

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Applicazione di un Framework per la gestione lean di un magazzino. Il caso TECNO BOX s.r.l.



Relatore

Prof. Anna Corinna Cagliano

Candidato

Federico Fantò

Aprile 2017

Sommario

Introduzione.....	5
1 La Produzione Snella.....	6
1.1 Storia della Lean Production	6
1.2 Principi della Lean Production	7
1.2.1 I 7 Sprechi.....	7
1.2.2 Just in Time	9
1.3 Strumenti della Lean Production	9
1.3.1 Value Stream Map	9
1.3.2 Kanban.....	11
1.3.3 5w e 5s.....	12
1.3.4 Spaghetti Chart	13
1.3.5 Altre tecniche lean.....	14
1.4 Il Ruolo del Magazzino	14
1.5 Lean Warehousing.....	15
1.5.1 Lean Warehousing nella Letteratura.....	16
1.6 A Proposed Framework for Lean Warehousing	18
1.6.1 Scopo del Framework.....	18
1.6.2 Primo Step: Flussi di Magazzino e Current VSM	19
1.6.3 Secondo Step: 5w	20
1.6.4 Terzo Step: 5s	22
1.6.5 Quarto Step: Quantificazione Miglioramenti e VSM to be	23
2 Descrizione dell'Azienda	26
2.1 Storia dell'Azienda.....	26
2.2 TecnoBox s.r.l.	28
2.3 Descrizione del Layout di Magazzino	30
3 Descrizione dei Flussi Logistici di TecnoBox	37
3.1 Flussi informativi in entrata:.....	37
3.1.1 Receiving.....	37
3.1.2 Intermediate Storage.....	37
3.1.3 Storage.....	37
3.2 Flussi fisici in entrata.....	38
3.2.1 Receiving.....	38
3.2.2 Intermediate Storage.....	38
3.2.3 Storage.....	38

3.3	Flussi informativi in uscita	39
3.3.1	Picking and Packing	39
3.3.2	Delivery	39
3.4	Flussi fisici in uscita	39
3.4.1	Picking and Packing	39
3.4.2	Delivery	40
3.5	Criticità dei Flussi Attuali.....	40
4	Applicazione del framework di Lean Warehousing al caso di TecnoBox S.r.l.	41
4.1	Metodologia.....	41
4.2	Applicazione del Framework, Primo Passo: VSM.....	42
4.3	Spaghetti Chart	47
4.4	Applicazione del Framework, Secondo Passo: 5w.....	48
4.4.1	5w: Receiving.....	50
4.4.2	5w: Intermediate Storage.....	52
4.4.3	5w: Storage.....	54
4.4.4	5w: Picking and Packing	56
4.4.5	5w: Delivery	58
4.5	Applicazione del Framework, Terzo Passo: 5s.....	60
4.5.1	5s: Receiving	61
4.5.2	5s: Intermediate Storage	63
4.5.3	5s: Storage	65
4.5.4	5s: Picking and Packing.....	67
4.5.5	5s: Delivery	69
4.6	Applicazione del Framework, Quarto Passo: quantificazione dei benefici e dei costi delle soluzioni proposte	70
4.6.1	Picking & Packing, Motion & Waiting, Straitening.....	71
4.6.2	Storage, Defects – Standardizing.....	72
4.6.3	Receiving, Transport – Standardizing	72
4.6.4	Intermediate Storage, Transport – Shining.....	73
4.6.5	Picking and Packing, Ov.Pr.	75
4.6.6	Picking & Packing, Ov.Pr. – Standardizing	75
4.6.7	Picking & Packing, Transport – Shining.....	76
4.6.8	Riassunto dei Risultati Ottenibili.....	77
4.7	Applicazione del Framework, Quinto Passo: VSM to be.....	77
5	Conclusioni.....	81
5.1	Applicabilità del Framework	81
5.1.1	Applicabilità dello strumento VSM.....	81

5.1.2	Applicabilità dello Spaghetti Chart	81
5.1.3	Applicabilità della Tecnica 5w e 5s.....	82
5.1.4	Percezione Aziendale e Vantaggi per l'Impresa.....	82
5.2	Modifiche alla Struttura del Framework Proposte.....	82
5.3	Limitazioni del Presente Lavoro di Tesi.....	83
5.4	Ricerca Futura e Suggerimenti per l'Azienda	83
6	Bibliografia e Sitografia	86
6.1	Bibliografia.....	86
6.2	Sitografia	87

Introduzione

Il presente lavoro di tesi ha come obiettivo l'applicazione di un framework di lean warehousing ad una realtà aziendale al fine di testarlo.

La filosofia lean ha avuto in passato consistenti effetti benefici all'interno degli ambienti aziendali nei quali è stata introdotta, a volte rivoluzionando profondamente il modo di pensare e di produrre di ambienti a carattere prevalentemente manifatturiero.

Pertanto, data la rilevanza del ruolo che il magazzino ancora svolge presso le aziende odierne, risulta importante implementare anche in questa divisione la filosofia lean; tuttavia, un'implementazione efficace non può prescindere dall'utilizzo di strumenti adeguati.

Il framework di cui sopra fornisce tali strumenti: esso è stato progettato per poter essere la guida, con relativi strumenti annessi, per un analista che intenda implementare una gestione lean presso un magazzino che al momento non funzioni in tal senso.

Il testo è organizzato nel modo seguente: con il primo capitolo è possibile avere una panoramica storico-tecnica dei principali metodi produttivi snelli che hanno caratterizzato il secolo scorso, vengono descritti i principali dettami sui quali la filosofia lean ha le proprie fondamenta; lo stesso capitolo prosegue poi con la descrizione del warehousing, delle relative logiche e tecniche, per terminare con una revisione della letteratura che ad oggi concerne gli argomenti trattati.

Successivamente si trova la descrizione dell'impresa reale sulla quale lo studio è stato condotto. Viene presentata la principale attività della società, le informazioni relative alle dimensioni, dipendenti e fatturato, nonché il modello di business.

Dell'azienda vengono poi studiati più approfonditamente i flussi di magazzino in quanto su di essi si sviluppa la parte principale dell'analisi critica: di tali flussi vengono stesi grafici esplicativi.

A questo punto prende corpo il capitolo principale dell'elaborato, il quarto, in cui viene applicato il framework attraverso i suoi passi principali: studio delle criticità, proposta di possibili soluzioni, quantificazione dei risparmi ottenibili e simulazione del nuovo flusso di valore.

Il capitolo finale dell'elaborato racchiude conclusioni sia di natura teorica che pratica: le prime sono concernenti la generale validità del framework, nonché la facilità dell'applicazione dello stesso in un caso reale; le seconde riguardano invece considerazioni dell'autore circa il reale aiuto che lo studio portato avanti possa avere dato all'organismo aziendale studiato.

