persone condividono i piccoli progressi avvenuti, esponendo eventuali perplessità col fine di risolvere ogni problema generatosi e permettere che il miglioramento prosegua. Un esempio recente è quello della gestione delle segnalazioni interne di materiale non conforme in linea di produzione tramite la rappresentazione visuale, di cui si è parlato nell'ultimo paragrafo del secondo capitolo. Finché non si stabilizza la nuova procedura da attuare verranno svolti incontri e verifiche come sopra citato. L'obiettivo sarà poi quello di informatizzare il metodo passando attraverso il sistema MES, dove per informatizzazione non si intende il metodo di gestione, ma lo strumento per gestire in modo efficace ed efficiente uno standard definito.

---

<sup>54</sup> Letteralmente "riunione in piedi": i membri di un team si trovano a cadenza prestabilita per mostrare gli avanzamenti avvenuti ed eventualmente correggere o perfezionare il nuovo standard definito.

Nella filosofia Lean viene più formalmente chiamato Daily Asaichi Stand-up Communications meeting ed avviene all'inizio di ogni giornata lavorativa, con una durata di 10-15 minuti. È da sottolineare che in BDF Digital questo briefing non avviene giornalmente, piuttosto con una cadenza settimanale o bisettimanale a seconda dell'entità dell'argomento.

Si può concludere quindi che gli importanti cicli Plan-Do-Check-Act e Standard-Do-Check-Act vengono utilizzati in azienda, anche se, come molti degli strumenti visti non sono applicati in modo preciso e formale come suggerirebbe la filosofia di Toyota.

### 3.12 Diagramma di Ishikawa

Si ritiene necessario dedicare un paragrafo ad uno degli strumenti utilizzati per realizzare il PDCA e per trovare le cause di un problema da inserire nella sezione di analisi di un A3-T. Nella filosofia Lean, la risoluzione definitiva di un problema è possibile solo attraverso un'identificazione accurata delle sue vere cause.

Il diagramma di Ishikawa è un diagramma che mette in risalto, in modo visuale, quale sia la correlazione tra una certa complicazione e le sue cause. Bisognerebbe domandarsi per ogni tipologia di causa cinque volte “perché” per arrivare alla radice del problema; si parla di “tipologia” di causa perché le motivazioni vengono raggruppate per tematica e rappresentano i rami del grafico: macchine, manodopera, metodi e materiali.

La versione con quattro rami è quella di Toyota, mentre in Occidente se ne è sviluppata una simile ma che contiene altre due dimensioni: l'ambiente e le misure. Da ogni ramo del grafico partono delle cause relative a quell'ambito, come nell'immagine che segue.

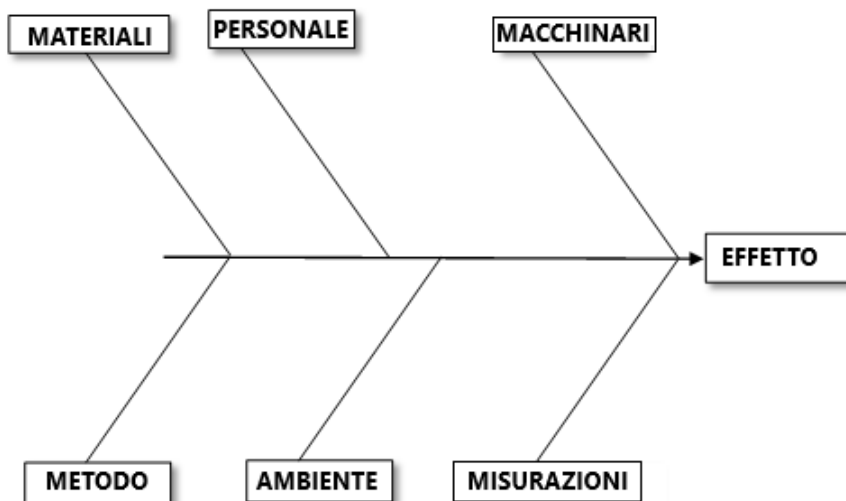


Figura 3.20: Versione Occidentale del Diagramma di Ishikawa .

In BDF Digital è stato utilizzato talvolta il diagramma di Ishikawa per trovare le cause di alcune problematiche verificatesi. Nel capitolo in cui si parlerà del progetto svolto nell'azienda, questa rappresentazione visiva verrà esposta applicandola al caso in questione.

### 3.13 Kaizen Week

Come detto in precedenza, “Kaizen” significa miglioramento continuo. Oltre che essere attuato mediante molteplici strumenti già visti, viene realizzato mediante la cosiddetta Settimana Kaizen o Kaizen Week. Si tratta di una settimana o qualche giorno in cui si realizza un progetto di miglioramento in un’area aziendale definita che lo necessita. Si organizza nel modo seguente:

- Lancio dell’iniziativa: si sceglie l’area da migliorare, si definiscono gli obiettivi e i vincoli non eliminabili. Si definiscono inoltre il gruppo di lavoro e il leader di questo.
- Preparazione operativa: si raccolgono i dati sulla situazione attuale riguardo al layout, ai flussi rilevanti, alle operazioni svolte dai lavoratori e il carico degli stessi. Si preparano i materiali necessari (moduli, materiale per la formazione), si predispongono i luoghi dei meeting e si organizza la riunione di fine settimana.
- Esecuzione della settimana Gemba Kaizen: Gemba significa postazione di lavoro, nella Lean è importante attuare i miglioramenti nel luogo in cui viene creato il valore, per osservare con i propri occhi il lavoro degli operatori e attuare direttamente i cambiamenti.
- Follow-up: si verificano i miglioramenti fatti e si definisce il piano di sviluppo.

In BDF Digital si è svolta qualche settimana Kaizen, ma non è un’attività sistematica. Il miglioramento avviene più in modo continuativo e senza formalizzazione e si tende ad attuare la Kaizen Week solo quando c’è un forte bisogno di miglioramento.

# Capitolo 4

## 4. I progetti

Dopo i primi capitoli riguardanti l'azienda ospitante per questo progetto di tesi, i principi del pensiero Lean e l'applicazione di questi al caso aziendale, questo capitolo si concentra sui progetti, di interesse per questa tesi, in corso di sviluppo in BDF Digital durante il periodo di stage nell'azienda.

La prima parte fornisce una panoramica necessaria ad inquadrare la situazione attuale, per capire il motivo per cui si decide di realizzare questi progetti, ponendo particolare attenzione su quello che tra questi riguarda la gestione della logistica di magazzino.

### 4.1 Le sfide iniziali

Come spiegato nel primo capitolo, BDF Digital è un'azienda della provincia di Vicenza con una storicità ormai notevole nel suo. Avendo attraversato momenti caratterizzati da diverse particolarità, l'azienda attualmente è il risultato degli avvenimenti e delle decisioni prese nel corso degli anni per adattarsi nel modo più efficace al mercato attuale ed in continua evoluzione. Per il fine di quest'analisi ci si focalizza sui fattori che hanno impattato la gestione a livello organizzativo, produttivo e logistico, e che sono centrali per la realizzazione del progetto di miglioramento oggetto di questa tesi.

Concentrandosi sugli elementi di interesse appena citati, si può affermare che uno dei fattori che hanno influenzato l'evoluzione dell'azienda è stato, nel 1997, l'acquisizione di MACNO (e della controllata Iniziative Industriali), ampliando così lo spazio del motion control, integrandolo con risorse provenienti dal mondo dei sistemi industriali in ambito SCADA (Supervisione di processo). Al momento dell'acquisizione, tutte le risorse materiali presenti nei magazzini MACNO di Verona e Vicenza (Iniziative Industriali) sono confluite nella sede TDE (poi TDE MACNO), imponendo una riorganizzazione degli spazi che ha portato a estendere il magazzino, per permettere alla grande quantità di merce acquisita di essere stoccata adeguatamente. Gli spazi fisici

sono stati rivisti con nuove scaffalature e soppalchi, giungendo a quella che sostanzialmente è l'attuale configurazione del magazzino nell'attuale BDF DIGITAL.

Inoltre, come già detto in precedenza, l'approvvigionamento della merce avviene secondo lotti, più o meno grandi, che fanno sì che ci sia un'elevata quantità di codici per ogni materiale in magazzino; se si considera poi che ogni articolo per la vendita a catalogo, essendo personalizzabile, può essere realizzato mediante la combinazione di parti<sup>55</sup> differenti tra loro, il numero di componenti per ogni famiglia<sup>56</sup> di prodotto cresce ulteriormente.

In aggiunta, ogni variante prodotta, per definizione, è costituita da moltissime parti, che crescono con il volume del prodotto da realizzare: si va da quasi un centinaio di componenti per l'OPDEplus XS (il prodotto con dimensioni più ridotte), a più di 200 per l'OPDEplus BF3; dunque questo è un altro elemento che contribuisce a far aumentare il livello di scorte a magazzino. Anche in questo caso, considerando che ogni prodotto può essere altamente customizzato usando componenti differenti, il numero di componenti stoccati cresce ulteriormente.

Più merce è presente in un magazzino, più il valore monetario attribuibile ad esso cresce, e con questo cresce anche l'importanza di gestirlo nel modo adeguato, facendo sì che non ci siano parti di prodotti che col tempo diventano obsolete e quindi devono essere rottamate, generando una perdita economica, oltre che uno spreco di spazio e di sforzi di gestione.

Nel contesto del Lean Management questo problema potrebbe essere risolto diminuendo le scorte e adottando una politica di approvvigionamento just-in-time, facendo quindi in modo di ordinare solo il quantitativo di merce necessario alla produzione dei prodotti ordinati dai clienti. Negli scorsi capitoli, però, si è illustrato il motivo per cui ciò non è possibile: da una parte l'elevato lead time di approvvigionamento di alcuni componenti

---

<sup>55</sup> Per parti si intendono i componenti da cui inizia il processo di realizzazione di un prodotto in un sistema di assemblaggio, in inglese si parla di "assembly parts". Delle parti unite tra di loro da un processo produttivo divengono subassemblati, o moduli, che uniti andranno a formare il prodotto finito. In alcuni casi, come in quello di BDF Digital, per componenti si intendono anche semilavorati realizzati esternamente come schede elettroniche e cavi, i quali, a seconda del componente, vengono acquisiti in parte o tutti dai terzisti.

(Battini D., 2021, Slide delle lezioni, Insegnamento di Impianti Industriali, corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale, Università degli studi di Padova, AA. 2021-2022)

<sup>56</sup> In questo caso per famiglia di prodotto si intende l'insieme di tutte le varianti dello stesso prodotto.

non permetterebbe di rispondere alle richieste dei clienti in tempi accettabili, dall'altra l'acquisto di parti in grande quantità permette di ridurre i costi totali di approvvigionamento, oltre ad essere la modalità di fornitura che attualmente i fornitori preferiscono. Tuttavia, non è nemmeno possibile ottenere una superficie maggiore in cui poter stoccare la merce in modo più ordinato e ciò rappresenta un altro vincolo da tenere a mente per lo svolgimento di questo progetto, perciò i miglioramenti che verranno introdotti comprenderanno soluzioni che tengano in considerazione queste limitazioni.

La principale conseguenza di avere un grande quantitativo di merce in magazzino è la maggiore complessità nella gestione degli stock, il che può portare a degli errori non banali. Il magazzino gestionale non è coerente con il magazzino fisico (inteso come area principale di stoccaggio), in quanto è possibile che uno stesso codice sia presente in più aree non ubicate come quelle dedicate alle scorte di magazzino o ai buffer di produzione.

Il risultato di avere la merce posizionata in punti diversi e non dichiarati come ubicazione, è che per più codici la giacenza a sistema gestionale è la somma delle quantità "sparse" in altri luoghi aziendali (solitamente nelle linee di produzione): ciò rappresenta un problema che per essere risolto necessita una ricerca di tutti i codici mancanti in ogni zona possibile, generando dei costi di gestione non indifferenti, soprattutto se ricorrenti. In ottica Lean il tempo dedicato alla ricerca dei componenti "smarriti" ed il trasporto innessario di materiale sono degli sprechi, in quanto non contribuiscono alla creazione di valore per il prodotto e quindi per i clienti.

Non esistendo, quindi, delle ubicazioni precise e fisse per i materiali, è più complicato sia prelevarli per portarli in produzione, ma anche realizzare l'inventario annuale di ciò che è presente a magazzino.

Tutto ciò verrà approfondito nel prossimo capitolo, incentrato sul progetto il cui obiettivo è riportare ordine nel magazzino ottimizzandone la gestione operativa.

La necessità di riorganizzare in modo più efficiente il magazzino di BDF Digital è anche data dalla progettazione, per ora alle prime fasi, della nuova area di stabilimento riservata alla produzione destinata a specifiche famiglie di prodotti: quelle di OPDE,

l'OPDEplus, OPDEplus XS, ai quali probabilmente verrà dedicata la linea, e OPDEplus BF che, date le importanti dimensioni, si ipotizza di realizzare in una cella di lavoro. L'idea è quella di dare un ritmo più regolare e spedito alla produzione degli articoli con maggiore domanda, aumentando l'efficienza e rispondendo più rapidamente alle richieste del mercato. L'attuale zona produttiva a piano terra, liberata dalle linee attuali, sarà poi riconvertita per la gestione di quadri di comando e controllo nel settore delle energie rinnovabili. Sarà possibile quindi sia sfruttare questo nuovo spazio, ma anche dividere in modo più netto la produzione di articoli che presentano diverse caratteristiche<sup>57</sup>, e che per ora vengono realizzati nella stessa area.

In vista della nuova configurazione del sistema produttivo, i materiali dovranno rifornire la linea sempre nei tempi e nelle quantità corrette, per permettere il buon funzionamento del processo; i componenti da portare in linea dovranno quindi essere reperibili velocemente e in modo semplice dagli operatori del magazzino, i quali hanno il compito di portare in linea i kit necessari alla fabbricazione dei prodotti. Questo è un ulteriore motivo per cui la merce a magazzino dovrebbe essere più ordinata, seguendo uno schema logico che sia semplice ed immediato da comprendere, e che non lasci spazio ad eccezioni che potrebbero causare incoerenze o errori.

Inoltre, i membri dei team coinvolti in entrambi i progetti pensano che i componenti di alcuni prodotti, in particolare quelli dell'OPDEplus XS, potranno essere stoccati direttamente nella nuova zona produttiva, in scaffali riservati ai componenti di questo prodotto. In questo modo il refilling della linea dovrà avvenire con meno frequenza e sarà possibile anche risparmiare spazio in magazzino; per farlo sarà però necessario progettare e dimensionare in modo adeguato anche un sistema di stoccaggio a bordo linea.

I due progetti sono quindi strettamente correlati e si può affermare che la giusta riorganizzazione dello stoccaggio dei materiali impatterà significativamente sull'efficienza delle nuove linee produttive.

Contemporaneamente a quelli appena illustrati, al momento della stesura di questo capitolo esiste un terzo progetto già avviato, che è proprio quello di predisporre in modo

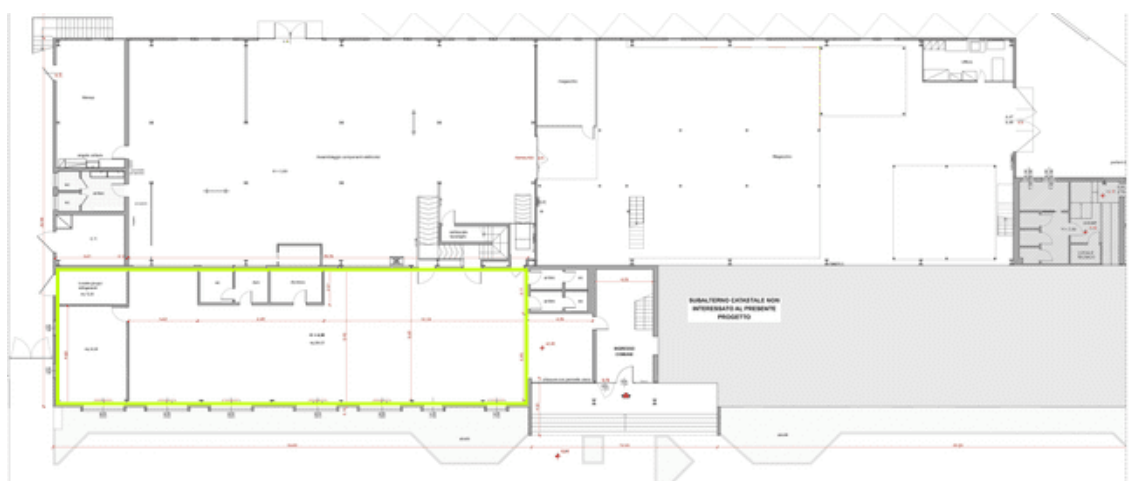
---

<sup>57</sup> Oltre alle diverse peculiarità tra i prodotti finiti realizzati dall'azienda, alcuni di questi prevedono fasi produttive che emettono suoni forti che potrebbero disturbare le altre zone di produzione. È il caso, ad esempio, dei quadri elettrici, denominati Cabinet Energy.



adeguato l'area dello stabilimento designata per l'inserimento delle nuove linee produttive enunciate nelle precedenti righe. Questa zona, fino al 2021, conteneva degli uffici che sono stati spostati al piano superiore di una nuova parte di stabile di recente acquisizione, dunque ora l'area è libera e si può sfruttare per fini produttivi. Affinché ciò avvenga, è essenziale che l'area sia accessibile agli operatori e preparata per l'avvio delle attività produttive, il che richiede interventi per rendere l'infrastruttura adeguata a tale scopo. Per questo motivo si è avviato un progetto strutturale e impiantistico il quale è estremamente vincolante per poter rendere operative le nuove linee produttive<sup>58</sup>, quindi si può affermare che al momento esiste anche questa variabile che influirà sull'attuazione delle nuove linee.

L'immagine seguente mostra la planimetria dello stabilimento, in verde chiaro è evidenziata l'area in cui verranno posizionate le nuove linee produttive.



*Figura 4.1: Planimetria del piano terra dello stabilimento di BDF Digita con evidenziata la nuova zona produttiva.*

Si può comprendere, quindi, che in questo periodo BDF Digital è impegnata in molti progetti, tutti volti al miglioramento dei processi produttivi e logistici, e, di conseguenza, organizzativi. Nel prossimo paragrafo si riporta uno schema che aiuta a comprendere come questi sono correlati tra di loro e quali attività li compongono.

---

<sup>58</sup> Si ritiene utile specificare che quando si parla del progetto delle linee produttive, non si sta parlando solo della linea produttiva in sé, ma anche della cella che probabilmente verrà realizzata. Si utilizza quindi come termine generico per intendere tutto ciò che verrà posizionato nella nuova zona produttiva dello stabilimento.

## 4.2 Il diagramma di Gantt del macroprogetto

Dal termine “macro progetto” si evince il fatto che si può parlare dei tre progetti in corso come i costituenti di un macroprogetto, il cui obiettivo generale è l’efficienza dei processi produttivi e di quelli logistici interni.

In questo paragrafo si vuole spiegare in modo più dettagliato come sono relazionati i tre piani d’azione, a livello di precedenze e vincoli tra le attività da svolgere e a livello temporale; per farlo si porta una rappresentazione del Diagramma di Gantt del macro progetto.

Il diagramma di Gantt<sup>59</sup> è una rappresentazione grafica e, per l’utilizzo che se ne è fatto, dinamica, che aiuta ad organizzare le attività di un progetto in un orizzonte temporale definito. In questo grafico è possibile visualizzare le macro-attività e le attività del progetto, stabilendo delle regole di dipendenza logica e temporale tra le stesse. Si può inoltre assegnare ad ognuna una durata temporale, rappresentata dalla lunghezza del segmento associato al task e definire le persone designate allo svolgimento di queste operazioni. Oltre a ciò ci sono molte altre funzionalità utili, ma per l’ambito in questione non si ritiene necessario dettagliare ulteriormente la descrizione.

Durante il periodo di stage compiuto in azienda, il diagramma di Gantt è stato utilizzato per visualizzare in modo semplice i task da svolgere in ognuno dei tre progetti citati e per comprendere le relazioni di dipendenza temporale tra questi, ma anche tra le varie attività che costituiscono i singoli progetti.

L’immagine che segue è una “istantanea” del diagramma di Gantt realizzato sul programma GanttProject<sup>60</sup>.

---

<sup>59</sup> Enrique Burguera Montoya, 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di “Oficina de Gestión de Proyectos”, Grado en Ingeniería de Organización Industrial, Universidad de Deusto, AA. 2022-2023.

<sup>60</sup> GanttProject, [ganttproject.biz](http://ganttproject.biz).

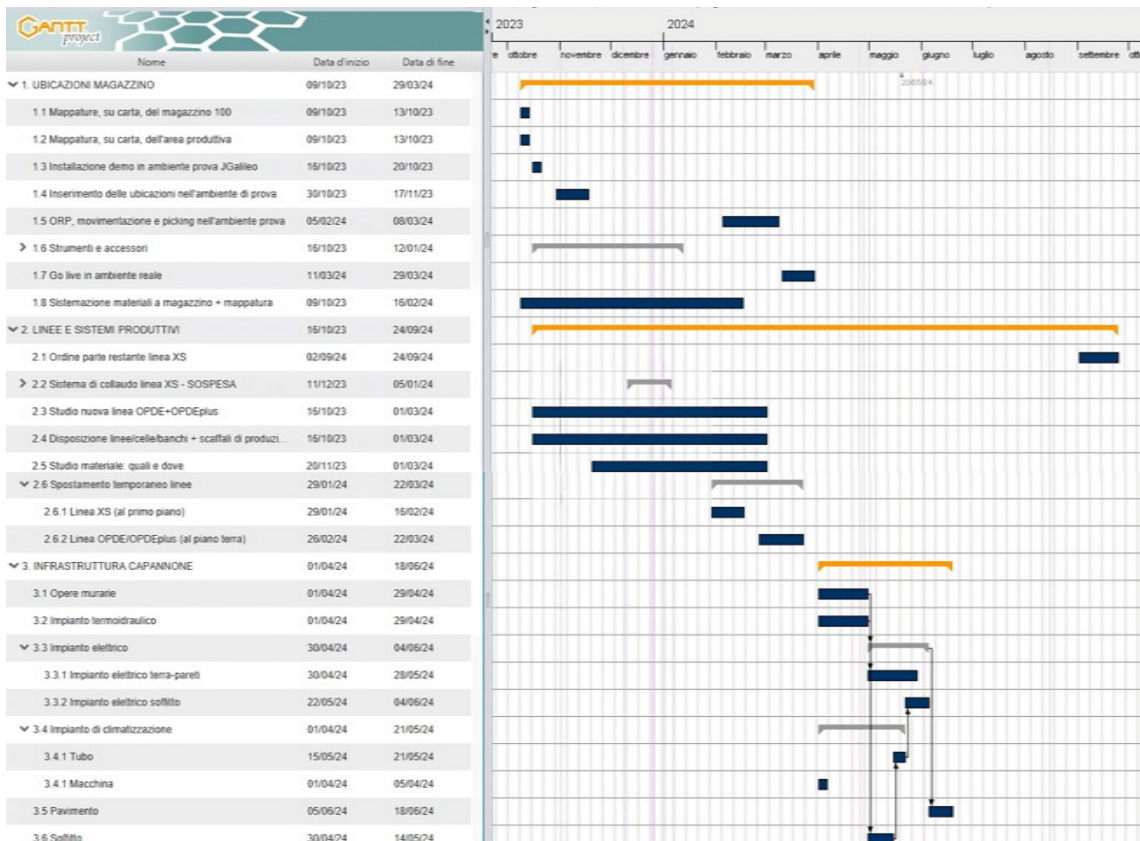


Figura 4.2: Rappresentazione diagramma di Gantt dei tre progetti sul programma GanttProject.

## 4.2.1 Progetto di logistica dei materiali ed ubicazioni

Come enunciato in precedenza, è questo il progetto principale su cui ci si concentra in questa tesi di laurea. In questo grafico sono riportati i task necessari alla realizzazione del progetto che ha come obiettivo l'efficientamento dei processi logistici di magazzino, nel prossimo capitolo si capirà come si è arrivati a definire queste attività, mostrando l'evoluzione che ha seguito il progetto nel tempo.

Di seguito si spiega in modo più approfondito lo scopo di queste attività, spiegando quali dipendenze esistono tra le varie fasi di questo primo progetto.

- Mappatura, su carta, del magazzino 100 (il magazzino fisico principale): per visualizzare dove si trovano i materiali nella configurazione originale del magazzino principale. Può essere svolta in maniera indipendente rispetto alla seconda attività prevista.

- Mappatura, su carta, dell'area produttiva: la suddivisione in aree di magazzino e produzione, fatta sulle piantine, e l'assegnazione dei nomi di zona/ubicazioni.
- Installazione della demo in ambiente di prova Jgalielo<sup>61</sup>: per implementare un pacchetto software di gestione della logistica di magazzino, che permetta di sapere la locazione e la giacenza di ogni codice. Si effettuano delle prove per permettere di prendere familiarità col programma. Quest'attività non dipende dalla prima.
- Inserimento a sistema delle ubicazioni definite e mappate nell'ambiente di prova: per avere, appunto, all'interno del sistema informatico, le informazioni su dove sono situati i codici in magazzino. Quest'attività può iniziare solo quando l'installazione e la configurazione del pacchetto software sarà ultimata. Quanto fatto nell'ambiente di prova, una volta validato, sarà poi molto più facilmente replicabile in ambiente reale.
- Test di gestione degli ordini di produzione, movimentazioni e prelievo nell'ambiente di prova: necessario per far sì che chi si interfaccia col software ne comprenda il funzionamento. Sarà possibile effettuare questi test solo dopo avere inserito le ubicazioni nel sistema ed in queste caricata una giacenza di materiale.
- Strumenti e accessori: per rendere possibile l'utilizzo del sistema informatico è necessario svolgere le seguenti attività relative a:
  - Terminali portatili a radiofrequenza: definire le specifiche che devono avere, valutare e infine scegliere il fornitore più adeguato.
  - Segnaletica di magazzino: inserire i cartelli e le etichette, provvisori, che identificano rispettivamente scaffali e ubicazioni. Può essere fatto anche durante la valutazione delle offerte dei fornitori di terminali.
  - Segnaletica definitiva: dopo l'inserimento di quelli provvisori, introduzione di cartelli ed etichette, materiale acquistato dal fornitore e validato.

---

<sup>61</sup> Jgalielo è il software gestionale che BDF Digital utilizza per “gestire e coordinare i processi aziendali in modo integrato”. In questo caso il WMS, di cui si parlerà in seguito, è la parte del software che permette la gestione della logistica di magazzino.

- Ambiente reale: avvio del software in ambiente reale.

## 4.2.2 Progetto del nuovo sistema produttivo

Questo progetto prevede le seguenti fasi più importanti:

- Ordine della parte restante della linea destinata all'OPDEplus XS: questa, difatti, è già stata progettata, dunque si deve soltanto effettuare l'ordine delle parti necessarie.
- Sistema di collaudo della linea XS:
  - Dimensionamento del nuovo quadro di comando e controllo per le sequenze di test automatico.
  - Adattamento del vecchio quadro di comando e controllo per il test OPDEper adattarlo e renderlo compatibile per il prodotto OPDEplus.
- Studio nuova linea OPDE+OPDEplus: i membri del team partecipanti a questo progetto organizzano una riunione a settimana per discutere di diverse proposte di layout di una linea multi-prodotto, che realizzi in modo alternato i prodotti OPDE e OPDEplus.
- Disposizione linee/celle/banchi e scaffali di produzione: il team si occuperà di definire le caratteristiche e la disposizione delle varie parti che comporranno il sistema produttivo.
- Studio del materiale da posizionare in linea: saranno studiate in modo accurato le quantità e la disposizione dei componenti da riporre in prossimità delle nuove linee.
- Spostamento temporaneo delle linee produttive: quest'attività è stata stabilita e implementata alla fine del periodo di tirocinio, dunque non si può documentare in modo completo. L'idea è quella di utilizzare i banchi produttivi già presenti in azienda per dedicarli alla produzione dell'OPDE/OPDEplus e dell'OPDEplus XS, finchè non terminano i lavori strutturali della nuova produttiva.

### 4.2.3 Progetto dell'infrastruttura della nuova zona produttiva

Si è mostrato, nel precedente paragrafo, che la progettazione della struttura della nuova zona produttiva è essenziale per poter realizzare la nuova parte del sistema produttivo di BDF Digital. Il progetto dell'infrastruttura, essendo alla base del secondo, è già stato definito nelle sue parti più essenziali: queste sono comuni a tutti i progetti di questo tipo e solitamente richiedono investimenti ingenti, date le dimensioni di un capannone industriale e la tipologia di impianti necessari. Le macrofasi corrispondono all'esecuzione di:

- Opere murarie: quando sarà stabilito il layout delle nuove linee produttive potrebbe essere necessario abbattere dei muri o costruirne di nuovi.
- Impianto termoidraulico: un impianto produttivo esige di un sistema di climatizzazione efficace al fine di garantire condizioni di lavoro ottimali al personale. Con l'occasione di questo importante cambiamento l'azienda ha deciso di intraprendere anche un percorso di transizione green, eliminando le tre attuali caldaie a gas metano e sostituendole con pompa di calore supportata da un impianto fotovoltaico di ca. 100 kW.

Queste prime due fasi, essendo indipendenti, possono essere svolte in contemporanea, come si vede dal Diagramma di Gantt, per accelerare l'implementazione del progetto.

- Impianto elettrico: questi lavori si effettueranno separatamente su terra e pareti e successivamente nel soffitto.
- Soffitto: i lavori su questa parte dovranno essere completati prima di inserire le strutture dell'impianto di climatizzazione.
- Impianto di climatizzazione: nel momento di pianificazione di queste fasi si è pensato di prorogare l'installazione della macchina di condizionamento in sé, in quanto molto costosa e non necessaria prima dell'estate 2024. Il sistema di diffusione interno (aria + acqua) a cui verrà collegata, invece verrà predisposto in precedenza, di modo che sia pronto per quando verrà installata la pompa di calore. I diffusori di aria calda e fredda dovranno essere montati prima dell'impianto elettrico del soffitto che a questi si aggancerà.

- Impianto elettrico di servizio ed infrastrutture di rete: realizzabile dopo i lavori termotecnici.
- Pavimento: questa sarà l'ultima fase di questo periodo di lavori. Come detto in precedenza, dopo qualche mese, sarà necessario inserire l'ultima parte mancante: il macchinario per il condizionamento

### 4.3 L'A3-X dei progetti

I tre progetti possono essere riportati su un foglio A3-X che, come visto nel precedente capitolo, è un foglio di formato A3<sup>62</sup> in cui si riportano i progetti che l'azienda vuole realizzare in linea con la strategia aziendale.

Relativamente ad ogni progetto se ne riportano gli obiettivi, le persone coinvolte e in che modo esso contribuisce a perseguire le strategie stabilite. Nello schema questi vengono identificati coi nomi: **Infrastruttura del nuovo impianto produttivo**, **Progettazione delle nuove linee produttive** e **Ottimizzazione del flusso dei materiali a magazzino**.

L' X-Matrix compilata è la seguente.

---

<sup>62</sup> Come tutti gli strumenti visual può essere compilato su carta o digitalmente. In questo caso si è scelto un formato digitale statico, quindi con struttura né modificabile né espandibile, perché i modelli presenti su Miro e sul web non si ritengono abbastanza soddisfacenti per lo scopo desiderato.

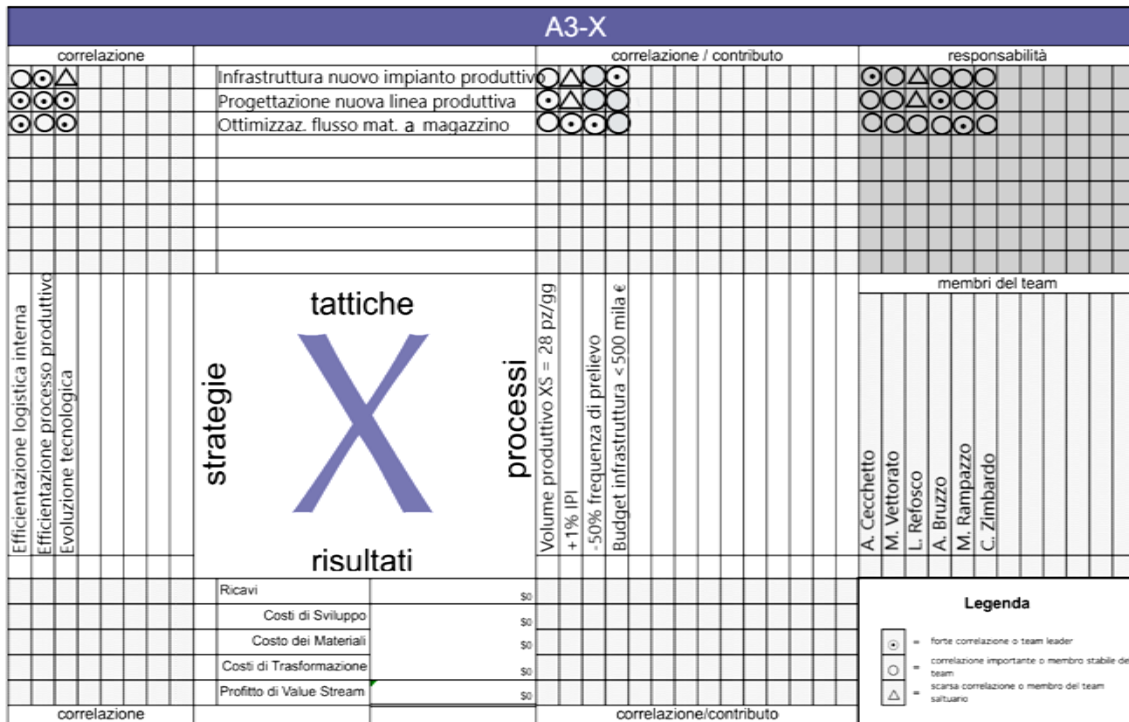


Figura 4.3: Foglio A3-X per la rappresentazione delle relazioni tra progetti, strategie e KPI di processo<sup>63</sup>.

Nella parte a sinistra sono riportate le strategie di medio-lungo termine che verranno implementate grazie alla realizzazione dei progetti<sup>64</sup> pianificati. Di seguito si riporta la **correlazione tra tattiche e strategie**, seguendo l'ordine in cui i primi sono presentati nel foglio.

- La realizzazione dell'infrastruttura della nuova zona produttiva presenta una forte correlazione con la strategia di efficientazione del processo produttivo, perché la predisposizione adeguata della struttura del capannone è essenziale per poter dare inizio ai lavori di realizzazione delle linee. Per comprendere la relazione tra i due aspetti basti pensare come un ritardo, ad esempio, della realizzazione dell'impianto elettrico, genererebbe un ritardo nell'inizio del funzionamento delle linee quindi una proroga nell'avvio della produzione e, di conseguenza, una difficoltà nel perseguimento della strategia di efficientazione

<sup>63</sup> Modulo A3-X compilato (Panizzolo R., 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione Snella dei Processi, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2022-2023).

<sup>64</sup> Le tattiche sono i progetti di miglioramento di breve termine, che andranno ad impattare sulle strategie aziendali di medio-lungo termine.



del processo produttivo. Addirittura se ad esempio, per qualche motivo, non si potesse realizzare il sistema di climatizzazione, potrebbe essere impossibile inserirvi le linee produttive causando l'impossibilità di raggiungere l'importante obiettivo di ottimizzazione delle attività produttive. Si può dunque affermare che la buona riuscita del primo progetto fornisce le basi per poter implementare il secondo, oltre che per perseguire la seconda strategia presente nell'X-Matrix.

Il progetto dell'infrastruttura, inoltre, impatta anche sull'efficienza dei processi di logistica interna in quanto alcune decisioni strutturali, come quelle di aprire dei varchi o realizzare dei locali tecnici, potrebbero impattare i percorsi che gli operatori di magazzino dovranno compiere per rifornire i magazzini di linea. Questo è un altro motivo per cui bisogna valutare accuratamente quali scelte compiere riguardo alla struttura della nuova zona produttiva.

L'unica strategia su cui non impatta questo progetto è quella relativa all'evoluzione tecnologica che si vuole realizzare in futuro.

- Dal precedente punto si deduce come la giusta progettazione delle nuove linee sia indispensabile per rendere il processo produttivo più efficiente perché, come già spiegato, sarà possibile dare un ritmo più spinto alla produzione dei codici venduti in maggiori quantità. Questo secondo progetto è connesso anche con la strategia che prevede l'efficientazione della logistica interna, perché solo se i processi di magazzino sono efficienti il materiale può rifornire le linee in modo corretto, garantendo il giusto flusso di produzione. Inoltre il progetto delle linee è anche una leva su cui puntare per permettere l'evoluzione tecnologica desiderata: in questo momento l'Industry 4.0 spinge le aziende ad intraprendere scelte che comprendano un maggiore grado di tecnologia, stimolandole ad essere più innovative, efficienti ma anche sicure<sup>65</sup>. Inoltre la maggiore presenza nello stabilimento di soluzioni all'avanguardia ha anche un effetto positivo sull'immagine organizzativa che l'azienda trasmette ai clienti e a tutte le parti interessate (stakeholders).

---

<sup>65</sup>“Le tecnologie 4.0 possono aiutare l'industria a vincere la duplice sfida di gestire le operations in modo più veloce e flessibile, senza però perdere di vista (anzi migliorandola) la sicurezza, intesa sia come safety – quindi tutela degli operatori e dei mezzi coinvolti nei processi– , che come security, che si riferisce alla protezione della macchina da eventi esterni (operatori, attacchi informatici ai sistemi IT).”

- Il terzo ed ultimo progetto, relativo all'ottimizzazione del flusso dei materiali a magazzino, presenta una forte correlazione, naturalmente, con la strategia che prevede l'efficientazione dei processi logistici interni. Oltre a ciò esiste anche una forte correlazione tra l'ottimizzazione del flusso dei materiali e l'efficientazione del processo produttivo: solo se i materiali riforniranno le linee nelle giuste modalità e nei tempi corretti sarà possibile garantire l'efficienza dei processi produttivi. Come detto al primo punto esiste anche una certa correlazione tra il progetto dell'infrastruttura e la strategia che prevede l'efficientazione della logistica interna, per i motivi già illustrati.

Nella parte più a destra sono riportati i **nomi dei partecipanti** ai vari progetti e nella sezione soprastante si rappresenta il **grado di responsabilità** che detiene ognuno.

Anche se ogni team è composto diversamente, molti degli individui sono coinvolti in tutti e tre i progetti. Formalmente sono stati nominati dei project leader, indicati nel foglio con lo stesso simbolo usato per la forte correlazione, ma nella pratica ogni persona contribuisce allo stesso modo all'avanzamento del progetto; inoltre, capita che in alcune riunioni certe persone vengano chiamate all'occorrenza per contribuire con le loro competenze e conoscenze. Anche per questo motivo, per lo scopo di questa tesi, non si ritiene necessario fornire ulteriori informazioni riguardo al livello di responsabilità degli attori coinvolti nei progetti.

Nella parte subito a destra rispetto alla scritta processi sono stati riportati i KPI di processo più importanti per misurare la buona riuscita dei progetti presenti nell'X-Matrix. Come negli altri casi si segna il tipo di **relazione tra i progetti e i KPI di processo** e se ne riporta una descrizione di seguito.