Sarà dunque possibile notare gli effetti benefici per l'azienda che l'applicazione del framework ha avuto, in termini di snellimento delle operazioni non necessarie, ottimizzazione dei tempi non a valore aggiunto ed implementazione di good practices.

1 La Produzione Snella

Questo capitolo fornisce una panoramica generale del concetto di lean production, come esso ha avuto origine, i risvolti storico-economici della sua messa in pratica. Nel capitolo si descrive prima la filosofia lean al fine di dare al lettore la possibilità di meglio comprendere i ragionamenti che stanno alla base dello sviluppo di molte delle tecniche che saranno poi messe in pratica nell'elaborato.

Il capitolo prosegue poi descrivendo il concetto di warehousing e le principali logiche di magazzino odierne, i motivi per cui il magazzino è necessario e la ragione per cui esso è economicamente degno di uno studio totalmente dedicato.

Conoscendo il background mondiale della filosofia lean e il concetto di warehousing, è possibile per il lettore comprendere la sezione in cui i due concetti verranno studiati insieme.

Il capitolo termina poi con una sezione sull'azienda oggetto di studio: una prima descrizione generale delle caratteristiche dell'azienda e dei dati riguardanti i dipendenti e gli introiti. Il capitolo prosegue poi con una descrizione più dettagliata del core business della compagnia e termina con un necessario approfondimento sul layout del magazzino, utile per comprendere dove lo studio avviene fisicamente.

Tali informazioni risultano necessarie al lettore per avere un quadro più chiaro della disposizione materiale degli ambienti nei quali le operazioni studiate si svolgono e perché esse presentano criticità.

1.1 Storia della Lean Production

La produzione snella o Lean Production nasce come idea in Toyota durante la seconda metà del ventesimo secolo, come strumento di risposta ai repentini cambiamenti del mercato e del cliente e soprattutto come strategia alternativa alla produzione di massa (Ohno et al., 1978). La filosofia che sta dietro alle tecniche lean sviluppate nel corso degli anni prevede pochi dettami che rivoluzionarono l'andamento dei principali flussi di produzione. Si reputa che la chiave per dare valore massimo al prodotto finito minimizzando in contemporanea i costi di produzione sia l'eliminazione dello spreco: tutto ciò che è superfluo all'interno del flusso di produzione genera costi senza dare valore aggiunto e va quindi eliminato. Svariate sono le tecniche create per mettere in pratica questa filosofia; in generale quasi tutte prevedono la mappatura del processo con lo strumento della Value Stream Map (VSM), mappa che consente di visualizzare tutte le operazioni appartenenti al flusso e contemporaneamente di conoscere se e quanto valore tali operazioni aggiungono al prodotto. Un altro denominatore comune alle tecniche di produzione snella è l'adozione di un processo pull: far sì che la produzione sia guidata dalla domanda del cliente mette in pratica il processo del Just In Time, che garantisce la minimizzazione dei costi di stoccaggio e di invecchiamento del prodotto.

I risultati ottenibili dell'implementazione della lean production rendono presto Toyota leader nel proprio settore e spingono le scienze manageriali a focalizzarsi su questo nuovo campo: la lean production inizia ad essere applicata in aziende manifatturiere operanti in qualsiasi settore, ci si rende conto come essa rappresenti la nuova frontiera efficiente dell'organizzazione della produzione aziendale (Liker et al., 2003).

I principi della filosofia sottostante sono infatti generici e facilmente applicabili direttamente a qualunque processo che presenti un flusso, degli input ed un output di valore misurabile (Womack et al., 2006). Proprio grazie a questa definizione estesa, si è pensato di estendere l'applicazione delle tecniche lean a tutte le fasi che coinvolgono il prodotto, poiché, come è ormai noto, un'azienda non

è composta dalla sola divisione di produzione: se è vero che tutto ciò che non dà valore al prodotto è solamente un costo secco, allora è bene individuare sprechi e inefficienze in tutte le operazioni che toccano il prodotto prima che esso “esca” dall’azienda.

Nel lavoro presente si estende suddetta analisi di sprechi e inefficienze alle operazioni di magazzino, alle quali si guarda con l’occhio critico della produzione snella.

1.2 Principi della Lean Production

Il concetto portante dell’intera filosofia è, come prima accennato, il valore finale di ciò che viene prodotto: la massimizzazione del profitto di un produttore passa attraverso la formula “Profitti = Ricavi – Costi”, pertanto, massimizzando il valore del bene si può anche chiedere un prezzo più alto che incrementa i ricavi. Ma è anche vero che, a parità di valore (e quindi di prezzo di vendita), chi sostiene i costi minori ottiene i maggiori profitti.

La lean production mette insieme i due concetti: eliminando ciò che non produce valore aggiunto e lasciando intatto tutto il resto è possibile raggiungere lo stato di produzione snella, cioè produzione libera da qualunque “peso superfluo” che inevitabilmente genera costo ed intacca quindi i profitti.

Un analista dovrebbe cioè studiare il processo di produzione, sia esso da correggere o da progettare ex novo, cominciando dalla definizione del valore dal punto di vista del cliente, cioè ciò che rende il prodotto valido per lui e capire in quali delle operazioni eseguite tale valore viene generato: le altre sono superflue e vanno eliminate. Le restanti, invece, vanno ottimizzate: esse devono essere performati senza intoppi, disagi o problematiche di vario genere che ne possono compromettere la qualità o allungare i tempi. Tale processo di ottimizzazione deve essere circolare e non lineare, deve cioè essere dominato da feedback continuo che ne consenta una riapplicazione continua alla ricerca della perfezione operativa.

Un altro principio della lean production è la sostituzione della logica push con quella pull: ogni processo deve essere iniziato solo quando il processo successivo lo richiede, in modo tale da produrre solo se vi è domanda, evitando Over Production ed eccessive quantità da stoccare. Estremizzando la logica pull si giunge al Just In Time, filosofia secondo la quale la produzione va avviata appena in tempo per soddisfare la domanda del cliente, senza avere slack di tempo o di materiali, poiché tali slack, dal punto di vista lean, sono considerati sprechi (Womak et al., 1991).

1.2.1 I 7 Sprechi

La letteratura storica (Ohno et al., 1978) della lean production viene in aiuto dell’analista fornendogli spesso un punto di partenza, valido in generale per lo studio di qualunque criticità. Qualunque inefficienza che può caratterizzare un processo appartiene infatti ad uno dei 7 archetipi, mostrati in figura 1.1, già individuati e schedati: i 7 sprechi, comunemente chiamati con il loro nome giapponese, muda.

Tale classificazione è utile in quanto le tecniche di risoluzione di un’inefficienza sono spesso già suggerite dai vari modelli, a seconda della categoria di spreco a cui quell’inefficienza appartiene.

- **Transport:** spesso durante il trasporto del prodotto lo stesso può venire danneggiato e degradato. Inoltre il trasporto stesso del materiale è generalmente una rischiosa operazione non a valore aggiunto che, ove possibile, va evitata. Gli sprechi che popolano questa categoria

vanno risolti cercando di effettuare l'operazione maggiormente in sicurezza e compattando i vari trasporti in singole macro operazioni;

- **Inventory:** in aggiunta ai furti e agli smarrimenti, le operazioni di inventario creano problematicità in quanto servono fondamentalmente a conoscere l'attuale situazione di giacenza, occupando spesso chi le esegue per tempi molto lunghi. Tali operazioni vanno il più possibile informatizzate;
- **Motion:** è durante le movimentazioni interne all'azienda che il grosso degli sprechi si crea. Troppo spesso vie ingombre o movimentazioni eseguite in modo scorretto portano ad allungamenti in termini di tempo ed al danneggiamento di ciò che viene trasportato.
- **Waiting:** diretta conseguenza degli sprechi di cui al punto precedente o semplicemente di una scorretta pianificazione sono i muda di questa categoria: ogni volta che un operatore, una macchina o una risorsa sono costretti ad attendere senza fare nulla il completamento di un'altra attività vi è necessità di una più accurata schedulazione delle operazioni;
- **Defects:** i difetti di produzione non devono essere considerati inevitabili conseguenze della natura delle risorse, essi vanno studiati con strumenti appositi, quali i diagrammi a spina di pesce, che consentono di risalire alle cause ed eliminarle alla base. I difetti possono anche essere conseguenze di routines errate e quindi diventare sistematici, cosa che ne incrementa grandemente la frequenza;
- **Over processing:** un errore comune di chi si trova all'interno di un processo è quello di considerare tutte le attività indispensabili. Tutte quelle che in realtà non lo sono appartengono a questa categoria di spreco e vanno snellite o possibilmente eliminate in quanto occupano risorse e possono generare al loro interno altri sprechi appartenenti alle categorie precedenti;
- **Over production:** un eccesso di produzione implica un eccesso di giacenza di magazzino, prodotto che inevitabilmente genererà ingombro e che potrà degradarsi poiché non immediatamente vendibile. N.B. questo ultimo muda non viene preso in considerazione nell'analisi di questo elaborato poiché essa è incentrata sullo studio del magazzino e un difetto di questo tipo non rientra tra le responsabilità di chi si occupa di warehousing.



THE 7 WASTES



Figura 1.1 I 7 muda (Fonte: <http://www.ottomotors.com>)

1.2.2 Just in Time

Come precedentemente spiegato, il Just in Time (JIT) è una tecnica produttiva totalmente contrapposta alle tecniche comunemente usate prima dell'era Toyota: con essa l'intera azienda dà il via ai processi a valle solo quando il cliente lo richiede (Ohno et al., 1978). Ma ciò non è tutto: estremizzando, come prima detto, questo concetto, anche i processi di produzione, a ritroso, vengono avviati appena in tempo per soddisfare la domanda dei processi successivi di consegna. E così via, sempre a ritroso, fino ai processi iniziali di un'azienda, quelli di approvvigionamento delle materie prime: il ritmo di tutta la vita dell'impresa è dettato dalla domanda del cliente, poiché, in effetti, è per soddisfare tale domanda che l'azienda esiste.

Perseguendo questa logica, si ottiene una notevole diminuzione del carico di lavoro dalle fasi a monte ma contemporaneamente, tale carico di lavoro diventa molto più imprevedibile e spesso prescinde dalla capacità produttiva; è pertanto necessario che l'intero sistema sia ideato per essere flessibile e adattabile ad una domanda tanto variabile. Uno dei motivi per cui nessuna azienda prima di Toyota aveva implementato la Lean Production è infatti che nessuno reputava possibile, per la tecnologia dell'epoca, che un'azienda potesse regolare la capacità e la varietà produttiva in base alle richieste del mercato senza sostenere costi enormi. Toyota riesce a farlo sia perché i "costi enormi" vengono pesantemente abbattuti dallo snellimento delle attività superflue, sia perché l'intera logica della produzione è rivoluzionata con l'utilizzo degli strumenti descritti di seguito.

1.3 Strumenti della Lean Production

Al fine di rendere snello un processo, i pionieri giapponesi della lean production prima, e gli studiosi accademici poi, formalizzano una serie di strumenti indispensabili per l'analista che possono essere usati sia in fase preliminare per formalizzare il processo, che in fase operativa, per intervenire su di esso.

1.3.1 Value Stream Map

In un'analisi di flusso la mappatura del processo deve avvenire su due differenti livelli. Il primo è quello precedentemente effettuato: la descrizione analitica del flusso stesso è imprescindibile per comprendere ciò che realmente avviene all'interno dell'azienda a livello di passaggi operazionali. Per maggiore chiarezza e per le ragioni precedentemente spiegate, tale mappatura è stata integrata dallo Spaghetti chart.

Il secondo passaggio porta la mappatura del processo ad un livello più concettuale: lo stream mapping non ha infatti funzione strettamente descrittiva. L'obiettivo di questa carta è quello di mettere in evidenza dove, quando ed in che passaggio il prodotto acquista valore; nella value stream map si segue infatti il flusso di un preciso prodotto, dalla sua creazione fino al raggiungimento del cliente, mettendo in evidenza tutte le trasformazioni che esso subisce. La filosofia lean è alla base di questo strumento: lo scopo è infatti quello di riuscire a mettere meglio in risalto i passaggi in cui si genera valore aggiunto così da evidenziare, seppur per contrasto, quelli superflui che al prodotto finito non danno nulla.

La value stream map va stesa prima di applicare gli altri strumenti lean poiché consente di individuare "dove" gli stessi vadano applicati: sarebbe infatti dannoso snellire un'operazione essenziale, superfluo ottimizzarne una corretta e inadeguato applicare tutti gli strumenti a tutte le operazioni senza un filtro logico. Con la Value Stream Map invece si trovano prima le operazioni non a valore

aggiunto e successivamente sulle stesse si ragionerà per valutarne un appropriato snellimento o totale elisione. Infatti, così come non bisogna cadere nella trappola di pensare che tutto ciò che si fa è fondamentale, ugualmente non bisogna pensare che tutte le operazioni al momento eseguite siano scorrette o vadano snellite: non è improbabile che chi si occupa di un certo tipo di operazione da molto tempo abbia già trovato un modo efficiente di eseguirla.