- L'obiettivo relativo al volume produttivo del prodotto OPDEplus XS presenta, naturalmente, una forte correlazione con il progetto della nuova linea produttiva ed una correlazione minore, seppur importante, con gli altri due progetti. Questo perché la struttura dell'impianto potrebbe impattare sul layout e sulle caratteristiche della linea, incidendo potenzialmente sulla capacità produttiva della stessa. Anche il progetto di ottimizzazione della logistica interna potrebbe

impattare la quantità di pezzi producibile perché qualora non fosse ottimale l'asservimento delle linee di produzione gli operatori potrebbero ritrovarsi senza componenti su cui lavorare, posticipando l'avvio della produzione e compromettendo il raggiungimento dell'obiettivo di produzione.

- La condizione di raggiungere un indice di precisione inventariale (IPI)<sup>66</sup> più alto dell'1% rispetto all'anno passato è un obiettivo il cui raggiungimento è influenzato solo dalle attività del progetto relativo al magazzino.
- La frequenza di prelievo è impattata principalmente dalla realizzazione del progetto di ottimizzazione della logistica interna, ma presenta una correlazione anche con i restanti due progetti. Alcune scelte strutturali possono impattare sulle caratteristiche delle linee e dei magazzini di linea che si vogliono progettare; a seconda delle quantità che è possibile immagazzinare in questa zona si dovranno effettuare più o meno prelievi di materiale dal magazzino principale.
- L'obiettivo del budget dell'infrastruttura, che dev'essere inferiore a 500mila €, è fortemente correlato, naturalmente, col progetto relativo all'infrastruttura della nuova parte di impianto produttivo. Inoltre il budget presenta una correlazione anche con gli altri due progetti perché questo influenza le scelte strutturali, che potrebbero impattare sia la progettazione delle linee di produzione che le scelte di asservimento delle linee, connesse col progetto relativo al magazzino.

Nella parte della matrice relativa ai risultati non sono riportate le voci di costo in quanto alcune devono ancora essere calcolate, oltre a non ritenere necessario riportare le cifre precise. Tuttavia, di seguito si riportano le più importanti categorie di costi che si inseriranno in questa sezione, una volta stabilite.

---

<sup>66</sup> Questo importante indicatore verrà spiegato in modo dettagliato in seguito, quando si approfondirà la spiegazione del progetto di miglioramento della logistica interna. Per ora ci si limita a dire che questo importante indicatore del progetto di logistica interna decresce con il numero di rettifiche di materiale che avvengono in magazzino, dunque si vuole che sia il più alto possibile.

- Costi di sviluppo: sono i costi associati allo sviluppo dei nuovi processi. Questi includeranno i costi di ricerca e sviluppo, dei test effettuati e del personale interessato da queste operazioni.
- Costo dei materiali: questi includeranno i costi di acquisto dei materiali e della strumentazione necessaria all'implementazione dei progetti.
- Costi di trasformazione: in questa voce di costo verranno compresi le spesa per la manodopera, per i lavori, per l'energia e tutti ciò che è necessari al passaggio dalla situazione as-is a quella del to-be.
- Profitto di value stream: qui ci si concentra sul "Saving" piuttosto che sui ricavi, perché gli investimenti effettuati sono mirati a ottimizzare le risorse e ridurre i costi operativi, piuttosto che ad ottenere un maggiore guadagno dai prodotti venduti. Il saving potrà poi essere ribaltato sul margine dei prodotti, ad esempio la riduzione dei tempi ciclo permetterà di produrre a costi minori, e quindi di avere più guadagni a parità del prezzo dei prodotti. Questo approccio risulterà vantaggioso nel lungo periodo, quando i vari risparmi garantiti da questi progetti porteranno a dei benefici economici.

Nel prossimo capitolo si presenterà in modo dettagliato il progetto di ottimizzazione dei processi di logistica interna.

## Capitolo 5

### 5. Il progetto: situazione as-is del magazzino e prime analisi

L'obiettivo di questo capitolo è l'illustrazione delle ragioni per cui si è reso necessario implementare il progetto di miglioramento della logistica interna e la descrizione delle prime analisi effettuate per quantificare i problemi presenti. Questa spiegazione seguirà la struttura del foglio A3-T utilizzato per il seguimiento del progetto: si forniranno informazioni generali su Stakeholders e aree d'interesse, si inquadrerà la situazione spiegando l'origine dei problemi, si mostreranno gli obiettivi e infine si riporteranno alcune delle analisi svolte per misurare i parametri chiave. Le restanti analisi effettuate verranno riportate nel sesto capitolo.

#### 5.1 L'inizio del progetto e le questioni da risolvere

Tra i progetti in cui BDF Digital è al momento impegnata, in questo elaborato di tesi ci si concentra su quello relativo al magazzino dell'azienda: l'obiettivo è risolvere le inefficienze e migliorare e semplificare i processi che avvengono all'interno di esso con particolare riferimento alla gestione dei materiali.

A tal fine sono stati organizzati dei meeting, a cadenza regolare, con le persone più coinvolte nella gestione delle procedure riguardanti il magazzino, al fine di collaborare per comprendere come risolvere i problemi, mantenendosi aggiornati sulle attività da svolgere e sull'andamento del progetto.

Durante il primo incontro si è iniziato la compilazione di un foglio A3-T, lo strumento visuale di problem solving tipico del Lean Management. Nel capitolo precedente si è mostrato il report A3-X, una matrice che si può definire strategica in quanto in essa si riportano i piani strategici che l'azienda vuole perseguire nel medio-lungo termine. L'A3-T, invece, si può definire come uno strumento operativo, in cui si specifica come si evolvono i progetti che permetteranno di perseguire la strategia desiderata. In questo

caso si è utilizzato lo strumento digitale Miro, per permettere la condivisione rapida ed efficace dell'avanzamento del progetto tra i membri del team.

La spiegazione delle attività segue l'ordine in cui il foglio A3 è stato compilato.

L'A3-T riportato di seguito dev'essere letto nella seguente sequenza: si legge dall'alto verso il basso la prima "colonna" di post-it, andando verso destra ci si sposta sulla seconda colonna, leggendo dall'alto verso il basso ed andando nella terza colonna si segue lo stesso ragionamento.

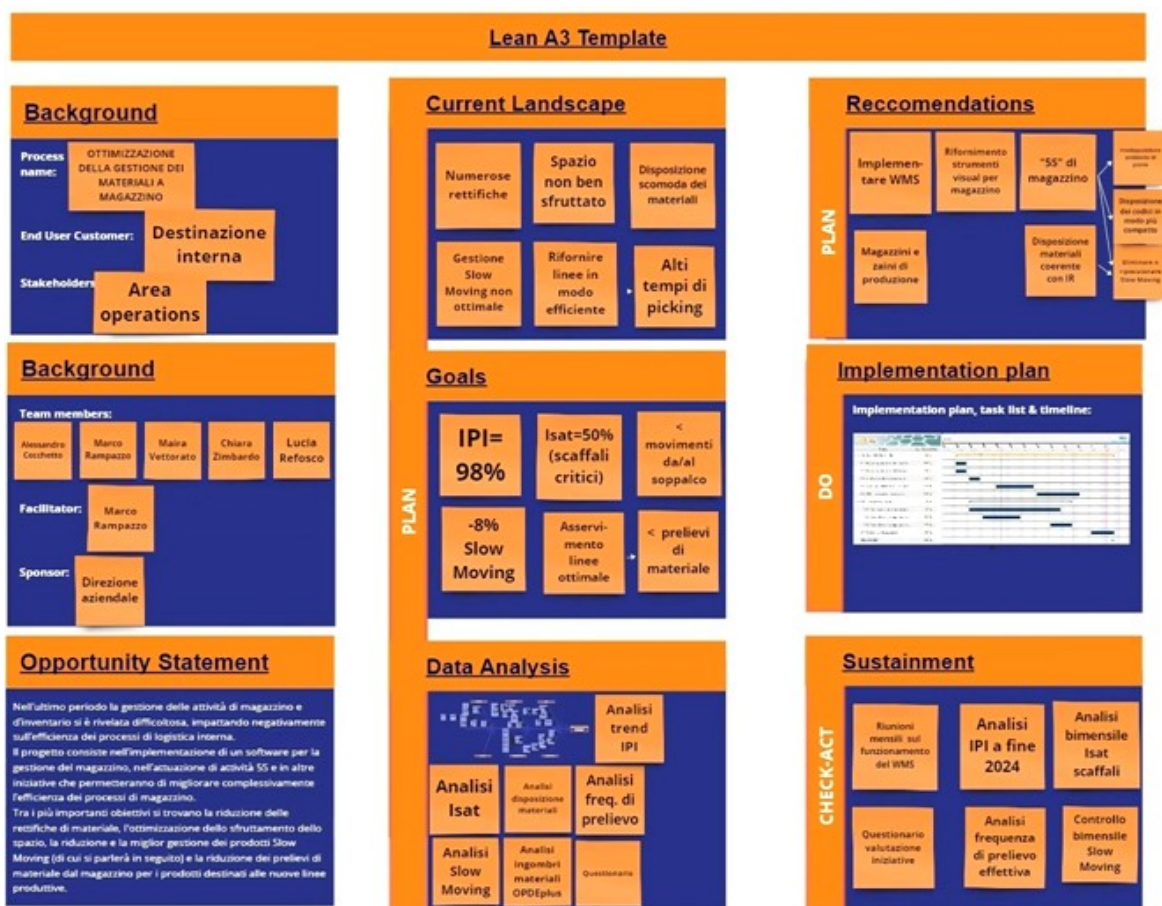


Figura 5.1: Foglio A3-T del progetto di reingegnerizzazione dei processi logistici di magazzino svolto in BDF Digital. Template della piattaforma Miro.

La struttura di questo foglio presenta tre riquadri in più rispetto a quello classico, questi sono quelli nella colonna a sinistra, in cui sono riportate informazioni aggiuntive

riguardo al progetto. Di qui in avanti, si riporta, per ogni riquadro, un'immagine ampliata con la rispettiva descrizione per agevolare la lettura.

**Background:**



**Nome del processo:** Ottimizzazione della gestione dei materiali a magazzino.

**Cliente finale:** destinazione interna, perchè non è un cliente esterno a beneficiare del progetto, ma l'azienda stessa, in particolare gli operatori e il responsabile di produzione.

**Stakeholders, "portatori d'interesse":** sono le persone interessate e coinvolte nel progetto e

Figura 5.2: Prima parte di informazioni relative al progetto.

che potrebbero essere influenzati dalle decisioni prese.



**Membri del team:** A. Cecchetto, M. Vettorato (Ufficio Quality and EDP), M. Rampazzo, Lucia Refosco (Ufficio Programmazione della Produzione e acquisti) e C. Zimbardo.

**Facilitator:** è il team leader di un progetto lean<sup>67</sup>.

**Sponsor:** la Direzione Aziendale, che finanzia e supporta questo progetto di miglioramento.

Figura 5.3: Seconda sezione contenenti informazioni sugli stakeholders del progetto.

<sup>67</sup><https://leanpull.com/cose-un-facilitatore-lean/>

## Opportunity Statement:

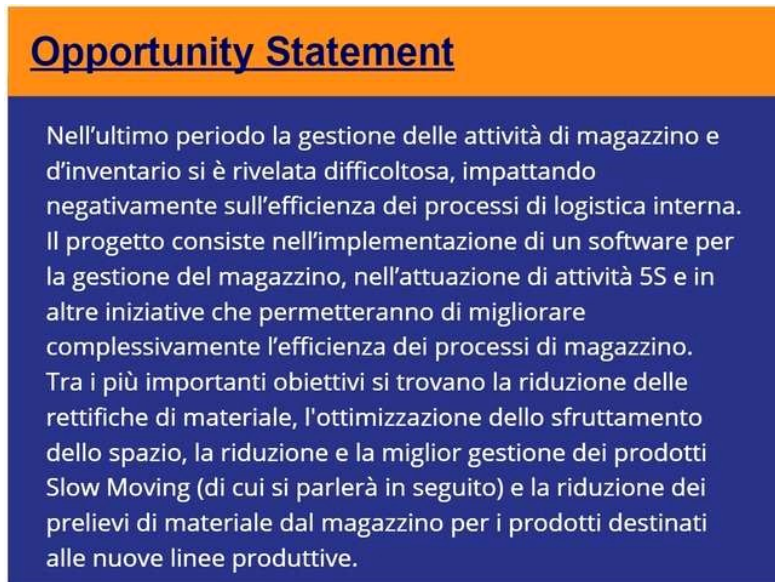


Figura 5.4: Dichiarazione di opportunità del progetto.

La dichiarazione di opportunità esprime il potenziale di miglioramento che il progetto può apportare, la forma interrogativa permette di scaturire il senso di problem solving tipico di un A3-T.

## Current Landscape:

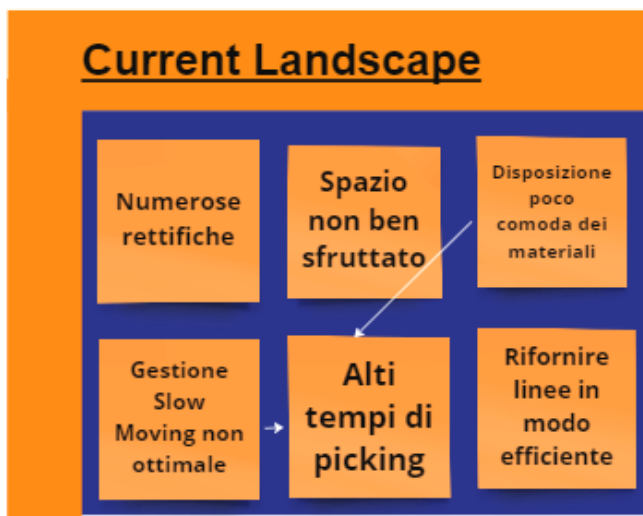


Figura 5.5: Sezione di post-it per rappresentare la situazione corrente.

Dopo aver compilato le parti introduttive, si è avviato un processo di brainstorming in cui i partecipanti si sono confrontati per poter definire accuratamente il problema. I problemi principali sono sintetizzati in quest'immagine.

I punti affrontati durante questo primo incontro vengono riportati qui di seguito, evidenziando in grassetto l'argomento di ogni

questione, per garantirne un'identificazione più rapida.



1. Si è capito, grazie alla prima riunione avvenuta, che la questione più problematica è relativa all'**incoerenza tra giacenza fisica e gestionale** del materiale in specifiche aree fisiche del magazzino e per un insieme di materiali usati in produzione, per i motivi illustrati nel paragrafo 4.1, ma che in seguito verranno riproposti mediante un'analisi delle cause.

Queste incoerenze vengono rilevate soprattutto nel momento in cui si effettua l'inventario annuale, e sono quantificabili mediante il numero di rettifiche<sup>68</sup>, come verrà spiegato in uno dei paragrafi seguenti. La differenza tra giacenza fisica e gestionale, evidenziata dalle rettifiche, oltre a mostrare le inefficienze del magazzino, rende la fase d'inventario più lunga e complicata di quanto dovrebbe essere, in quanto il personale che se ne deve occupare fatica a trovare velocemente il materiale da conteggiare essendo a parità di codice dislocato in più punti dell'azienda, non mappati. Se da una parte le attività di inventario, venendo svolte solo una volta all'anno, impattano poco sull'efficienza dei processi logistici, d'altra parte queste incoerenze rendono più complesse anche le attività di prelievo giornaliero del materiale perché fanno sì che, alle volte, quando gli operatori devono prelevare la merce dal magazzino per l'asservimento delle linee, perdano tempo per cercare il materiale in altre zone dell'azienda<sup>69</sup>.

Oltre agli sprechi di tempo e alle inefficienze che ne derivano, l'altro aspetto molto importante riguardo a queste incoerenze è che possono provocare problemi di natura fiscale. Inoltre, essendo BDF Digital una società per azioni, il bilancio deve essere approvato dal Collegio dei revisori, un ente che valuta gli indici di gestione dell'azienda anche in base al livello di precisione inventariale, che viene calcolato in base al valore delle rettifiche che avvengono in magazzino. Se le rettifiche superano una certa soglia, il Collegio dei revisori può constatare che i processi operativi non sono adeguatamente sotto controllo e, di conseguenza, il bilancio potrebbe essere

---

<sup>68</sup> Per rettifiche si intendono le correzioni eseguite a livello gestionale per allineare le giacenze gestionali a quelle materiali.

<sup>69</sup> A volte la merce cercata non si trova in magazzino, ma in produzione o in altre zone dello stabilimento.

approvato con richieste formali di azioni correttive. Da ciò si evince l'importanza cruciale di una gestione ottimale delle scorte di materiali a magazzino, sia per le questioni interne che esterne all'azienda.

2. Un altro importante dettaglio emerso in questo primo incontro tra i membri del team è quello relativo allo **spazio occupato dai materiali** in magazzino: ricorre spesso che in magazzino gli scaffali non siano completamente occupati, quindi potenzialmente in alcune zone sarebbe possibile stoccare più materiale di quanto ne è presente. Non sfruttare completamente lo spazio disponibile rappresenta un'inefficienza, soprattutto se questo fosse particolarmente comodo per prelevare la merce prima di portarla in produzione, ad esempio quando sono gli scaffali vicino all'entrata del magazzino ad essere parzialmente vuoti. Questi scaffali, difatti, sono quelli più agevoli per prelevare la merce dal magazzino, perché per farlo gli operatori devono eseguire distanze minori e cercare il materiale in una zona più piccola, dunque i tempi di picking<sup>70</sup> in questo caso sarebbero minori e l'efficienza maggiore.



*Figura 5.6: Esempio di uno scaffale poco saturo al piano terra.*

---

<sup>70</sup> Il picking è il processo di selezione e prelievo di materiali o di prodotti finiti dal magazzino. Nel primo caso la destinazione è quella interna di produzione, mentre nel secondo il destinatario è il cliente finale.

Persona A., 2022, Contenuti del corso, Insegnamento di Logistica Industriale, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova AA 2022/2023.

Il polo opposto della situazione relativa allo spazio non saturato negli scaffali riguarda quella che invece è la saturazione di spazi che dovrebbero rimanere liberi. È il caso, ad esempio, degli scatoloni che vengono impilati l'uno sopra l'altro e posizionati di fianco agli scaffali, occupando quello che dovrebbe essere il passaggio degli operatori in magazzino<sup>71</sup>. Anche in questo caso si verifica quello che nella Lean Production viene chiamato MUDA di superficie, perché l'area occupata potrebbe essere utilizzata per scopi più a valore aggiunto. In questo particolare caso, inoltre, si verifica anche un problema relativo alla sicurezza, perché gli operatori sono costretti a passare nella stessa corsia in cui possono transitare i carrelli elevatori.

Si riporta una foto che illustra questa situazione qui di seguito.



*Figura 5.7: A sinistra scatoloni di materiali sui corridoi pedonali; a destra pila di scatole in sopralco posizionate a fianco di uno scaffale.*

Si può concludere quindi che, in generale, lo spazio in magazzino non è sfruttato in modo ottimale.

---

<sup>71</sup> In un magazzino bisogna porre attenzione quando si cammina, in quanto i carrelli elevatori devono poter transitare nel “corridoio di lavoro” senza trovare intralci o persone nel passaggio. A tale scopo, vengono creati dei “corridoi pedonali” che corrono lungo i bordi esterni del corridoio di lavoro.

(Mecalux, [mecalux.it](http://mecalux.it).)

3. Come accennato precedentemente esiste un ulteriore fattore che incide sull'efficienza delle attività di magazzino: il **soppalco**, che si trova sopra l'area del magazzino, in cui vengono stoccati alcuni dei materiali necessari alla produzione. Fino a un paio di anni fa in quest'area era immagazzinato un numero maggiore di articoli rispetto ad ora, soprattutto alcuni ad alta rotazione<sup>72</sup>, quindi molto spesso si doveva o salire e scendere le scale per accedere ad essi, oppure utilizzare il montacarichi, originando molti MUDA di tempi e movimentazioni durante il prelievo. Nella tesi di laurea del collega Simone Marcon<sup>73</sup>, svolta in BDF Digital circa un anno fa durante il suo periodo di stage, uno degli obiettivi era proprio mappare il magazzino in modo da capire come poter diminuire gli spostamenti “da” e “verso” il soppalco. Per farlo era stata svolta un'analisi ABC, una tecnica che suddivide i materiali in classi in base alla loro frequenza di prelievo: nella prima classe (A) si trovano quelli che vengono prelevati più spesso (detti runner), nella seconda (B) quelli che vengono prelevati con minore frequenza e nell'ultima (C) quelli prelevati ancora meno frequentemente. In base ai risultati si decise di spostare i materiali di classe A che si trovavano sul soppalco al piano terra, di modo che la merce che serviva più spesso fosse più comoda da prelevare, non dovendo fare le scale. La merce di classe A è stata spostata quasi tutta al piano terra e attualmente rimangono solo alcuni materiali da dover trasferire, e ciò sarà una delle altre attività da completare, anche se non la principale.

---

<sup>72</sup> L'indice di rotazione è un indicatore essenziale per monitorare l'andamento delle scorte. Questo indica quante volte si è rinnovata la scorta di un codice in magazzino, in un determinato periodo di tempo. Minore è l'indice di rotazione di un codice, più tempo questo permane a magazzino senza essere prelevato, rischiando di andare in obsolescenza.

<sup>73</sup> Marcon S., 2022, *Mappatura e ottimizzazione dei processi logistici di magazzino. Il caso BDF Digital S.p.A.*, Tesi di Laurea, Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2021-2022.



Figura 5.8: Il magazzino di BDF Digital, piano terra e soppalco.

4. Un altro aspetto analizzato nella tesi di Simone Marcon è quello relativo agli articoli “**Slow Moving**”, ossia quei materiali che non vengono utilizzati né prelevati per un lungo periodo di tempo<sup>74</sup>. Anche le problematiche relative a questi materiali sono state parzialmente risolte, mandandoli in rottamazione, o vendendoli o riutilizzandone delle parti. A livello gestionale la presenza di tali materiali è costantemente monitorata, ciò che manca però è un’adeguata gestione logistica di queste parti perché può capitare che si trovino in zone molto comode da raggiungere dagli operatori (ad esempio vicino alla porta di entrata del magazzino al piano terra), che, seguendo la logica di classificazione descritta al punto 3, dovrebbero essere occupate da codici di classe A. Questo è un ulteriore punto che si cercherà di risolvere con l’implementazione di questo progetto.

---

<sup>74</sup> Marcon S., 2022, *Mappatura e ottimizzazione dei processi logistici di magazzino. Il caso BDF Digital S.p.A.*, Tesi di Laurea, Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2021-2022.



*Figura 5.9: Articoli Slow Moving contrassegnati con cartellini rosa, quindi identificati come superflui e possibilmente vendibili o rottamabili.*

5. Il successivo argomento brevemente discusso in questa prima riunione riguarda i **tempi di prelievo** dei materiali dal magazzino: come detto in precedenza, inizialmente, quando ancora non si era compreso a fondo il problema, si pensava che i tempi elevati fossero un'inefficienza piuttosto rilevante. Seppur i tempi di picking incidano molto sull'efficienza di questa importante operazione, il fatto che siano più elevati della media, al momento, è più una conseguenza degli altri problemi appena citati<sup>75</sup>.

Inoltre, come già detto nel contesto relativo al soppalco, il fatto di dover compiere molte movimentazioni, alle volte non rappresenta uno dei problemi principali, perché in ogni caso gli operatori del magazzino riescono comunque a svolgere le proprie attività senza causare ritardi all'avvio della produzione. Il fatto che il personale riesca comunque a svolgere il proprio lavoro, però, non è un motivo per non provare ad introdurre dei miglioramenti, che permettano di ridurre le attività non a valore aggiunto ma anche di aumentare la soddisfazione nello svolgere le attività.

---

<sup>75</sup> I tempi di picking elevati sono, in questo caso, una conseguenza delle incoerenze tra magazzino fisico e gestionale (punto 1) e della presenza di materiali di classe A nel soppalco (punto 3); inoltre, sono accentuati anche dal fattore umano, rappresentato da una recente ri-strutturazione del personale di magazzino che ha visto un'importante perdita di conoscenza storica del reparto.

6. L'ultima questione che dev'essere gestita riguarda il collegamento tra questo progetto e l'implementazione delle nuove linee produttive. Come anticipato nel precedente capitolo, poichè i materiali presenti in magazzino dovranno rifornire le linee in modo ottimale, è essenziale garantire che i componenti dei prodotti da assemblare siano posizionati in maniera chiara e facilmente accessibile da parte degli operatori. Si dovrà quindi analizzare attentamente come disporre i materiali sia in magazzino che nella zona produttiva, valutando, com'è comune in questi casi, l'eventuale creazione di un'**area di stoccaggio supplementare all'interno dell'area di produzione**.

## 5.2 Gli obiettivi da raggiungere

Dopo che i membri del team hanno discusso sulle questioni prioritarie da risolvere riguardo al magazzino dell'azienda, si è iniziato a definire che cosa si vuole ottenere, in termini pratici, con la messa in opera di questo progetto.

Per farlo si sono ripresi i punti principali esposti nel precedente paragrafo, e per ognuno si è definito come la situazione riguardo ad esso dovesse migliorare. Dopodiché, è stato necessario definire degli indicatori da controllare per quantificare i benefici delle iniziative che verranno prese, ipotizzando per questi KPI il valore desiderato.

Gli obiettivi che ci si pone in ambito di un progetto devono essere SMART, ossia:

1. Specifici (Specific): obiettivi chiari e definiti, e non generici.
2. Misurabili (Measurable): attraverso l'uso di indicatori numerici e oggettivi.
3. Raggiungibili (Achievable): obiettivi sfidanti ma realistici.
4. Rilevanti (Relevant): significativi ed in linea con le priorità dell'organizzazione.
5. Definiti nel Tempo (Time-based): devono avere una scadenza temporale.

Considerando queste premesse, si riporta l'immagine della sezione "obiettivi" dell'A3-T e a seguire una descrizione degli stessi, spiegando brevemente l'indicatore utilizzato per definirli. L'illustrazione degli indici verrà approfondita in seguito, quando si presenteranno le analisi realizzate durante l'esecuzione del progetto.



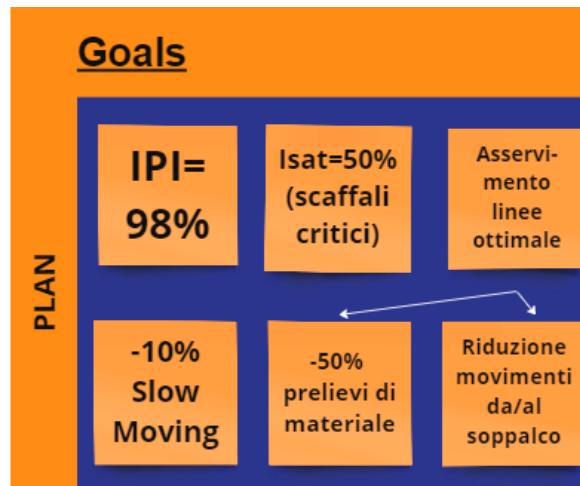


Figura 5.10: Parte dell'A3 relativa agli obiettivi del progetto.

### Goals:

- 1. Indice di precisione inventariale maggiore dell'1% rispetto a quello del 2022:** questo è un indicatore che considera il numero di rettifiche di materiale effettuate. Più alto è, meno rettifiche sono state effettuate, quindi migliore è stata la gestione.
- 2. Indice di saturazione volumetrica degli scaffali critici del 50%:** attraverso questo obiettivo si mette in risalto l'intenzione di migliorare lo sfruttamento dello spazio in magazzino.
- 3. Riduzione spostamenti da/al soppalco:** ciò permetterà di semplificare le attività e di ridurre i tempi di prelievo.
- 4. Eliminazione del 5 % degli Slow Moving:** mediante questo obiettivo ci si impegna ad intraprendere delle attività che permettano di ridurre la quantità di componenti Slow Moving, ottimizzando inoltre la gestione di quelli che non è possibile eliminare.
- 5. Ubicazione dei materiali ottimale per rifornire le linee produttive:** si vuole stoccare il materiale in modo più coerente possibile con le necessità produttive. Per farlo si ipotizza di collocare, nella nuova parte di impianto, dei magazzini di produzione in cui stoccare i componenti di modo da agevolare l'asservimento



delle linee. La disposizione dei componenti stoccati dovrà, comunque, essere ottimale anche per la zona produttiva già in uso, anche senza l'ausilio di sistemi di stoccaggio aggiuntivi.

- 6. Riduzione del 50% dei prelievi di materiale grazie alla progettazione dei magazzini di linea OPDEplus XS:** questa è una conseguenza del punto precedente, ma lo si è voluto scrivere come un obiettivo a sé stante per evidenziare il beneficio atteso dalla progettazione di magazzini di produzione.

### 5.3 Le analisi effettuate

#### Data Analysis

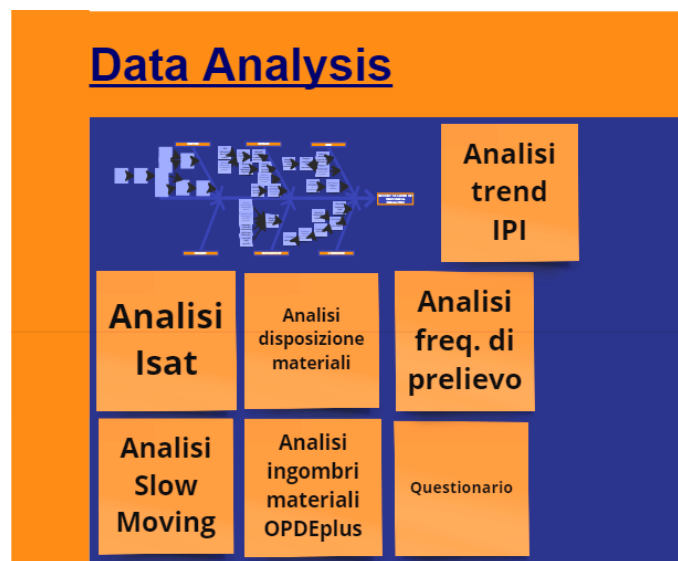


Figura 5.11: Sezione dell'A3-T che comprende le analisi effettuate.

Essendo stati effettuati diversi studi, se venissero riportati tutti i grafici realizzati l'immagine precedente diventerebbe troppo saturo e confusionario. Si è dunque deciso di lasciare solamente la rappresentazione dei post-it e, nella descrizione che segue, dettagliare la spiegazione delle analisi svolte anche tramite figure e diagrammi.

#### 5.3.1 Diagramma di Ishikawa

Nella filosofia Lean, per riuscire a risolvere un problema, bisogna prima analizzarne a fondo le cause.

*“Non riuscire a comprendere l’origine più profonda del problema implica che, con buona probabilità, esso si ripresenterà.”<sup>76</sup>*

Questo passaggio è quindi essenziale per poter trovare delle soluzioni che siano efficaci e definitive. Per farlo si utilizza il diagramma di Ishikawa: si definisce il problema generale che deve essere risolto, denominandolo “Difficile gestione dei materiali a magazzino”<sup>77</sup>, dopodiché si cerca di capire quali siano gli aspetti che incidono sul problema, cercando di giungere alla radice primaria di ogni problema con il metodo dei “Cinque Perché”<sup>78</sup>. Man mano che si trovano le cause si procede con la compilazione del diagramma, che viene riportato di seguito.

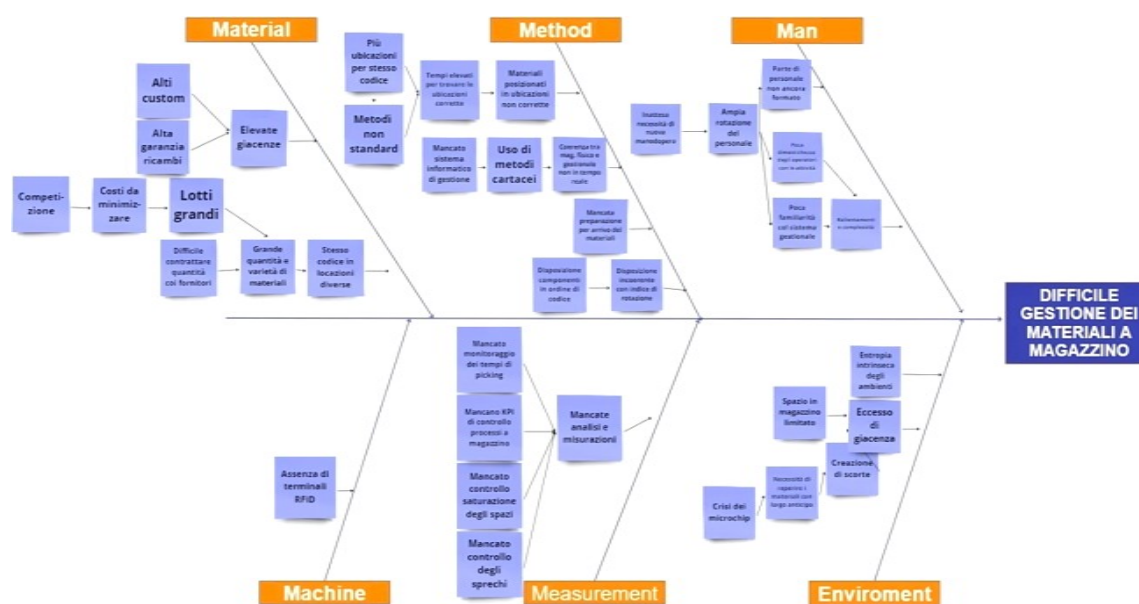


Figura 5.12: Diagramma di Ishikawa realizzato su Miro per analizzare le cause del problema.

Non essendo visibili i post-it nella precedente foto, viene riportata, in seguito, l’immagine di ogni ramo compilato con la rispettiva descrizione. Si ritiene inoltre necessario specificare che a questo punto, dopo aver descritto in modo approfondito la

<sup>76</sup>Durward K. Sobek II, Art Smalley, a cura di M. Calgano, 2013, *A3 Thinking il segreto dell’approccio manageriale di Toyota*, Guerrini e Associati, Milano.

<sup>77</sup> Si è deciso di sviluppare un’analisi dei problemi esposti a livello macroscopico, unificandoli in un ambito complessivo che li rappresenti. Nella successiva descrizione dei rami si comprenderà come questa semplificazione sia comunque esaustiva.

<sup>78</sup> I “perché” possono anche essere meno di cinque, come si può notare dal grafico.

storia dell'organizzazione, si danno per scontati alcuni concetti già spiegati, concentrandosi quindi sulla descrizione degli elementi presenti nel diagramma. Se leggendo non si comprende qualche collegamento, si consiglia di rileggere il primo capitolo, in cui si espongono elementi importanti della storia dell'azienda.

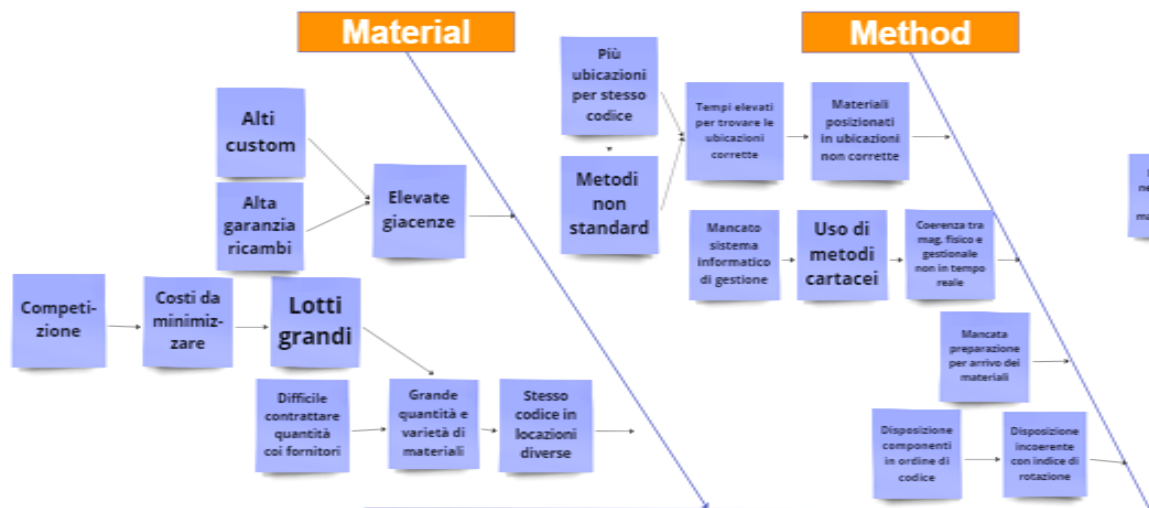


Figura 5.13: Rami relativi ai materiali e ai metodi.

### 5.3.1.1 Materiali

Il fatto che ogni prodotto possa essere personalizzato fa sì che per ogni variante esistano molte possibili parti che la possono comporre, questo è uno dei motivi per cui la quantità di materiali in magazzino in certe condizioni è destinata a crescere.

Inoltre si detengono scorte di componenti di prodotti ormai fuori produzione, ma di cui si conservano ancora delle parti di ricambio: questo perché, per mantenere il vantaggio competitivo dato dall'alto livello di servizio al cliente, si è sempre assicurato ai clienti un lungo periodo (anche di 10 anni) di garanzia di ricambio. La componentistica di ricambio dei prodotti fuori produzione rientra tra i codici definiti "Slow Moving", che sono caratterizzati da un basso indice di rotazione che andrebbero quindi gestiti al meglio, evitando che occupino posizioni "comode" in cui potrebbero essere stoccati i codici di classe A ancora presenti sul soppalco. Questi due motivi sono tra quelli che contribuiscono a far sì che in magazzino siano presenti una grande varietà e quantità di materiali, complicando la gestione delle giacenze.

Passando al secondo gruppo di cause, l'alta competizione presente in questo settore porta a competere sul prezzo dei prodotti, e quindi sui costi di produzione e approvvigionamento. Per ricercare l'economicità, si sfruttano le economie di scala acquistando grandi lotti di componenti, anche per questo c'è un alto livello di scorte a magazzino; inoltre, la scelta di comprare grandi lotti è anche spinta dalle politiche di vendita di alcuni fornitori, con cui è difficile contrattare per diminuire le quantità di acquisto.

Quando le zone dedicate ad alcuni codici sono sature e gli operatori devono stoccare la merce pervenuta dai fornitori, capita spesso che questa venga posizionata in altri punti non dedicati a quel codice. Tutto ciò crea confusione sia nel momento di prelievo dei componenti da portare in produzione che durante le operazioni inventariali, generando il problema di cui si è parlato, relativo alle difficoltà di reperire il materiale oggetto di verifica in tempi rapidi e con sicurezza di trovarlo tutto al primo passaggio.

Si pone, inoltre, il problema dei lunghi tempi di approvvigionamento per alcuni componenti strategici, come i moduli di potenza e alcuni condensatori elettrolitici, che richiedono la creazione di scorte per fronteggiare i consumi di produzione previsti.