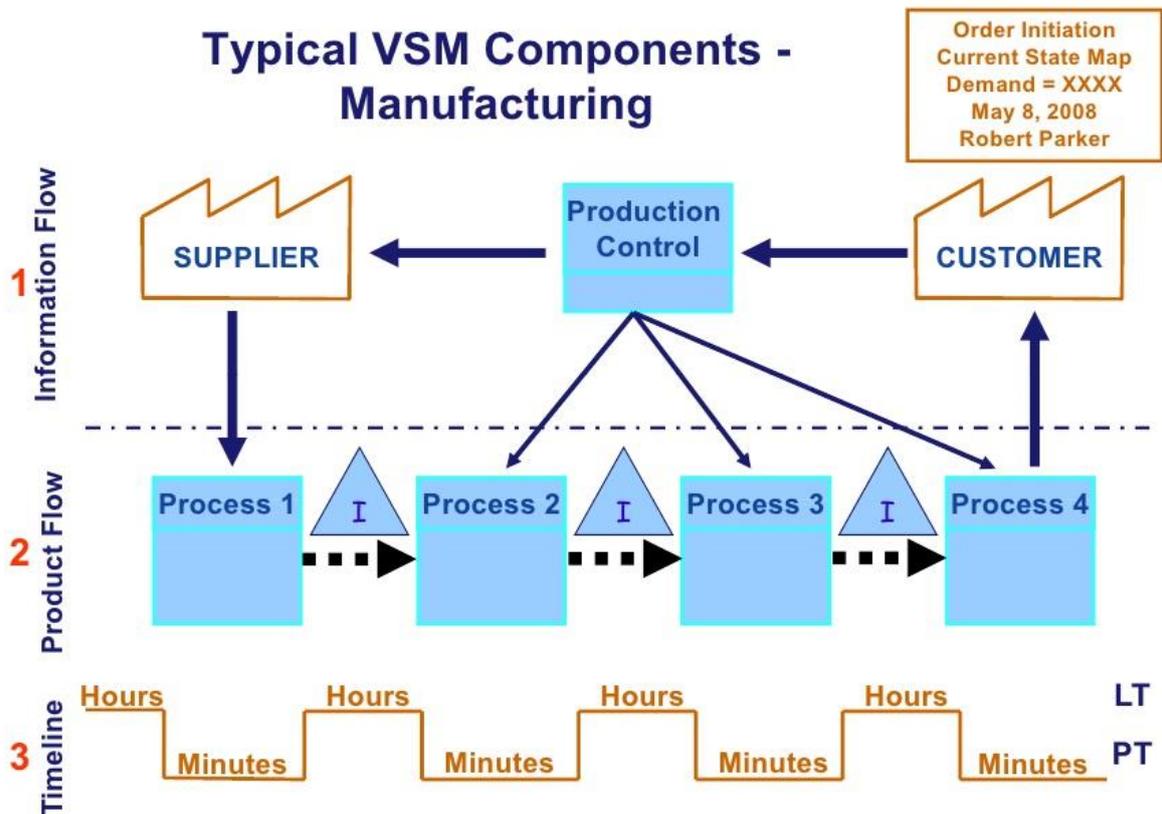


Figura 1.2 Un esempio di VSM (Fonte: <http://www.slideshare.net>)

Come è possibile notare dalla figura 2.2, è importante mappare il flusso sia dal punto di vista informativo che da quello fisico, in modo da poter capire quale informazione è richiesta da ogni attività. In ogni VSM va descritta anche la tempistica riguardante le operazioni e i buffer temporali intraoperazionali, rivelando così il tempo a valore aggiunto o processing time (PT) ed il lead time totale (LT).

Questo strumento è inoltre fondamentale perché consente di visualizzare il flusso nella sua interezza: un errore che si può commettere nello snellimento delle operazioni è quello di “risolvere” i problemi relativi ad una singola operazione senza valutare in che modo le soluzioni proposte, comportando cambiamenti di routine, potrebbero impattare su attività precedenti o successive, minandone i risultati. Con un’adeguata mappatura del valore è più facile di trovarsi in questa situazione.

La convenzione sulla simbologia generalmente utilizzata è la seguente (figura 2.3):

Value Stream Mapping

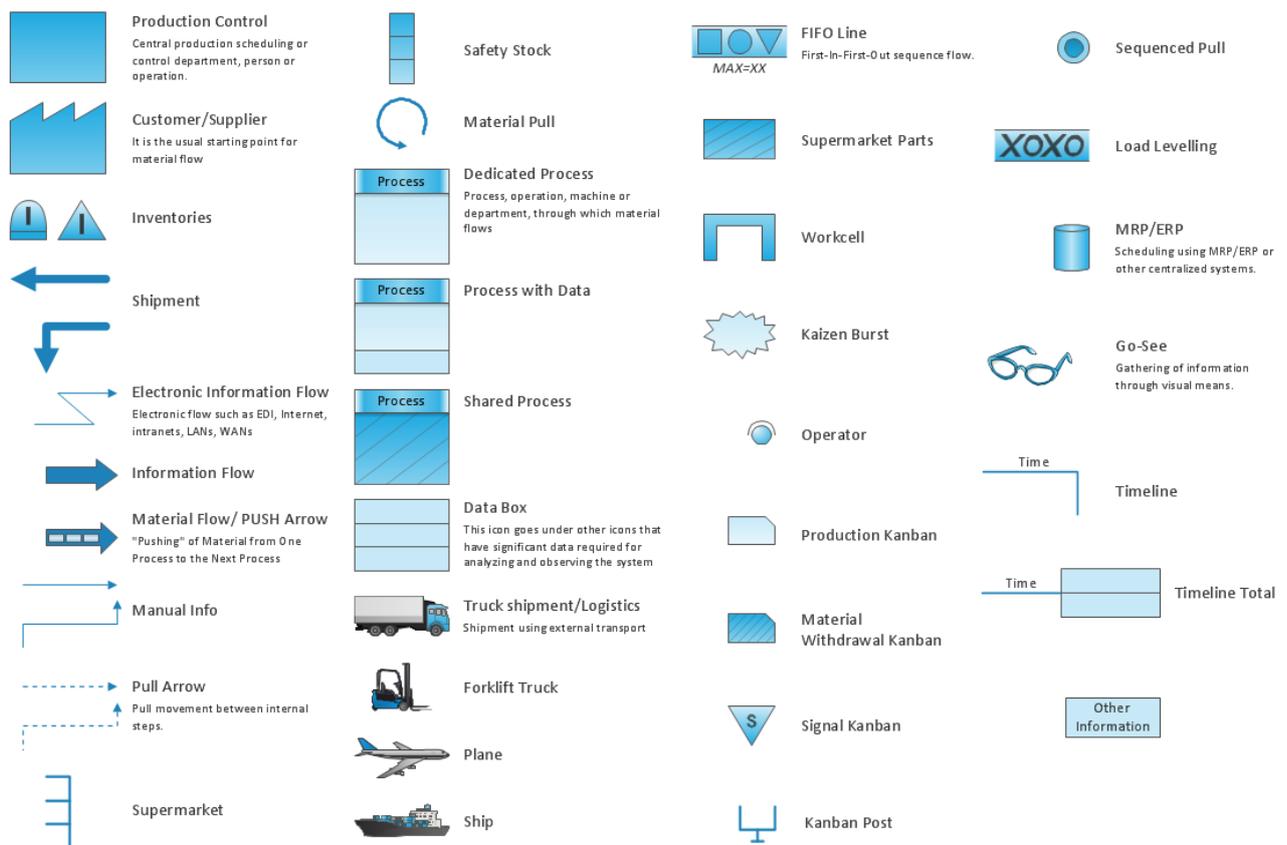


Figura 1.3 Simbologia convenzionale per VSM (Fonte: <http://www.conceptdraw.com>)

1.3.2 Kanban

Un altro noto strumento prende il nome di Kanban (cartellino in Giapponese), semplice metodo cartaceo che formalizza per tutti gli operatori le leggi di approvvigionamento delle linee di produzione/montaggio (Turner et al., 2012).

Il kanban stesso viene apposto su un contenitore atto a contenere i pezzi. Si presuppone che il contenitore con annesso kanban sia un buffer di semilavorato intraoperazionale. Pertanto, esso viene svuotato man mano che l'operazione successiva viene iterata, poiché essa, ad ogni iterazione, consuma un'unità di semilavorato. Quando tale contenitore viene svuotato poiché i pezzi vengono prelevati, chiunque sa che tale contenitore va riempito poiché è presente un kanban di rifornimento su di esso. Nello specifico, questa informazione arriva velocemente a chi si occupa di eseguire l'operazione precedente al kanban, così che tale operatore sa di dover produrre altro semilavorato per rimpinguare il contenitore.



Figura 1.4 Esempio di applicazione del metodo kanban (Fonte: www.schrauben-gross.com)

Similmente, possono esistere kanban di lavorazione come quello in figura, kanban di stoccaggio, kanban di attesa, e così via. È anche possibile che il kanban non sia nei fatti un cartellino ma il contenitore stesso; questa tecnica, regolando “manualmente i flussi di materiale”, consente di evitare buffer intermedi tra le lavorazioni.

1.3.3 5w e 5s

Importantissima tecnica lean volta allo studio delle criticità è la 5w: questa tecnica prende nome dalle 5 domande del giornalista (what, when, where, who, why). Essa è di vitale importanza nella fase di studio dei muda: con l’ausilio delle 5 domande, l’analista può approfondire la natura di ogni problema individuato, scindendo all’interno dello stesso cause, conseguenze, modalità di avvenimento e soprattutto responsabilità.

Per applicare la tecnica (Jugraj Singh Randhawa et al., 2017), l’analista deve semplicemente porsi queste domande ogni qual volta individua un nuovo muda: di che spreco si tratta? Dove avviene? Quando? Chi ne è responsabile? Perché?

Fatto ciò, esiste una tecnica che, in maniera simile, suggerisce le possibili (migliori) soluzioni al muda studiato: la tecnica delle 5s. Sebbene tale tecnica sia largamente utilizzata in questo elaborato, è conveniente dare prima una panoramica del suo funzionamento. Le 5s sono 5 applicazioni che seguono i dettami della filosofia lean: sorting, straitening, shining, standardizing e sustaining.

- **Sorting:** ridurre o rimuovere del tutto operazioni o parti di esse che risultano non strettamente necessari per ottenere il risultato desiderato;

- **Straitening:** rendere i processi il più lineari possibile, sia logicamente che logisticamente, in modo da evitare problematiche relative all'ingombro o all'inaccessibilità;
- **Shining:** mantenere pulite le aree di lavoro e i percorsi più utilizzati, mantenere fruibili tutte le attrezzature di cui vi è più spesso necessità;
- **Standardizing:** come suggerisce il termine stesso, creare processi di routine per le operazioni che non ne possiedono ancora uno così che "tutti sappiano cosa fare" al verificarsi di un dato evento;
- **Sustaining:** trovare un modo per far sì che le precedenti modifiche rimangano attive anche dopo che è passato del tempo dalla loro implementazione in azienda.

Esse vanno applicate ad ogni muda, o meglio, all'operazione in cui il muda ha origine, al fine di rendere l'operazione snella così che il muda non si origini o non generi danni economici. Non tutte le 5s possono essere applicate a tutte le operazioni dell'azienda, né tantomeno tutte saranno efficaci a seconda della situazione, ma sicuramente in una di esse si trova la soluzione ottima per rendere snello un processo inefficiente.

1.3.4 Spaghetti Chart

Un utile strumento che fornisce un supporto visivo all'analisi che ci si propone di effettuare è lo "spaghetti chart". Questo diagramma viene tracciato sulla pianta del magazzino in questione e serve ad evidenziare sulla stessa le movimentazioni che gli operatori effettuano e che il prodotto subisce. Tracciando infatti tutti i percorsi fisici appartenenti ai flussi di magazzino è molto più semplice notare quando e dove un operatore deve ripercorrere gli stessi corridoi più volte, dove e come è possibile risparmiare sui metri percorsi.