### **5.3.1.2 Metodi**

L'ubicazione degli articoli dovrebbe essere fissa e mappata, ed al momento segue solo l'ordine di codifica degli stessi. Tuttavia, quando lo spazio dedicato al codice ad un articolo è pieno, questo viene posto in un altro punto del magazzino e ciò a volte contribuisce a creare disordine. Inoltre, posizionando i materiali in ordine di codice, non si considera quali siano gli articoli più ad alta o a bassa rotazione, e ciò porta al problema già discusso: si potrebbero avere dei codici che si movimentano poco in posizioni comode, e codici che devono essere prelevati spesso in posizioni poco agevoli da raggiungere. Oltretutto, proprio perché a volte non si opera sempre allo stesso modo quando si stocca la merce a magazzino, si può affermare che non esiste un metodo standard di gestione dei materiali o che, comunque, pur esistendo non viene seguito.

Un'altra questione su cui porre attenzione è che attualmente non esiste un sistema informatico che agevoli le operazioni di magazzino, bensì si è ancora fermi all'utilizzo

di strumenti cartacei statici come liste di prelievo ed elenchi di scarico. Ciò comporta che l'allineamento fisico a quello gestionale delle scorte e delle disponibilità a livello di ERP non è in tempo reale, comportando alle volte dei negativi transitori e altre situazioni complesse da gestire. Questo fattore è collegato con l'unica causa relativa alle macchine: non essendo presente un sistema di gestione del magazzino non è presente nemmeno il suo supporto fisico, ossia i lettori RfID, che vengono usati per tracciare le operazioni e registrarle, in tempo reale, a sistema.

Un ulteriore aspetto analizzato è relativo al fatto che quando è previsto l'arrivo dei bancali di materiale da parte dei fornitori, manca un metodo di preparazione anticipata, come l'identificazione preventiva delle locazioni, per agevolare l'accoglienza delle merci e ridurre di conseguenza le inefficienze. Anche quanto appena visto incide sulla complessità di gestione dei processi che avvengono nel magazzino di BDF Digital.

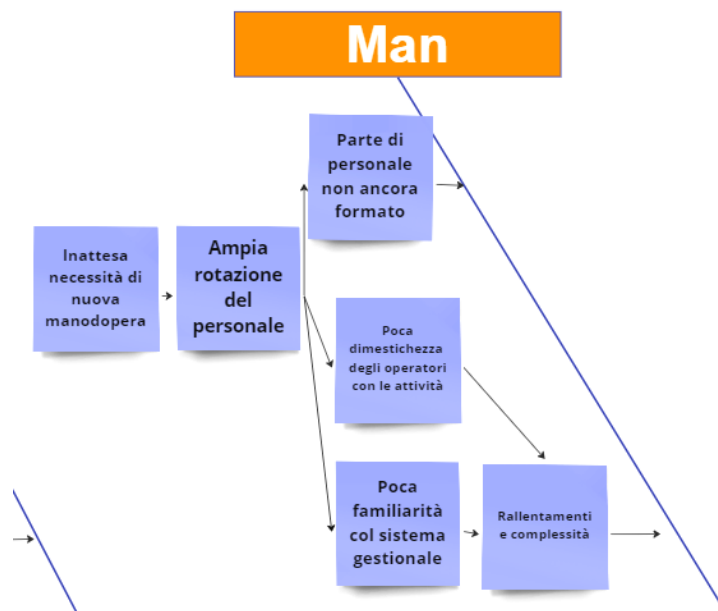


Figura 5.14: Ramo relativo alla manodopera.

### 5.3.1.3 Manodopera

Concentrandosi sulla parte data dalle risorse umane, si deve considerare che c'è stato un momento in cui in magazzino si è verificata un'inaspettata necessità di assumere personale, a causa di un'alta rotazione dello stesso in un breve periodo. Per questo

motivo alcuni nuovi operatori non hanno avuto abbastanza tempo per prendere la giusta dimestichezza con il complesso magazzino dell'azienda, il quale richiede una conoscenza storica approfondita per essere compreso appieno. Inoltre può capitare che la mancanza di familiarità dei nuovi assunti con il sistema Jgalileo rallenti alcune attività, influenzando l'efficienza complessiva.

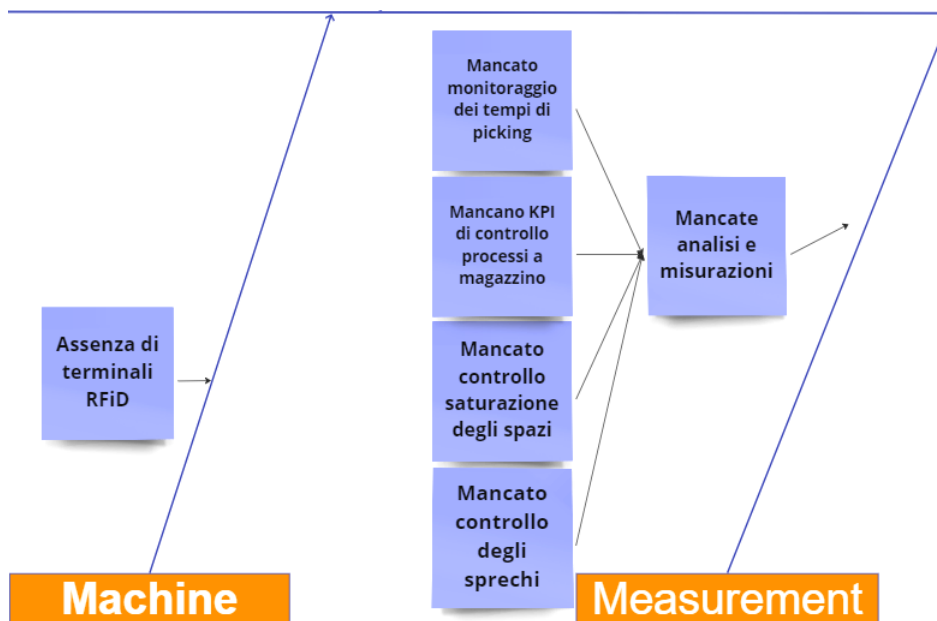


Figura 5.15: Rami relativi alle macchine e alle misure.

### 5.3.1.4 Macchine

Per quanto riguarda il ramo del diagramma relativo alle macchine, in questo caso si possono includere tutti gli strumenti e i dispositivi che possono essere utilizzati nei processi di magazzino.

Un'attrezzatura che manca sono i terminali a radiofrequenza, sempre più diffusi per gestire in modo efficace le attività di magazzino, ad esempio permettendo di registrare le operazioni automaticamente sul sistema. L'utilizzo, invece, di strumenti e liste cartacee non permette la tracciabilità in tempo reale dei materiali, contribuisce a rendere le operazioni più lente e fa sì che aumentino le probabilità di errore.

### **5.3.1.5 Misure**

Oltre a non esistere dei metodi di gestione standard dei materiali, non esistono neanche dei metodi per misurare la bontà di gestione degli stessi.

Mancano dei KPI per analizzare i parametri del processo; non viene effettuato il monitoraggio dei tempi di picking; manca un controllo della saturazione degli spazi e in generale mancano dei controlli per valutare se si verificano eventuali sprechi durante tutte le operazioni effettuate in magazzino.

Non controllando quanto vengono saturati gli scaffali del magazzino, non si è in grado di conoscere se questi potrebbero essere sfruttati in modo più efficiente, ad esempio per stoccare merce da alta rotazione in punti particolarmente comodi. Fare buon uso di tutti gli spazi in magazzino ed eliminare i MUDA relativi alle superfici, soprattutto quelli relativi al piano terra, è uno degli obiettivi da conseguire.

Anche le misure dei tempi, se venissero effettuate, sarebbero molto utili per migliorare i tempi di picking che, come riportato tra i problemi, talvolta sono più elevati del previsto.

Per questi motivi si può affermare che mancano globalmente dei metodi di misurazione e controllo dei processi, che aiuterebbero a evidenziare e quantificare le inefficienze dei processi di logistica interna di BDF Digital e a capire come intervenire.

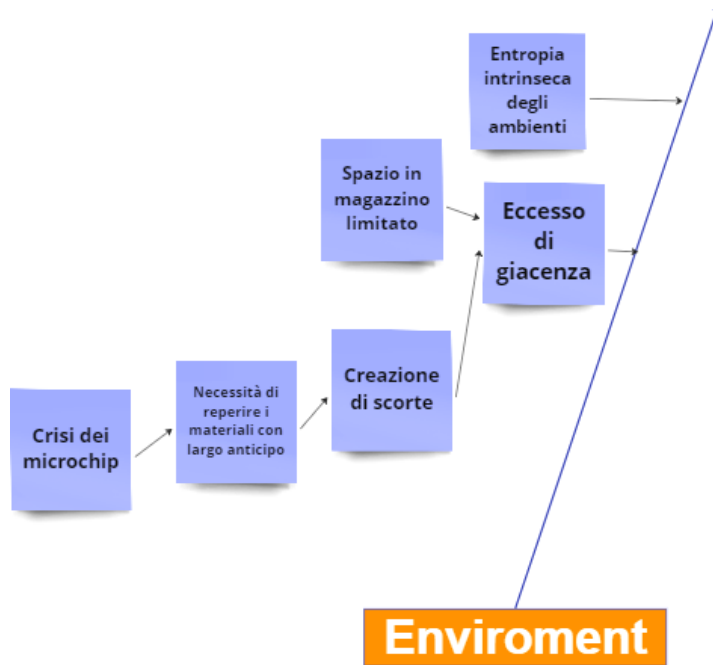


Figura 5.16: Ramo relativo all'ambiente.

### 5.3.1.6 Ambiente

Facendo un passo indietro, si ricorda l'effetto che la crisi dei microchip, citata nel primo capitolo, ha avuto sul business di BDF Digital. La reperibilità di questi componenti cruciali si è fatta molto più complicata portando alla necessità di rifornirsi delle schede elettroniche, costituite da microchip, con largo anticipo, condizione che ha portato ad accumulare molte scorte di questi componenti primari.

Un altro aspetto che rientra tra quelli ambientali riguarda lo spazio disponibile: la grandezza del magazzino non si può variare, quindi per poter stoccare la grande quantità di merce l'unica possibilità è quella di gestire in modo migliore lo spazio a disposizione.

Esiste un ulteriore fattore degno di nota che non riguarda solo il magazzino di BDF Digital, ma anche quello di tutte le altre aziende ed in generale si verifica in tutti gli spazi: l'entropia intrinseca degli ambienti. Questo è un fenomeno che si riferisce al grado di disordine e caos che si verifica in un ambiente anche senza nessun intervento esterno: l'entropia intrinseca è quindi un indicatore di quanto un ambiente sia disorganizzato nella sua configurazione naturale, e cresce con la varietà di elementi



presenti in un sistema. Essendo la varietà di componenti a magazzino molto elevata si verifica quindi, quasi naturalmente, un elevato grado di disordine.

### **5.3.1.7 I vincoli**

L'analisi delle cause appena descritta può risultare molto utile per trovare delle contromisure ai vari problemi che, sommati, portano alla questione "macro" relativa alla difficoltà di gestione dei materiali a magazzino.

Se si tentasse già di trovare delle soluzioni si noterebbe che alcune delle cause primarie non possono essere modificate: il fatto che la varietà sia alta, ad esempio, è una caratteristica distintiva dell'azienda, la quale, come già spiegato, si focalizza sulle personalizzazioni dei prodotti per ottenere un vantaggio competitivo nel mercato. Ciò vale allo stesso modo per la ricambistica perché, avendo già promesso ai clienti la possibilità di sostituire dei componenti per lunghi periodi, non si può mancare a questo impegno, considerando che anch'esso è uno dei fattori cruciali per generare soddisfazione e fiducia nei clienti.

Un altro aspetto su cui non è possibile agire è la necessità di reperire i componenti elettronici e semilavorati in ottica just-in-time, perché qualora ci fossero dei problemi o ritardi nella fornitura si interromperebbe la produzione di determinati prodotti, situazione che chiaramente deve essere evitata.

Per quanto concerne alcune tipologie di materiali (componenti come, ad esempio, le schede assemblate), come precedentemente indicato, molti dei fornitori non consentono di negoziare le quantità acquistate, altresì ciò non conviene dal punto di vista economico. Di conseguenza, questo non può essere considerato tra le principali leve su cui concentrarsi nel tentativo di migliorare la situazione e, se verranno fatti degli sforzi in tale senso, non ci si aspetta notevoli progressi. Nel periodo di stesura di questo capitolo si sta valutando l'eventualità di richiedere, in particolare ai fornitori di schede elettroniche e di componenti meccanici, di fare arrivare la merce in scatole di dimensioni specifiche, per agevolarne lo stoccaggio sia nel magazzino di stoccaggio, che in quelli di produzione di progettazione. Ciò apporterebbe notevoli vantaggi, anche se non si contempla la possibilità di ridurre le dimensioni dei lotti.

Come si può immaginare, anche l'entropia intrinseca degli ambienti è un elemento non modificabile, essendo un fenomeno che si verifica naturalmente.

Quelli appena descritti possono essere definiti come i vincoli del progetto, essendo aspetti che non si possono modificare. Si può osservare che questi rappresentano quasi tutti i punti dei rami "Materiali" e "Ambiente", per questo motivo le soluzioni al problema devono essere cercate in altre direzioni. Questo studio verrà riservato per la parte relativa alle contromisure, che verrà esposta dopo la presentazione delle altre analisi effettuate dal team.

### **5.3.2 L'indice di precisione dell'inventario**

#### **Indice dell'inventario svolto alla chiusura di esercizio**

Come anticipato, l'inventario delle scorte presenti in magazzino è un momento importante per BDF Digital, ma lo è anche per le altre aziende manifatturiere, soprattutto per quelle che gestiscono una vasta gamma di prodotti e componenti in magazzino. Prima di spiegare come si calcolano gli indicatori di precisione inventariale, si ritiene necessario illustrare le modalità di realizzazione di questa importante fase di conteggio e verifica degli stock. L'inventario può essere svolto:

1. Alla **chiusura di esercizio**, gli ultimi giorni dell'anno o i primi dell'anno nuovo. Attualmente in BDF Digital si segue questa modalità, effettuando il conteggio della merce a magazzino quando i processi produttivi e logistici sono fermi, di modo da non avere nessun tipo di movimentazione di materiale.
2. A **rotazione**, realizzando l'inventario di zone diverse in periodi diversi, senza interrompere i processi produttivi. Questa attività viene fatta in BDF Digital per alcune gamme di componenti particolarmente critici nella reperibilità (ad esempio per i moduli di potenza).
3. In **modo continuo/permanente**, dove è l'operatore stesso che, durante le attività di prelievo, registra i dati relativi agli stock, mediante un software di gestione del magazzino.

Di seguito, si elencano i punti chiave delle attività di inventario<sup>79</sup> eseguite in BDF Digital:

1. L'inventario della merce a magazzino viene realizzato o a fine anno, durante la chiusura natalizia, o all'inizio dell'anno nuovo.
2. Il personale che se ne occupa è sia quello del magazzino, sia quello dell'ufficio Programmazione e Acquisti.
3. Solitamente si dà priorità ai codici movimentati nell'ultimo anno e a quelli con valore maggiore, eseguendo il conteggio dei codici secondo un ordine di valore decrescente.
4. Su dei fogli A4 vengono stampati i codici da controllare, con i relativi codici a barre. Per ogni codice viene stampata anche la quantità dichiarata a gestionale e a fianco a questa si scriveranno a mano le giacenze riscontrate durante il conteggio manuale.
5. Durante l'esecuzione dell'inventario: si scrive, nello spazio apposito, il numero di articoli per codice trovati, se c'è da fare una rettifica; si circhia il numero che indica la giacenza, se questa corrisponde a quella fisica trovata; si scrive un punto di domanda, se non si trova la giacenza e, se invece il codice è esonerato dal conteggio, la casella presente sul foglio viene oblitterata. L'immagine di seguito può chiarificare quanto appena riportato.



Figura 5.17: Esempio di segni eseguiti sui fogli utilizzati in fase di inventario (Fonti interne).

---

<sup>79</sup> Fonti interne.

6. Nella fase di conteggio sono presenti due figure: il contatore scrive sul foglio le informazioni appena elencate, mentre l'imputatore è colui che scannerizza il codice a barre quando è da fare una rettifica, salda l'operazione quando non ci sono da fare rettifiche o registra mediante un comando apposito se non viene trovato il materiale.
7. Bisogna porre particolare attenzione ai codici che potrebbero essere presenti in più punti del magazzino o dello stabilimento.
8. Terminato il conteggio, il foglio viene firmato dal contatore, consegnato al "team imputatori" e, dopo che i dati vengono caricati in un data base di servizio, anche l'imputatore firma il foglio. Solo dopo il completamento delle verifiche ritenute necessarie (come le ricerche ulteriori di articoli/codici), il contenuto del database di servizio genera le rettifiche inventariale che vengono riportate nel sistema gestionale.

Una volta effettuate e registrate le rettifiche, si può andare a calcolare l'indice di precisione inventariale (IPI) o di accuratezza inventariale. Questo indice è essenziale per determinare la percentuale di materiali, tra quelli controllati, che sono stati rettificati. Per avere un dato più completo si calcolano tre tipologie di IPI, prendendo diversi dati indicativi.

- **IPI a valore:** questo indice valuta quanto l'inventario sia valutato accuratamente in termini monetari. In BDF Digital<sup>80</sup> si calcola come 
$$1 - \frac{\text{valore assoluto totale del mat.rettificato}}{\text{valore totale del mat.controllato}} = \frac{\text{val.tot. controllato} - \text{val.ass.tot.rettificato}}{\text{val.tot. controllato}}$$
.

La formula IPI a valore si calcola sottraendo il valore assoluto totale del materiale rettificato dal valore totale del materiale controllato e dividendo questo risultato per il valore totale del materiale controllato. Questo valore viene sottratto da 1 per ottenere l'indice di precisione nella valutazione dell'inventario. Si tiene in considerazione valore assoluto delle rettifiche perché queste vengono registrate in positivo se l'articolo in

---

<sup>80</sup> In altre aziende un indice che esprime la precisione o l'accuratezza dell'inventario potrebbe essere calcolato in modi differenti rispetto a quanto fatto in BDF Digital. Nel contesto dei KPI ogni azienda può utilizzare quelli che ritiene più rappresentativi per monitorare le proprie performance aziendali, inoltre l'utilizzo di un indice piuttosto che un altro è strettamente correlato alle strategie che l'impresa persegue.

questione nella lista viene trovato in quantità maggiori rispetto a quanto dichiarato sul gestionale, e in negativo se avviene la situazione opposta. Entrambi sono da considerare da rettificare, perché in ogni caso c'è un errore di registrazione.

Questo è il dato che viene preso in considerazioni dai revisori, dunque è quello più rilevante.

- **IPI a quantità:** si rileva la precisione dell'inventario rispetto alle quantità fisiche dei materiali presenti in magazzino e nelle altre zone dove il materiale è dislocato. Quello utilizzato per lo scopo voluto si calcola come  $1 - \frac{\text{quantità di mat. rettificato}}{\text{quantità di mat. controllata}}$ .
- **IPI a conteggio:** questo indica la precisione dell'inventario rispetto agli articoli controllati. Si calcola mediante la formula  $1 - \frac{\text{numero articoli rettificati}}{\text{numero articoli controllati}}$ . Mentre con l'IPI a quantità vengono conteggiati tutti i prodotti, considerando il numero totale di pezzi per ciascun codice, in questo caso si contano i codici solo una volta, senza considerare la quantità specifica di prodotti associati ad ognuno di essi.

Con l'utilizzo di queste formule, più l'indice trovato è vicino a 100, meglio è, perché vuol dire che le rettifiche sono state poche o nulle: se il numero di rettifiche fosse ipoteticamente 0, l'IPI varrebbe 100, ossia ci sarebbe una corrispondenza tra situazione gestionale e fisica del 100%. Più l'indice è piccolo, più codici, tra quelli controllati, hanno subito rettifiche d'inventario.

Per comprendere a pieno i concetti si riporta un esempio di calcolo qui di seguito: la prima tabella riporta i prodotti controllati, gli ultimi tre sono stati rettificati e per una maggiore comprensione sono stati riportati in una seconda tabella dedicata esclusivamente a questi.

Tabella 5.1: Sezione della lista d'inventario del 2022.

<b>CODICE</b>	<b>CS</b>	<b>GIAgest</b>	<b>GIACfis.</b>	<b>CLASSE</b>	<b>Delta Giac.</b>	<b>Delta Cont.</b>	<b>DATA</b>	<b>valore</b>
Z_08SS00001	545	3	3	0	0	0	10/01/2023	1.634
Z_08SS00002	270	15	3	0	0	0	10/01/2023	4.047
Z_08SS00003	514	1	1	0	0	0	10/01/2023	514
Z_08SS00004	171	3	3	0	0	0	10/01/2023	513
Z_08SS00006	2492	1	1	0	0	0	10/01/2023	2.492
Z_08SS00007	146	11	11	0	0	0	10/01/2023	1.609
274B095720	95	27	28	1	1	95	10/01/2023	2.554
3D1REG5000	94	3	2	1	-1	94	10/01/2023	281
1PROGIB10A	9	11	0	1	-11	94	10/01/2023	94
<b>TOTALE</b>		75						13.738

Tabella 5.2: Sezione di lista contenente solo rettifiche.

<b>CODICE</b>	<b>CS</b>	<b>GIACgest</b>	<b>GIACfisica</b>	<b>CLASSE</b>	<b>Delta Giac.</b>	<b>Delta Costo</b>	<b>DATA</b>	<b>val.rett.</b>
274B095720	95	27	28	1	1	95	10/01/2023	2.554
3D1REG5000	94	3	2	1	-1	94	10/01/2023	281
1PROGIB10A	9	11	0	1	-11	94	10/01/2023	94
<b>TOTALE</b>		41						2.929

Tabella 5.3: Risultati ottenuti dalle due tabelle.

IPI_val	=1-(2929/13738)= 79%
IPI_quantità	=1-(75/41)= 45%
IPI_conteggio	=1-(9/3)= 67%

Questa serie di dati, estratta dal database dell'inventario relativo all'anno 2022 (con le rettifiche registrate ad inizio 2023), rappresenta solo una minima parte dei codici controllati, dunque il calcolo svolto ed i risultati ottenuti sono puramente esemplificativi.

Usando le stesse formule, ma applicandole alla base di dati originale e completa dell'inventario, sono stati trovati gli indici degli anni passati, i quali vengono riportati in un diagramma che ne mostra il trend, visibile nella seguente immagine.

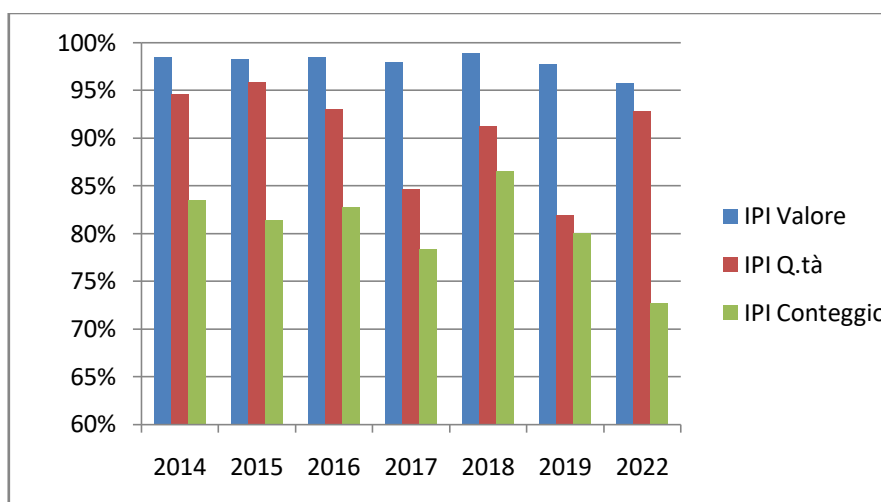


Figura 5.18: Andamento degli indici di precisione inventariale negli ultimi anni.

Come si può notare, non sono presenti i valori degli anni 2020 e 2021 perché, a causa del Covid, i prodotti sono stati inventariati in modo differente rispetto a quanto spiegato in questo paragrafo.

Si può constatare che, negli ultimi anni, ci sia stato un decremento degli indici. In particolare per quanto riguarda gli indici a valore e a conteggio: nel 2022 l'IPI a valore è risultato essere del 95,8 %, corrispondente ad un valore rettificato di oltre 100mila euro, che rappresenta una perdita considerevole. La media di tutti gli IPI a valore presenti nel grafico corrisponde al 97,7%, questo dato sarà utile per delle considerazioni che verranno presentate di seguito.

Anche l'IPI a conteggio ha subito un decremento negli ultimi anni e, anche se non è questo l'indice più importante per questa analisi, si vuole riportare un'osservazione che può risultare utile. Il fatto che l'IPI a conteggio sia così basso significa che sono stati rettificati molti codici differenti, ossia molte tipologie di componenti diversi. Se però, come per l'anno 2022, l'IPI a quantità è molto elevato, significa che per ogni codice le quantità rettificate sono state poche e, in gergo comune, si potrebbe dire che è stato rettificato "poco ma di tutto". Invece, il fatto che l'IPI a conteggio sia molto più basso di quello a valore, significa che sì, sono stati rettificati molti codici, ma che molti di essi presentano un valore basso e quindi la somma monetaria perduta dalla rettifica di questi componenti non è poi così elevata. D'altra parte, ciò significa che sono pochi codici ad essere responsabili della maggior parte del valore perduto e questo evidenzia la necessità di gestire e movimentare con maggiore attenzione gli articoli più costosi.

Il controllo e il confronto di questi indici è un'altra delle analisi effettuate per quantificare l'entità dei problemi relativi al magazzino. Questo indice verrà ricalcolato a fine 2023 e verrà inserito a sistema per tenere traccia dello storico e per poi confrontarlo con gli indicatori degli anni successivi, che ci si aspetta subiranno dei miglioramenti, grazie all'implementazione di questo progetto.

Nella parte di A3 relativa alle contromisure, si spiegheranno i provvedimenti presi per migliorare questo indice, dunque per ridurre il numero di rettifiche di materiale.

## **Indice dell'inventario continuo**

Nel corso del progetto è emersa, tra i membri del team, un'idea sulla quale non ci si era soffermati in precedenza: si è pensato di analizzare anche le rettifiche di materiale effettuate durante l'anno e di ricavarne un indice, da utilizzare anche in futuro.

Ciò è nato dal fatto che nel sistema di Business Intelligence QlikSense esistono dei database che contengono dati che, se filtrati, possono fornire informazioni sulle rettifiche avvenute nel corso dell'anno.

Al database relativo alle movimentazioni dei materiali e riportato su Excel, è stato applicato il filtro che differenzia le causali dei movimenti avvenuti durante l'anno



lavorativo. In particolare, le causali 91 e 92 identificano le operazioni caratterizzate da rettifiche, rispettivamente in positivo e in negativo; queste non sono delle movimentazioni vere e proprie, ma a sistema vengono gestite come se lo fossero. La rettifica in positivo significa che è stato trovato più materiale di quanto dichiarato a sistema, mentre quello in negativo indica la situazione opposta: in entrambi i casi c'è un errore e se il materiale non viene trovato dopo una seconda o terza ricerca, lo si deve rettificare. Sommando tutte le rettifiche e dividendole per il numero totale di movimentazioni effettuate, si ottiene un indicatore di quanto materiale è stato rettificato rispetto a quello movimentato complessivamente e sottraendolo a uno, come nel primo caso, si ottiene il complementare che indica la precisione dell'inventario. Si evince quindi il fatto che questo KPI ha un significato molto simile all'IPI trovato mediante l'inventario, ma in questo caso si ottiene un indice più continuativo e rappresentativo di ciò che avviene abitualmente in azienda nel corso dell'anno.

Si sono quindi calcolati questi nuovi indicatori di magazzino e si sono confrontati i valori degli anni passati per comprenderne l'evoluzione. Questi vengono riportati di seguito.

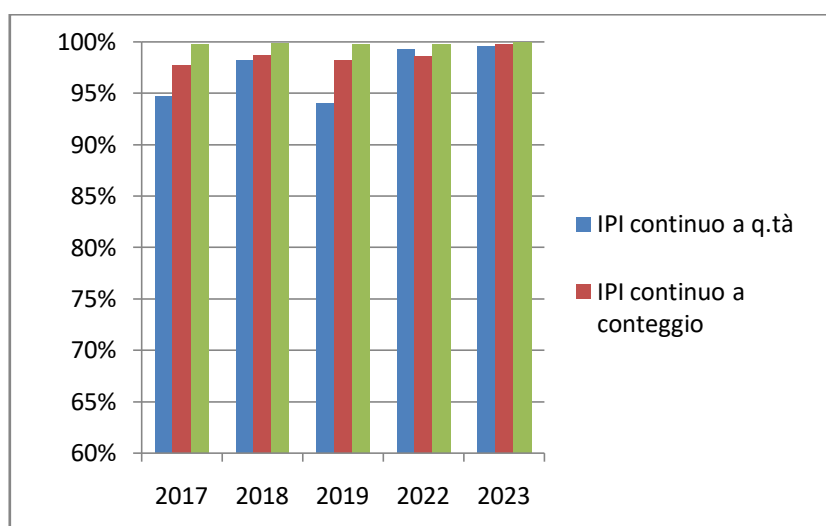


Figura 5.19: Grafico che rappresenta il trend dell'IPI continuo negli ultimi anni.

Si può notare che in questo caso gli indici si aggirano intorno a percentuali molto alte: la media di tutti gli indici a valore difatti è del 99,8%. Ciò potrebbe sembrare un

risultato positivo, in quanto indica che le rettifiche effettuate nel corso dell'anno non sono molto numerose, ma in realtà se si pone a confronto questo esito con quello dato dall'inventario di fine anno, dove l'IPI a valore è del 97,7%, emerge un'importante osservazione. Se le rettifiche effettuate a fine anno sono molte di più rispetto a quelle registrate nel corso dell'anno, significa che durante l'anno si è monitorata poco la situazione delle giacenze. L'indice annuale e quello continuo si differenziano per più del 2%, quindi si potrebbe dire che la maggior parte degli errori avvenuti durante l'anno non sono stati identificati finché si verificavano, bensì sono stati rilevati solo durante il controllo di massa, portando ad avere un 2% in più di rettifiche effettuate a fine anno.

Quanto appena illustrato è un'osservazione molto utile per spiegare in modo quantitativo perché la gestione delle giacenze presenti in magazzino non è ottimale.

### **5.3.3 Mappatura as-is dell'ubicazione dei codici**

Come esplicitato più volte, la disposizione degli articoli a magazzino segue l'ordine di codifica dei componenti: ciò significa che ad ogni prodotto è assegnata una locazione specifica in base al suo codice identificativo. I codici di BDF Digital sono parlanti, ciò significa che leggendoli, se si conoscono le regole, si può subito capire di che componente si tratta. I primi caratteri sono identificativi della famiglia e, essendo l'ordine di disposizione organizzato per codifica, le stesse famiglie di componenti si trovano vicine tra di loro.

I vantaggi di questo sistema e i motivi per cui è stato usato fin'ora sono i seguenti:

- Se si conoscono i codici è semplice trovare la merce.
- I componenti sono raggruppati per famiglie, quindi c'è un'organizzazione definita.

Invece i fattori negativi di questo metodo sono i sottostanti:

- Gli operatori devono conoscere bene i codici e devono essere formati a tale scopo. Essendo la quantità di componenti molto elevata, questo non è un passaggio semplice.

- È un sistema rigido e tutt'altro che flessibile perché non permette l'adattamento a variazioni di caratteristiche o quantità dei componenti.
- Non si sfrutta bene lo spazio perché per ogni componente è definita la quantità riponibile sugli scaffali e questa non può variare.
- Non segue l'indice di rotazione dei componenti quindi può capitare che, per essere prelevati, dei materiali ad alta rotazione siano in zone che, per essere raggiunte, richiedono di eseguire numerosi spostamenti. Basti pensare ai codici che si trovano sul soppalco.

Per comprendere come sono organizzati i materiali in magazzino, in questo paragrafo se ne riporta una planimetria, composta dalle due suddivisioni piano terra e soppalco, con indicato dove si trovano le varie tipologie di prodotti. Si preme precisare che, dato che in uno scaffale, alle volte, sono riposti molti componenti, appartenenti a diverse gamme di prodotti, per realizzare questa rappresentazione si è tenuto conto solo delle famiglie maggiormente presenti sugli scaffali considerati, nonché quelli di maggior rilevanza. Pertanto, i nomi che si trovano nella mappa non rappresentano la totalità dei componenti presenti nel magazzino di BDF Digital anche perché, si ricorda, le parti utilizzate per produrre dispositivi elettronici come gli azionamenti, sono innumerevoli. Ai fini desiderati, si ritiene che le semplificazioni adottate siano del tutto accettabili, e che non sia necessario dettagliare in modo molto approfondito la descrizione.

Le famiglie di componenti predominanti sulle varie scaffalature sono evidenziate con colori diversi, per rendere l'idea, in modo visuale, di come le varie famiglie di prodotti siano distribuite e in quali quantità. In nero, invece, è rappresentato tutto ciò che non si può classificare come giacenza, ad esempio le scorte di prodotti ancora sui bancali, i prodotti finiti in attesa di spedizione, i prodotti rientrati dai clienti per delle riparazioni, oppure altri materiali necessari agli operatori, come i materiali per l'imballaggio.

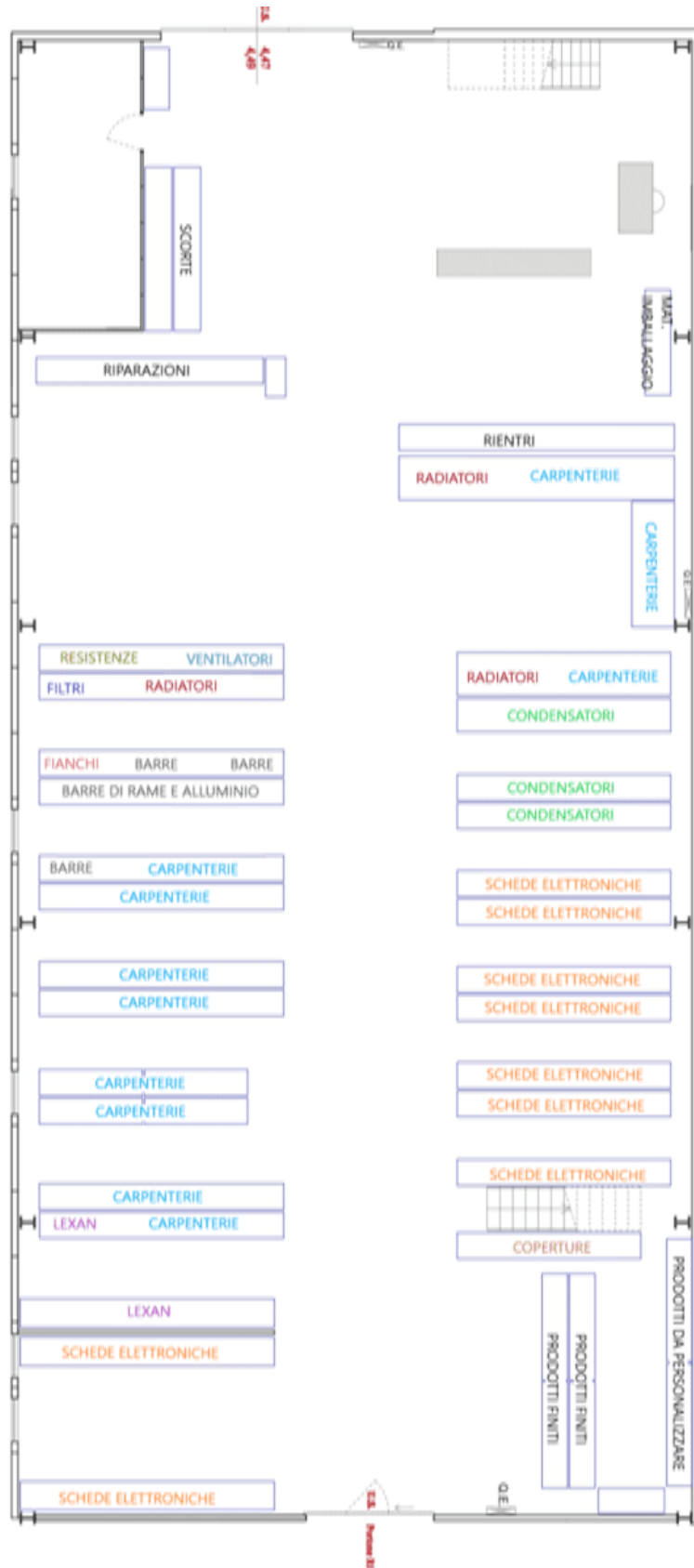


Figura 5.20: Disposizione delle famiglie di codici stoccati al piano terra del magazzino.

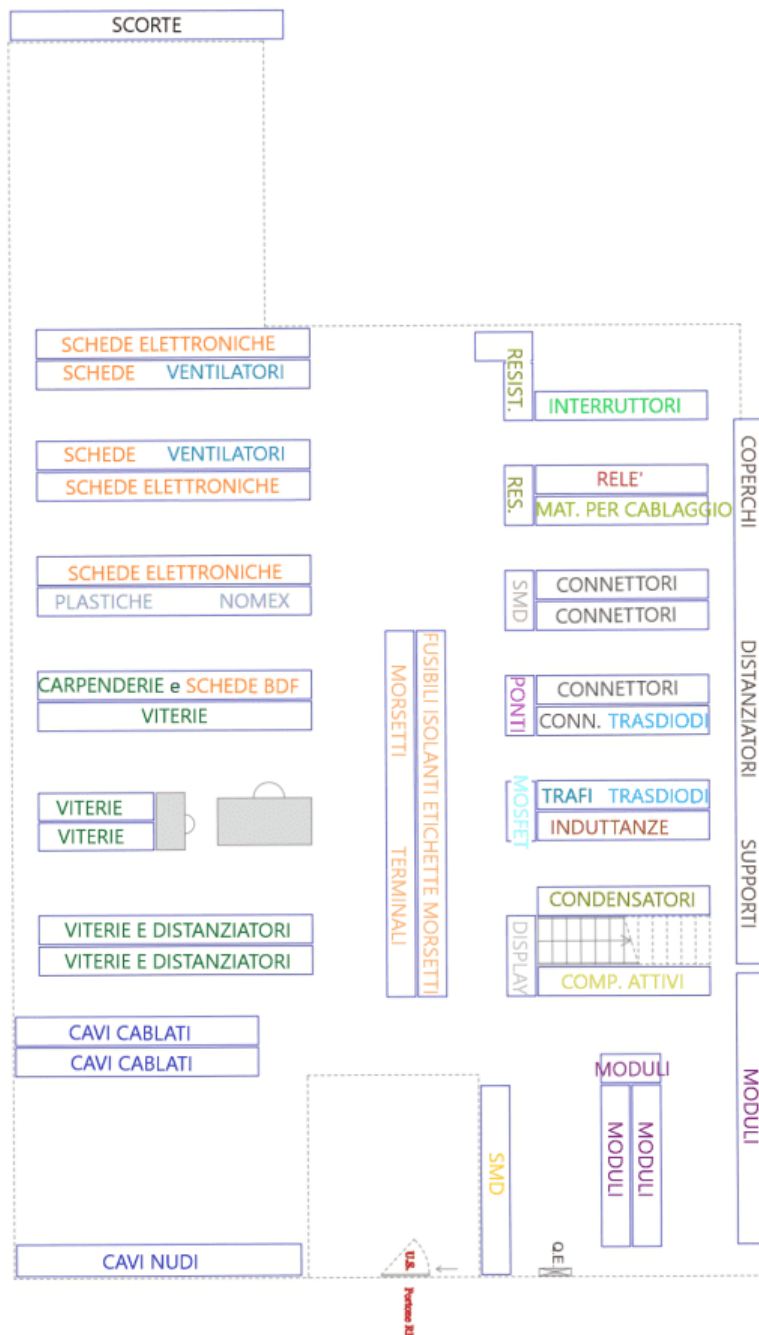


Figura 5.21: Disposizione delle famiglie di codici stoccati sul soppalco del magazzino.

Si può notare come, al piano terra, le famiglie predominanti siano le carpenterie e le schede elettroniche, componenti fondamentali per la realizzazione dei convertitori statici e sistemi di controllo che BDF Digital produce. Queste sono caratterizzate da grande varietà, perché ogni prodotto, in particolare quelli personalizzati, necessitano di uno specifico componente appartenente a questo gruppo.

Sul soppalco, invece, sono predominanti le famiglie dei cavi, le viterie, i moduli di potenza, componentistica, circuiti stampati e, nuovamente, le schede elettroniche assemblate. A proposito di quest'ultimo componente, si ricordi il collegamento con la crisi dei semiconduttori, che spiega il motivo dell'acquisizione di una tale quantità di schede elettroniche.

Come già detto, questo tipo di organizzazione, pur permettendo agli operatori di ricordarsi dove si trova il materiale, è rigida e non garantisce un'elevata efficienza: possono rimanere spazi vuoti non sfruttati, oppure degli spazi dedicati a certi codici possono essere saturi costringendo gli operatori a lasciare le giacenze dove c'è spazio. Inoltre, per recuperare le famiglie di codici presenti sul soppalco, gli operatori devono salire e scendere le scale, oppure utilizzare il montacarichi, e ciò contribuisce ad aumentare i tempi non a valore aggiunto.

Nel prossimo capitolo si spiegherà come i problemi relativi a questo tipo di mappatura verranno risolti.

# Capitolo 6

## 6. Le ulteriori analisi svolte

In questo capitolo si completa la spiegazione delle analisi svolte durante il periodo di stage presso l'azienda, per fornire un quadro il più completo possibile riguardo alla situazione da ottimizzare. Queste saranno il punto di partenza per comprendere come introdurre delle azioni correttive che porteranno a dei miglioramenti effettivi.

### 6.1 Analisi degli articoli Slow Moving

Per comprendere la quantità di prodotti Slow Moving a magazzino, si è analizzato lo storico degli articoli non movimentati negli anni passati.

Ogni azienda, a seconda delle caratteristiche del proprio business, stabilisce come classificare questo tipo di prodotti: per BDF Digital si possono considerare Slow Moving quegli articoli che non hanno subito movimentazioni negli ultimi 3 o più anni. Nel momento di stesura di questo capitolo, novembre 2023, si considerano quindi, in questo insieme, i prodotti che non si movimentano dall'anno 2020 o dagli anni precedenti ad esso.

Da un'analisi eseguita tramite la Business Intelligence QlikSense, si sono ricavate le date degli ultimi movimenti dei vari componenti, raggruppando quelli che non vengono movimentati dallo stesso anno. Se n'è poi calcolata la curva cumulata, che indica, nel tempo, l'andamento delle giacenze di codici Slow Moving negli anni.

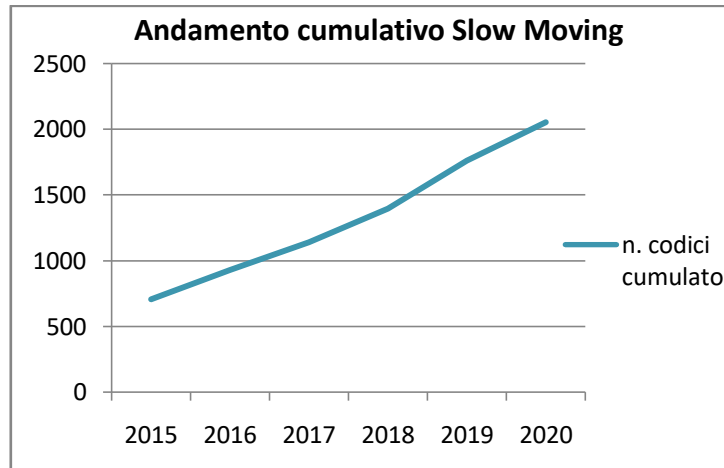


Figura 6.1: Andamento cumulativo, negli anni, dei codici Slow Moving.

Si può notare come la presenza degli articoli con queste caratteristiche è andata crescendo quasi linearmente negli ultimi anni, portando ad avere in magazzino più di 2000 codici classificati come “Slow Moving”. Inoltre, il fatto che l’ultimo movimento di alcuni articoli risalga al 2015, indica che alcune giacenze permangono in magazzino da ormai moltissimi anni, portando a pensare che alcune di queste saranno ormai obsolete e che, se non sono state necessarie negli ultimi anni, con poca probabilità verranno richieste nuovamente.

Il motivo riguarda, ancora una volta, il livello di servizio che si vuole offrire ai clienti, sia grazie ai numerosi anni di garanzia per la ricambistica di prodotti fuori produzione ma anche per l’alta personalizzazione dei prodotti offerti che causa l’accumulo di diversa componentistica. Inoltre alcuni componenti non vengono più usati, o a causa di un cambiamento delle caratteristiche del prodotto finito o a causa di una minore richiesta di determinati prodotti customizzati per alcuni clienti.

I codici distinti Slow Moving sono, ad oggi, precisamente 2058 e, considerando le varie quantità giacenti a magazzino per ognuno di questi codici, si ottiene che il numero totale di componenti non movimentati da più di 3 anni è di ben 530.128 pezzi di varia natura.

Complessivamente, valutando il valore monetario di questi prodotti, valorizzato ad oggi, si ottiene che la totalità di questo tipo di prodotti ammonta ad un valore di 310.960 €, un importo piuttosto significativo.



Volendo analizzare quali famiglie di componenti siano più interessate da questo fenomeno, si sono quantificati il numero e il valore degli Slow Moving per gamma di prodotti, per comprendere se ce ne siano alcune più critiche rispetto ad altre.

Si riporta, di seguito, un grafico di Pareto<sup>81</sup> che spiega quali famiglie di componenti contribuiscano maggiormente al valore totale degli Slow Moving.

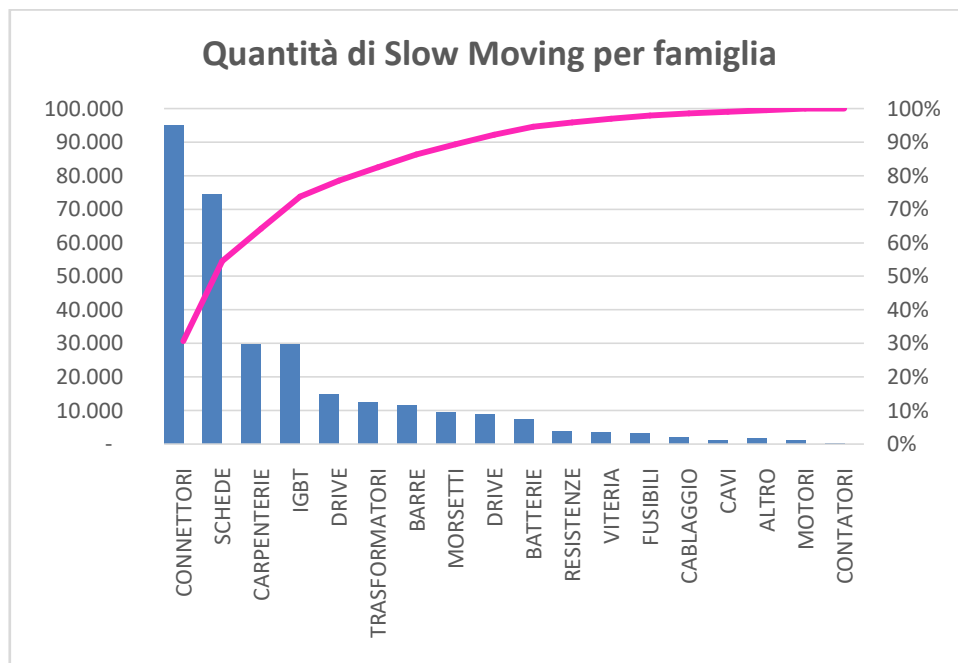


Figura 6.2: Diagramma di Pareto delle famiglie di codici con più Slow Moving presenti a magazzino.

Il grafico evidenzia come l'80% degli Slow Moving sia attribuibile a famiglie di componenti: i connettori, le schede elettroniche, le carpenterie, gli IGBT e drive. Questi risultati non stupiscono particolarmente in quanto queste famiglie di componenti sono tra quelle più importanti per i dispositivi che BDF Digital produce e rappresentano anche i prodotti con le caratteristiche più distintive, il che giustifica la decisione di mantenerli in magazzino. La scelta di conservare tali componenti è motivata dalla complessità e dalla difficoltà nel reperirli nuovamente in caso di necessità.

<sup>81</sup> Il principio di Pareto, noto anche come la regola 80/20, afferma che circa l'80% degli effetti proviene dal 20% delle cause. In altre parole, in molte situazioni, un piccolo gruppo di elementi contribuisce in modo maggiore ai risultati complessivi. In questo caso, su decine di famiglie di componenti, sono cinque quelle che impattano maggiormente il valore totale degli Slow Moving.

Nel capitolo relativo alle contromisure verrà dettagliato il piano di gestione dei componenti Slow Moving.

## 6.2 Analisi dell'indice di saturazione degli scaffali

Per quantificare lo spazio occupato dai codici a magazzino, si è deciso di calcolare l'indice di saturazione delle scaffalature: questo è un parametro molto importante in ambito di logistica di magazzino, perché mostra quanto efficientemente viene sfruttato lo spazio che oltre ad essere limitato, ha un costo e se non viene utilizzato nel modo adeguato origina dei MUDA.

Questo indicatore si può calcolare sia in termini di superficie, che di volume. La formula per identificarlo è la seguente:

$$I_{SAT, \text{superficiale}} = \frac{\text{Superficie utilizzata}}{\text{Superficie totale utilizzabile}} * 100$$

$$I_{SAT, \text{volumetrico}} = \frac{\text{Volume utilizzato}}{\text{Volume totale utilizzabile}} * 100$$

Per ottenere dei valori più significativi possibile, si è calcolato l'indice volumetrico perché, sebbene i ripiani degli scaffali siano sufficientemente saturi a livello superficiale, capita spesso che gli articoli stoccati raggiungano altezze ridotte rispetto al livello dello scaffale. Ciò rappresenta un'inefficienza, perché lo spazio verticale può essere sfruttato allo stesso modo di quello orizzontale; proprio per questo motivo, per avere una maggiore capacità di stoccaggio, la maggior parte dei magazzini sono collocati in strutture caratterizzate da un'elevata altezza. Per comprendere meglio questo concetto si riporta di seguito un esempio di scaffale poco saturo nello sviluppo verticale, anche se saturo a livello di superficie. Si ritiene utile precisare che ci si riferisce, con quest'osservazione, a scaffali in cui vengono stoccati componenti che potrebbero essere sovrapponibili senza essere danneggiati. In questa considerazione, invece non si includono le giacenze la cui natura non ne permette la sovrapposizione.



*Figura 6.3: Esempio di scarsa saturazione dei ripiani in termini di altezza.*

In un magazzino manuale per colli<sup>82</sup> l'indice di saturazione degli scaffali è solitamente del 50%, ma può anche capitare che questo scenda fino al 20%.

Per ottenere un dato concreto è stata effettuata un'analisi e, poiché sono solo alcuni scaffali a non essere visibilmente saturi, si è scelto di analizzare in modo accurato solo la saturazione di quelli più critici, in particolare di tre scaffali in cui sono stoccate le carpenterie. Da un'ispezione visiva si è notato che quasi tutti gli scaffali presenti sul lato sinistro (rispetto alla porta di entrata) risultano essere poco saturi: sono presenti ripiani vuoti e, a volte, anche le scatole presenti sui ripiani sono semivuote.

Altri scaffali, invece, come quelli in cui sono stoccate le schede elettroniche, risultano essere visivamente occupati sia in termini di superficie, che in termini di altezza: non essendo questi oggetto di miglioramento si è deciso di effettuare uno studio meno dettagliato per questi. Questi scaffali sono, in particolare, quelli che si trovano sul lato destro del magazzino e i primi due del lato sinistro, anche questi contenenti schede. Si può quindi affermare che le due aree sono saturate in modo differente e ci si aspetta che

---

<sup>82</sup> I colli possono essere dei prodotti veri e propri oppure degli imballi secondari (come scatole di cartone, cassette di plastica o pallet) . Il magazzino di BDF Digital presenta un parte organizzata per colli e una parte in cui si stoccano i pallet di materiali che arrivano dai fornitori. In questo studio ci si è concentrati sulla parte organizzata per colli, che è prevalente. Logisticaefficiente, [logisticaefficiente.it](http://logisticaefficiente.it).

presentino un indice diverso. Normalmente il problema della scarsa saturazione si presenta per le zone che contengono componentistica e minuteria.



Figura 6.4: Confronto della saturazione di scaffali poco saturi (sinistra) e più saturi.

1. Si sono misurate: altezza, profondità e lunghezza delle campate<sup>83</sup> che compongono gli scaffali studiati. Per l'altezza e la lunghezza, rispetto alle misure effettive delle campate, si sono tolti due centimetri, che sono quelli necessari per poter estrarre la merce senza toccare le estremità della struttura. Moltiplicando le tre grandezze si è ottenuto il volume occupabile dagli articoli che si ripongono sui ripiani degli scaffali.
2. Il volume occupabile è stato calcolato per una singola campata e poi moltiplicato per tre, per trovare lo spazio disponibile nell'intero scaffale.
3. Si sono poi misurati gli ingombri dei materiali presenti sugli scaffali, misurandone lunghezza, profondità ed altezza e, moltiplicando le misure, si è ottenuto il volume della scorta.

---

<sup>83</sup> Una campata è una sezione di uno scaffale, quindi considerando tutte le campate si ottiene lo scaffale intero. Per la maggior parte degli scaffali di BDF Digital, ognuno è composto da tre campate.

4. Per i codici immagazzinati dentro degli imballi secondari (ossia dentro le scatole), se ne è stimato visivamente il coefficiente di riempimento, per comprendere quanto sature fossero le scatole. Questo fattore è stato poi moltiplicato per il volume della scatola, per ottenere un dato più rappresentativo della saturazione dei ripiani degli scaffali. Difatti, può capitare che a volte un contenitore sia vuoto ed è dunque da considerare come se fosse uno spazio vuoto; se invece la scatola è piena, si può considerare un coefficiente unitario, perché i codici occupano effettivamente tutto il volume del contenitore.
5. Ottenuto il volume occupato da tutti gli articoli, lo si è sommato per ottenere il volume complessivo dei prodotti presenti nei tre scaffali analizzati.

Si riporta, di seguito, una piccola parte di una delle tabelle usate per calcolare la saturazione degli scaffali.

*Tabella 6.1: Parte di tabella utilizzata per calcolare il volume occupato dai codici sugli scaffali.*

SCAFF.	CAMPATA	PIANO	CODICE	L	PROF.	H	COEFF. DI RIEMPIM.	Volume occupato [cm3]
17	1	1	000X50017X	40	60	22	0,8	$40*60*22*0,8=42240$
17	1	1	000X50018X	40	60	22	0,9	$40*60*22*0,9=47520$
17	1	1	000X50019X	40	60	32	1	$40*60*32*1=76800$

6. Il volume disponibile è stato diviso per il volume utilizzato, ottenendo un **indice di saturazione volumetrica del 26,9%**. Seppure l'indice non sia estremamente basso, si deve tenere in considerazione che alcuni ripiani sono completamente vuoti, o alcune scatole lo sono, quindi anche se complessivamente lo spazio è saturato quasi il 27%, si considera comunque questo dato non soddisfacente.
7. Per gli scaffali più saturi, si è svolto lo stesso calcolo ma analizzando le misure degli spazi vuoti e sottraendo il volume vuoto ottenuto a quello disponibile. Ciò è stato fatto per agevolare il calcolo, dato che gli scaffali di questa zona presentano pochi spazi vuoti. Questi scaffali più saturi presentano un indice del

72,7 %, che, come ci si aspettava, dimostra che in questa parte di magazzino lo spazio è sfruttato in modo migliore.

8. Si è calcolata la media ponderata tra l'indice più basso e quello più alto e la numerosità di scaffali che presentano tale indice. Il risultato ottenuto fornisce un indice di saturazione complessivo del magazzino di quasi **49%**.

L'indice complessivo di magazzino potrebbe sembrare del tutto accettabile, ma esso è il risultato di due dati alquanto discordanti: in particolare, come già detto, lo sfruttamento dello spazio nella parte sinistra del magazzino è poco efficiente e ciò rappresenta uno spreco. Per questo motivo si è stabilito l'obiettivo di aumentare l'indice di saturazione volumetrico della zona sinistra di almeno il doppio di quello attuale.

Nel capitolo relativo alle contromisure implementate si riporterà l'analisi della saturazione degli scaffali risultante dalle azioni migliorative che verranno intraprese.

### **6.3 Analisi della frequenza di prelievo**

In questo paragrafo si espone il metodo empirico definito in BDF Digital, durante il periodo di stage, per quantificare la frequenza con cui vengono effettuati i prelievi di materiale dal magazzino. Questo è un dato importante per comprendere i benefici che apporterà l'introduzione, nella nuova area produttiva, di magazzini di linea contenenti i componenti necessari alla produzione di alcune famiglie di prodotti. L'idea è quella di inserire in quest'area sia degli scaffali come quelli presenti in magazzino, dedicati allo stoccaggio dei componenti, sia dei sistemi di stoccaggio di dimensioni ridotte, detti zaini di produzione, dedicati al rifornimento delle linee. In questa ipotesi dovrebbe essere l'operatore di produzione, quando il materiale sugli zaini terminerà, a effettuare il refill della linea prelevando il materiale dagli scaffali, che dovranno essere vicini e facilmente accessibili. Ciò permetterà sia di ridurre il numero di prelievi da effettuare in magazzino, consentendo di ridurre gli spostamenti degli operatori di magazzino tra magazzino e produzione.

Non essendo ancora presente un sistema integrato per la gestione del magazzino, i dati riguardo ai prelievi non sono molto dettagliati. Questo perché viene segnata la quantità di merce portata nelle linee ogni giorno, però non si traccia se i vari ordini di produzione vengono poi aggregati in uno solo, di modo da compiere meno spostamenti dal magazzino alla produzione e ridurre le attività fisiche di picking. Per effettuare quest'analisi si sono utilizzati dei database, estratti dalla piattaforma BI Qlik, che contengono le informazioni sui movimenti di magazzino. Si sono selezionati tutti i movimenti di tre famiglie di componenti, selezionando poi quelli con causale "Prelievo per produzione". In particolare, si sono studiati i prelievi delle carpenterie, dei radiatori e dei monoscheda<sup>84</sup> necessari alla produzione di diverse varianti del prodotto OPDEplus XS, effettuati in un semestre. Ci si è focalizzati su queste tre famiglie di componenti perché importanti ed esemplificative, concentrandosi sull'OPDEplus XS in quanto, al momento di stesura di questo capitolo, si ha la certezza di riporre nella nuova area produttiva tutti i componenti necessari alla produzione di questo prodotto. Invece, per quanto riguarda gli altri prodotti, si è deciso di analizzarne la frequenza di prelievo dei componenti in un secondo momento, quando sarà definito il layout finale delle nuove linee.

Si sono dunque studiati i prelievi considerando i due possibili casi:

- Le righe di picking di uno stesso codice sono state soddisfatte da prelievi effettuati in momenti differenti. Ciò significa che, anche se erano presenti più righe di picking a parità di codice, queste sono state soddisfatte in momenti diversi, non aggregando le varie righe in una sola lista di prelievo. Dunque, in questo caso, gli spostamenti effettuati sono stati maggiori rispetto a quanto sarebbe potuto essere necessario, perché non si ha concentrato il materiale da portare in un carrello (o in un insieme di carrelli) nel medesimo momento, bensì lo stesso tipo di materiale è stato consegnato alla produzione effettuando diversi giri da magazzino a produzione.
- Le righe di picking di uno stesso codice sono state aggregate in un'unica lista, di modo da compiere solo uno spostamento dal magazzino alla produzione. Questo è il caso migliore, in cui vengono ridotti i MUDA relativi agli spostamenti.

---

<sup>84</sup> Integrazione di scheda di controllo e scheda di potenza in un unico dispositivo.

Si riporta, di seguito, un grafico che mostra quanti prelievi sono stati effettuati, in un semestre, per un determinato componente appartenente ad una delle famiglie studiate. La produzione delle varianti di prodotto che BDF Digital realizza dipende dalla diversa combinazione di varianti di componente, per l'OPDEplus XS si utilizzano due varianti di radiatori, sei varianti di carpenterie e sei varianti di monoscheda.

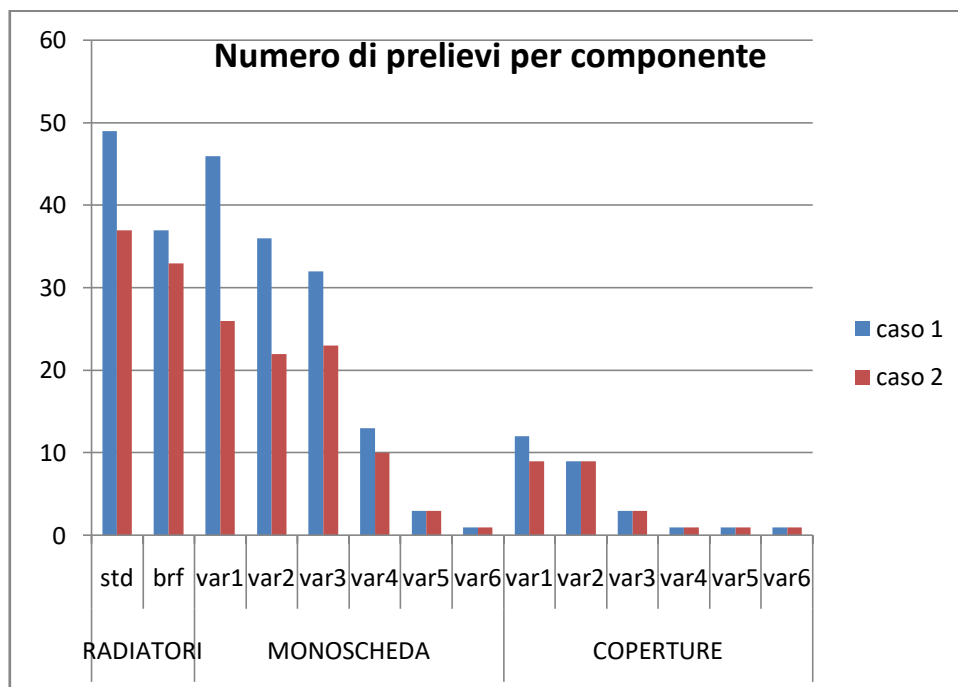


Figura 6.5: Grafico dei prelievi effettuati in un semestre per ogni variante appartenente alla famiglia studiata.

Si può notare che, per alcuni componenti, sono stati effettuati moltissimi prelievi, fino a 49 in soli sei mesi. Come ci si aspettava, il secondo caso, che considera i prelievi effettuati nel medesimo giorno come appartenenti ad un'unica lista, riporta un numero di prelievi inferiore. Considerando la media dei prelievi effettuati per le tre famiglie si ha che nel primo caso sono stati effettuati circa 18 prelievi, mentre nel secondo 13. Bisogna tenere a mente che qui si considera una piccola parte dei componenti totali, dunque il numero reale totale di prelievi per realizzare il prodotto è in realtà molto maggiore. Ad ogni modo i risultati ottenuti per questi componenti si possono assimilare a quelli delle altre parti di prodotto.



Nel prossimo capitolo si mostrerà come, stoccando le materie prime di questo prodotto direttamente nella zona produttiva, i prelievi da effettuare, e dunque gli spostamenti dal magazzino, saranno minori.

È da sottolineare che la decisione di porre delle scaffalature per stoccare i componenti dell'OPDEplus XS in produzione è stata presa precedentemente rispetto all'inizio di questo progetto. Quindi si potrebbe dire che la contromisura relativa allo stoccaggio dei componenti in produzione, almeno per un prodotto, è già stata realizzata e, nel prossimo capitolo, ne verranno riportati i benefici attesi.

#### **6.4 Analisi ingombri dei materiali per produzione OPDEplus**

Un'ulteriore analisi effettuata dai membri del team è quella riguardante gli ingombri dei componenti che verranno posizionati nella nuova area produttiva.

Le nuove linee dovranno sempre disporre del materiale necessario alla produzione per poter garantire un flusso costante: a tale scopo, si è ipotizzato di riporre anche le scorte di alcuni materiali utilizzati per la produzione direttamente nell'area produttiva, se lo spazio lo consente. Ciò permetterebbe di:

- Ridurre le movimentazioni dei materiali: queste sono considerate dei MUDA, perché non si aggiunge valore al prodotto ma anche perché più si movimentano i materiali, più si rischia anche di rovinarli.
- Ridurre i tempi di attesa: gli operatori di linea non dovranno mai aspettare che il personale del magazzino rifornisca la linea, o peggio, che siano loro stessi ad andarli a reperire per avviare la produzione.
- Ridurre gli errori di approvvigionamento della linea: essendo presenti meno passaggi, si riducono anche le possibilità di servire la linea con componenti errati.
- Ridurre i percorsi degli operatori: anche questi sono dei MUDA, la loro riduzione consente agli operatori di avere più tempo per svolgere attività a valore aggiunto.
- Ridurre il carico di lavoro degli operatori di magazzino: questo si traduce in un risparmio nel tempo di lavoro e più tempo disponibile per svolgere altre operazioni, permettendo quindi un possibile risparmio economico in termini di manodopera.

- Avere più spazio in magazzino: lo spazio liberato dai componenti dell'OPDEplus e dell'OPDEplus XS ad oggi stoccati nel magazzino principale permetterà di liberare dello spazio nel magazzino stesso, rendendolo occupabile da quei componenti che non sono ancora stati disposti sugli scaffali o che sono dei runner ma si trovano nel soppalco.

Si è deciso quindi di analizzare l'eventuale possibilità di stoccare, vicino alle linee, tutte le parti necessarie alla realizzazione dei prodotti che verranno assemblati in questa zona dello stabilimento. Se ciò fosse possibile non sarebbe più necessario fare il refilling della linea a cadenza regolare o in ottica just-in-time, bensì, ogni volta che arrivano i materiali/componenti da parte dei fornitori, si potrà portarli direttamente nella zona produttiva, di fatto eliminando le attività di prelievo del materiale.

L'idea iniziale è quella di riporre le scorte dei componenti in scaffali che rappresentano i magazzini di linea e in "zaini", che altro non sono che delle strutture simili a scaffali ma di dimensioni più contenute e posti direttamente sulla zona operativa della linea. Questi sistemi di stoccaggio front-line sono dotati di ruote, di modo da garantire interscambiabilità quando, sulla stessa linea, si devono realizzare prodotti diversi che necessitano di componenti specifici posti su zaini differenti. Gli zaini possono anche rimanere solidali alla linea produttiva se questa è dedicata al singolo prodotto, o se i componenti che contiene sono adatti per più prodotti gestiti dalla stessa linea. Inoltre, quando possibile<sup>85</sup>, si ipotizza di utilizzare come contenitori dei componenti gli imballi con cui i fornitori spediscono la merce, eliminando quindi la necessità di dover trasferire il materiale da una scatola all'altra. Di seguito si riporta un'immagine degli zaini di produzione che BDF Digital detiene già.

---

<sup>85</sup>Il responsabile degli acquisti si impegnerà a negoziare affinché la merce venga consegnata in scatole standard e di dimensioni ridotte, pronte per essere posizionate direttamente sugli zaini.



Figura 6.5: Esempi di due zaini per le attuali linee di produzione OPDEplus XS e OPDEplus.

Prima di procedere con la spiegazione dell'analisi svolta, si ritiene necessario descrivere le due tipologie di sistemi di stoccaggio che verranno riposti nella nuova parte di stabilimento produttivo.

Gli zaini di produzione si possono classificare come dei sistemi di stoccaggio dinamici a rulli<sup>86</sup> di dimensioni contenute. Hanno la caratteristica di avere i ripiani leggermente inclinati verso l'operatore, di modo che, per gravità, le scatole avanzino autonomamente quando quella precedente viene rimossa, semplificando il movimento di prelievo dei pezzi. Quelli attualmente utilizzati in BDF Digital presentano tre ripiani: uno, più basso per la viteria, e due più alti in cui si ripongono le scatole porta-pezzo. L'altezza totale

---

<sup>86</sup> I magazzini dinamici a rulli sono presentano scaffali i cui ripiani sono costituiti da rulli sui quali, appoggiando i colli su un'estremità, questi possono scorrere fino all'estremità opposta ed essere prelevati. I vantaggi di cui si giova maggiormente sono che permette una logica First-in First-out (il primo che entra è il primo ad uscire), un'importante capacità di stoccaggio e una rapida rotazione della merce.

Persona A, 2022, Contenuti del corso, Insegnamento di Logistica Industriale, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova AA 2022/2023.

della struttura è di circa 1,7 m, la larghezza (il lato parallelo alla linea) è di 1,3 m e la profondità è di quasi 70 cm, mentre l'inclinazione dei rulli è del 4%. Il fornitore è l'azienda LeanProducts, la stessa da cui si sono acquistati i porta cartellini e le cornici riposte in magazzino per favorire la gestione visual dei processi.

Si riporta la scheda del prodotto per comprenderne meglio la struttura.

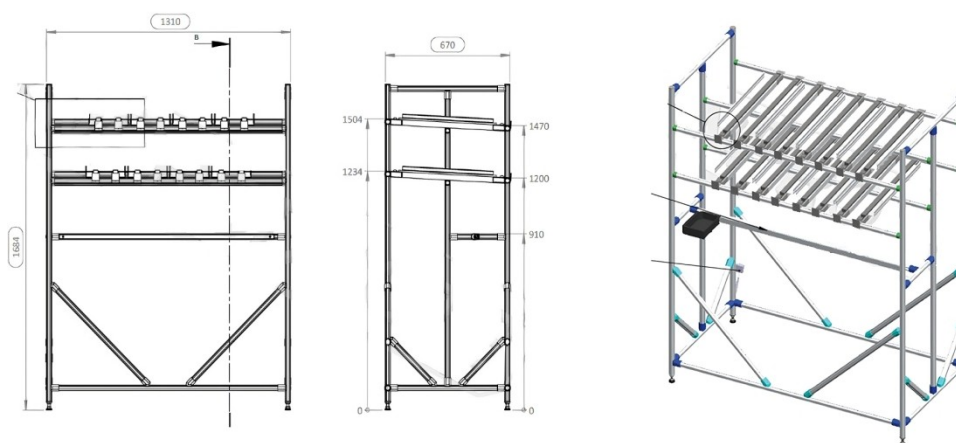


Figura 6.6: Schema della struttura degli zaini.

Gli scaffali presenti in magazzino, invece, sono di dimensioni molto più importanti perché devono contenere un elevato numero di giacenze, e si possono classificare come dei sistemi di stoccaggio con scaffalature a semplice profondità. Quelli maggiormente presenti nello stabilimento di BDF Digital sono costituiti da tre campate, ognuna composta da 5 ripiani lunghi quasi 180 cm, alti 40 cm e con profondità di 60 cm. A differenza degli zaini di produzione, nella nuova area gli scaffali non saranno riposti a stretto contatto con la linea, anzi l'ideale sarebbe porli contro una parete di modo che occupino il minor spazio possibile e che non intralcino il passaggio. L'obiettivo è effettuare il rifornimento degli zaini di produzione prelevando il materiale dagli scaffali, che non dovranno essere eccessivamente distanti dalla linea per evitare spostamenti eccessivi. Si riporta uno schema rappresentativo di questi scaffali: su questi, in magazzino, i componenti sono riposti o dentro agli scatoloni con cui pervengono dai fornitori (come nella foto), o nelle scatole standard usate internamente, oppure direttamente sopra al ripiano, senza inserirli in un contenitore.



Figura 6.7: Sistema di stoccaggio con scaffalature a semplice profondità ([profiservice.it](http://profiservice.it)).

Per comprendere se questa proposta può essere attuata, è stato svolto un approfondito studio, di cui si riportano i punti principali:

- Si è partiti dalla distinta base dei prodotti finiti rappresentativi dell'intera famiglia.
- Per ogni componente si è scritto con che tipo di imballo arriva solitamente da parte del fornitore e in che quantità, segnando anche la dimensione e il peso del componente. Questo è stato il primo passo per capire come poter organizzare le parti sugli zaini, i seguenti punti illustrano i due possibili casi.
- Per ciò che, ad ogni ordine, giunge in magazzino con un packaging differente, si sono segnati il peso e le dimensioni dei componenti, perché si è pensato di riporli in scatole di dimensioni standard già detenute in quantità in azienda. In questo caso sarebbe quindi necessario ristabilire degli accordi con i singoli fornitori (adottati in passato) affinché ripongano il materiale da loro prodotto direttamente nelle scatole fornite da BDF Digital (con conseguente necessità di gestire anche il trasporto e il rifornimento dei vuoti). In questo modo sarebbe possibile standardizzare le dimensioni dei contenitori, rendendo più semplice la gestione di questi sistemi per il feeding della linea.
- Per i componenti che pervengono dai fornitori in scatole di dimensioni contenute si sono segnate le dimensioni di questi contenitori, ipotizzando di riporre gli articoli sugli zaini utilizzando il packaging con cui sono stati spediti, senza cambiarne il contenitore.

- Sono state eseguite poi delle prove per comprendere quanti componenti possono entrare nelle scatole standard. Dunque ci si è segnati, per ogni caso, la dimensione di scatola ritenuta più adeguata per accogliere ogni componente.
- Si sono studiate le possibili combinazioni di sistemazione delle scatole sui vari zaini, per comprendere quale fosse quella più efficiente e che minimizzasse lo spazio occupato. Le combinazioni di disposizione dei contenitori sono state pensate in modo coerente con le fasi di assemblaggio del prodotto, di modo che il materiale sia sempre in prossimità della stazione su cui deve essere prelevato dallo zaino e poi lavorato. È necessario specificare che gli zaini di cui si dispone, e che si utilizzeranno per i componenti dell'OPDEplus, sono delle stesse dimensioni di quelli dell'OPDEplus XS, che però erano stati progettati ad hoc per questo prodotto. Per questo motivo bisogna cercare una soluzione con i sistemi di stoccaggio già detenuti, cercando, ad ogni possibilità di sistemazione delle scatole, di massimizzare il numero di componenti riponibili sugli spazi definiti.
- Lo stesso procedimento è stato applicato alla viteria, però, in questo caso, sono state ipotizzate, per tipo di vite, delle scatole standard di dimensioni ridotte (15 o 20 cm in larghezza per 20 o 30 cm in profondità). Ciò è possibile perché essendo le viti molto piccole, in un contenitore ce ne stanno anche più di un centinaio, garantendone la presenza per almeno una settimana di lavoro a capacità produttiva standard. Si riporta di seguito un'immagine che mostra i contenitori della viteria, che seguono la logica di refilling vuoto per pieno, illustrata nella prima parte, teorica, di tesi.



*Figura 6.8: Contenitori di viti e di piccola componentistica di fronte alla stazione di lavoro dell'operatore.*

La scelta definitiva adottata dal team verrà presentata nella sezione delle contromisure, perché si ritiene che la decisione su come disporre gli zaini sia la soluzione alla necessità di stoccare i materiali in modo efficiente per asservire le linee di produzione.

## **6.5 Questionario di raccolta delle opinioni**

Nell'ambito del Lean Management il coinvolgimento di tutto il personale dell'azienda è essenziale per poter raggiungere la massima efficienza e sostenere il miglioramento continuo. Come spiegato nel secondo capitolo, non coinvolgere tutti i dipendenti è uno degli otto sprechi, in quanto le persone sono delle risorse essenziali non solo dal punto di vista della “forza lavoro”, ma anche perché ognuna ha delle idee che spesso possono risultare estremamente utili per introdurre delle azioni migliorative.

Si è giunti alla decisione, quindi, di raccogliere le impressioni degli operatori di magazzino per valutare eventuali difficoltà nelle fasi di prelievo e inventario, ma anche per chiedere suggerimenti finalizzati a semplificare le attività che essi stessi svolgono quotidianamente. Lo scopo è non solo quello di ricevere feedback e idee per avere degli spunti di miglioramento, ma anche quello di far capire alle persone che le loro opinioni hanno valore, aumentando l'engagement e il commitment che hanno nei confronti dell'azienda.

Come è prevedibile, la raccolta delle impressioni non è un'analisi quantitativa, anzi questa è prettamente soggettiva perché si basa sulle percezioni personali degli individui, che differiscono tra una persona e l'altra. Si è deciso comunque di procedere con la somministrazione del questionario agli operatori che ogni giorno svolgono le attività di magazzino. Si è stabilito di includere domande relative all'inventario, in quanto rappresenta il momento in cui emergono molti dei problemi riguardanti la gestione non

ottimizzata delle operazioni di stoccaggio dei materiali. Le domande del questionario sono riportate di seguito.

*Tabella 6.2: Domande poste agli operatori di magazzino.*

<b>Domanda</b>	<b>Risposta possibile</b>
Hai mai impiegato più tempo del dovuto a trovare il materiale perché era in un altro punto del magazzino?	Si - No
Quanto spesso devi cercare il materiale per tempi più lunghi del dovuto (anche solo di 1-2 minuti) prima di trovarlo?	Sempre – Spesso – Qualche volta – Mai
Quanto spesso devi chiedere aiuto ad un collega per trovare ciò che cerchi?	Sempre – Spesso – Qualche volta – Mai
Quali materiali trovi più difficili da reperire?	Risposta libera
Gli strumenti che hai ti sembrano adeguati?	Si - No
Ci sono casi in cui la difficoltà nell'accedere al materiale ha influenzato negativamente il tuo lavoro? Se sì, spiega cosa è successo.	Risposta libera
Hai suggerimenti per migliorare la tua accessibilità al materiale in fase di prelievo?	Risposta libera
Quanto spesso hai riscontrato difficoltà in fase di inventario?	Sempre – Spesso – Qualche volta – Mai
Esponi almeno un ostacolo che incontri durante il processo di inventario	Risposta libera
Che suggerimenti daresti per migliorare il processo di inventario in modo da completarlo in modo più semplice e rapido?	Risposta libera
Complessivamente, quanto ti ritieni soddisfatto dell'attuale metodo di gestione dei materiali a magazzino?	1: per niente soddisfatto 5: pienamente soddisfatto

Si riportano di seguito le risposte che si ritengono più rilevanti per quest'analisi.