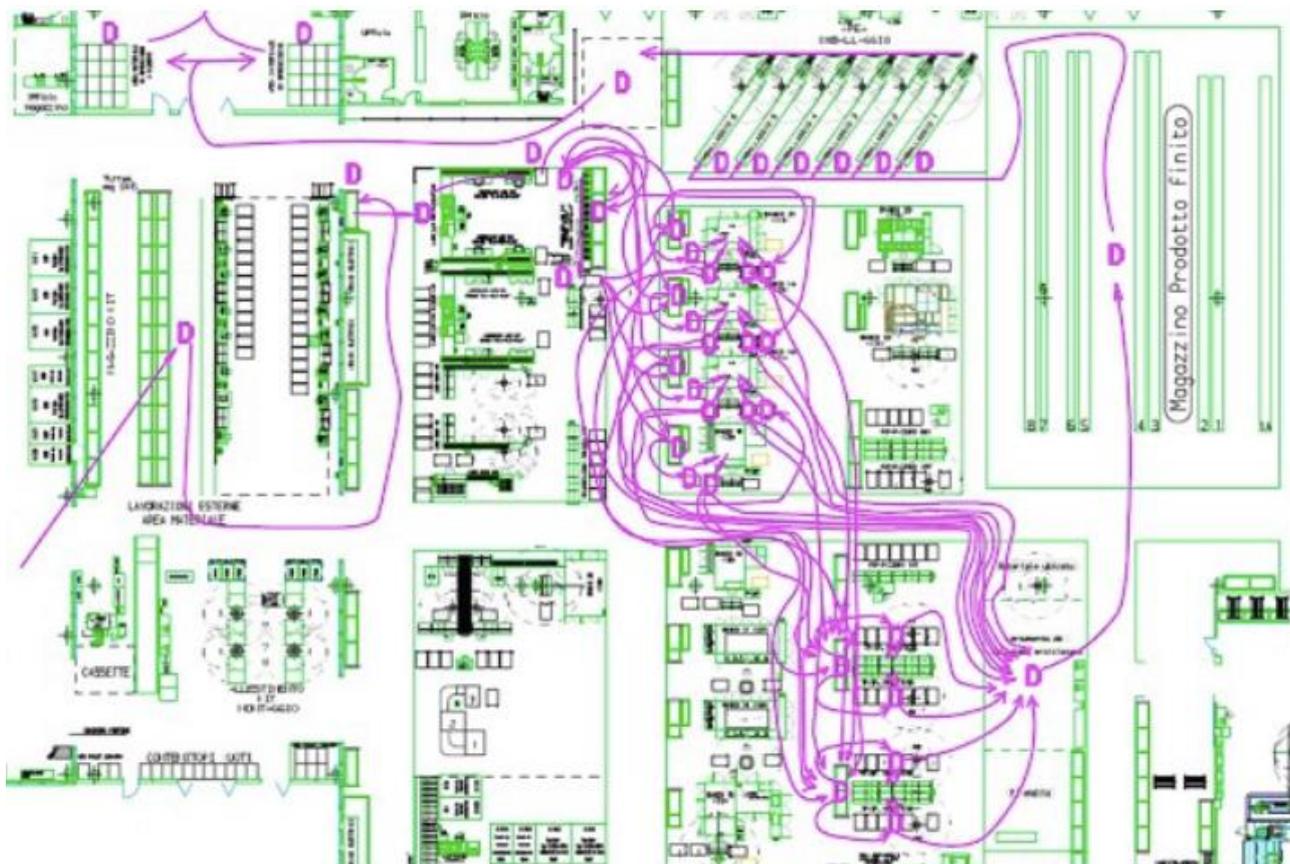


Figura 1.5 Esempio di Spaghetti Chart (www.leanmanufacturing.it)

È inoltre conveniente usare una legenda e diversi colori per distinguere i flussi: è infatti possibile che due prodotti, entrambi principali per l'azienda, seguano percorsi del tutto diversi caratterizzati da inefficienze differenti che vanno approcciate di conseguenza.

Lo spaghetti chart è inoltre utile per notare possibili punti nevralgici e colli di bottiglia (Chiarini, 2013): nelle zone del grafico in cui percorsi appartenenti a soggetti diversi si sovrappongono è più probabile che si verifichino problemi di movimentazione o viabilità dovuti all'eccessivo traffico nella zona.

1.3.5 Altre tecniche lean

Una volta radicato il concetto della logica pull, è necessario che tutti quanti i processi vengano comandati dalla domanda finale, non soltanto l'ultimo di essi (quale il packaging o la consegna).

Oltre alle tecniche atte a regolare i flussi, ne esistono altre, matematiche, usate in genere a valle dei processi per massimizzare il valore ultimo del prodotto finito: il Total Quality Control è un famoso strumento di gestione e direzione della fase produttiva che consente di ottenere il massimo risultato in termini di qualità; il Six Sigma (Shreeranga Bhat, 2016), similmente, è un insieme di tecniche statistiche che può essere applicato anche per intervenire a metà di un processo produttivo e non solo a valle.

Infine tutte le guide applicative di lean production consigliano caldamente il visual management: una gestione a vista del processo consente all'analista/manager di comprendere più profondamente e soprattutto molto più velocemente le problematiche che stanno sorgendo o che potrebbero sorgere e ideare strategie risolutive con maggiore immediatezza. L'intervento risolutivo contro una problematica è infatti tempestivo se il controllore si trova già sul posto e si evita il rischio che chi prende decisioni non abbia il polso della situazione e prenda decisioni incongruenti o inapplicabili nella situazione contingente.

1.4 Il Ruolo del Magazzino

All'interno di un complesso aziendale il ruolo del magazzino è quello di conservare l'output in eccesso della produzione al fine di soddisfare la domanda con maggior prontezza con prodotto immediatamente disponibile, senza che lo stesso si deteriori durante la conservazione.

All'aumentare dei volumi gestiti e delle dimensioni del magazzino, la complessità ed i costi relativi al warehousing aumentano in proporzione. A prova di ciò, molte aziende lamentano che il magazzino rappresenta il maggiore tra i costi non a valore aggiunto che le stesse sono costrette a sostenere, fino al punto che varie imprese oggi affidano la gestione del proprio magazzino ad a terzi specializzati in questa attività: contemporaneamente, il mercato dei sistemi gestionali ha raggiunto dimensioni notevoli ed alcune aziende, come ad esempio SAP, sono riuscite a creare grandi business in questo campo. Tali sistemi informatici sono ormai indispensabili per qualunque impresa che gestisca un numero anche non elevato di scorte, sia che il magazzino abbia un sistema logistico manuale sia robotizzato.

Le principali attività di un magazzino, a prescindere del tipo di prodotto che viene trattato, sono:

- Gestione ingresso merci;
- Stoccaggio merci;

- Messa in uscita merci;
- Consegna (se il magazzino comprende anche il vettore).

Si noti bene che queste attività vanno eseguite sia dal punto di vista fisico che da quello burocratico: spesso la gestione di ordini, bolle di consegna e simili genera un carico lavorativo pari alla controparte fisica.

Fortunatamente le discipline di Tempi e Metodi hanno da tempo formalizzato ed ottimizzato le politiche di gestione di magazzino, fornendo indicazioni specifiche su come condurre le operazioni in maniera più efficiente (Porteus et al., 1986). Tecniche di gestione delle scorte quali L'Economic Order Quantity, simulatori quali ARENA o Vensim PLE, consentono all'analista di progettare un magazzino già di per sé ottimizzato, minimizzando gli sprechi già in fase di realizzazione.

Un'altra tecnica studiata è l'Inventory Hedging (Zhang et al., 2014): spesso le imprese, soprattutto per quelle i cui ingressi di merce sono imprevedibili, riservano dello spazio vuoto in magazzino per evitare problematiche nel caso in cui dovessero esservi entrate concentrate. Perseguendo questa pratica spesso lo spazio extra riservato è eccessivo e mai utilizzato, cosa che è in totale contrasto con la filosofia lean e genera costi a nessun valore aggiunto.

Un modello matematico sviluppato da Zhang et al., 2014, considera multiple aziende che si coordinano fra di loro con un costo di spazio di magazzino variabile. Le conclusioni che si traggono dal modello possono essere d'aiuto: con un corretto modello matematico che descrive i flussi di magazzino ed una stima degli ingressi sufficientemente accurata è possibile ottenere un valore corretto per lo spazio extra da riservare in magazzino, che non sia futilmente eccessivo, sprecato ed inutilizzato.