1. Il 100% degli operatori di magazzino dichiara di avere impiegato, alle volte, più tempo per reperire i materiali in fase di prelievo. Il 67% di questi afferma di avere spesso problemi a trovare il materiale.
2. I materiali ritenuti più difficili da reperire sono le schede elettroniche, le carpenterie e i radiatori. Ciò è dovuto al fatto che questi componenti sono quelli presenti in maggiori quantità, ma anche dislocati in più punti del magazzino



3. Il lavoro degli operatori è stato influenzato negativamente dalla difficoltà di reperire i componenti in magazzino nei seguenti casi:
  - Quando le schede non sono posizionate dove dovrebbe essere e dunque si impiega molto tempo per cercarle
  - Quando è necessario spostare i bancali in zona accettazione (causa problemi di spazio), per prelevare degli articoli, incrementando difficoltà e tempi durante questa fase
  - Quando, per prelevare un contenitore o un pallet dalla zona delle scorte, per accedervi bisogna spostarne altri
4. I suggerimenti per migliorare le attività di prelievo sono:
  - Avere un sistema che indichi dove si trova il materiale da prelevare
  - Aumentare lo spazio disponibile per lo stoccaggio dei codici
  - Fare in modo che chi preleva i kit di produzione sia la stessa persona che li stocca, di modo da sapere velocemente dove andare a prelevare
5. Per quanto riguarda le attività d'inventario, il 67% degli operatori di magazzino dichiara di avere riscontrato spesso delle difficoltà durante queste fasi. Il 33%, che probabilmente corrisponde col personale con più esperienza all'interno dell'azienda, dichiara di non avere mai sperimentato particolari complicazioni.
6. I problemi relativi all'inventario dichiarati dal personale in questione sono tutti riconducibili allo stesso motivo, ossia al dover contare il materiale che si trova in tutta l'azienda e non solo in magazzino. Questo problema è stato riscontrato dalla totalità degli individui.
7. Le proposte di miglioramento per semplificare le attività d'inventario sono:
  - Effettuare un inventario annuale e non concentrare le attività di conteggio solo nell'ultima settimana dell'anno.
  - Assumere personale che possa aiutare a svolgere le operazioni in magazzino.

Queste risposte sono molto utili per mettere in luce il fatto che gli operatori di magazzino sono coscienti dei problemi relativi alla gestione dei materiali, e che il loro lavoro ne risente. I suggerimenti dati fanno emergere spunti di riflessione non ancora considerati per cercare di migliorare e semplificare le attività degli operatori, aumentando sia l'efficienza ma anche la soddisfazione del personale. Ad esempio, il suggerimento di assumere nuovo personale dimostra che, almeno una persona, crede che il carico di lavoro sia eccessivo e che l'inserimento di una nuova risorsa potrebbe alleggerire le attività giornaliere. Nel prossimo capitolo si scoprirà se ciò è realmente necessario, oppure se è un'azione che può essere evitata.

I membri del team hanno concordato per ripetere il questionario dopo qualche mese dall'attuazione delle prime contromisure, per effettuare una valutazione preliminare dell'efficacia dei miglioramenti, che verranno misurati, inoltre, in modo oggettivo.

Con questo si può dire conclusa la sezione riguardante le analisi effettuate per comprendere appieno le problematiche presenti nel magazzino di BDF Digital al principio di questo progetto.

Ora si possono iniziare a presentare le contromisure implementate per risolvere i problemi esposti. In particolare si presenta, nel seguente paragrafo, come si è arrivati a definire le azioni correttive: per farlo si è partiti dai rami del diagramma di Ishikawa su cui è possibile agire, escludendo i vincoli su cui non è possibile agire, esposti nel precedente capitolo.

## **Capitolo 7**

### **7. La prima contromisura: il Warehouse**

#### **Management System**

In questo capitolo si espone una delle azioni più rilevanti che il team di lavoro ha deciso di implementare, ossia un sistema che agevoli lo svolgimento delle attività di magazzino, migliorando l'efficienza dei processi di cui esso si caratterizza. Si partirà dall'origine di questa decisione, passando poi all'illustrazione dei benefici che il WMS apporterà e descrivendo le fasi di questo sotto progetto realizzato. Verranno anche esposti gli strumenti necessari a supportare in modo ottimale questo importante sistema di gestione.

#### **7.1 Soluzioni partendo dai rami del diagramma di Ishikawa**

Nel paragrafo 5.3.1 si è presentata l'analisi delle cause effettuata per comprendere tutti i motivi delle inefficienze che si verificano nei processi di logistica interna di BDF Digital. Si sono illustrati anche quelli che possono essere definiti come dei vincoli, ossia quelle condizioni che non è possibile modificare per agire sul problema. Senza ripetere i motivi, ci si limita a rammentare che i rami del diagramma di Ishikawa da cui, al momento, non possono originarsi delle soluzioni sono quelli relativi ai materiali, all'ambiente

##### **7.1.1 Manodopera**

Per quanto riguarda la Manodopera, è chiaro che l'esperienza del personale giochi un ruolo fondamentale su quella che è l'efficienza delle attività svolte all'interno del magazzino. Come detto in precedenza, anche se alcuni degli operatori del magazzino hanno ormai dimestichezza nel trovare la merce in tempi ragionevoli, altri, che sono

arrivati da poco tempo, sono ancora in difficoltà nel gestire la grande quantità di merce presente in magazzino. L'esperienza sicuramente permetterà alle persone di operare con maggiore destrezza, ma non si può fare affidamento solo sullo scorrere del tempo per aspettarsi un miglioramento, perché fino a quando tutti gli operatori del magazzino non raggiungeranno il livello di esperienza necessario, le attività verranno svolte a un livello di efficienza inferiore a quello desiderato.

Per sopperire a questo problema, una delle attività già in corso è quella di formare adeguatamente il personale, di modo che apprenda in modo proficuo ciò che necessita sapere per svolgere la propria mansione; ciò avviene mediante dei corsi di formazione interni programmati e completi, che mirano a far comprendere all'operatore non solo cosa deve fare, ma anche perché deve operare in un determinato modo e che impatto ha a livello di processo il suo modo di operare.

I corsi di formazione vengono sempre condotti all'arrivo di una nuova risorsa in azienda, quindi, se a volte questa ha difficoltà nello svolgere le attività di cui si ha trattato nel corso, potrebbe voler dire o che la persona non è stata abbastanza attenta durante le lezioni, o che il corso non è strutturato in modo sufficientemente adeguato per insegnare ai dipendenti tutto ciò che dovrebbero sapere. Si ipotizza che la maggior parte dei nuovi assunti tenti di prestare la giusta attenzione durante le lezioni di formazione, per evitare di dare una brutta impressione fin dal principio, oltre che per apprendere a pieno come operare.

Come precedentemente accennato, i corsi sono costantemente organizzati con efficacia poi verificata, soprattutto considerando che seguono uno standard predefinito e vengono erogati da risorse interne o esterne che conosco bene i temi trattati.

Si può affermare, quindi, che è la complessità presente in magazzino a ostacolare un adeguato livello di dimestichezza con la mansione da parte del nuovo personale e che il modo in cui avviene la formazione deve aiutare a gestire questa complessità rendendo il personale più proattivo nel proporre azioni di miglioramento.

## 7.1.2 Metodi, misure e macchine

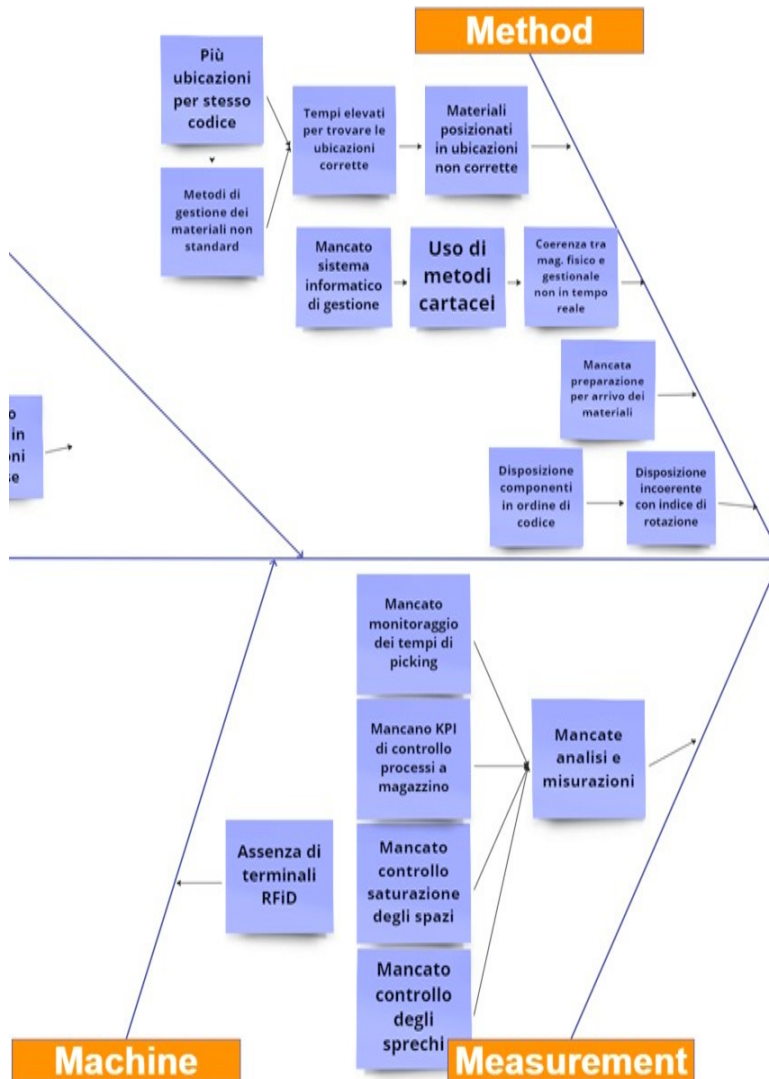


Figura 7.1: Rami del diagramma di Ishikawa su cui è possibile agire.

correlati, perché il fatto che non esista un metodo efficace per registrare le operazioni svolte in magazzino fa sì che non si possano nemmeno condurre delle analisi o delle misure, perché oggettivamente mancano dati esaustivi<sup>87</sup> su cui svolgerle. Inoltre, non esistendo un sistema di gestione delle attività di magazzino non esiste nemmeno il supporto fisico che ne permette il funzionamento.

<sup>87</sup> Basti pensare, ad esempio, all'analisi effettuata per trovare la frequenza di prelievo: è stato necessario fare delle ipotesi e delle approssimazioni per calcolare il parametro, ottenendo poi un range di risultati, invece che uno singolo.

A fianco si riporta l'immagine del diagramma di Ishikawa che si era utilizzato, nel quinto capitolo, per analizzare le cause delle difficoltà presenti nella gestione dei materiali in BDF Digital. Da questo studio, si ricorda, era emerso che i motivi relativi a metodi, misure e macchine sono sia molto impattanti sulla causa del problema, ma sono anche quelli su cui è possibile fare più far leva per snellire i processi di magazzino i processi di magazzino. Questi tre gruppi di cause sono, in questo caso, strettamente

Proprio per questo motivo, nell'ultimo periodo BDF Digital ha integrato dei software per permettere di studiare i processi operativi nel dettaglio: è il caso, ad esempio, del Manufacturing Execution System (MES), introdotto nel primo semestre 2023 e in via di perfezionamento durante il periodo di stage volto alla stesura di questa tesi. Con l'utilizzo di questo strumento si stanno effettuando delle analisi accurate sui processi produttivi, che portano alla luce molteplici spunti di riflessione, i quali danno avvio poi a degli efficaci miglioramenti. Come si è fatto per le attività produttive, si deduce che anche i processi logistici di magazzino necessitano di un sistema informatico che permetta di gestirli, analizzarli e ottimizzarli. Tutto ciò è coerente con la strategia di digitalizzazione che l'impresa vuole perseguire e anche per questo motivo tutti i membri del team e la direzione aziendale concordano sul fatto che l'introduzione di un modello informatico per il Warehouse Management<sup>88</sup> sia oramai strettamente necessario.

### 7.1.3 Le contromisure

Si riporta, di seguito, la parte dell'A3-T che riporta le contromisure implementate per aumentare l'efficienza dei processi di logistica interna di BDF Digital.

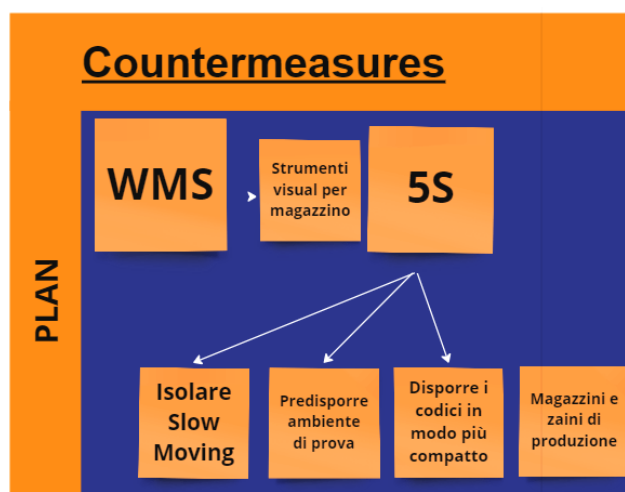


Figura 7.2: Azioni correttive per raggiungere gli obiettivi del progetto.

---

<sup>88</sup>Warehouse Management significa letteralmente Gestione del magazzino.

Le contromisure al problema decise dal team, che verranno approfondite in questo e nei prossimi capitoli, sono:

1. L'implementazione di un WMS per aumentare la precisione dell'inventario, migliorare l'efficienza delle operazioni di prelievo e molto altro, come si spiegherà nel prossimo paragrafo.
2. L'uso del Visual Management in magazzino, per rendere ottimale l'attuazione del primo punto. In questo capitolo si mostreranno gli strumenti utilizzati e i loro benefici.
3. La realizzazione delle attività di riorganizzazione del magazzino "5S" che hanno permesso l'isolamento dei materiali Slow Moving, la predisposizione efficace dell'ambiente per il WMS e la disposizione del materiale in modo più compatto.
4. La progettazione dei sistemi di stoccaggio per gli articoli a cui verranno dedicate le linee di produzione, che permetteranno di rifornire le prima in modo ottimale, di ridurre gli spostamenti tra magazzino e produzione e di liberare spazio in magazzino.

## **7.2 Il Warehouse Management System**

Nel precedente paragrafo si è spiegato che il team coinvolto in questo progetto ha compreso che l'implementazione di un WMS potrebbe aiutare a effettuare utili analisi per poter efficientare i processi di magazzino.

In questo paragrafo si intendono spiegare le caratteristiche principali di questo strumento di gestione che comprende software, hardware di supporto, e che prevede una ridefinizione delle procedure di lavoro. Si riportano, inoltre, le principali fasi della sua implementazione e tutte le informazioni utili per comprendere appieno come questo strumento possa aiutare a portare dei miglioramenti.



Figura 7.3: Immagine stilizzata del funzionamento di un WMS.

## 7.2.1 Obiettivi

Ci sono molteplici ragioni per cui sempre più aziende decidono di introdurre un WMS nella loro infrastruttura operativa. Per BDF Digital gli obiettivi sono:

### 1. Aumentare l'efficienza operativa:

- Ridurre i tempi di elaborazione degli ordini di prelievo.
- Ottimizzare i percorsi di raccolta e movimentazione delle merci, in quanto il software, gestendo ubicazioni e missioni di prelievo, indicherà dove si trova ogni materiale.
- Minimizzare gli errori umani nelle attività di magazzino.

### 2. Migliorare l'accuratezza dell'inventario:

- Ridurre gli errori di conteggio delle giacenze.
- Effettuare l'inventario in modo più rapido ed efficiente o, addirittura, seguendo una logica di esecuzione nuova e differente.

### 3. Ottimizzare lo spazio di magazzino:

- Massimizzare l'utilizzo dello spazio di stoccaggio.
- Migliorare la disposizione degli articoli per ridurre la necessità di manovre inutili.



#### **4. Ridurre i costi operativi:**

- Automatizzare i processi manuali.
- Minimizzare gli errori che possono portare a costi aggiuntivi.

#### **5. Aumentare la visibilità:**

- Fornire una panoramica completa delle attività del magazzino.
- Monitorare e tracciare la posizione degli articoli in tempo reale.

#### **6. Migliorare la tracciabilità:**

- Garantire la tracciabilità di ogni movimento di magazzino
- Supportare la rintracciabilità degli articoli in caso di problemi o richieste di reso.

Si può affermare che l'implementazione del Warehouse Management System consentirà di ridurre complessivamente gli sprechi, andando a snellire i processi logistici nel magazzino di BDF Digital.

### **7.2.2 Selezione**

In fase di meeting, i membri del team hanno dovuto decidere su quale strumento in particolare fare affidamento. Dopo averne discusso, si è arrivati a scegliere come fornitore per il WMS l'azienda SanMarco Informatica S.p.A.<sup>89</sup>

Questo provider di soluzioni informatiche è stato scelto per i seguenti motivi:

1. La qualità del software è stata valutata positivamente.
2. Si è riscontrato che la maggior parte dei software dipartimentali e gestionali in uso è di SanMarcoInformatica; pertanto, si integrano facilmente con la scelta effettuata<sup>90</sup>.
3. Esiste una lunga conoscenza dell'azienda e si ha un consolidato rapporto di fiducia con la stessa.

---

<sup>89</sup> SanMarco Informatica, [sanmarcoinformatica.com](http://sanmarcoinformatica.com).

<sup>90</sup> L'azienda ha già sperimentato l'effetto di avere due fornitori distinti per diversi software in uso e si è constatato che spesso è molto difficile fare in modo che tali programmi si integrino perfettamente. Per questo motivo si ha deciso di affidarsi nuovamente a SMI, il cui WMS si interfaccia bene con gli altri programmi maggiormente utilizzati.

### 7.2.3 Fasi d'implementazione

Di seguito si riportano le fasi principali del progetto d'implementazione del Warehouse Management System.

- Analisi iniziale dello stato AS-IS e nuova soluzione: questa parte comprende tutte le analisi già esposte, effettuate nella parte iniziale del progetto, riguardo agli aspetti critici del magazzino di BDF Digital. Include, inoltre, l'analisi e una prima valutazione della soluzione proposta da SanMarcoInformatica (SMI).
- Formalizzazione specifiche e offerta: dopo un incontro con il team SMI che ha seguito l'azienda in questo progetto, è stata selezionata una tra le tre opzioni proposte. Difatti il WMS proposto da SMI offre una configurabilità diversificata a seconda delle funzionalità che offre e ogni versione è più adatta in determinati casi dove sono necessari diversi livelli di dettaglio.

La scelta è ricaduta sulla soluzione che prevede di considerare e mappare anche la parte di scaffali presenti nell'area produttiva, sia in quella già esistente che quella nuova, in fase di progettazione. Ciò significa che sarà possibile conoscere la locazione e il saldo di ogni componente presente in magazzino, ma anche in produzione, fornendo informazioni estremamente utili per una gestione ottimale delle giacenze che riduca gli sprechi. Il software inoltre proporrà in automatico l'ubicazione di prelievo e di versamento per ognuna delle linee di produzione, rendendo più automatiche queste fasi.

In base alla soluzione scelta, l'offerta del fornitore è stata formulata su un costo base più uno a consuntivo che dipende dall'implementazione di possibili personalizzazioni.

- Formalizzazione modello di codifica delle ubicazioni: questa fase prevede la definizione di un metodo standard per nominare le locazioni presenti in magazzino, ed è essenziale per poter definire in modo univoco dove si trovano determinati prodotti.

Su indicazione di SMI si sono divise le aree da mappare, non semplicemente in "magazzino" e "produzione" ma si è aggiunto un livello di dettaglio superiore: si è

deciso di distinguere il magazzino, come è nella realtà, in piano terra e soppalco, al pianterreno solo una parte è dedicata allo stoccaggio; quindi, ogni area con un determinato scopo è stata codificata in modo differente.

Siccome, per definire un'ubicazione nel WMS, sono disponibili 10 caratteri alfanumerici, si è deciso di utilizzare i primi quattro per definire l'area specifica, e gli ultimi sei per definire la posizione puntuale all'interno dell'area. Questa posizione puntuale è data dal numero dello scaffale e i numeri di campata e ripiano appartenenti a quel determinato scaffale: attraverso questo codice parlante, ogni carattere, quindi, fornisce un'informazione sull'ubicazione del materiale. Il primo, ad esempio, discrimina la macroarea: M se magazzino, P se produzione. Il secondo carattere, se il primo è M, può essere T per indicare il piano terra, o S per indicare il soppalco, e così via.

Si riporta, di seguito, la legenda utilizzata per codificare le ubicazioni del magazzino secondo le regole appena esposte e, successivamente, una rappresentazione delle varie aree con la relativa codifica.

*Tabella 7.1: Legenda per la codificazione delle ubicazioni in magazzino.*

<b>n° carattere</b>	<b>Valore carattere</b>	<b>Significato Carattere</b>	<b>Note</b>
1	M	Magazzino	
2	T	Piano Terra	
	S	Soppalco	
3	a	Area specifica	XX <sup>91</sup> : area destinata allo stoccaggio
4	a		PF: area destinata i prodotti finiti AC: area controllo e accettazione
5	s	Scaffale	Numeri dispari a sinistra, numeri pari a destra
6	s	Scaffale	Numeri dispari a sinistra, numeri pari a destra
7	c	Campata	Numeri consecutivi, in ordine crescente dal muro al corridoio
8	c	Campata	Numeri consecutivi, in ordine crescente dal muro al corridoio

<sup>91</sup> Si è deciso di chiamare in questo modo quest'area per lasciare spazio, in futuro, ad eventuali ulteriori suddivisioni di quest'area, ad esempio parte sinistra (scaffali dispari) e parte destra (scaffali pari).

9	r	Ripiano	Numeri consecutivi, in ordine crescente dal basso verso l'alto
10	r	Ripiano	Numeri consecutivi, in ordine crescente dal basso verso l'alto

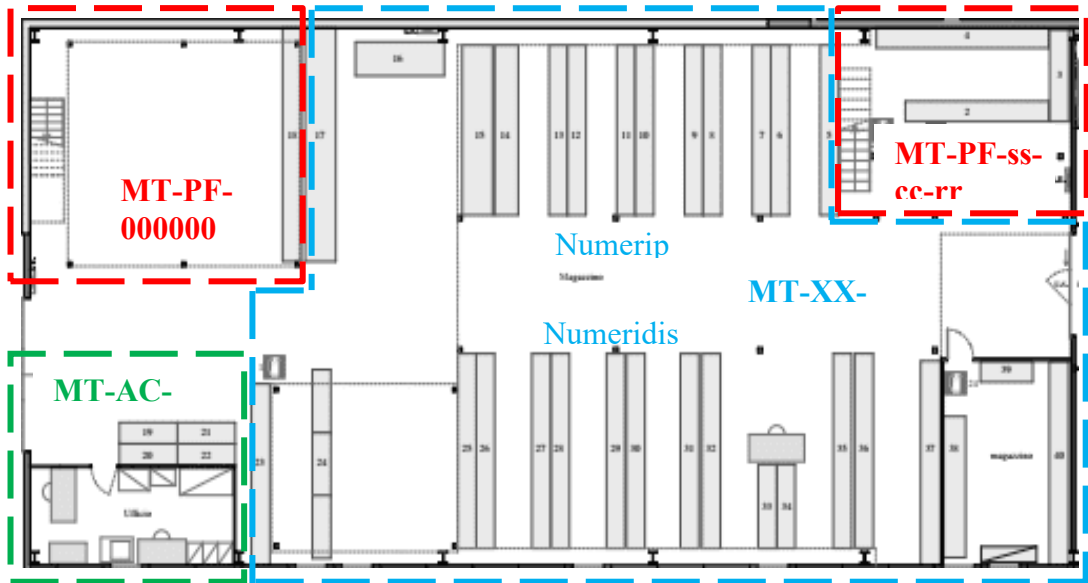


Figura 7.4: Suddivisione delle aree del magazzino con relativa codifica a sistema.

Le aree della parte di magazzino a piano terra sono:

- Controllo e accettazione (in verde): è dove arrivano i materiali da parte dei fornitori, e dove si effettua un controllo a campione sui componenti pervenuti.
- Area prodotti finiti (in rosso a sinistra): questi ultimi possono essere intesi sia come dei prodotti finiti ma a cui mancano le personalizzazioni finali, che come prodotti completi e pronti per la spedizione. Essendo, in questa zona, presenti solitamente pochi prodotti<sup>92</sup> e non destinati alla produzione, si è deciso di non dichiarare un'ubicazione precisa dove riporli. Se sarà necessario, si dettaglierà in futuro.

<sup>92</sup> Passa poco tempo tra la fine della produzione e la spedizione dei prodotti finiti; dunque, i prodotti permangono a magazzino per un tempo molto breve, di al più qualche giorno. La loro locazione è quindi del tutto transitoria.

- Area stoccaggio (in azzurro): in questa zona del piano terra dovrebbe essere riposto il materiale a più alta rotazione, secondo le linee guida generali per lo stoccaggio di componenti in magazzino. Gli scaffali nella parte destra (dalla porta interna di entrata, a destra nella pianta) saranno numerati con numeri pari, quelli a sinistra con numeri dispari.
- Area prodotti finiti/semilavorati (area rossa a destra): è quella in cui si ripongono quei prodotti che necessitano solo di una personalizzazione “accessoria” (come le etichette customizzate o gli accessori d’imballo), ma che dal punto di vista funzionale hanno raggiunto lo stato finale.

Per quanto riguarda il soppalco, le scaffalature sono disposte in modo diverso rispetto al piano terra, ma si prevede di ordinarli nella stessa sequenza, di modo da avere un layout di magazzino quanto più “standard” possibile tra i due piani. Inoltre, in questo piano alcuni materiali sono disposti senza seguire uno schema preciso, mentre altri sono ormai obsoleti. Tale area è denominata MS-YY e al momento si è deciso di lasciare al futuro la decisione su come dividere il soppalco in altre aree per agevolare la ricerca dei materiali, mentre gli scaffali e le ubicazioni seguono una numerazione simile a quella assegnata agli scaffali del piano terra. La codifica del soppalco è però, al momento di stesura di questo capitolo, ancora provvisoria. Le tempistiche dello stage volto alla stesura di questa tesi, non permette di illustrare la definitiva codifica delle ubicazioni di questa macroarea.

In vista dell’implementazione del nuovo sistema produttivo, si è deciso d’identificare ogni linea come un’area a sé stante, di modo da far comprendere rapidamente agli operatori di magazzino dove devono dirigersi quando leggono le informazioni presenti nella lista di prelievo. Questo perché ogni linea, sia quelle già esistenti che quelle in fase di progettazione, presenta una zona dove stoccare il materiale necessario alla produzione dell’articolo a cui la linea è dedicata.

*Tabella 7.2: Legenda per la codifica delle ubicazioni in produzione.*

n° carattere	Valore carattere	Significato carattere	Note
1	P	Produzione	
2	X/O/E/...	Area di prodotto	Lettera che indica il sistema produttivo specifico/l'area produttiva specifica (X: XS; O: OPDE...)
3	1/2..		Numero consecutivo per differenziare i sistemi produttivi dello stesso tipo (dedicati allo stesso prodotto)
4	P/S	Produzione o Scaffale	Distinzione tra ubicazione sulla linea/cella oppure ubicazione nello scaffale relativo alla linea/cella <sup>93</sup>
5	s	Scaffale	Numeri consecutivi
6	s	Scaffale	Numeri consecutivi
7	c	Campata	Numeri consecutivi
8	c	Campata	Numeri consecutivi
9	r	Ripiano	Numeri consecutivi, in ordine crescente dal basso verso l'alto
10	r	Ripiano	Numeri consecutivi, in ordine crescente dal basso verso l'alto

- Impostazione ambiente di prova e test iniziali: questa fase prevede l'impostazione dei parametri principali del programma, iniziata con SMI e con le risorse interne del reparto operation che poi dovranno sovrintendere la gestione.

La realizzazione di un ambiente di prova ha consentito di eseguire dei test operativi su date reali senza compromettere le attività e i dati dell'operatività quotidiana.

- Dati generali: contengono i dati di gestione (come il periodo dell'ambiente di prova, la possibilità di gestione di movimentazione delle unità di carico), i dati di default (come il magazzino da considerare), i dati di composizione del codice di ubicazione (il numero di caratteri per le parti del codice), i dati di reperimento (come il numero di contenitori per ubicazione), i dati di abilitazione (per la gestione delle doppie quantità) e i dati di attribuzione immediata (come la

---

<sup>93</sup> Alcuni materiali, quelli che sono in attesa di lavorazione, sono già presenti sulla linea produttiva. Gli altri, invece, costituiscono le giacenze necessarie alla produzione di un certo periodo, e vengono, come già detto, riportati sulle scaffalature di linea.

produzione in automatico di movimenti di produzione). Alcuni di questi campi sono già stati impostati mentre altri sono stati lasciati da impostare in seguito.

- Definizione delle tabelle contenenti le aree: il sistemista SMI ha spiegato come definire le aree e mostrato che per queste si possono attribuire diversi flag, ad esempio si può indicare se sono delle aree di transito, se sono multi articolo e altri dettagli attribuibili a queste zone.
- Definizione delle tabelle contenenti gli scaffali: a ogni area definita si assegnano dei possibili scaffali che questa può contenere.
- Definizione della compatibilità tra gli articoli: questa è una funzionalità importante perché segnala se un determinato codice non è compatibile con l'ubicazione in cui lo si vuole inserire. Quest'ua impossibilità potrebbe verificarsi nel caso in cui lo spazio della locazione sia troppo ridotto per il codice in questione, o a causa delle dimensioni elevate dello stesso oppure per via del numero di componenti che si vuole riporre sul ripiano in questione.
- Definizione dell'ordine di acquisto: è stato mostrato come inserire a gestionale l'ubicazione di un articolo, anche di default di modo che esso venga assegnato sempre a quella determinata posizione.
- Dichiarazione di spostamenti e di trasferimenti: è stato mostrato ciò che l'operatore deve indicare quando esegue un movimento del materiale, ossia l'ubicazione di partenza, quella di destinazione e la quantità spostata. Ogni movimento deve avere una causale che dipende da che operazione si intende svolgere.
- Dichiarazioni di versamenti dei materiali: è stato spiegato come indicare l'ubicazione in cui si versa il materiale.
- Formulazione di documenti di fatturazione: è stato descritto come generare i documenti per la bollettazione e la fatturazione degli articoli.

Dopo aver definito queste funzionalità si è iniziato a inserire nell'ambiente di prova i codici relativi alle ubicazioni, seguendo lo schema di codifica spiegato nel precedente paragrafo. Dopodiché a queste ubicazioni sono stati assegnati i codici dei prodotti presenti in quelle determinate ubicazioni, fornendo così al sistema le

informazioni riguardo all'ubicazione dei materiali presenti in magazzino. Contemporaneamente a questo lavoro, è stato svolto il cantiere 5S di cui si parla nel capitolo X, dunque si sono inseriti a sistema solo i codici attivi, non appartenenti al gruppo degli Slow Moving.

- Test operativi interni: questa fase prevede l'esecuzione di prove per validare il funzionamento del sistema. Anche i test operativi sono stati svolti dal reparto operation che, dovendo usare, in futuro, il WMS quotidianamente, deve acquisire familiarità con questo sistema. Questi test operativi prevedono la realizzazione di movimenti fittizi di magazzino per comprenderne il funzionamento. Bisogna distinguere, a questo punto, due tipi di movimenti che possono essere eseguiti sui materiali a livello gestionale:
  - Spostamenti: sono dei trasferimenti logici o fisici tra ubicazioni diverse, effettuati all'interno dello stesso magazzino gestionale. Ad esempio, uno spostamento si ha quando si sposta il materiale da un'ubicazione X ad un'ubicazione Y, all'interno del magazzino principale. Quest'azione non incide sugli indici di rotazione degli articoli perché rappresenta un semplice cambiamento di posizione fisica, senza modificare le caratteristiche o lo stato del materiale. Anche il movimento di un codice dal magazzino alla linea produzione è uno spostamento, perché finché non si genera un consumo di materiale questo ha solo cambiato di ubicazione.
  - Trasferimenti: sono sempre dei trasferimenti logici o fisici di materiale, ma in questo caso sono effettuati tra magazzini differenti. I trasferimenti, a seconda della causale del movimento, possono incidere sull'indice di rotazione del codice perché mediante questi potrebbero essere eseguite ulteriori operazioni gestionali, come il consumo di materiale. Ad esempio, quando si deve realizzare un prodotto finito, i componenti vengono trasferiti dal magazzino gestionale principale al magazzino gestionale work in progress (in lavorazione): venendo consumato effettivamente del materiale quest'operazione inciderà sull'indice di rotazione.

Ad esempio, la causale 35, che riguarda il prelievo di produzione, genera un consumo nel momento in cui si preleva un componente per la produzione, quindi



in anticipo rispetto a quando il materiale verrà fisicamente consumato. Come si è già spiegato uno degli obiettivi è ridurre i prelievi, quindi, almeno per alcune gamme di prodotto, ci si aspetta che questa causale verrà utilizzata sempre meno. Invece si assisterà a un crescente utilizzo della causale 30, relativa al versamento da produzione. Utilizzandola il consumo di materiale verrà registrato a gestionale non appena si completerà il prodotto finito: dalla distinta base verranno scaricati automaticamente tutti i componenti del prodotto in questione. Nel primo caso, quindi, il consumo a gestionale si genera in anticipo rispetto a quello fisico effettivo, nel secondo si genera in ritardo. Si verificherà quindi un cambiamento di logica, anche lo sfasamento temporale tra l'azione effettiva e quella registrata sussiste in entrambi i casi.

- Avvio operatività in ambiente reale: in condizioni reali il programma funziona nel modo medesimo, solo che in questo caso le operazioni non sono più “simulate” senza impatto sui dati operativi e col solo scopo di familiarizzare col sistema, bensì i movimenti e trasferimenti riportati sono quelli effettivi, che si verificano a livello fisico in magazzino e nella zona produttiva. Mentre, in ambiente di prova, le operazioni svolte non hanno effetto sui dati di processo, in questo caso i dati presenti sul gestionale vengono aggiornati in tempo reale ogni qualvolta si effettua un'operazione. Per questo motivo è estremamente importante che chi utilizza il sistema ne abbia compreso a fondo tutte le funzionalità, per poter partire in ambiente reale col giusto ritmo, senza commettere errori e dunque evitando di rallentare le attività lavorative. È altresì fondamentale che siano state consolidate la mappatura delle aree, le procedure di gestione e l'utilizzo dei tools di supporto (terminali a radiofrequenza).

A causa della richiesta di una personalizzazione, che verrà illustrata in seguito, l'avvio del sistema in ambiente reale è stato prorogato. Difatti, può capitare che per elaborare delle personalizzazioni richieste dalle aziende clienti, i sistemisti SMI impieghino un certo tempo per garantire un'implementazione debuggata senza intoppi, prevenendo eventuali problematiche.

- Saldo iniziale ubicazioni: questo stadio prevede l'inserimento a sistema del saldo dei materiali presenti in ubicazioni definite. Ciò viene fatto in seguito all'inventario

completo del magazzino principale, i cui valori verranno inseriti nelle varie ubicazioni che sono state definite e mappate. Dopo aver contato gli articoli presenti sugli scaffali, si assegna ad ogni ubicazione la quantità di codici presenti. In questo modo si potrà sapere in ogni momento quanti prodotti si trovano in una data ubicazione e il dato si aggiornerà in tempo reale se verranno eseguite delle operazioni fisiche quali trasferimenti o spostamenti.

- Stampa e posizionamento etichette ubicazioni: questa fase è iniziata, in realtà, insieme alla predisposizione dell'ambiente di prova. In tale momento, difatti, si è iniziato a stampare dei cartelli e dei cartellini provvisori destinati a identificare rispettivamente gli scaffali e le ubicazioni. I cartelli identificanti gli scaffali contenevano il numero dello scaffale e l'area, mentre quelli delle ubicazioni la codifica della stessa e il codice a barre corrispondente. Questi sono stati utilizzati per assegnare, a livello gestionale, i prodotti all'ubicazione in cui erano riposti, sempre in ambiente di prova.

Nel mentre, sono stati organizzati degli incontri per scegliere il fornitore di segnaletica visiva più adeguato e, dopo un'attenta analisi, la scelta è ricaduta su un'azienda con cui BDF Digital ha un rapporto di collaborazione ormai consolidato. I prodotti scelti sono stati poi utilizzati per indicare gli scaffali e le ubicazioni in modo definitivo: di seguito si riporta un'immagine degli articoli a catalogo scelti.



*Figura 7.5: Porta-etichette e cornice per identificare ubicazione e scaffale.*

Quello più a sinistra è un porta-etichette, in cui si inserisce l'etichetta che contiene la codifica dell'ubicazione definita da area, scaffale, ripiano e campata, e identificabile rapidamente scannerizzando il codice a barre, anch'esso presente sull'etichetta. Queste

sono state applicate sui ripiani di ogni scaffale grazie al supporto magnetico di cui dispongono.

La cornice, visibile nell'immagine a destra, invece serve per identificare lo scaffale tramite il nome dell'area e il numero dello scaffale. Questa cornice, contenente un foglio A4 con le informazioni indicate, viene posta all'inizio di ogni scaffale, posizionata a bandiera tramite dei magneti, di modo che sia il più visibile possibile dal corridoio centrale del magazzino.

Sia i porta-cartellini delle ubicazioni che le cornici degli scaffali sono stati scelti, per il piano terra, di colore arancione di modo che, insieme al colore blu degli scaffali, si crei un effetto cromatico che richiama i colori del logo di BDF Digital.

Si è deciso di distinguere le varie aree utilizzando colori differenti, per agevolare il rapido riconoscimento da parte di chiunque, in particolare:

- Porta-etichette e cornici del soppalco sono di colore giallo.
- Si utilizzerà il verde per l'area di controllo e accettazione.
- Si useranno porta-etichette e cartelli di colore blu per identificare l'area dei prodotti finiti.

Le ultime due zone non sono ancora state mappate quindi non dispongono ancora di questi strumenti. Si riporta un esempio dei cartellini utilizzati nelle parti di stoccaggio al piano terra e sul soppalco.



*Figura 7.6: Cartellini delle ubicazioni al piano terra.*



*Figura 7.7: Cartellini delle ubicazioni sul soppalco.*

Di seguito, invece, i cartelli identificativi degli scaffali. Questi sono stati leggermente evidenziati per farne risaltare il colore che, per via della forte luce, in queste foto non spiccava particolarmente.



*Figura 7.8: Cartelli identificativi degli scaffali dispari al piano terra e pari sul soppalco.*

- Definizione e calcolo indicatori di processo: questa fase è essenziale per poter misurare i benefici apportati dall'implementazione del Warehouse Management System selezionato. Nella parte relativa alle analisi si sono riportati già questi indici,

descrivendo l'importanza di monitorarli sistematicamente. Per questo motivo, ci si limita a illustrare come ci si aspetta che questi cambino, in seguito all'introduzione del WMS.

- Tempo di prelievo: si prevede che questo sarà molto inferiore, perché per gli operatori sarà molto più semplice trovare rapidamente la merce cercata.
- Indice di precisione inventariale: quando il sistema sarà giunto a regime, si potrà conoscere in ogni momento la quantità e la locazione di ogni codice presente in magazzino ed in produzione. Non si verificherà più il fenomeno di “materiale sparso” per l'azienda (con conseguente difficoltà di conciliare la giacenza fisica con quella gestionale), e ci si aspetta che la precisione dell'inventario sia più elevata. L'IPI sarà dunque superiore, evidenziando una riduzione netta del numero di rettifiche, l'obiettivo è quello che queste dimezzino rispetto all'anno passato, portando ad una precisione di almeno il 97%.
- Indice di saturazione degli scaffali: non si dovrà più seguire l'ordine di codifica degli articoli per riporli in magazzino, bensì sarà possibile stoccare il materiale nel sito più adeguato fino ad avere, volendo, un magazzino random, in cui i prodotti sono disposti senza seguire un ordine sistematico. Inoltre, si tenterà di saturare maggiormente le scatole contenenti i materiali; quindi, si verificherà complessivamente un migliore sfruttamento dello spazio. Questo è già stato migliorato a seguito di una riorganizzazione delle scaffalature, durante il periodo di prova del WMS e delle attività 5S, e ci si aspetta che grazie al supporto del software l'indice migliori ulteriormente.
- Documentazione e formalizzazione procedure: questa parte non è ancora sviluppata al momento di stesura di questo capitolo in quanto l'ambiente reale deve ancora essere implementato e l'uso del sistema dev'essere ancora condiviso internamente. Di seguito si elencano i principali documenti che verranno sicuramente sviluppati, con una breve descrizione per comprenderne la necessità.
  - Piano di formazione: è essenziale organizzare dei giorni di formazione per permettere agli utenti di sviluppare conoscenze e competenze riguardo al sistema nel modo più efficace e veloce possibile.

- Manuale operativo: questo conterrà le procedure operative per permettere l'uso efficace del sistema da parte di tutte le tipologie di utenti. Da un lato, saranno coinvolti coloro che utilizzeranno il sistema a livello gestionale, e dall'altro, ci saranno gli operatori di produzione e di magazzino, che ne faranno uso a livello operativo. In questo caso i primi dovranno eseguire un lavoro continuo di controllo dei movimenti, aggiornamento delle causali ecc., invece il manuale fornito agli operatori sarà relativo alle operazioni fisiche che si svolgeranno in magazzino e all'utilizzo dei terminali a radiofrequenza, di cui si parlerà in seguito.
- Glossario dei termini: per permettere lo studio e la consultazione di tutta la terminologia usata all'interno del sistema. Questo è essenziale perché verranno usati dei termini specifici che nel parlato sono sinonimi ma che, a sistema, rappresentano concetti differenti. Ad esempio, quando si parlerà di trasferimenti tutti gli utenti dovranno sapere come questi si distinguono dagli spostamenti.
- Politiche di gestione degli errori: è indispensabile per poter gestire non solo gli errori ma anche le anomalie che potrebbero verificarsi nell'utilizzo del WMS. In particolare, verranno definite le procedure per la risoluzione delle non conformità, ossia per porre rimedio immediato agli errori rilevati. Col tempo, se e quando ce ne sarà bisogno, sarà poi necessario sviluppare anche delle azioni correttive per ridurre il rischio che si ripresentino eventi di non conformità. Dopodiché, ad un livello ancora superiore, potrebbe essere necessario implementare dei piani di miglioramento, intervenendo anche sui processi di gestione, magari andando a introdurre una nuova metodologia di gestione, anche tecnologica, come potrebbe essere l'implementazione di un sistema di monitoraggio di fattori critici o reingegnerizzando il processo stesso.
- Nuova procedura d'inventario: grazie al continuo controllo delle giacenze non sarà più necessario svolgere l'inventario di fine anno, ottimizzando i tempi e gli sforzi richiesti per inventariare il materiale. Prossimamente verrà definito il nuovo metodo di monitoraggio delle rettifiche, che si prevede sarà più rapido ed efficace rispetto a quello tradizionale.



## 7.2.4 Progettazione

### 7.2.4.1 Interfaccia utente

Si riportano, di seguito, delle immagini che rappresentano alcune delle funzioni più utilizzate a oggi, per mostrare alcune delle varie schermate utente visualizzate a livello di sistema gestionale. La singola schermata è stata divisa in due parti per agevolare la lettura.

- Saldi iniziali per ubicazione: dopo avere inserito a sistema le ubicazioni appena codificate si associano a queste le quantità presenti in ogni locazione. Tra le colonne più importanti si trovano: il tipo di movimento “carico a magazzino”, l’ubicazione che segue le regole di codifica esposte, il magazzino, l’articolo, la quantità caricata, e la causale, in questo caso U+, ossia l’inizio della giacenza.

JGalileo - Movimenti su ubicazioni - TDX90DAT  
File Strumenti Aiuto

Interrogazione movimenti di ubicazione Movimenti su ubicazioni

Movimenti su ubicazioni

Tutto

	Data registrazione	Numero registrazione	Nu...o riga	Sotto riga	C.	Tipo movimento	Ubicazione	Proprietà	Magazzino	Articolo
76	09/11/2023	40000	2			Carico	MTXX050102	0	100	000V49293X
77	09/11/2023	40000	3			Carico	MTXX050102	0	100	000V49296X
78	09/11/2023	40000	4			Carico	MTXX050102	0	100	000V50013X
79	09/11/2023	40000	5			Carico	MTXX050102	0	100	000V50014X
80	09/11/2023	40000	6			Carico	MTXX050102	0	100	000V50015X
81	09/11/2023	40000	7			Carico	MTXX050103	0	100	000V49198X
82	09/11/2023	40000	8			Carico	MTXX050103	0	100	000V49199X

Smarty search

Estensione	Unità di misura base	Quantità movimento	Segno	Causale movimento	Descrizione causale	Quantità contenitore	Data scadenza	Co...re	Tip do
	N	195,00	+	U+	MOV. UBICAZIONE -			01	
	N	214,00	+	U+	MOV. UBICAZIONE -			01	
	N	206,00	+	U+	MOV. UBICAZIONE -			01	
	N	144,00	+	U+	MOV. UBICAZIONE -			01	
	N	220,00	+	U+	MOV. UBICAZIONE -			01	
	N	12,00	+	U+	MOV. UBICAZIONE -			01	
	N	34,00	+	U+	MOV. UBICAZIONE -			01	

Figura 7.9: Schermata delle tabelle di saldo iniziale (Fonti interne).

- Visione degli articoli per scaffale: è possibile visualizzare quali e quanti articoli si trovano su di uno scaffale, o in altre zone con determinate caratteristiche. Le informazioni attualmente più rilevanti sono: il tipo di ubicazione (stoccaggio), il magazzino, l’area, lo scaffale, la colonna (ossia la campata) e il ripiano, l’articolo, la

quantità giacente e la disponibilità. La disponibilità è, in breve, la giacenza al netto degli impegni che ha l'articolo: in questo caso giacenza e disponibilità corrispondono perché il materiale non è ancora stato riservato ad altri impieghi.

The screenshot shows a software window titled "JGalileo - Situazione ubicazioni dettaglio - TDX90DAT". The main table displays warehouse locations with columns for Tipo ubicazione, Pr.tà, Mag...ino, M...i sp...a, Area, Sca...le, Colonna, Piano, Ubicazione, and Unità di carico. Below this, a detailed table for "Quantità" shows columns for Articolo, C...e, Colli giacenza, Contenitori giacenza, U...i m..., Giacenza attuale, Colli disponibili, Contenitori disponibili, Disponibilità, Colli attesa versamento, Conte...tesa versamento, and Attesa versamento.

Articolo	C...e	Colli giacenza	Contenitori giacenza	U...i m...	Giacenza attuale	Colli disponibili	Contenitori disponibili	Disponibilità	Colli attesa versamento	Conte...tesa versamento	Attesa versamento
000V4155X	01			N	30,00			30,00			
000V42092X	01			N	54,00			54,00			
000V43168X	01			N	11,00			11,00			
000V43099X	01			N	18,00			18,00			
000V44154X	01			N	29,00			29,00			

Figura 7.10: Schermata delle tabelle di visione degli articoli per scaffale (Fonti interne).

## 7.2.4.2 Personalizzazioni

Esiste una personalizzazione che preme particolarmente realizzare, in quanto, al contrario di quanto si pensava all'inizio, il WMS non fornisce automaticamente l'ordine più corretto in cui prelevare i materiali in riferimento ad un'ipotetica lista di prelievo. Difatti è emerso, da un incontro con il sistemista SMI, che nel momento in cui gli operatori di magazzino devono prelevare la merce per portarla in produzione, il sistema presenterà i codici da prelevare senza seguire una sequenza logica precisa, se non quella del percorso più breve in magazzino.

Quello che ci si aspetta, invece, è che venga fornita automaticamente la lista di codici da prelevare, seguendo un ordine che permetta di ridurre il percorso che devono compiere gli operatori: si crede che solo in questo modo si potranno ottenere dei tempi di picking nettamente inferiori. Inoltre, se non si ottenesse questa nuova prestazione, sarebbe necessario, per gli operatori, svolgere le attività utilizzando, oltre al lettore di codici, dei



fogli di carta con stampata la lista di prelievo. Ridurre l'utilizzo di strumenti cartacei è uno dei punti salienti di questo progetto, ed è coerente con la strategia di digitalizzazione che si vuole seguire, per questo motivo si è deciso, senza esitazioni, di richiedere lo sviluppo della funzionalità aggiuntiva esposta.

Sfortunatamente, causa lo sviluppo di questa customizzazione, è stato necessario posticipare l'avvio del sistema in ambiente reale, ma si è accettato questo compromesso pur di ottenere i benefici attesi.

### **7.2.5 Gestione del cambiamento e formazione**

*“Non è la specie più forte o la più intelligente a sopravvivere, ma quella che si adatta meglio al cambiamento”<sup>94</sup>*

La precedente citazione, attribuita spesso a Darwin, è riportata per evidenziare come la flessibilità nell'adottare nuove tecnologie sia la chiave per il successo dell'evoluzione di un'azienda.

In molte organizzazioni è difficile introdurre dei cambiamenti, in particolare quelli radicali come l'introduzione di un sistema informatico per la gestione del magazzino, svolta finora anche mediante l'uso di strumenti cartacei.

Per gli operatori di BDF Digital, che hanno sempre lavorato “alla vecchia maniera” potrebbe essere più complicato familiarizzare con i nuovi strumenti (i terminali mobili, di cui si parlerà nel prossimo paragrafo) e con nuove procedure di gestione, che richiedono comportamenti diversi e competenze aggiuntive. Oltretutto, all'inizio, potrebbe sembrare loro di impiegare più tempo di prima e le operazioni potrebbero apparire più macchinose e complesse.

Per questo motivo, è essenziale far comprendere agli operatori i benefici che apporta il sistema, spiegando che, anche se la fase di apprendimento potrebbe richiedere del tempo, una volta presa confidenza col sistema, il tempo e gli sforzi per eseguire le operazioni di magazzino saranno nettamente inferiori. Bisognerà spiegare non solo come utilizzare i terminali, ma sarà anche necessario che gli operatori comprendano il

---

<sup>94</sup>Wikiquote, [wikiquote.org](http://wikiquote.org).

motivo per cui devono seguire determinate procedure, evidenziando le differenze col precedente sistema. Ad esempio, è essenziale che essi comprendano la differenza tra spostamenti e trasferimenti, perché sarà una delle scelte da effettuare, nel sistema, quando si dovranno eseguire delle movimentazioni dei materiali.

A tale scopo, la formazione degli operatori verrà effettuata in parte da SanMarco Informatica e in parte verrà svolta internamente. Verrà organizzata una giornata di formazione in cui si eseguiranno delle lezioni frontali e, successivamente, delle prove fisiche per verificare che tutti abbiano compreso a pieno come utilizzare il nuovo sistema.

Per quanto riguarda il personale che si interfaccia col gestionale, a oggi questo ha già iniziato a lavorare in ambiente di prova, per prendere confidenza con il sistema prima dell'avvio "live". Le informazioni per utilizzare il software sono state fornite durante i vari incontri col provider di soluzioni informatiche, inoltre, quando c'era la necessità, il personale interessato si è messo in contatto col fornitore per poter risolvere dei dubbi.

È stato raccolto il feedback di una persona dell'ufficio programmazione e gestione del magazzino, per comprendere quali fossero state le difficoltà riscontrate durante i primi tentativi di utilizzo.

Il "beta tester" ha riferito che, fortunatamente, il sistema ha un'interfaccia simile a quella utilizzata per la gestione di altre aree aziendali, dunque alcuni passaggi possono risultare intuitivi. Il fattore che ha creato più difficoltà è invece legato alla visualizzazione dei menù utilizzati per compiere le operazioni: questi sono numerosi e, fino a quando non si prende familiarità col software, potrebbero sembrare complessi e difficili da visualizzare. Tuttavia, l'utente ha specificato che, dopo aver effettuato numerose prove, il software diviene semplice da utilizzare e le difficoltà svaniscono.

## **7.2.6 Strumenti**

Fino ad adesso si è spiegato il funzionamento della parte "software" del WMS implementato, ma questa non può essere completa se non esiste anche una parte "hardware" a supporto delle attività operative e strettamente integrata con il WMS

La parte hardware è costituita da dei terminali portatili che verranno utilizzati principalmente per leggere i codici a barre di prodotti, le ubicazioni e registrare direttamente a sistema le operazioni che vengono effettuate fisicamente.

Anche per questi strumenti il team ha organizzato un incontro per valutare i principali fornitori e scegliere quello che fornisse la soluzione migliore. Tra i due possibili fornitori, quello scelto è stato selezionato per i seguenti motivi:

- A parità di funzionalità del prodotto, quello scelto è più conveniente.
- I terminali di questo fornitore sono già ampiamente utilizzati dai clienti di SMI, quindi è appurato che software e hardware presentano un'alta compatibilità.

Le informazioni tecniche del prodotto sono le seguenti:

CK65

Terminale Android wifi

Standard range

4GB/32GB Memory, Numeric-F keys, Camera, SCP,

GMS, Disinfectant

Ready, Standard Environment, WW Mode

Emulatore 5250 Smart TE

Configurato secondo

specifiche cliente



*Figura 7.11: Informazioni sui terminali portatili acquistati (Fonti interne).*

Ci si sofferma sulle informazioni ritenute più rilevanti.

In concreto, questi terminali possono essere definiti a tutti gli effetti come dei computer portatili, perché questi presentano varie funzionalità e, inoltre, la schermata principale è molto simile a quella di uno smartphone. Il sistema operativo è Android, si collega a internet e al WMS utilizzando la connettività Wi-Fi e dispone di una memoria RAM di 4 GB.

Il terminale è dotato di tasti numerici fisici e di fotocamera. Presenta inoltre un protocollo di copia sicura (SCP) e supporta i servizi mobili di Google.

All'interno di questi dispositivi è installato l'Emulatore 5250 Smart TE, il quale permette di emulare l'interfaccia del sistema AS/400 come se l'utente fosse realmente connesso in terminal server. Sono stati acquistati tre terminali di questo tipo e si è scelto di optare per la garanzia quinquennale. Per ognuno di questi è stato acquistato anche un guscio protettivo, che assicura la resistenza all'urto anche da altezze elevate: questo è stato scelto di colore arancione, anche qui per richiamare i colori del logo dell'azienda. Per poterlo maneggiare in sicurezza, evitando che possa cadere facilmente, il dispositivo è dotato di una cinghia che permette di tenerlo ben saldo alla mano dell'operatore.

Infine, compresi nel pacchetto, sono inclusi anche tre strumenti per la ricarica dei terminali, corrispondente al numero di terminali acquistati.



*Figura 7.12: Palmare che verrà utilizzato per scannerizzare i codici e per registrare le operazioni.*

# Capitolo 8

## 8. 5S di magazzino

In questo capitolo si riporta in maniera dettagliata la descrizione del cantiere 5S realizzato durante il periodo di tirocinio in BDF Digital. Si riporterà una descrizione dettagliata di tutte le attività svolte, documentando il tutto mediante delle foto rappresentative. Si illustrerà anche il formato utilizzato per valutare, rappresentare e condividere i miglioramenti apportati grazie all'implementazione del cantiere. Infine si riporterà in che modo queste attività hanno permesso di raggiungere alcuni degli obiettivi del progetto.

### 8.1 L'inizio delle attività

Per predisporre l'ambiente di prova del Warehouse Management System, una delle prime attività svolte è stata quella di registrare sul software le nuove ubicazioni, anche al fine di comprenderne la logica di gestione.

Per farlo, si è partiti con gli scaffali dispari del piano terra e si è andati registrando le ubicazioni a sistema, tenendo in considerazione i prodotti già presenti sugli scaffali. In pratica, in ogni punto in cui c'era del materiale non Slow Moving si è inserita l'ubicazione a sistema e dopo si è assegnato al prodotto lì presente quell'ubicazione precisa. Ciò verrà eseguito, progressivamente, su tutti gli scaffali del magazzino che sono dedicati allo stoccaggio di componentistica. Nella sezione relativa al WMS si spiega in modo dettagliato come ciò avviene.

Dato che, per farlo, si è dovuto passare in rassegna ogni elemento presente sugli scaffali, si è colta l'occasione per fare un ulteriore lavoro: si è eseguita una riorganizzazione degli scaffali del magazzino secondo la logica delle "5S", metodologia esposta nel capitolo sulle teorie del Lean Management.

Seguendo le attività caratteristiche di un cantiere 5S, si riporta di seguito come sono state implementate le varie attività. L'area d'intervento, o l'area pilota, sono tutti gli

scaffali del magazzino: si è partiti dalla metà sinistra del piano terra passando poi alla zona destra del soppalco, si ripeterà il processo fino a intervenire su tutti gli scaffali presenti nel magazzino di BDF Digital.

### **8.1.1 Separazione**

Partendo dallo scaffale numero 5 si è controllato, tramite il gestionale, lo stato di tutti gli articoli presenti sui ripiani degli scaffali. In particolare si sono analizzati i codici con:

- Ultima movimentazione precedente al 2021.
- Ultima movimentazione recente ma quella precedente risalente a molto tempo fa (2020 o prima).
- Ultima movimentazione recente ma componente non più usato per via di modifiche alla distinta base o di obsolescenza del prodotto<sup>95</sup>.
- Ultima movimentazione recente ma componente usato solo saltuariamente per effettuare delle riparazioni.
- Scorte numerose, in imballi ancora intatti, di componenti non necessari alla produzione attuale. Questi prodotti, essendo ancora integri, possono essere venduti recuperando parte o tutti i costi iniziali sostenuti.

Come evidenziato, alcuni componenti, pur non rientrando esplicitamente nella categoria “Slow Moving”, sono considerati meno adatti ad essere posizionati sugli scaffali più comodi del piano terra. Per questo motivo sono stati rimossi dagli scaffali, riposti in degli appositi carrelli e successivamente isolati posizionandoli in un’area dedicata. Sono stati poi riposti nel soppalco, raggruppando quelli appartenenti alla stessa famiglia in un unico contenitore con segnalato il numero identificativo del gruppo di codici: in questo modo si ottimizza lo spazio ma si facilita anche l’accessibilità a questi componenti, qualora sia necessario. Prossimamente si valuterà quali articoli mantenere a giacenza e quali invece non servono più e quindi possono essere venduti rottamati.

---

<sup>95</sup> È il caso, ad esempio, di alcune carpenterie che, pur essendo ancora intatte, non sono più utilizzate in produzione. Ad esempio, alcune prima erano di un determinato colore ma si è deciso, per motivi estetici, di impiegarne uno differente.

Quest'attività di separazione ha la stessa valenza dell'attività tradizionale delle 5S, in cui si attaccano i cartellini rossi ai prodotti con bassa frequenza di utilizzo per segnalarli come critici.

L'immagine seguente mostra gli scaffali che sono stati liberati, ed è alquanto rappresentativa per avere già una percezione del miglioramento effettuato grazie all'attività di separazione. In questi scaffali erano stoccate delle carpenterie, componenti presenti in grandi quantità in magazzino, sia a causa della numerosità di prodotti con copertura esterna (carpenteria<sup>96</sup>) personalizzata, ma anche a causa di un cambio di alcuni dei modelli di carpenterie usati per realizzare i prodotti finiti.



*Figura 8.1: Alcuni ripiani sono stati completamente liberati.*

Anche la seguente immagine è molto indicativa degli effetti di questa prima attività: a sinistra si può vedere come da solamente due scaffali sono stati isolati tutti questi materiali, appartenenti alla famiglia delle carpenterie. A destra, invece, si possono vedere i codici isolati da due campate che contenevano le resistenze, situate nel soppalco.

Viene dunque spontaneo pensare che, considerando tutto il magazzino, la quantità di merce da isolare sarà significativa.

---

<sup>96</sup> La famiglia delle carpenterie comprende il supporto per la scheda di potenza, la base, i fianchi esterni e la copertura del prodotto. Anche per questo motivo questo tipo di articolo è presente in magazzino in grande quantità.



*Figura 8.2: Codici isolati da circa 3 scaffali.*

Si riporta, di seguito, la foto di due scaffali del soppalco su cui sono stati riposti i materiali isolati, raggruppati nelle varie scatole in base alla famiglia di appartenenza.



*Figura 8.3: Parte dei codici isolati.*

Di seguito si riporta la foto dell'area in cui sono state riposte tutte le giacenze della viteria. Nei primi scaffali a destra sono riposte le scorte di questi prodotti<sup>97</sup>.

---

<sup>97</sup> Per giacenze qui si intendono i componenti riposti nelle scatole standard e pronti per essere prelevati. Per scorte si intendono quegli articoli ancora nell'imballo del fornitore: quando le giacenze terminano queste vengono ripristinate mediante le scorte.





*Figura 8.4: Nuova zona dedicata alle giacenze di viteria.*

Nel paragrafo relativo ai benefici apportati dalle attività 5S si riporterà una stima dello spazio liberato complessivamente.

### **8.1.2 Sistemazione**

L'attività di riorganizzazione del materiale sugli scaffali prevede le seguenti attività:

- Riposizionamento dei codici secondo l'ordine corretto: alcuni componenti erano riposti sugli scaffali in punti scorretti, ossia non seguivano l'ordine di codifica alfanumerico stabilito. I codici fuori posto sono stati rimessi nella locazione assegnatagli originariamente<sup>98</sup>.
- Posizionamento dei componenti in contenitori di dimensioni adeguate: per ogni componente si ha analizzato la scatola in cui si trovava, cambiandola se necessario. Ad esempio, alcuni codici saturavano meno di metà del volume del contenitore (condizione supportata dalla verifica della giacenza media nel tempo), e sono dunque stati trasferiti in una scatola di dimensioni più ridotte, per sfruttare meglio lo spazio negli scaffali. Altri componenti, invece, erano distribuiti in più scatole, quindi si è spostato il contenuto delle stesse in una scatola più grande.
- Allo stesso tempo le scatole presenti sugli scaffali sono state posizionate in modo da saturare il più possibile ogni ripiano, prima d'iniziare andare a occupare anche gli

---

<sup>98</sup> Con l'introduzione del WMS non sarà più richiesto che la disposizione delle giacenze segua l'ordine di codifica dei componenti ma, finché non si lavorerà nell'ambiente reale del sistema, vigeranno le regole fino utilizzate a oggi. Nel capitolo relativo alla situazione as-is del magazzino si spiega il motivo per cui è stato usato, fin'ora, questo tipo di organizzazione dei componenti sugli scaffali.

altri. Dunque, quando si liberava uno spazio a causa dell'eliminazione di un contenitore, le scatole successive venivano avvicinate alla prima e compattate, cercando di lasciare meno spazio libero possibile.

- L'ultimo ripiano di ogni scaffale è stato, in un primo momento, lasciato libero: per prelevare la merce da esso gli operatori dovevano salire su una scaletta e ciò, oltre a essere poco ergonomico, causava un aumento dei tempi di picking. Non dovendo prelevare niente dall'ultimo livello dello scaffale, ogni unità stoccata è raggiungibile a mano, senza l'ausilio della scaletta. Si è pensato di riporre in questo ripiano, in futuro, le scorte dei prodotti sottostanti ancora negli imballi dei fornitori. In questo modo, quando la giacenza di un componente presente in uno dei primi quattro ripiani terminerà, l'operatore potrà ripristinarla prendendo, dalla scorta dell'ultimo ripiano, il numero di componenti necessari alla saturazione della scatola della giacenza<sup>99</sup>. L'operazione rischiosa e non ergonomica di salire sulla scaletta si ridurrà drasticamente, diventando necessaria solo ogni tanto (si può ipotizzare che passi da essere un'azione giornaliera a essere svolta una volta a settimana, per ogni componente).
- Nonostante il tentativo di occupare in modo sufficiente i ripiani degli scaffali, si è comunque tentato di lasciare qualche spazio vuoto, in particolare in prossimità dei componenti che, a gestionale, mostravano una giacenza media superiore alla quantità presente a scaffale quando si sono svolte queste attività.
- I materiali ad alta rotazione presenti sul soppalco sono stati, man mano, portati al piano terra. Sono stati poi riposti, a famiglie, in alcuni degli scaffali appena liberati, dopo averlo comunicato agli operatori e segnalato la zona per permetterne il riconoscimento. Ad esempio sono state portate al piano terra tutte le giacenze delle viti, riponendole in una zona dedicata in cui prima venivano riposte le schede elettroniche UL. Questa zona è la più vicina alla produzione, quindi si ha sia l'effetto di maggiore ordine ma anche di riduzione degli spostamenti verso il soppalco. Si riporta la foto di quest'area sotto il testo.

---

<sup>99</sup> Lo spazio disponibile nell'ultimo ripiano è limitato dunque non sarà possibile riporci tutte le scorte degli articoli sottostanti. Si ipotizza, quindi, di inserire sugli scaffali le scorte dei componenti più ad alta rotazione.

- Un'ulteriore operazione svolta per ordinare gli scaffali è stata quella di attaccare, dove mancavano, le etichette contenenti le informazioni relative ai componenti (in particolare il nome dell'articolo e il suo codice a barre). Difatti, nonostante tutti i componenti dovrebbero esserne già dotati, può capitare i cartellini si stacchino dalle scatole, rendendo impossibile, per chi non è esperto, l'identificazione e la distinzione degli articoli.
- Dopo questa riorganizzazione degli scaffali, si ha ottenuto quella che è la nuova disposizione dei materiali sugli stessi. Si è iniziato il procedimento di definizione delle ubicazioni, che rimarranno sempre queste, mentre l'articolo posto su queste potrà cambiare. Si sono quindi inserite nel WMS di test queste prime ubicazioni, rendendole disponibili per effettuare le prove di movimenti.

Mediante questa riorganizzazione non si è solo ordinata la merce presente sugli scaffali, ma si è anche resa disponibile la zona per provare il funzionamento del WMS, i cui dettagli sono riportati nel capitolo dedicato a questa importante soluzione appena implementata.

Nella seguente immagine si riporta un esempio di due scaffali riorganizzati: il quinto ripiano, al momento, è ancora libero. Presto questo verrà sfruttato per posizionarci le scorte delle giacenze presenti nei ripiani inferiori.



*Figura 8.5: Quinto ripiano lasciato libero per riporre le scorte delle giacenze sottostanti.*

Nella seguente immagine si riporta il confronto tra la situazione iniziale e quella attuale della seconda campata dello scaffale che, dall'introduzione del WMS, è stato nominato come il numero 17. Si può notare che ora questa campata risulta essere più satura e più ordinata; inoltre si può notare come sia presente, su ogni ripiano, il cartellino che identifica l'ubicazione (evidenziato in arancione). Oltretutto questa foto è esemplificativa di come si organizzeranno gli ultimi ripiani degli scaffali: come in questo caso, l'ultimo ripiano sarà dedicato alle scorte dei componenti più ad alta rotazione presenti nei ripiani sottostanti.



*Figura 8.6: Scaffale più ordinato, ripiani più saturi e ultimo ripiano saturato con le scorte.*

### **8.1.3 Splendere (pulire)**

Questa pratica non consiste semplicemente nel pulire fisicamente le zone d'intervento, ma include anche la rimozione di ogni oggetto che non dovrebbe trovarsi in quell'area. In questo caso, i componenti non più necessari come gli Slow Moving sono già stati rimossi nella prima fase, nella seconda invece si sono rimossi i materiali non necessari o che si trovavano nel luogo giusto. Negli scaffali del magazzino la pulizia è avvenuta nel seguente modo:

- Si sono rimossi tutti gli elementi che non sono da considerare come componenti, come pezzi di carta non necessari e parti di plastica da imballaggio ormai senza utilità.
- La piccola componentistica come le viti, che a volte possono scivolare e rimanere sugli scaffali o a terra, è stata rimossa ed eliminata perché non più utilizzabile dalla produzione.
- È stata programmata una pulizia per rimuovere la polvere formata negli ultimi anni.

- È stata organizzata una giornata di pulizia per rimuovere la colla residua da precedenti etichettature presente sulle travi degli scaffali, per renderli limpidi e facilitare l'identificazione dei nuovi cartellini delle ubicazioni.
- “Pulire equivale a un controllo continuo”: si sono ispezionati tutti gli scaffali cercando d'identificare eventuali oggetti non necessari e si prevede di effettuare questo controllo periodicamente.

#### **8.1.4 Standardizzare**

Tutte le precedenti “S” sono state rese standard, ciò vuol dire che le attività che sono state svolte nella prima area d'intervento, ossia gli scaffali dispari del piano terra, sono state poi applicate anche sulle altre aree, cioè in tutti gli scaffali del magazzino.

Difatti il team coinvolto nel progetto si è dichiarato soddisfatto del lavoro svolto, e si è deciso di proseguire allo stesso modo in tutte le aree in cui si stoccano i prodotti.

Nonostante esistano già delle checklist da seguire per l'ordine e la sicurezza, si è deciso di aggiungere delle regole da rispettare per tenere in ordine gli scaffali del magazzino.

In particolare si è deciso di:

- Effettuare la separazione di materiale Slow Moving o con basso indice di rotazione ogni sei mesi.
- Svolgere l'attività di riorganizzazione degli scaffali ogni sei mesi, seguendo le linee guida presentate al punto due.
- Eseguire pulizia e ispezione degli scaffali almeno due volte all'anno.

#### **8.1.5 Sostenere**

Tra le 5 attività da svolgere, l'ultima, ma non per importanza, è il mantenimento del miglioramento continuo: questa è l'attività più difficile da realizzare, ma è anche quella che decreta o meno il successo di un programma 5S. Questo è indispensabile per mantenere alte efficienze e qualità in un ambiente complesso come il magazzino di BDF Digital. Per farlo, si dovrà:

- Monitorare che gli standard definiti vengano rispettati.
- Svolgere le attività di separazione, riorganizzazione e pulizia in modo continuo, senza dover arrivare a una situazione critica per dover svolgere queste attività. Ciò prevede anche la compilazione regolare degli audit (di cui si parlerà a breve), per verificare se le condizioni vengono ancora rispettate.
- Responsabilizzare, motivare e comunicare con tutto il personale dell'azienda, per fare in modo che ognuno conosca i propri compiti e si senta responsabile nel loro completo svolgimento.
- Organizzare dei momenti di incontro e di condivisione dei risultati: ciò è fondamentale per comunicare i risultati raggiunti, coinvolgendo tutti e motivando attivamente i membri dei team. Per questo progetto di tesi, è stato organizzato, alla fine dell'esperienza, un incontro con i membri del team e la direzione aziendale, per mostrare il lavoro realizzato e gli output del progetto.

### **8.1.6 Sicurezza**

Il modello di gestione usato in BDF Digital in realtà è stato denominato 5+1 S, dove la sesta S rappresenta la Sicurezza.

Nel prossimo paragrafo verrà illustrato il report utilizzato per compiere delle azioni correttive: a partire dalle condizioni da verificare scritte nell'audit si è notato, per quanto riguarda la sicurezza, che alcuni requisiti non venivano soddisfatti. In particolare, ci si è accorti che i dispositivi di sicurezza individuale non erano, come dovrebbe essere, facili da trovare e ben segnalati. In ogni azienda è obbligatorio rispettare le norme relative alla sicurezza, gestendo a tale scopo dei piani, supportati da azioni concrete, volti alla riduzione del rischio.

Si è dunque deciso di rimediare introducendo un'area dedicata agli strumenti di sicurezza: è stato scelto un armadietto situato vicino alla porta di entrata esterna e lo si è segnalato tramite un cartello. All'interno dell'armadietto si sono inseriti, in contenitori diversi, tutti i dispositivi di sicurezza necessari: guanti, caschi e camici protettivi e anche delle mascherine per la protezione delle vie respiratorie. Su ogni scatola è stata attaccata un'etichetta con scritto cosa contiene, per far sì che il dispositivo che si cerca

venga identificato velocemente. Questa zona è stata poi dichiarata internamente col fine di segnalarla anche nelle mappe del magazzino, di modo da renderle accessibili da chiunque in caso di bisogno.



*Figura 8.7: Zona dedicata ai dispositivi di sicurezza a seguito del cantiere 5S+1.*

### **8.1.7 Gli Audit**

Durante il periodo di cantiere si è iniziata la compilazione di un Audit 5S, per misurare i benefici apportati dalle attività appena esposte, ma anche per poter comunicare i risultati in modo chiaro, rapido e visuale. Per farlo, si è utilizzato il formato Standard di Audit 5S di BDF Digital, che si riporterà in seguito.

In questo report è rappresentata una tabella che contiene delle sezioni relative a: macchine, attrezzature, giacenze, area, sicurezza, plus. La prima è stata segnata come non applicabile al caso in questione, in quanto l'area d'intervento non necessita l'ausilio di macchinari. Si ritiene utile precisare nuovamente che l'area pilota non è tutto il magazzino (che comprende quindi anche macchine come il muletto e altre attrezzature, come potrebbero essere i sistemi di etichettatura) bensì solamente gli scaffali che esso contiene, in cui sono stoccati i componenti necessari alla produzione degli articoli offerti al mercato. Dopo un'attenta valutazione il team ha deciso di includere nello



studio la sezione relativa alle attrezzature, perché gli scaffali sono delle attrezzature e bisogna controllare se rispettano determinati parametri

Seguendo le domande/affermazioni presenti nell'audit, si è controllato se alcune condizioni fossero verificate o meno, segnando "SI" se l'affermazione era vera e "NO" se, invece, lo scenario indicato non si verificava. Uno degli enunciati, per esempio, è "Le scorte hanno una precisa locazione", condizione non verificatasi nel primo audit dunque, in questo caso, si è segnato NO. Il primo Audit a cui ci si riferisce è stato compilato prima di effettuare le varie attività ed è stato poi ripetuto in seguito.

Sono state completate tutte le righe della tabella, ottenendo un numero di "SI" che, se rapportato al numero totale di condizioni da verificare, dà un punteggio % che indica quanto si stanno rispettando le specifiche di ordine e qualità definite internamente.

L'audit è stato realizzato all'inizio e più volte durante il progetto, e si ripeterà quando esso si concluderà. Di seguito si riporta un esempio di una delle sezioni compilate.

Tabella 8.1: Sezione di audit relativa alla sicurezza.

<b>SICUREZZA</b>	I DPI sono disponibili sulle postazioni di lavoro e vengono utilizzati	SI	
	I dispositivi di sicurezza sono facili da trovare	SI	
	È presente una chiara cartellonistica per evidenziare la posizione dei dispositivi di sicurezza	SI	
	È presente un'illuminazione adeguata	SI	
	Gli spostamenti pericolosi vengono evitati. (Vincolo: impossibile eliminare spostamenti pericolosi, soprattutto se si usa il muletto <sup>100</sup> )		NO
	<b>TOTALE</b>	4	1

Oltre alla tabella appena illustrata ce n'è un'altra: questa contiene le contromisure da effettuare per risolvere determinati problemi. In particolare, da ogni condizione in cui si ha segnato "NO", si deve originare un'azione correttiva volta a eliminare la causa originale della non conformità, attuando le misure appropriate per la mitigazione del

<sup>100</sup> Il rischio è  $R = P \times D$ . Dove P è la probabilità di accadimento, legata alla frequenza dell'attività e D è il danno conseguente. In questo caso si potrebbe intervenire su P riducendo le attività di movimentazione, che però sono attività necessarie per realizzare le operazioni di magazzino.

rischio. Grazie a queste si otterrà, per quella condizione, un “SI”, che contribuirà a far aumentare il punteggio finale. In ogni riga di questa seconda tabella il nome della questione da risolvere, il responsabile dell’azione correttiva, e la data entro la quale verrà effettuata, per mantenere un tracciamento dettagliato di risoluzione dei problemi e aumentare il senso di responsabilità dei soggetti designati. Si riporta un esempio di questo tipo di tabella, che coincide con la tabella compilata nell’ultimo audit.

*Tabella 8.2: Problemi rilevati e contromisure pianificate nell’ultimo audit.*

<b>Descrizione del problema</b>	<b>Contromisura/Attività</b>
Non è presente la visualizzazione del livello minimo e massimo delle giacenze.	Quando e se sarà necessario , inserire il livello minimo e massimo delle scorte.
Logica di refilling non definita.	Definire logica di acquisto e di refilling (vuoto per pieno, cartellino..).
L’area non è sgombra da oggetti non necessari.	Rimuovere oggetti non necessari e bancali dal passaggio.

Si può quindi affermare che, in questo report, la prima tabella serve per comprendere ciò che dev’essere migliorato e la seconda per decidere come e quando realizzare questi miglioramenti. Viene inserita un’immagine completa dell’ultimo audit realizzato nell’appendice di questa tesi.

Dunque, a partire dalla tabella delle contromisure da effettuare, a partire dal primo audit si sono schedate delle attività da svolgere. Al momento di stesura di questo capitolo, l’audit è stato compilato quattro volte e, a ogni iterazione, si è potuto osservare un aumento del punteggio percentuale grazie agli interventi effettuati. Si precisa che alcune delle azioni correttive devono ancora essere effettuata, si spiegherà il motivo fra poche righe.

Per comprendere quali attività sono state portate a termine ad oggi, si riporta un elenco delle azioni migliorative effettuate giunti al quarto audit compilato.

1. È stata assegnata, a ogni componente, un’ubicazione precisa. Ciò è stato fatto tramite l’inizializzazione delle ubicazioni a sistema e mediante l’assegnazione di queste ai vari codici dei prodotti.

2. È stata dichiarata una zona ufficiale in cui riporre i dispositivi individuali di sicurezza da utilizzare in magazzino, come spiegato nella parte di Sicurezza.
3. È stata definita e riportata, nell'audit, un'immagine che mostra l'area d'intervento, segnata con vari rettangoli di colori diversi, per indicare le aree in cui si è intervenuti in momenti diversi.
4. Sono state aggiunte all'audit delle foto del "prima" e del "dopo", per visualizzare velocemente i cambiamenti avvenuti.
5. Sono state schedate le azioni successive, definendo le attività da svolgere, i relativi responsabili e le date.
6. Dopo aver liberato un numero elevato di ripiani ci si è resi conto che gli scaffali sono presenti nelle quantità necessarie. Seppur all'inizio sembrava che non fosse presente abbastanza spazio per stoccare adeguatamente i componenti, riorganizzandoli ed eliminando del materiale si è constatato che gli scaffali sono abbastanza numerosi per accogliere tutte le giacenze. In questo caso non si tratta di una vera e propria contromisura, in quanto la soluzione del problema si ottiene grazie all'attuazione delle altre operazioni di riorganizzazione.
7. Gli scaffali sono stati etichettati in modo chiaro per facilitarne il riconoscimento.