Nessuna di tali tecniche, tuttavia, assume un punto di vista differente: esse sono volte ad ottimizzare l'attuale politica di gestione di magazzino, ma cosa accadrebbe se tale politica adottasse essa stessa la filosofia lean?

1.5 Lean Warehousing

Secondo la filosofia lean, adottando un processo pull guidato dalla domanda del mercato e l'approccio Just In Time, non dovrebbe esservi necessità di mantenere un magazzino: esso non può dare valore aggiunto al prodotto poiché nello stoccaggio non vengono realizzate operazioni sullo stesso. Pertanto le operazioni di warehousing sono spesso bollate come da evitare del tutto cercando di programmare la produzione in modo tale che essa termini nel momento in cui la consegna del prodotto può avvenire.

Per una grande quantità di ragioni, tuttavia, questa è un'utopia per molte aziende che del magazzino non possono fare a meno: basti pensare a quelle imprese che si occupano di retailing, oppure quelle che non possono conoscere la domanda del cliente come i produttori di abbigliamento, oppure ancora quelle aziende che si interfacciano con clienti che non piazzano ordini in anticipo e non hanno il tempo di attendere i tempi di produzione come le aziende che si occupano di forniture in ambito ospedaliero.

Il magazzino rimane ancora pertanto una realtà fondamentale per la maggior parte delle imprese, una realtà spesso costosa e mal gestita. Esso merita pertanto un'analisi approfondita (Mustafa et al., 2013): l'idea da cui nasce il presente elaborato è che forse è possibile estendere con successo la filosofia lean anche alle operazioni di magazzino; tale area sembra oltretutto la prima da cui bisogna partire per estendere la filosofia lean a tutti le divisioni aziendali poiché proprio le operazioni di magazzino sono

quelle che avvengono immediatamente dopo le operazioni di produzione. È infatti vero che nella gran parte delle imprese che usano un magazzino, lo stoccaggio della merce prodotta avviene immediatamente dopo la produzione stessa.

Con il lean warehousing, come il nome stesso suggerisce, si approcciano criticamente gli attuali flussi di magazzino (Dotoli et al., 2013), studiandoli proprio come se si avesse a che fare con un impianto di produzione; tutte le attività vanno comprese e mappate per ottenere anche qui una VSM che possa aiutare l'analista ad individuare le operazioni non a valore aggiunto. Si noti che, data l'assenza di azioni che modificano il prodotto, qui non si cerca di estrapolare operazioni a valore aggiunto in senso stretto: l'obiettivo di questo tipo di analisi è quello di identificare tutti i passaggi non strettamente necessari allo scopo del magazzino stesso, cioè il preservare il prodotto e il mantenerlo disponibile.

L'applicazione dei principi lean dovrebbe pertanto consentire di eliminare tutti gli sprechi esistenti nelle routines attuali, snellendo appunto tutto il processo e creandone uno nuovo che andrà poi valutato con gli stessi strumenti. Tuttavia, la messa in pratica di suddetti principi implica, così come lo implica per la produzione, pesanti cambiamenti di routine. È quindi interessante studiare, prima di iniziare l'analisi vera e propria, esempi di tentativi passati di applicazione di lean warehousing, nonché tecniche di messa in pratica dello stesso.

1.5.1 Lean Warehousing nella Letteratura

Sebbene il lean warehousing sia una disciplina emergente, esistono già nella letteratura tentativi di analizzare o implementare la filosofia lean nelle operazioni di immagazzinaggio.

Un primo tentativo viene effettuato da Sharma e Shah (2015) i quali propongono una metodologia che combina il Real time Delphi (RTD) ed il analytic network process (ANP) per favorire un'implementazione mirata del lean warehousing. L'RTD viene condotto sotto forma di questionario online con esperti interni ed esterni, designando criteri di valutazione ed obiettivi da prefissarsi nell'applicazione del lean warehousing. L'ANP viene successivamente utilizzato come strumento più raffinato per la quantificazione più precisa e la validazione dei risultati ottenuti con l'RTD. Tale esempio guidato può aiutare l'analista nei primi passi dello studio di un magazzino reale: gli autori infatti applicano poi il proprio framework ad un'azienda esistente. Individuate le principali criticità all'interno dell'impresa, con i mezzi tipici del caso (es. diagramma di pareto, spina di pesce, spaghetti chart), è stato possibile risalire alle loro cause. Con l'RTD e l'ANP si riescono finalmente a mettere in evidenza tutte le problematiche che non rendono la gestione di magazzino lean. Gli strumenti sopracitati si rendono particolarmente utili in quanto consentono non solo di individuare le problematiche ma anche di comprenderne eventuali correlazioni e soprattutto di dare loro un peso in base ai danni che generano.

Si è anche dimostrato che l'applicazione di RTD e ANP insieme, iterata, è più efficace e funzionale dell'applicazione di uno solo dei due metodi. L'uso combinato di opinioni di esperti ed impiegati si dimostra più adatto rispetto a quello dei soli esperti come da puro metodo Delphi (Sharma et Shah, 2015).

Un approccio diverso, ma con lo stesso scopo analitico, viene seguito da Dotoli et al. (2013): in questo caso il magazzino studiato è già esistente ma, come nel caso di questo elaborato, non conduce le proprie operazioni seguendo i principi della lean production. Nello specifico l'obiettivo degli autori è il reengineering di un magazzino di produzione di un'impresa italiana con tecniche derivate direttamente dal lean manufacturing. Le ragioni per le quali gli autori reputano l'argomento di interesse sono le stesse dell'elaborato presente: l'odierna ipercompetitività rende fondamentale per le

imprese fornire un prodotto a massimo valore aggiunto e, di conseguenza, evitare le bad practices logistiche che incrementano i costi.

L'approccio seguito è simile a quello che verrà utilizzato in questo elaborato: la logistica interna all'azienda viene prima descritta con l'Unified Modeling Language (UML) e poi vengono applicati iterativamente gli strumenti di VSM e delle 5s per individuare ed eliminare gli sprechi. Una volta osservato infatti il processo viene disegnata una VSM as-is, sulla quale, con approccio qualitativo, gli autori identificano i processi a valore aggiunto e quelli superflui. Viene quindi disegnata una mappa del sistema nel futuro, cioè come ci si aspetta che esso funzionerà una volta che le attività non a valore aggiunto saranno state eliminate: il sistema viene quindi aggiornato implementando i nuovi flussi, se gli stessi vengono reputati accettabili su carta.

Invece di dettagliare le anomalie con la matrice delle 5w, gli autori scelgono un'altra interessante tecnica: utilizzano una matrice che descrive quale problema è causa di quale inefficienza e quanto. Interessante spunto di questo articolo si trae dal fatto che gli autori indagano anche le correlazioni esistenti tra i vari sprechi, al fine di meglio comprendere quali di essi si rinforzino a vicenda (o siano causa l'uno dell'altro). Gli autori si occupano anche di calcolare un vettore priorità per stabilire quale dei difetti abbia conseguenze più severe sull'intero flusso aziendale e quindi capire dove bisogna intervenire con più urgenza.