Le voci di "NO" che non sono ancora state realizzate sono invece:

1. Inserire, sui cartellini delle giacenze, il livello minimo e massimo che può contenere un contenitore. Quest'attività, nel momento di stesura di questo paragrafo, non è ancora stata svolta né programmata, in quanto non si è certi di volerla implementare. Se da un lato aggiungerebbe un grado di dettaglio utile per controllare le giacenze, dall'altro non si vuole, al momento, aggiungere complessità all'apprendimento del nuovo processo di gestione dei materiali a magazzino.
2. I componenti sono controllati da logica kanban. Il refilling degli scaffali non è controllato dalla logica kanban al momento, bensì segue una logica che può essere più assimilabile ad un vuoto per pieno. Una delle prossime decisioni che effettuerà il team sarà quella di comprendere qual è il metodo di refilling di giacenze più adeguato.

3. Sgomberare l'area dagli oggetti non necessari. Seppur si siano eliminati, dagli scaffali, i materiali che non servivano più, ci sono alcune zone del magazzino che dovrebbero essere libere da ostruzioni e invece non lo sono ancora. Si fa riferimento soprattutto alle zone in cui vengono riposti i pallet contenenti le scorte pervenute dai fornitori: alle volte tra i corridoi di passaggio e la sponda dello scaffale vengono riposti momentaneamente degli scatoloni impilati, che sono un problema sia in termini di sicurezza (perché causano la riduzione delle zone di transito), ma anche di ordine e di facilità di gestione. Quando si avrà ottimizzato lo sfruttamento dello spazio sugli scaffali, sarà più semplice riporre gli scatoloni direttamente nelle zone dedicate.
4. L'ultima condizione che non è ancora stata verificata è quella che prevede di eliminare tutti gli spostamenti pericolosi. Il team ha constatato che questa condizione sia difficile da verificare, non perché in magazzino non si lavori in sicurezza<sup>101</sup>, ma perché è praticamente impossibile ridurre a zero il rischio che si verifichino dei danni. Questo perché alcune attività, nonostante comportino dei rischi, devono essere comunque eseguite: questo vale, ad esempi, per gli spostamenti con il carrello elevatore che, sebbene vengano eseguiti in modo sicuro, possono ancora contribuire all'insorgenza d'incidenti. Al momento dunque il team non ha programmato delle attività per ridurre gli spostamenti pericolosi, però si continuerà a monitorare i livelli di sicurezza e a controllare che le indicazioni vengano rispettate.

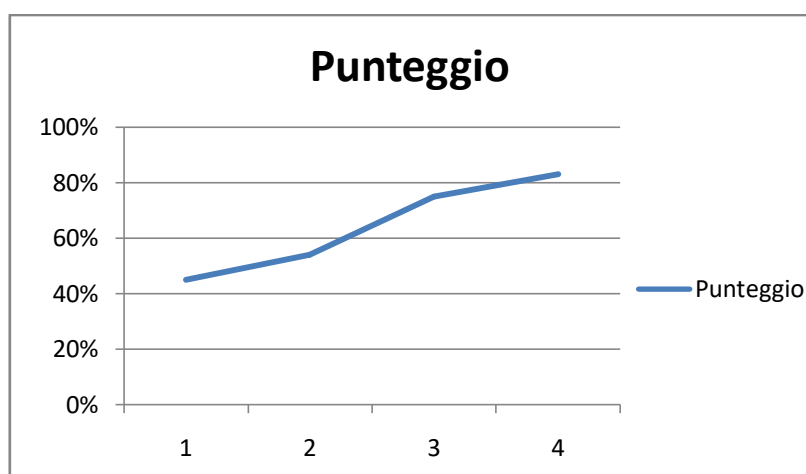
Di seguito riporta il punteggio percentuale ottenuto nei vari audit: questo mostra il miglioramento effettivo che si è apportato in circa un mese e mezzo di lavoro.

*Tabella 8.3: Punteggio percentuale degli audit realizzati.*

---

<sup>101</sup> La valutazione dei rischi viene condotta regolarmente, e vengono costantemente adottate misure per migliorare i livelli di sicurezza.

Audit	Punteggio
1	46%
2	54%
3	75%
4	83%



*Figura 8.8: Punteggio sul rispetto delle specifiche di ordine, pulizia e sicurezza nel corso dei vari audit.*

Si ha raggiunto un livello di quasi l'80% , un risultato alquanto soddisfacente, se si considera che si è partiti da poco più del 45%.

Si può stimare anche il punteggio che si otterrà non appena verranno introdotte le prossime contromisure: queste saranno relative allo sgombero degli scatoloni dal passaggio e alla decisione sul metodo di refilling. Si ipotizza che queste verranno implementate in un futuro molto prossimo, portando ad un livello di qualità di quasi il 90%.

## **8.1.8 I benefici del cantiere 5S sugli indici di progetto**

### **8.1.8.1 Miglioramento dell'indice di saturazione degli scaffali**

Giunti a questo punto del progetto, si possono già misurare alcuni effetti delle contromisure realizzate. Dopo aver effettuato le azioni migliorative sugli scaffali del magazzino, si è potuta ripetere l'analisi della saturazione degli stessi.

Il procedimento è il medesimo di quello illustrato nel capitolo relativo alle contromisure:

- Si sono misurati i volumi dei codici presenti sui ripiani: per quelli riposti in delle scatole si è misurato, anche questa volta, il coefficiente di riempimento del contenitore. In questa fase si è potuto confermare che i contenitori sono effettivamente più saturi, grazie alle attività di riorganizzazione svolte.
- Il volume disponibile sugli scaffali è il medesimo del primo caso.
- Facendo il rapporto tra il volume occupato e quello a disposizione si è ottenuto un nuovo indice di saturazione. Per analizzare il beneficio ottenuto sotto più aspetti l'indice è stato calcolato in diversi modi:
  - Considerando tutti e cinque i ripiani: la saturazione ottenuta è del 22%, di quasi cinque punti percentuali in meno rispetto a prima. Questo perché eliminando gli Slow Moving e lasciando il quinto ripiano senza giacenze si è liberato spazio, dunque gli scaffali sono complessivamente meno saturi.
  - Considerando il quinto ripiano riempito di scorte: come si è detto, si progetta di riporre sull'ultimo ripiano degli scaffali gli scatoloni contenenti le scorte dei prodotti presenti nei ripiani inferiori. Ciò verrà fatto gradualmente e, sugli scaffali considerati nel calcolo, fino ad ora solo una campata è stata riempita di scorte all'ultimo piano. Questi contenitori sono saturi di materiale, non essendo mai stati aperti, e sono inoltre di grandi dimensioni, quindi saturano molto spazio nel ripiano. Considerando che tutti gli ultimi ripiani degli scaffali verranno organizzati come quello appena descritto, si è stimato che l'indice di saturazione sarà di quasi il 70%, dunque il 42% maggiore rispetto a prima. Questo risultato è molto soddisfacente, non solo per il notevole aumento dell'indice, ma anche perché riporre lì questi scatoloni significa liberare spazio in altre zone, come le zone adiacenti al corridoio di passaggio in cui sono ancora presenti dei bancali pieni di scorte.
  - Considerando solo i primi quattro ripiani: la saturazione è del 29%, che indica un miglioramento del 17%. In questo caso l'aumento del valore ottenuto è dato dal fatto che, portando più in basso le giacenze dall'ultimo ripiano, si sia

compattata la disposizione dei materiali nei primi quattro, migliorando quindi lo sfruttamento dello spazio.

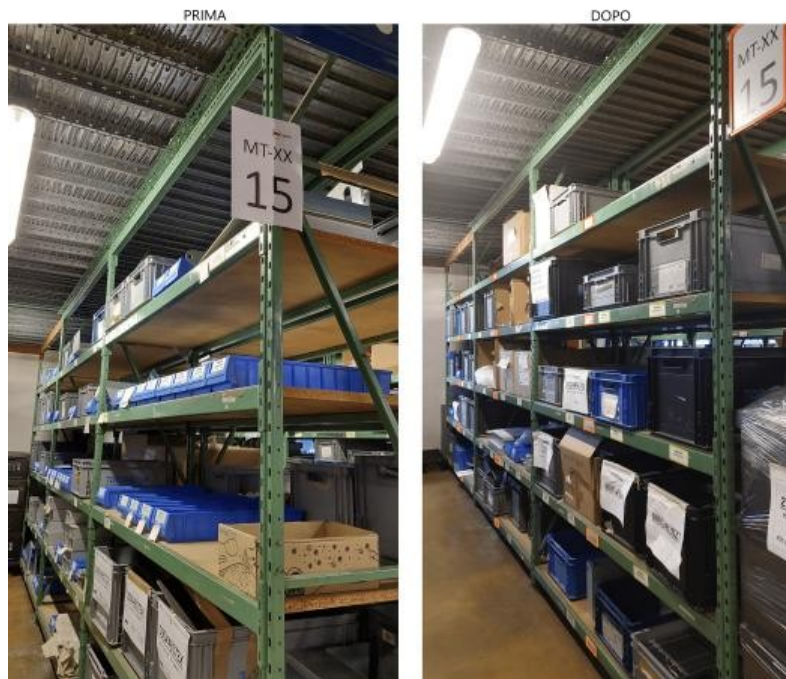
Per una comprensione più chiara, si riporta la tabella contenente i risultati appena illustrati.

*Tabella 8.4: Confronto tra l'indice di saturazione prima e dopo le attività 5S.*

	<b>Prima</b>	<b>Dopo</b>	
	<b>Tutti i ripiani</b>	<b>Ripiano 5 vuoto</b>	<b>Ripiano 5 pieno</b>
<b>Indice di saturazione</b>	26,9%	22,6%	69,4%
<b>Variazione</b>		<b>-4,3%</b>	<b>+42,5%</b>
		liberato spazio	spazio più saturo

	<b>Prima</b>	<b>Dopo</b>
	<b>Primi quattro ripiani</b>	<b>Primi quattro ripiani</b>
<b>Indice di saturazione</b>	12%	29,20%
<b>Variazione</b>		<b>+17,20%</b>
		spazio più saturo

Si riporta, di seguito, un'immagine che mostra come sia cambiata la saturazione dei ripiani dello scaffale nominato col numero 15.



*Figura 8.9: Maggiore saturazione volumetrica dei ripiani degli scaffali.*

Si può notare che sono state rimosse delle scatole di piccole dimensioni che, tra l'altro, contenevano codici Slow Moving e che non garantivano un buon sfruttamento del volume disponibile. Ora le scatole sono di dimensioni più adeguate alla grandezza degli scaffali e ciò fa sì che l'indice di saturazione sia maggiore. Alcune delle scatole contenenti le scorte sono già state riposte nell'ultimo ripiano, mentre si sta valutando quali inserire nei rimanenti spazi vuoti di questo piano. Anche in questo caso sono state evidenziate le etichette che identificano le ubicazioni inserite da poco a sistema, si nota inoltre come nella seconda immagine il cartello rappresentativo dello scaffale sia quello definitivo.

### **8.1.8.2 La riduzione degli articoli Slow Moving**

Nella parte di analisi si è mostrato come, nel magazzino di BDF Digital, sia presente una quantità non trascurabile di materiale che non si muove da molto tempo. Si è anche spiegato che, per garantire un elevato livello di servizio ai clienti, si detengono a lungo i pezzi di ricambio dei prodotti, anche quelli ormai fuori produzione, provocando un accumulo di questo tipo di articoli in magazzino. Nel tempo quindi la quantità di articoli Slow Moving è andata crescendo e si ritiene che alcuni di questi non siano più



necessari, o almeno non frequentemente, perché non sono stati richiesti per un lungo periodo.

A tale scopo, durante le attività di 5S, si sono passati in rassegna tutti gli articoli isolando quelli con ultima movimentazione risalente a più di tre anni fa, oppure quelli con altre caratteristiche, elencate nella prima “S”, che li rendono classificabili come Slow Moving. I codici isolati sono stati riposti in delle zone dedicate, raggruppando quelli appartenenti alla stessa famiglia. Questi verranno man mano analizzati e si deciderà quali tenere e quali vendere o rottamare. Quelli che si terranno verranno mantenuti in queste scatole, in questo modo la loro gestione sarà ottimizzata per i seguenti motivi:

- I tempi di picking degli articoli ad alta rotazione si riducono. Ciò accade perché si libera spazio sugli scaffali che può quindi essere dedicato a componenti più ad alta rotazione: se gli Slow Moving si trovavano al piano terra, i materiali ad alta rotazione prima situati nel soppalco ora possono essere portati giù, permettendo di ridurre i movimenti verso il soppalco e dunque ottimizzando i tempi di prelievo.
- Raggruppare questa tipologia di componenti in unico contenitore permette di ridurre lo spazio complessivo occupato da questi codici, quindi si ottimizza lo sfruttamento dello spazio.
- Si permette di accedere in modo semplice e rapido a tutti gli Slow Moving, sia per prelevarli, se necessario, ma anche per fare dei controlli periodici al fine di capire se mantenerli a giacenza.

Prossimamente verrà valutato quali Slow Moving, di quelli non più necessari, sarà il caso di vendere o di rottamare. Si prevede che potranno essere venduti molti componenti appartenenti a diverse famiglie come gli SMD, le resistenze, i condensatori elettrolitici e molti altri. Invece componenti come le carpenterie, spesso customizzate per determinati clienti, probabilmente dovranno essere rottamati perché difficilmente si troveranno acquirenti interessati a comperarli.

È opportuno evidenziare che si sta cercando di agire anche a livello commerciale per supportare la scelta di gestione di questi materiali, disincentivando i clienti ad acquistare

i prodotti che includono componenti Slow Moving e proponendo nuovi modelli di prodotto che siano in linea con i requisiti dei clienti.

Dopo la sistemazione di circa tre quarti del magazzino, sono stati isolati 373 articoli Slow Moving, ossia il 18% della totalità di questi componenti. Considerando le varie quantità di ognuno di questi il numero di componenti isolati è di più di 35mila, che rappresenta il 7% della quantità totale di Slow Moving presente a magazzino.

Il fatto che le due percentuali siano diverse significa che sono stati isolati più codici in termini di varietà, piuttosto che in quantità. Questo perché in passato erano già state effettuate azioni volte a ridurre le quantità di Slow Moving presenti, dunque per ogni codice le quantità presenti a magazzino non sono molto importanti, e ci si aspetta che queste vanno decrescendo sempre di più.

*Tabella 8.5: Percentuale di codici Slow Moving isolati ad oggi.*

	<b>Articoli</b>	<b>Quantità</b>
<b>Isolati</b>	373	35.547
<b>Totale</b>	2058	530.128
<b>Percentuale isolata</b>	<b>18%</b>	<b>7%</b>

Questi dati si riferiscono al cantiere non ancora ultimato, quindi si suppone che, quando si concluderanno le attività in tutta l'area d'intervento, si sarà isolato un numero di componenti ancora maggiore. Si può stimare approssimativamente che, se le proporzioni rimarranno tali, verrà isolato circa un quarto in più di quanto fatto fin'ora. La stima del numero totale di componenti isolati, con le rispettive percentuali sul totale, si riporta di seguito.

Tabella 8.6: Previsione della percentuale di codici Slow Moving isolati a cantiere ultimato.

	<b>Articoli</b>	<b>Quantità</b>
<b>Isolati</b>	466	44433
<b>Totale</b>	2058	530.128
<b>Percentuale isolata</b>	<b>22,5%</b>	<b>8,8%</b>

### 8.1.8.3 La massimizzazione dello spazio disponibile

Dall'isolamento dei codici Slow Moving e dal tentativo di saturare il più possibile gli scaffali si è potuto constatare che molti ripiani si sono liberati. Si è effettuata una stima dello spazio liberato con queste attività prima di saturarlo nuovamente quindi prima, ad esempio, di spostare sugli scaffali del piano terra le giacenze che si trovavano sul soppalco<sup>102</sup>. Il dato riportato è relativo agli scaffali liberati in circa metà del magazzino, in particolare ci si riferisce alle metà di piano terra e soppalco più critiche. Nelle restanti parti del magazzino ci si aspetta che lo spazio liberato sarà inferiore, in quanto queste sembrano essere più ordinate rispetto a quelle su cui si è intervenuti in prima battuta.

- Al piano terra è stato liberato l'ultimo ripiano di tutti gli scaffali dispari. Si tratta di 6 scaffali, ognuno composto da tre campate, dunque si sono liberati 18 ripiani. In questa parte di magazzino sono stati liberati anche altre due intere campate più un altro paio di ripiani. In totale lo spazio liberato è di 30 ripiani che corrispondono a 6 campate, ossia due scaffali interi. In termini volumetrici lo spazio che si è liberato corrisponde a circa 13 m<sup>3</sup>.
- Sul soppalco sono stati liberati numerosi ripiani che, sommati, portano ad avere uno spazio complessivo liberato di quasi 7 m<sup>3</sup>.

In totale quindi si è ottenuta una disponibilità di spazio pari a 20 m<sup>3</sup> in più rispetto a prima. Probabilmente questo valore crescerà quando si estenderanno le attività alle restanti parti da riorganizzare anche se, come spiegato, ci si aspetta che da queste

---

<sup>102</sup> Qui si vuole misurare solo lo spazio liberato e non quello ottimizzato. Alcuni scaffali si sono liberati perché il loro contenuto è stato spostato dal soppalco al piano terra, ma in questo caso non si ha, nel complesso, ridotto lo spazio occupato, dunque questi non sono inclusi nel calcolo.

zone si otterrà un volume liberato inferiore. Ad ogni modo il risultato è molto soddisfacente perché dimostra che in magazzino c'è una capacità di stoccaggio maggiore rispetto a quanto si credeva e che grazie a delle attività di riorganizzazione si può, periodicamente, recuperare spazio da sfruttare in modo più efficiente.

# Capitolo 9

## 9. Le ulteriori contromisure e le conclusioni

### 9.1 Il dimensionamento degli zaini di produzione dell'OPDEplus

Si è esposta, nei capitoli precedenti, la necessità di fornire il materiale alle nuove linee di produzione nel modo più efficiente ed efficace possibile. Solo se gli operatori avranno tutto il materiale che necessitano potranno avviare la produzione senza compromettere i tempi di soddisfazione delle richieste dei clienti.

A tale scopo, si è pensato che il modo migliore per asservire le linee fosse quello di creare i cosiddetti “zaini” di produzione, dei sistemi di stoccaggio di linea, e quindi mobili e di dimensioni ridotte. Ciò è strettamente necessario per permettere agli operatori di produzione di lavorare senza dover aspettare che il materiale venga fornito dal magazzino, perché si assicura la disponibilità di un numero di componenti necessario alla produzione di diverse giornate di lavoro (in base alla velocità con cui si vuole far lavorare la linea). Questi sistemi di stoccaggio sono già utilizzati in BDF Digital e sono considerati molto efficienti in quanto i componenti sono comodi da prelevare: vista la leggera inclinazione dei rulli su cui poggiano i contenitori, quando uno di questi si svuota si rimuove dallo zaino, la scatola successiva avanzerà automaticamente, fornendo gli altri componenti da assemblare.

Si ricorda che le giacenze presenti sugli zaini di produzione verranno ripristinate a partire dagli scaffali che verranno posizionati in prossimità degli stessi. Le giacenze sugli scaffali di produzione verranno gestite mediante il WMS; dunque, avranno un'ubicazione precisa e i consumi verranno aggiornati a sistema in tempo reale, permettendo di capire quando sarà necessario svolgere le attività di refilling. Non è ancora stata calcolata in modo preciso la capacità di questi scaffali, ma si prevede che ne serva almeno uno per linea per contenere i componenti necessari alla produzione di almeno qualche settimana di lavoro. Si riporta di seguito un'immagine che mostra una delle ipotesi di disposizione delle nuove linee produttive, per fornire un quadro completo di quella che potrebbe essere la disposizione di linee (rappresentate in colore

marrone), zaini e scaffali nella nuova area produttiva. Si evidenzia in giallo, in questa rappresentazione, la linea dedicata alla produzione dell'OPDEplus.

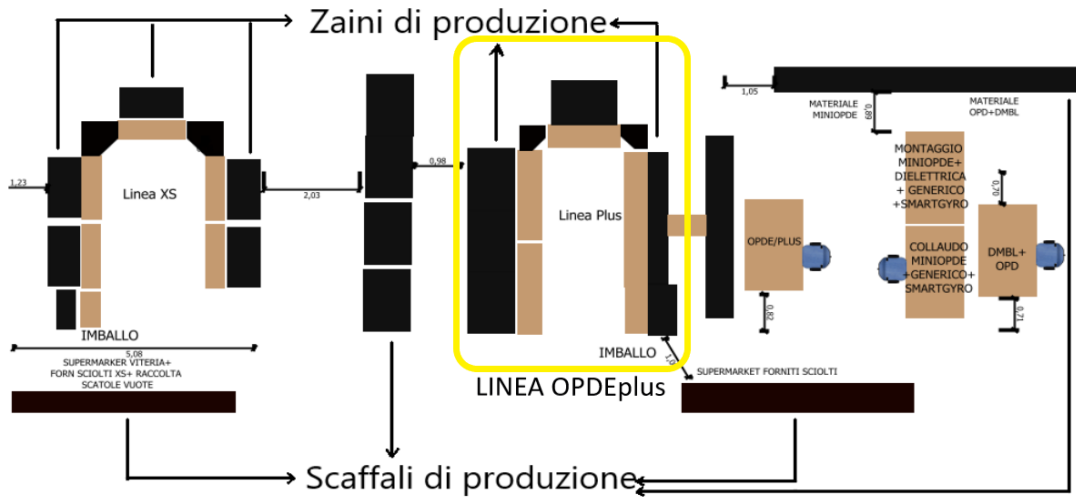


Figura 9.1: Possibile layout produttivo, indicazione degli elementi di stoccaggio e della linea dell'OPDEplus.

Nello stabilimento sono già presenti alcuni zaini di produzione e si è cercato di capire se ne fossero necessari altri, per poter stoccare tutti i componenti del prodotto OPDEplus, considerandone tutte le varianti realizzate. Nel paragrafo 6.4 si è spiegato, senza riportare i vari e numerosi passaggi, com'è stata svolta l'analisi per comprendere la capacità di stoccaggio di questi sistemi. Gli zaini che si hanno a disposizione erano stati pensati appositamente per l'OPDEplus XS quindi la situazione da cui si è partiti era fissata, e ci si è adattati a quella.

Ripercorrendo velocemente i passaggi, si ricorda che si è studiato quale contenitore fosse più adeguato a essere riposto sullo zaino. In alcuni casi, viste le grosse e variabili dimensioni del packaging con cui vengono spediti i componenti, è necessario cambiarne il contenitore, riponendoli in delle scatole di plastica standard di due possibili dimensioni, a seconda degli ingombri del materiale. Per altre tipologie di articoli, invece, si possono utilizzare le stesse scatole con cui giungono da parte dal fornitore perché non troppo grandi e quindi facilmente riponibili sui ripiani degli zaini.

Dopo aver confrontato diverse combinazioni di scatole da riporre sugli zaini, si è scelta quella più adeguata, che permette di minimizzare il numero di strutture di stoccaggio e di massimizzarne la capacità. Il numero di zaini è da minimizzare sia per diminuire lo spazio occupato (e quindi ridurre i MUDA di spazio) ma anche per minimizzarne il costo di acquisto. La capacità, al contrario, si vuole massimizzare per ridurre la quantità di spostamenti tra magazzino di stoccaggio e di linea e la produzione (limitando i MUDA relativi agli spostamenti).

La soluzione ottimale trovata prevede 5 zaini a due ripiani, più un ripiano aggiuntivo in cui inserire la viteria e la componentistica di piccole dimensioni. Appena oltre il piano di lavoro della linea, di fronte alla stazione di lavoro degli operatori, saranno sistemati gli zaini da cui prelevare facilmente i componenti. Le viti si troveranno ad un livello di poco superiore rispetto al piano di lavoro, mentre le scatole contenenti i componenti saranno più in alto, su due livelli. Si può immaginare che il pezzo da lavorare e le viti saranno all'altezza delle mani all'operatore, mentre le scatole da cui prelevare il materiale non supereranno l'altezza della sua spalla, per evitare che esegua movimenti che a lungo andare potrebbero creargli disturbi muscolo-scheletrici<sup>103</sup>.

Per comprendere meglio la disposizione degli zaini rispetto alla linea se ne riporta un esempio in 3D che, seppur stilizzato, aiuta a capire la disposizione delle scatole nei vari livelli.

---

<sup>103</sup> Quando si progetta una linea di produzione è essenziale porre attenzione alla postura che l'operatore assume, cercando di evitare che esegua ripetuti movimenti scomodi, come quello di sollevare il braccio in maniera ripetute oltre la posizione in corrispondenza dell'altezza del cuore.  
D. Battini, 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di Impianti Industriali, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2022-2023.

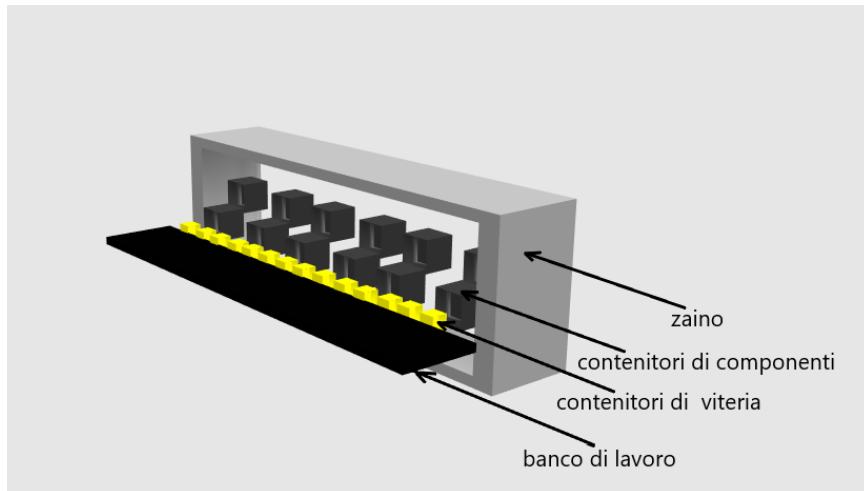


Figura 9.2: Schema 3D stilizzato della linea di produzione e dei ripiani degli zaini (Fonte: Sweethome 3D<sup>104</sup>).

La foto precedente è solo un esempio e non rappresenta uno degli zaini progettati.

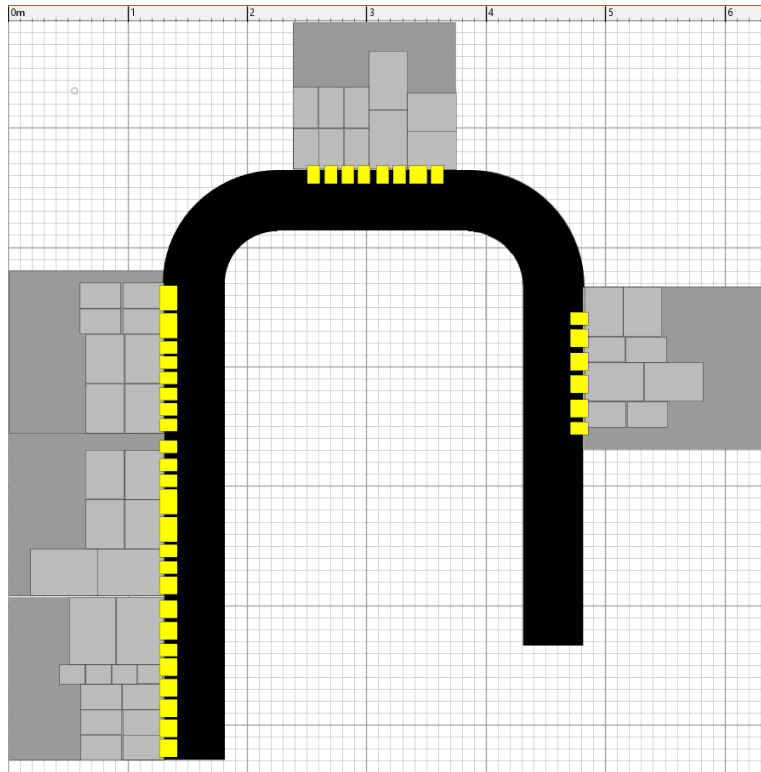
Di seguito, invece, si riporta quella che è la disposizione di tutti gli zaini posti davanti alle postazioni di lavoro, che si crede verranno organizzate secondo un layout a U<sup>105</sup>.

Nel successivo layout in 2D si fornisce una rappresentazione dettagliata, sempre in scala, delle scatole dei componenti (di colore grigio chiaro), di quelle della viteria (in giallo) posizionate sugli zaini (in grigio scuro), mentre i banchi di lavoro sono raffigurati in nero. In questo modo si comprende a colpo d'occhio quali sono le misure delle varie scatole, e la disposizione di queste sugli zaini.

<sup>104</sup> Sweethome3d, <https://www.sweethome3d.com/it/>.

<sup>105</sup> Il layout a U è un tipo di layout produttivo che permette di avere un numero di operatori minore rispetto al numero di postazione, favorendo il team-working e il senso di responsabilizzazione delle persone. Inoltre, ha il grande vantaggio di occupare meno spazio di quello che occuperebbe una straight-line con lo stesso numero di stazioni.





*Figura 9.3: Disposizione dei contenitori di componenti (grigio chiaro) e viteria (giallo) sugli zaini di produzione della linea OPDEplus.*

Per una rappresentazione più concisa, si riporta nell'appendice di questa tesi la tabella contenente le informazioni riguardo ai componenti riposti su ciascuno zaino, in termini di tipologia e quantità, e le caratteristiche relative alle scatole (se standard in plastica o in cartone del fornitore).

## **9.2 Conseguenze dell'implementazione dei magazzini di produzione**

### **9.2.1 Riduzione degli spostamenti tra piano terra e soppalco**

Si può affermare che, per i prodotti a cui verranno dedicate le linee di produzione, gli spostamenti verso il soppalco si ridurranno drasticamente. La nuova area sarà sicuramente dedicata alla produzione di OPDEplus XS, OPDE e OPDEplus, che sono quelli fabbricati in maggiori volumi, ma anche alla realizzazione di altri prodotti, ancora da definire con certezza.

Come spiegato, verranno introdotti nell'area produttiva degli scaffali che ospiteranno tutti i componenti (o quasi, in funzione dello spazio che si deciderà di allocare ad ogni ubicazione) necessari alla realizzazione dei prodotti finiti dedicati a questa zona. Facendo così non sarà più necessario, giornalmente, utilizzare le liste di picking per prelevare i componenti dal piano terra e dal soppalco del magazzino, perché questi saranno già presenti nell'area produttiva.

L'ideale sarebbe riporre tutte le scorte di materie prime e semilavorati nell'area produttiva portandovi direttamente i materiali appena pervenuti dai fornitori, senza farli sostare in magazzino. Ciò sarà più facile da implementare per l'OPDEplus XS, data anche la specifica costituzione di questo prodotto, eliminando di fatto i prelievi, ma non è detto che sarà possibile anche per tutti gli altri prodotti. Ad ogni modo, per questi ultimi, verrà stoccata nei magazzini di linea la quantità massima riponibile, di modo da garantire l'asservimento delle linee per un periodo più lungo possibile. Così facendo l'unico momento in cui potrebbe essere necessario passare per il soppalco sarebbe quando, per i prodotti diversi dall'OPDEplus XS, si devono ripristinare le scorte presenti sugli scaffali. Questo perché alcune scatole che arrivano dai fornitori vengono riposte sul soppalco per evitare di occupare spazio sulla superficie del piano terra; quindi, per ripristinare gli stock degli scaffali di produzione potrebbe essere necessario accedervi ma, ad ogni modo, si tratterebbe di un'operazione sporadica.

Questo passaggio per il soppalco si verificherebbe anche quando si devono ripristinare alcuni tipi di giacenze di produzione che, per motivi logistici e di spazio sono stati, durante il cantiere 5S, lasciati in questa zona dello stabilimento. Questo è il caso dei ventilatori, degli IGBT e dei cavi: le caratteristiche di questi prodotti fanno sì che sia difficile spostarli dal soppalco. Ad esempio, i cavi sono riposti in sistemi di stoccaggio specifici che non possono essere trasferiti perché necessitano di una zona dedicata che non è presente né ottenibile al pianterreno. Comunque, grazie ai magazzini di produzione, queste famiglie di codici dovranno essere prelevate dal soppalco con una frequenza molto minore rispetto a prima: ad esempio i prelievi dal soppalco, per una delle linee, passeranno da essere eseguiti giornalmente a non dover essere svolti per almeno due o tre settimane, a seconda del prodotto, dalla capacità produttiva richiesta e dello spazio riservato ai materiali nei magazzini di linea.

Quindi in ogni caso, sia che in linea siano presenti tutte le scorte dei componenti, che solo una parte, gli spostamenti dal magazzino diminuiranno. Le operazioni di prelievo del materiale saranno quindi molto più efficienti grazie alla riduzione dei tempi che li caratterizzano.

Per quanto riguarda i prodotti a cui non saranno annessi degli scaffali, e indipendentemente dal fatto che rimangano o meno nell'area produttiva in cui si trovano ora, la situazione sarà comunque migliore a quella iniziale. In questo caso l'ottimizzazione delle attività di picking è data dalla funzionalità del WMS che indica come effettuare i prelievi riducendo il più possibile tempi e percorsi. Verrà indicato, difatti, l'ordine ottimale secondo cui prelevare i componenti dagli scaffali del magazzino consolidando in un unico percorso i movimenti verso il soppalco e quindi ottimizzando l'intero processo di picking.

### **9.2.2 Riduzione della frequenza di prelievo**

Tra le analisi effettuate e riportate in questo elaborato di tesi si trova quella della frequenza con cui vengono effettuati i prelievi dal magazzino. Come già spiegato, si vuole, con l'introduzione dei magazzini di linea e degli zaini di produzione, ridurre drasticamente il numero di prelievi da effettuare dagli scaffali del magazzino per soddisfare gli ordini di produzione.

L'OPDEplus XS è il prodotto i cui componenti si prestano meglio per essere riposti negli scaffali di produzione perché questi non sono eccessivamente numerosi né ingombranti, oltre al fatto che sono quasi tutti ad uso esclusivo di questa gamma di prodotti. Lo stesso discorso non vale, ad esempio, per l'OPDEplus, che presenta numerose taglie e modelli differenti: sarebbe controproducente riporre tutti i suoi componenti nella nuova area produttiva, perché gli scaffali saturerebbero questo spazio, il cui scopo principale è quello produttivo e non di stoccaggio. Dunque, al momento, si è deciso di concentrarsi sullo studio dei benefici che apporterebbe riporre tutti i componenti del prodotto XS in quest'area, lasciando al futuro, in base allo spazio disponibile, una possibile analisi analoga per gli altri prodotti.

In precedenza (paragrafo 6.3) si è riportato e graficato il numero di prelievi di alcuni dei componenti dell'XS, considerando i due seguenti casi:

- Non aggregando in un'unica lista le varie righe di prelievo. Si ricorda che questo è il caso svantaggioso, che fa aumentare la frequenza di prelievo e il numero di spostamenti tra magazzino e produzione (e quindi i MUDA relativi agli spostamenti degli operatori).
- Aggregando nella stessa lista di prelievo più righe di picking, di modo da effettuare meno spostamenti tra le due aree.

Questi estremi sono stati definiti perchè dagli ordini di produzione non si riesce a ricostruire in modo deterministico il livello di aggregazione delle liste accumulate, poiché queste vengono generate dal sistema gestionale solo per la stampa.

Si era ottenuto, ad esempio, che per il radiatore del prodotto standard vengono effettuati in un semestre 49 prelievi nel peggiore dei casi e 37 nel migliore dei casi<sup>106</sup>. Se si considera che il prodotto presenta numerosi componenti, il numero di prelievi effettivi per l'OPDEplus XS cresce ulteriormente, implicando un numero di spostamenti tra magazzino e produzione molto elevato.

Nella seguente immagine si riporta il grafico, già presentato e commentato in fase di analisi, riguardo al numero di prelievi effettuati in un semestre di tre componenti dell'OPDEplus XS.

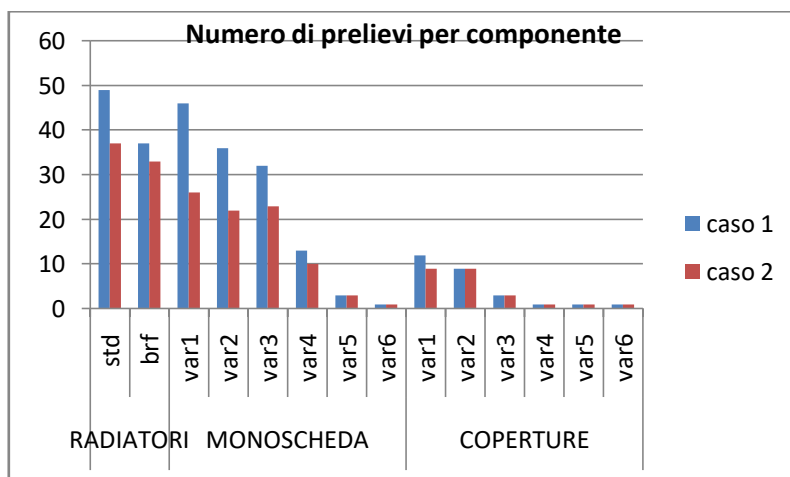
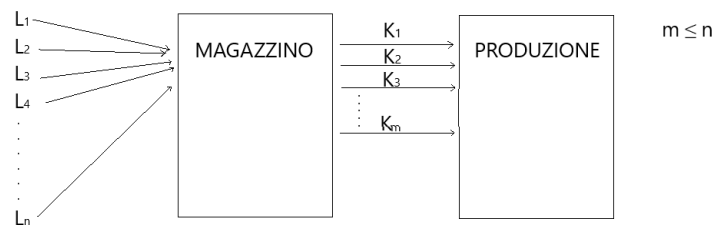


Figura 9.4: Grafico relativo ai prelievi per tre tipologie di componenti in un semestre.

<sup>106</sup> Queste due possibili aggregazioni erano state stimate a partire dai dati sui movimenti di magazzino.

Nella situazione attuale, quando in produzione viene consumato del materiale, per ripristinarlo questo viene richiamato dal magazzino. Le varie righe di picking che si generano possono essere aggregate in una unica, permettendo di ridurre il numero di spostamenti necessari. Si riporta, di seguito, uno schema che può aiutare a comprendere questo concetto.



*Figura 9.5: Rappresentazione schematica della logica attuale.*

Con l'immagine precedente si vuole mostrare la procedura di creazione delle liste di prelievo: vengono generate a sistema diverse liste ( $L_1, \dots, L_n$ ), che contengono il materiale necessario alla produzione di determinati articoli. Questi ordini, che generarono le varie liste, possono essere raggruppati in delle liste aggregate ( $K_1, \dots, K_m$ ): se le liste vengono aggregate saranno, in numero, minori rispetto agli ordini originari ( $m < n$ ), se invece non vengono raggruppate il numero di righe portate in produzione rimarrà uguale a quello prelevato ( $m = n$ ).

Con l'introduzione dei magazzini di produzione, invece, la logica sarà diversa perché non ci saranno più le liste di prelievo che indicheranno cosa prelevare dal magazzino per rifornire le linee, bensì si porteranno direttamente i materiali per effettuare i refilling degli scaffali.

Si riporta un'immagine rappresentativa e, successivamente, la descrizione della nuova logica.

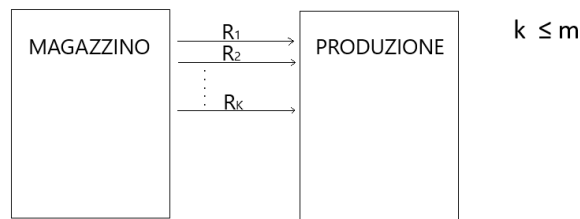


Figura 9.6: Rappresentazione schematica della logica futura.

In questo caso  $R_1, \dots, R_n$  sono i richiami di materiale dal magazzino principale. La condizione  $k \leq m$  è verificata se il numero di refilling degli scaffali di produzione della situazione futura sarà inferiore al numero di liste di prelievo aggregate della situazione presente. Perché ciò accada è necessario che il magazzino di produzione sia dimensionato in modo adeguato: la capacità degli scaffali deve essere tale da garantire l'asservimento delle linee senza dover richiedere al magazzino (in cui si trovano le scorte dei prodotti) di fornire del materiale. Ovviamente, ad un certo punto, le giacenze nel magazzino di produzione termineranno e dovranno essere ripristinate, ma ciò non deve verificarsi spesso, altrimenti non si otterrebbe nessun guadagno dall'aver introdotto questi sistemi di stoccaggio nell'area produttiva.

In particolare, in termini matematici, la condizione che si deve verificare è la seguente:

$$K = \frac{C}{Q_r}$$

Dove  $K$  è il numero di refilling necessari,  $C$  il consumo del materiale e  $Q_r$  è la quantità di materiale ripristinato. La quantità ripristinata che si intende qui è nella condizione ottimale, ossia è relativa al massimo spazio disponibile nell'ubicazione associata ai vari componenti. Questa formula va applicata a un periodo di tempo limitato, in questo caso si è analizzata la frequenza di prelievo prevista sia in un semestre che in un intero anno, fra poco si spiegherà il perché.

Per agevolare la comprensione di questo concetto si riporta un esempio di calcolo applicato al radiatore dell'OPDEplus XS standard: si trova il numero di prelievi dalle scorte presenti in magazzino per effettuare il refilling degli scaffali di produzione,

ipotizzando di prelevare direttamente la scatola utilizzata dal fornitore per spedire il materiale, e lo si confronta con il dato storico di prelievi di questo componente.

Nel contenitore spedito dal fornitore ci sono 132 radiatori. Dai dati storici, in un semestre sono stati prelevati dal magazzino 253 radiatori, effettuando 37 attività di picking.

Nella situazione futura, invece, si preleverà l'intera scatola; quindi, si preleveranno 132 radiatori alla volta. In questo modo si garantirà la produzione per un periodo più lungo, difatti con soli due refilling si saranno portati 264 radiatori; quindi, sarà necessario fare il refilling del magazzino di produzione solamente due volte in sei mesi. Ciò significa che lo spazio minimo associabile all'ubicazione deve garantire il posizionamento di un contenitore di 132 pezzi di questo tipo. Riferendosi alla formula prima presentata, 132 in questo caso corrisponde a  $Q_r$  (quantità di refilling), C corrisponde a 253 (consumo di materiale) e K equivale a 2 (numero di refilling).

Questo risultato è già molto rappresentativo del risparmio che si otterrà in termini di prelievi (e quindi di spostamenti tra magazzino e produzione): passando da un numero di 37 refilling ad un numero di soli due refilling si registrerà una riduzione del 95% dei prelievi. Addirittura, se il radiatore sarà uno dei codici che andranno direttamente negli scaffali di linea, senza sostare in magazzino, il risparmio sarà del 100%.

Lo stesso procedimento è stato applicato alle medesime varianti di componenti studiate inizialmente e, per completezza, si è confrontato questo risultato con quelli ottenuti in entrambi i casi presentati in precedenza. Ciò significa che si è studiato il saving sia nel caso in cui le liste di prelievo registrate nello stesso giorno non fossero state aggregate, sia considerando che lo fossero. Dunque, i risultati ottenuti sono differenti: nel secondo caso, che è già "migliorativo", si registra un saving inferiore, seppur si rilevi comunque un notevole risparmio.

Si è deciso di analizzare il saving in un anno per mostrare il beneficio in termini più ampi, quindi anche rispetto a quei componenti che sono stati prelevati poco ed in piccole quantità. Ad esempio, è stata prelevata solo una copertura della variante n. 6 in sei mesi, in un anno si suppone quindi che siano stati effettuati solamente due prelievi di questo componente. Nella nuova configurazione quindi, per avere un miglioramento basterà riporre sugli scaffali di produzione due di queste coperture effettuando solo uno

spostamento tra magazzino e produzione. In un anno, quindi, passando da due prelievi a solo uno si registra, sempre per questo articolo, una riduzione dei picking del 50%. Addirittura, se si decidesse di riporre sugli scaffali di produzione, ad esempio, sei coperture di questo tipo, non si dovrebbero effettuare più prelievi anche per i due anni successivi. Per i componenti a bassa rotazione e con basso numero di refilling, come nel caso appena menzionato, si potrebbe decidere di richiamare il materiale solo in fase d'ordine, dato che lo spostamento si verificherebbe comunque solo circa due volte all'anno. Questa è una scelta che il team intraprenderà a breve: bisognerà capire se, in questo caso, si vuole privilegiare il saving di spazio piuttosto che quello di movimento.

Bisogna specificare che, ovviamente, non è detto che le quantità richieste saranno esattamente identiche a quelle date dallo storico: potrebbe esserci qualche richiesta in più che porterebbe a dover rifornire il supermarket un po' più spesso, ma non ci si aspetta che ci siano scostamenti importanti.

D'altra parte, alcuni componenti risultano, dai dati storici, utilizzati con molta più frequenza: ad esempio si sono prelevati 949 pezzi della variante di carpenteria n.1, effettuando 23 prelievi nel migliore dei casi e 32 nel caso contrario. Quindi, mediamente, sono state portate in produzione rispettivamente 40 o 30 di queste carpenterie, ad ogni refilling.

Nella situazione futura, portando in produzione l'intera scatola con cui le carpenterie giungono da parte dei fornitori, ogni volta si farebbe il refilling di 68 carpenterie, riducendo i prelievi del 39% rispetto alla situazione precedente. Queste scatole sono di grosse dimensioni, quindi si potrebbe pensare di lasciarle sui pallet, riponendoli a terra, sotto il primo ripiano dello scaffale; in alternativa si potrebbero smistare i componenti e riporli sugli scaffali. A parte la modalità di posizionamento, la cosa importante è che venga portato in produzione un numero tale da avere un risparmio rispetto alla situazione precedente.

Si comprende quindi che conviene fornire ai magazzini di produzione un numero di componenti il più coerente possibile con la domanda, dedicando più spazio ai componenti usati con maggiore frequenza, di modo da non dover effettuare spesso i refilling. Dunque, i calcoli per trovare il saving del numero di prelievi accorpano le



ultime considerazioni: è stato calcolato il risparmio considerando che, nella situazione futura, gli scaffali saranno organizzati in modo da fornire le quantità giuste alla produzione, senza dover richiedere spesso il refilling. Nel prossimo paragrafo si spiegherà come si è deciso di organizzare i ripiani degli scaffali per rendere più efficiente possibile il processo di rifornimento dei materiali.

Si ricorda che, una volta che si realizzeranno le nuove linee e gli scaffali di produzione, essendo tra di loro molto vicini, potrà essere l'operatore di produzione a prelevare il materiale per riportarlo sugli zaini, essendo questi a breve distanza. L'operatore di magazzino invece si occuperà di effettuare il refilling degli scaffali per permettere alla produzione di prelevare ciò che serve per soddisfare gli ordini del periodo successivo.

Riportando il focus sul fine di questo paragrafo, si presenta di seguito il grafico del saving che si otterrà grazie all'inserimento degli scaffali di produzione. Questo è stato calcolato rispetto ai due casi, per fornire un quadro completo dei miglioramenti ottenibili.

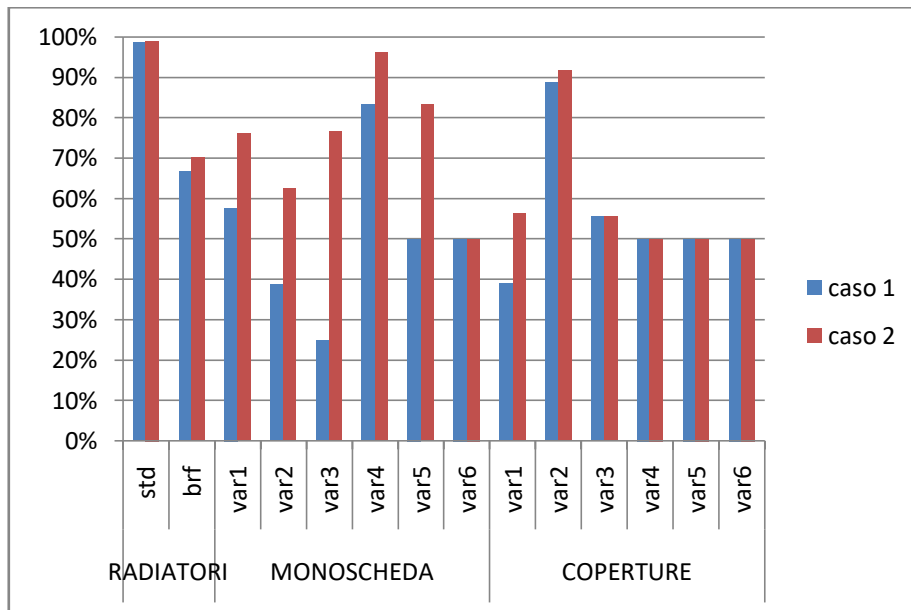


Figura 9.7: Range del saving del numero di prelievi.

Se si considera il caso inizialmente indicato come peggiore, il saving complessivo di movimenti tra magazzino e produzione è del 66%. Se invece si considerano le liste di prelievo aggregate, ossia il secondo caso, il saving che si otterrà sarà del 57%. Quindi il range di miglioramento, ossia di riduzione dei prelievi, è compreso tra il 57 e il 66%. Si ritiene questo dato molto soddisfacente perché significa che gli spostamenti tra magazzino e produzione diminuiranno di almeno il 57%, quindi anche gli sprechi associati a questi spostamenti verranno ridotti drasticamente, permettendo di incrementare l'efficienza complessiva.

È opportuno precisare che in realtà, la situazione ideale per l'OPDEplus XS sarebbe quella di eliminare del tutto i prelievi facendo sì che il materiale, quando perviene dal fornitore, venga portato direttamente tutto in produzione: azzerando i prelievi si otterrebbe un miglioramento eccellente, del 100%. Questa situazione, però, non è raggiungibile facilmente, almeno non in un primo momento. Questo perché alcuni componenti, in particolare le carpenterie, giungono in quantità così elevate da renderne difficile lo stoccaggio in produzione. L'imballo del fornitore è ingombrante e, soprattutto, non è sempre della stessa tipologia: a volte si tratta di scatole di cartone di dimensioni variabili, mentre altre volte le carpenterie sono direttamente riposte e fissate sui pallet. Per questo motivo non si sa ancora se si riporranno in produzione tutte le scorte dei componenti del prodotto, oppure se queste verranno smistate e portate progressivamente negli scaffali di linea. Può essere che ciò verrà fatto in un secondo momento, dopo aver provato e studiato il nuovo metodo di asservimento delle linee.

Dopo queste ultime considerazioni, si riassumono i risultati in una tabella per rendere più chiara l'entità dei miglioramenti che verranno introdotti.

Tabella 9.2: Tabella riassuntiva delle stime di miglioramento della frequenza di prelievo.

Scorte sia in magazzino che in produzione	
<b>Range di miglioramento</b>	<b>57%-66%</b>

Scorte solo in produzione	
<b>Miglioramento</b>	<b>100%</b>

Di seguito si riporta un'immagine che mostra come cambierà la logica di asservimento di refilling del materiale di linea. Nella situazione attuale gli scaffali di produzione utilizzati non sono né molti, né contenevano grosse quantità di materiali, non rifornendo quindi la linea in modo corposo. Si realizzano quindi maggiormente i kit per asservire le linee in produzione. Nell'immagine, la grandezza delle linee con indicato il tipo di attività e la dimensione degli scaffali sono proporzionali all'entità di refilling o stoccaggio degli st. Nella situazione futura si vede come dal magazzino si riforniranno in modo massivo gli scaffali di produzione, da questi poi gli operatori potranno velocemente ripristinare le giacenze negli zaini di linea. Dal magazzino centrale si manterrà solo il refilling della minuteria e piccola componentistica, che vengono caricate in grosse quantità e sono sufficienti per la produzione di diverse settimane.

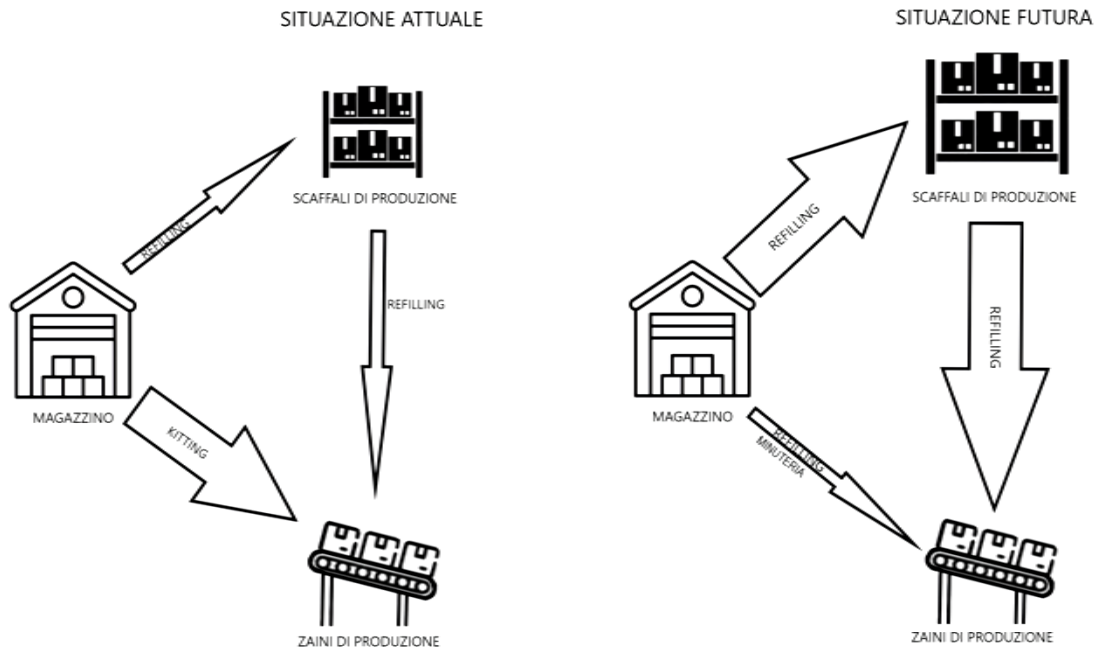


Figura 9.8: Situazione as-is e to-be del flusso di materiale tra magazzino e produzione.

#### 9.4 Il questionario di valutazione delle iniziative

Si riportano di seguito le domande che verranno presentate agli operatori dopo circa un mese dall'implementazione dell'ambiente reale del WMS. Le domande saranno relative a diversi aspetti: si richiameranno alcune domande del primo questionario e si cercherà di capire con domande mirate se le principali iniziative intraprese (WMS e 5S) sono state, secondo loro, efficaci. Con l'introduzione del nuovo sistema di gestione del magazzino cambierà la logica con cui viene svolto l'inventario, attività che fino a ora era critica per l'azienda, per questo motivo verranno fatte delle domande per comprendere se sono stati percepiti i benefici del nuovo sistema sono.

Tabella 9.2: Domande da porre agli operatori di magazzino dopo la piena implementazione del WMS.

<b>Domanda</b>	<b>Risposta possibile</b>
Percepisci di impiegare meno tempo a prelevare il materiale, dopo l'introduzione del WMS?	Si - No
Dopo l'introduzione del WMS, quanto spesso devi cercare il materiale per tempi più lunghi del dovuto (anche solo di 1-2 minuti) prima di trovarlo?	Sempre - Spesso - Qualche volta - Mai
Quali materiali trovi più difficili da reperire? Se non trovi nessuna difficoltà scrivi "Nessuno"	Risposta libera
I nuovi strumenti e il nuovo sistema ti sembrano adeguati?	Si - Abbastanza - No
Che suggerimenti daresti per migliorare il nuovo sistema di gestione?	Risposta libera
Ritieni che sia necessario acquisire un'ulteriore risorsa?	Si - No
Quanto più semplice è realizzare l'inventario col nuovo metodo?	Per niente - Poco - Abbastanza - Molto
Quali difficoltà trovi nello svolgere l'inventario col nuovo metodo?	Risposta libera
Che suggerimenti daresti per migliorare lo svolgimento dell'inventario?	Risposta libera
La nuova sistemazione degli articoli rende le tue attività più semplici?	Per niente - Poco - Abbastanza - Molto

## 9.5 Conclusioni

Dopo aver esposto tutte le parti salienti di questo elaborato di tesi, si può giungere ora a delineare le conclusioni per trarne le considerazioni finali. Di seguito si riportano le parti più importanti illustrate finora, per poi passare a commentare i risultati ottenuti e indicare infine i possibili sviluppi futuri del progetto.

Ripercorrendo velocemente gli argomenti affrontati, nel primo capitolo si è descritta l'azienda ospitante per questo progetto di tesi, spiegando i prodotti che realizza, i mercati d'interesse in cui opera e la storia che la caratterizza. Da quest'ultimo aspetto si è arrivati all'esposizione dei motivi per cui si è reso necessario implementare il progetto di efficientamento dei processi logistici di magazzino, oggetto di questa tesi.

Dopodiché si è fornito un quadro generale dei metodi e degli strumenti utilizzati per seguire il progetto secondo l'ottica del Lean Management, per agevolare la lettura e comprendere cosa si spiega nei capitoli successivi. Inoltre, ogni principio e strumento sono stati analizzati per come sono effettivamente applicati in BDF Digital, fornendo esempi pratici di quanto spiegato. Nel successivo capitolo si sono illustrati l'insieme dei progetti in cui l'azienda era coinvolta all'inizio del tirocinio, che avevano il fine di aumentare l'efficienza dei processi produttivi e di quelli logistici, grazie a misure che favorissero anche l'evoluzione tecnologica.

I restanti capitoli sono relativi all'oggetto centrale di questa tesi: il progetto che aveva come obiettivo la reingegnerizzazione dei processi logistici di magazzino. Dopo aver esposto le problematiche da risolvere e gli obiettivi da raggiungere, si è riportata la descrizione dettagliata e l'analisi dei parametri d'interesse che si dovevano migliorare. L'analisi qualitativa delle impressioni degli operatori di magazzino ha confermato che anche a tale livello di operatività erano evidenti alcune difficoltà e inefficienze, in particolare quando si realizzava l'inventario annuale. Con l'analisi causa-effetto non solo si sono riportate le cause delle inefficienze, ma si è giunti anche a comprendere che per rendere più efficiente la gestione dei materiali bisognava agire sugli aspetti relativi alle misure effettuate e ai metodi e agli strumenti utilizzati. Si è spiegato che l'implementazione di un Warehouse Management System permetterà di controllare meglio i processi di magazzino, permettendo di analizzare attentamente i parametri fondamentali e comprendere come aumentare l'efficienza complessiva. Il WMS

permetterà di controllare meglio la gestione dei materiali, sia in magazzino che in produzione, di migliorare la precisione dell'inventario, di aumentare la tracciabilità e ridurre i costi operativi. L'ulteriore iniziativa descritta è stata lo svolgimento di un cantiere 5S volto a riorganizzare gli scaffali del magazzino, sfruttandone meglio lo spazio, migliorando la disposizione dei componenti e isolando i codici a bassa rotazione. Si sono spiegati, infine, i benefici d'introdurre nella nuova area produttiva dei sistemi di stoccaggio che permetteranno di ridurre drasticamente i movimenti tra questa zona e il magazzino centrale, incrementando l'efficienza. In riferimento a uno dei prodotti core si è mostrato come verranno organizzati i sistemi che riforniranno la linea produttiva, portandone una rappresentazione in scala. Come ultimo paragrafo si sono espresse le domande che verranno ripetute agli operatori quando avranno preso familiarità con il nuovo sistema di gestione del magazzino, per avere una conferma qualitativa dei benefici introdotti.

Di seguito si indica quali degli obiettivi prefissati sono stati raggiunti durante il periodo di permanenza in BDF Digital e quali devono ancora essere verificati, essendo le attività che li gestiscono ancora in corso.

Riguardo all'implementazione del WMS, l'aumento dell'indice di precisione inventariale e la riduzione dei costi operativi, devono ancora essere verificati, in quanto si otterranno i risultati del miglioramento a fine 2024.

Grazie all'attività 5S si è mostrato come l'indice di saturazione degli scaffali, quindi lo sfruttamento dello spazio, sia migliorato del 17%. Il risultato è ancora più soddisfacente (indice di saturazione superiore del 42%, per gli scaffali più critici) considerando che negli ultimi ripiani degli scaffali vengono riposte le scorte delle giacenze che si trovano nei primi quattro ripiani, al momento non è stata ancora implementata per tutti gli scaffali ma verrà fatto a breve. L'obiettivo di isolare il 10% dei codici Slow Moving è stato raggiunto e superato, ancora prima che le attività venissero implementate sulla totalità del magazzino. Le attività 5S hanno inoltre permesso di aumentare complessivamente l'ordine, la sicurezza e la visibilità dei materiali in magazzino, permettendo di raggiungere un punteggio dell'83% nell'audit di cantiere, quasi il doppio di quello iniziale. Molti materiali sono stati spostati dal piano terra al soppalco

mentre altri probabilmente rimarranno al piano superiore, per via delle caratteristiche del prodotto. Per il prelievo, dunque, non verranno azzerati gli spostamenti verso il soppalco, sebbene questi verranno ottimizzati sia grazie al WMS e ridotti per alcuni prodotti, attraverso l'inserimento dei magazzini produzione.

Con la progettazione dei sistemi di stoccaggio da riporre nella nuova zona di produzione si sono ottenuti due risultati. Da una parte si è potuto prevedere che per la linea di produzione dell'OPDEplus XS verranno ridotti drasticamente i prelievi di materiale, tra il 60% e addirittura il 100% se tutte le scorte verranno riposte negli scaffali di produzione. Si potrà verificare il raggiungimento di questi valori quando si metteranno in funzione le linee e gli scaffali di refilling a supporto della stessa. Si sono poi dimensionati gli zaini di produzione, dei sistemi di stoccaggio a rulli di piccole dimensioni che forniscono direttamente il materiale alla linea di produzione, definendo la tipologia di scatole e la quantità più adeguata di componenti da riporre in ognuna.

I risultati raggiunti sono molto soddisfacenti, in particolare i benefici apportati dalle attività di riorganizzazione del magazzino gettano le basi per permettere, all'introduzione nell'ambiente reale del WMS, di operare agevolmente e nel modo più efficiente possibile, fornendo un accurato controllo delle giacenze e delle attività di logistica interna. Lo sviluppo centrale del progetto nei prossimi mesi è quello di utilizzare il sistema per analizzare e rendere più efficienti le attività, per poi misurare la precisione dell'inventario e verificare che raggiunga l'obiettivo prefissato del 98%. Dopo il lancio della produzione nella nuova zona si potrà verificare, con più precisione, grazie al WMS, la riduzione della frequenza di prelievo; si potrà quindi analizzare come aumenterà l'efficienza delle attività di magazzino. L'ordine e l'organizzazione in magazzino e la saturazione delle scorte verranno monitorate periodicamente, anche col fine di mantenere e, possibilmente, superare il punteggio raggiunto durante l'audit 5S, attuando il principio del miglioramento continuo. Sarà da tenere monitorata anche la situazione degli articoli Slow Moving, come già viene fatto, e, in generale, il livello e la posizione delle giacenze in base all'indice di rotazione delle stesse. Queste parti restanti da approfondire potranno essere di studio per monitorare il raggiungimento dei restanti risultati, l'andamento del progetto e il livello di miglioramento continuo dei processi di logistica interna.



## Appendice A

### Audit 5S completo

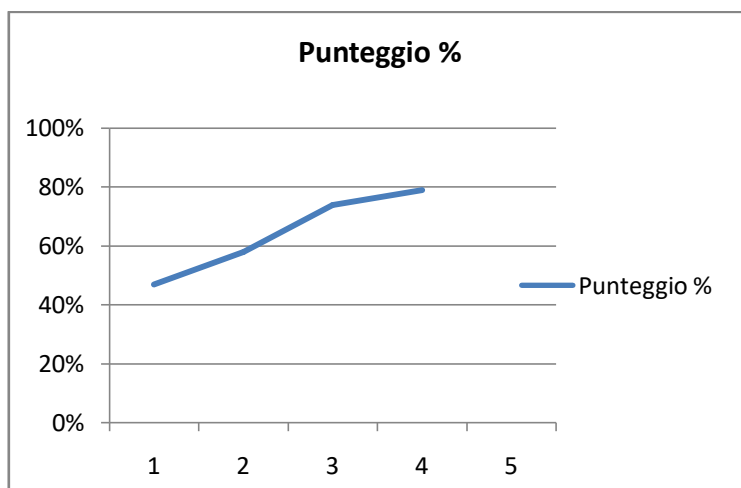
Si riporta di seguito l'ultimo audit 5S realizzato durante il periodo di stage in BDF Digital.

NON APPLICABILE (NA)		SÌ	NO
<b>MACCHINE (NA)</b>	Le macchine sono in buono stato (performance e aspetto)		
	Le macchine sono in aree appositamente designate e allocate in modo ergonomico		
	Le macchine sono pulite (senza macchie di olio, residui di lavorazioni, trucioli...)		
	Le protezioni sono presenti e funzionano in modo efficace		
	Esiste un piano di manutenzione delle macchine		
	<b>TOTALE</b>		
<b>GIACENZE</b>	Le scorte hanno una precisa locazione	SI	
	È presente la visualizzazione del loro livello minimo e massimo		NO
	I componenti sono controllati da logica kanban		NO
	I componenti sono allocati in appositi contenitori o pallet	SI	
	I componenti sono chiaramente identificati e tutta la documentazione associata è facilmente reperibile	SI	
	<b>TOTALE</b>	3	2
<b>SICUREZZA</b>	I DPI sono disponibili sulle postazioni di lavoro e vengono utilizzati	SI	
	I dispositivi di sicurezza sono facili da trovare	SI	
	È presente una chiara cartellonistica per evidenziare la posizione dei dispositivi di sicurezza	SI	
	È presente un'illuminazione adeguata	SI	

	Gli spostamenti pericolosi vengono evitati. (Vincolo: impossibile eliminare spostamenti pericolosi, soprattutto se si usa il muletto)		NO
	<b>TOTALE</b>	4	1

		SÌ	NO
<b>ATTREZZATURE (NA)</b>	Le attrezzature sono in buone condizioni e sono appropriate per le operazioni da svolgere	SI	
	Le attrezzature non in uso sono posizionate in modo ergonomico	SI	
	Le attrezzature sono presenti solo nella quantità necessaria	SI	
	Le attrezzature sono etichettate in modo chiaro	SI	
	Le attrezzature hanno una posizione dedicata e ben definita	SI	
	<b>TOTALE</b>		5
<b>AREA</b>	L'area è sgombra da oggetti non necessari		NO
	Sono presenti adeguati contenitori per scarti e materiale di riciclo	SI	
	I corridoi sono chiaramente identificati e non sono presenti materiali a riduzione della loro ampiezza	SI	
	Non ci sono materiali che fanno da ostruzione nelle postazioni di lavoro	SI	
	Armadietti personali/zone dedicate per oggetti personali sono separati dalle aree di produzione	SI	
	<b>TOTALE</b>	4	1
<b>PLUS</b>	Il cartellone 5S è corredato dalla planimetria dell'area con evidenziata la zona specifica del cantiere	SI	
	Il cartellone 5S è corredato da foto <i>prima</i> e <i>dopo</i>	SI	
	Il cartellone 5S è corredato dal calcolo di KPI <i>prima</i> e <i>dopo</i>	SI	

	Esistono azioni di audit schedate, con le attività da fare e in quale data	SI	
	<b>TOTALE</b>	4	0



<b>DATA</b>	<b>30/10</b>	<b>28/11</b>	<b>1/12</b>	<b>11/12</b>	
n° totale di SI	9	11	14	15	/
Punteggio %	45%	54%	75%	83%	

<b>n°</b>	<b>Descrizione del problema</b>	<b>Contromisura/Attività</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Data</b>	<b>Stato</b>
1	Non è presente la visualizzazione del livello minimo e massimo delle giacenza.	Quando sarà necessario e opportuno, inserire il livello minimo e massimo.			
2	I componenti non sono controllati da logica kanban	Definire logica di acquisto e di refilling (vuoto per pieno, cartellino..)			
3	L'area non è sgombera da oggetti non necessari	Rimuovere oggetti non necessari e bancali dal passaggio			

## Appendice B

### Tabella del contenuto degli zaini di produzione della linea OPDEplus

#### Tabella dei componenti

Per una comprensione più dettagliata si riporta, in forma tabellare, il contenuto dei ripiani di ogni zaino, specificando la tipologia di contenitore su cui sono riposti i pezzi e la quantità riponibile. Si ricorda che il prodotto è disponibile in quattro possibile famiglie; dunque, si troveranno i componenti per ognuna di esse. Solo i radiatori di famiglia L e XL non saranno riposti sugli zaini perché occupano troppo spazio e sono troppo pesanti: si ipotizza quindi di riporli in un carrello (o un piano) a parte.

ZAINO	Ripiano	Articolo	Tipo scatola	Dimensioni scatola	Quantità per scatola	
1	1	Radiatore S	FAMI L (PM41)	21x34x20	8	
		Supporto potenza (carpenteria) S	FAMI L (PM41)	21x34x21	28	
		Supporto potenza (carpenteria) XL	FAMI L (PM41)	21x34x21	28	
		Ponte raddrizzatore	del fornitore (variabile)	16x21x6	6*x <sup>107</sup>	
		Ponte raddrizzatore	del fornitore (variabile)	16x21x7	6*x	
		Modulo di potenza S	fornitore	39x56x10	72	
	2	2	Radiatore M	FAMI L (PM41)	21x34x20	7
			Supporto potenza (carpenteria) M	FAMI L (PM41)	21x34x21	28
			Supporto potenza (carpenteria) L	FAMI L (PM41)	21x34x21	28
			Ponte raddrizzatore	del fornitore (variabile)	16x21x6	6*x
			Ponte raddrizzatore	del fornitore (variabile)	16x21x7	6*x
Modulo di potenza M			del fornitore	39x56x10	48	
2	1	Modulo XL	del fornitore	39x56x10	48	
		Scheda condensatori S	del fornitore	60x41x27	36	

<sup>107</sup> Essendo le scatole di dimensioni variabili, anche il numero di pezzi al suo interno può variare. Solitamente i ponti raddrizzatori arrivano in multipli di sei.

		Scheda condensatori XL	del fornitore	41x32x26	4
<b>2</b>		Modulo L	del fornitore	39x56x10	48
		Scheda condensatori M	del fornitore	60x41x26	12
		Scheda condensatori L	del fornitore	60x41x27	16
<b>3</b>	<b>1</b>	Scheda potenza S	del fornitore	60x41x27	24
		Scheda potenza XL	del fornitore	60x41x27	9
		Base (Carpenteria) S	FAMI XL (4/PL)	32x49x20	30
		Base (Carpenteria) XL	FAMI XL (4/PL)	32x49x21	12
	<b>2</b>	Scheda potenza M	del fornitore	60x41x27	25
		Scheda potenza L	del fornitore	60x41x27	24
		Base (Carpenteria) M	FAMI XL (4/PL)	32x49x20	20
		Base (Carpenteria) XL	FAMI XL (4/PL)	32x49x21	12
<b>4</b>	<b>1</b>	Fianco superiore (Carpenteria) S	FAMI L (PM41)	21x34x20	20
		Fianco superiore (Carpenteria) M	FAMI L (PM41)	21x34x20	10
		Fianco superiore (Carpenteria) L	FAMI L (PM41)	21x34x21	10
		Fianco superiore (Carpenteria) XL	FAMI XL (4/PL)	32x49x20	20
		Scheda STO	del fornitore	60x40x30	24
	<b>2</b>	Fianco superiore (Carpenteria) S	FAMI L (PM41)	21x34x20	20
		Fianco superiore (Carpenteria) M	FAMI L (PM41)	21x34x20	10
		Fianco superiore (Carpenteria) L	FAMI L (PM41)	21x34x21	10
		Fianco superiore (Carpenteria) XL	FAMI XL (4/PL)	32x49x20	20
		Scheda STO	del fornitore	60x40x30	24
<b>5</b>	<b>1</b>	Scheda regolazione	del fornitore	60x40x30	24
		Copertura (Carpenteria) S	FAMI L (PM41)	21x34x20	16
		Copertura (Carpenteria) XL	FAMI XL (4/PL)	32x49x20	14
	<b>2</b>	Scheda tastierino	del fornitore	60x40x30	78
		Copertura (Carpenteria) M	FAMI L (PM41)	21x34x20	16
		Copertura (Carpenteria) L	FAMI XL (4/PL)	32x49x20	24

## Tabella della viteria e piccola componentistica

Si riporta, di seguito, la tabella che fornisce le informazioni riguardo ai contenitori della viteria e della piccola componentistica, che verranno riposti nel primo ripiano degli zaini di produzione dell'OPDEplus. Si riporta quale componente viene riposto su quale zaino, specificando il tipo di scatola e la larghezza della stessa. Profondità e altezza delle scatole sono costanti, per questo motivo qui si riporta solo la grandezza variabile.

Zaino	Descrizione	Tipo scatola	Larghezza scatola [cm]	Quantità per scatola
1	plus 1-22A CAVO VENT.ESTR. V00 DM49272	M	15	100
	plus 32A CAVO VENT.EXTR. V00 DM49271	M	15	100
	plus XL B.BRAKE V00 DM49279	M	15	100
	plus XL B.FASE U V00 DM49276	M	15	100
	DR-MQ CAVO NTC °V05 DM41091 UL*	M	15	100
	plus 40-60A CAVO VENT.EXTR. V02 DM49270	S	10,5	100
	VITE TCBIC M4X10 COMB.ROND+SPACCATA RoHS	M	15	100
	plus XL B.FASE V V00 DM49277	M	15	100
2	plus XL B.FASE W V00 DM49278	M	15	100
	TERMORESTRINGENTE	S	10,5	100
	VITE CILINDR. CAVA CROCE C/ROND M5X16 ^	S	10,5	100
	OPDE SMLX FRONT. INF. ABS V02 DM39200	L	21	100
	OPDE SMLX FRONT.SUP.ABS V04 DM39199	L	21	100
	VITE BOMBATA CAVA ESAG. Z.B.CO M4X6	S	10,5	100
	DADO FLANGIATO DENTELLATO M4	S	10,5	100
	VITE CILINDR. CAVA CROCE Z.B.CO M4X16	S	10,5	100
3	RONDELLA DENT. ESTERNA M4 778Z DIN 6798 #	S	10,5	100
	VITE CILINDR. CAVA INTAGLIO NYLON M3X6	S	10,5	100

	VITE TCBIC M3X8 CON ROSETTA ELASTICA	S	10,5	100
	RONDELLA PIANA Z.B.CO M4	S	10,5	100
	VITE SV. PIANA CAVA ESAG. ACCIAIO M4X30	S	10,5	100
	DIST. ESAG.M4X15 F/F ACCIAIO Z.TO	S	10,5	100
	plus XL MORS.EST.V01 DM50005 UL*	L	21	100
	plus XL STAFFA MORS.V00 DM49292	L	21	100
4	LEXAN BARRE 4P0037-4P0038 V00 DM49293	L	21	100
	LEXAN ISOLAMENTO 4D0006 V00 DM49038 UL*	L	21	100
	4V0075.0/0 plus BYPASS STO V00_B01	S	10,5	100
	FLAT CABLE X ZIF 26V L=100 P.1	S	10,5	100
	VITE BOMBATA CAVA ESAG. ACC.BIANCO M3X4	S	10,5	100
	plus 60A CHIUS.FRES.OPZ.AFE V00 DM52243	S	10,5	100
	LEXAN ISOLAMENTO 4V0066 V00 DM49037 UL*	S	10,5	100
	VITE TCBIC M3X8 CON ROSETTA ELASTICA	S	10,5	100
5	4V0066.1/0 LOG.FUN.STO	M	15	100
	4V0033.0/0 FERMA TASTI SMLX V00_B00	S	10,5	100
	OPDE TASTO SWITCH SMLX V00 DM39102	S	10,5	100
	OPDE PAN. FERMO OPZIONE H V02 DM39109H	M	15	100
	CAVO FLAT 4R0014.1/4D0006.4 V01 DM49269	M	15	100
	DIST. ESAG. M3X39,6 M/F V01 DM39104	M	15	100
	DIST. ESAG. M3X31 M/F V01 DM39105	M	15	100
	DADO FLANGIATO DENTELLATO M6	S	10,5	100



## Appendice C

### Lista dei programmi utilizzati

- Gantt Project (GanttProject, [ganttproject.biz](http://ganttproject.biz)).
- Miro, per l'utilizzo online di strumenti visual (Miro, [miro.com](http://miro.com))
- Microsoft Excel, per le analisi quantitative
- Google moduli, per la realizzazione del questionario ([docs.google.com/forms](https://docs.google.com/forms))
- Sweethome 3D, per la realizzazione del layout della linea produttiva e dei suoi  
(Sweethome3d, [sweethome3d.com](http://sweethome3d.com) )



## **Bibliografia**

Battini D., 2021, Slide delle lezioni, Insegnamento di Impianti Industriali, corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale, Università degli studi di Padova, AA. 2021-2022.

Enrique Burguera Montoya, 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di “Oficina de Gestión de Proyectos”, Grado en Ingeniería de Organización Industrial, Universidad de Deusto, AA. 2022-2023.

Danese P., 2020, Dispense sui sistemi di produzione, Insegnamento di Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici, università degli Studi di Padova AA. 2020-202.

Durward K. Sobek II, Art Smalley, a cura di M. Calgano, 2013, *A3 Thinking il segreto dell'approccio manageriale di Toyota*, Guerrini e Associati, Milano.

Panizzolo R., 2022, Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione Snella dei Processi, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, AA. 2022-2023.



## Sitografia

BDF Digital, <https://bdfdigital.com>.

HQcomputer, <https://hqcomputer.it/>.

Altervista, <https://vitolavecchia.altervista.org/>.

UL Solutions Italia, <https://ul.com/>.

Economia e Politica, <https://economiaepolitica.it/> .

Pricepedia, <https://pricepedia.it/>.

Wikipedia, <https://wikipedia.org/>.

Edilnet, <https://www.edilnet.it/>

The Lean Six Sigma Company, <https://theleansixsigmacompany.it/>.

Miro, <https://miro.com/it/>.

IBM, <https://www.ibm.com/it-it>.

LeanManufacturing, <https://leanmanufacturing.it/>.

Kanbanize, <https://kanbanize.com/>.

Treccani, <https://www.treccani.it/>.

Innovation Post, <https://www.innovationpost.it/>.

Mecalux, <https://www.mecalux.it/>.

Logistica efficiente, <https://www.logisticaefficiente.it/>.

SanMarco Informatica, <https://www.sanmarcoinformatica.com/>.

Wikiquote, [wikiquote.org/wiki/Charles\\_Darwin](https://www.wikiquote.org/wiki/Charles_Darwin).