I risultati mostrano che la maggior parte delle problematiche derivano da mancanza di pratiche standardizzate e informatizzazione delle procedure burocratiche. Oltre a cambiamenti di routines, la principale soluzione proposta è un sistema informatico integrato di gestione dell'inventario che consente all'impresa di tenere sotto controllo le proprie giacenze e le proprie movimentazioni, gestendo contemporaneamente con molta più facilità gli ordini in ingresso ed in uscita (Dotoli et al., 2013).

Proposte ed applicate le soluzioni, gli autori ridisegnano il nuovo magazzino con una nuova VSM, mostrando i risparmi ottenuti in termini di tempo impiegato per le operazioni e superficie/volume occupati all'interno dell'area di stoccaggio. Per un analista che dovesse approcciare non la progettazione di un nuovo magazzino ma l'ottimizzazione di uno già esistente, questo secondo approccio si rivela più adeguato in quanto il caso studio originale è più attinente con il problema reale dell'analista.

La letteratura, infine, propone anche metodi per valutare quanto il lavoro dell'analista sia stato efficace e quanto ancora vi sia bisogno di ottimizzare: studiando infatti il lavoro di Buonamico et al. (2017), è possibile ottenere una serie di indicatori matematici (qualitativi e quantitativi) che aiutano a comprendere meglio la qualità dell'operato di un magazzino.

Il loro obiettivo è quello di fornire metodi ed indicatori per misurare le leanness di un magazzino al fine di conoscere quanto un dato magazzino abbia bisogno dell'implementazione del lean warehousing, stabilire gli obiettivi di una eventuale implementazione della filosofia lean e monitorare l'implementazione stessa. Tali indicatori mancano nella letteratura odierna poiché il lean warehousing è un campo nuovo. Gli indicatori classici, usati precedentemente per la lean production, non si adeguano bene alla misura delle operazioni di magazzino ed è pertanto necessario trovarne di nuovi (Buonamico et al., 2017).

L'idea è quella di valutare la leanness del magazzino con l'indicatore percentuale "warehouse global leanness WGL" che viene calcolato come media aritmetica dei sette maggiori indicatori di un'efficace applicazione del lean warehousing: Just in time, waste elimination, perfection zero defects and quality, lean tools application, cross functional teams and improvement, continuous improvement,

supplier management. Ognuno di questi sette è a sua volta calcolato come media aritmetica di quelli che gli autori reputano essere i suoi principali indicatori di successo. Seguendo questo processo a cascata, vanno stimati, diciannove sotto indicatori.

Viene successivamente applicato il metodo di misurazione presso un'azienda nella quale stava per essere introdotto la filosofia lean, e l'indicatore WGL viene misurato nel corso del tempo con cadenza quadrimestrale: si nota come gli indicatori di performance mostrino una crescita sostenuta nel tempo, crescita che accompagna ovviamente un incremento del WGL e delle performance dell'azienda.

1.6 Un Framework Proposto per il Lean Warehousing

L'articolo proposto è la base sulla quale viene dato il via al presente lavoro di tesi (Mustafa et al., 2013). Gli autori effettuano un'indagine su un argomento che può essere considerato sia nuovo che un ampliamento di ricerche precedenti: le potenziali conseguenze della traslazione della filosofia lean dall'ambito della produzione a quello dello stoccaggio. La filosofia lean, che come già spiegato si pone l'obiettivo dello snellimento delle operazioni in termini di tempo, risorse e denaro, benché nata esattamente come "Lean Production" contiene elementi concettuali che gli autori hanno ritenuto validi, teoricamente e praticamente, per altre operazioni tipiche delle imprese, come ad esempio il warehousing.

1.6.1 Scopo del Framework

L'oggetto principale della filosofia lean è l'eliminazione delle operazioni non a valore aggiunto: tutte le operazioni di questo tipo comportano costi che erodono i profitti senza fornire alcun vantaggio competitivo traslabile in premium prices, qualità maggiore o risparmi in altre operazioni future. Questo è valido a prescindere dall'ambito aziendale in questione: un'operazione non a valore aggiunto crea inefficienza dovunque la si metta in pratica, sia essa in produzione, in amministrazione o in magazzino. Conseguenzialmente, seguendo i dettami della lean production, opportunamente riadattati come lean warehousing, secondo gli autori è possibile intervenire anche nelle operazioni di stoccaggio ottimizzandole.

L'articolo non si limita tuttavia ad introdurre l'argomento e le relative potenzialità, offre bensì un pattern che guida il lettore nella messa in pratica delle tecniche lean. Gli autori suggeriscono di cominciare individuando quali operazioni danno valore aggiunto e quali no, stando bene attenti a fare questa distinzione adottando il punto di vista del cliente, spesso molto diverso da quello dell'impresa stessa: bisogna cioè individuare ciò che produce valore aggiunto per il cliente, poiché spesso chi esegue una serie di operazioni reputa che esse siano tutte indistintamente indispensabili per il cliente. Per effettuare tale distinzione gli autori propongono un preciso framework che verrà introdotto più avanti. Bisogna poi stendere una value stream map del prodotto che consenta di visualizzare le attività del processo di distribuzione, per poter meglio identificare ed isolare il valore aggiunto che esse conferiscono, se ne conferiscono, al cliente finale. La VSM aiuta anche l'analista ad identificare criticità, colli di bottiglia, ridondanze, ed in generale tutte le tipiche inefficienze di sistema che ostacolano i flussi di materiale o di informazione. Viene inoltre caldamente suggerita l'adozione di un approccio pull che faccia sì che sia la domanda del cliente a guidare l'intera supply chain: questo è uno dei concetti base del Just in Time, tecnica che si adatta perfettamente all'ottimizzazione dei flussi di magazzino, che troppo spesso soffrono l'eccessiva o l'insufficiente giacenza.

1.6.2 Primo Step: Flussi di Magazzino e Current VSM

Il framework proposto nell'articolo ha lo scopo di identificare le inefficienze delle operazioni di magazzino, discernere le cause delle stesse e individuare e proporre, con l'aiuto del lean approach, soluzioni volte a mitigare o eliminare del tutto sprechi e inefficienze. Il primo passo da seguire consiste nel diagrammare i flussi di magazzino, distinguendo quelli fisici da quelli informativi: usando dei diagrammi di flusso come quello sottostante è possibile avere una visione chiara di tutte le operazioni che descrivono il sistema che l'analista sta studiando e sulle quali sarà necessario intervenire. L'output di questa fase comprende anche una suddivisione in macro fasi dell'intero flusso di magazzino, suddivisione che sarà successivamente necessaria per collocare temporalmente e logicamente le inefficienze.

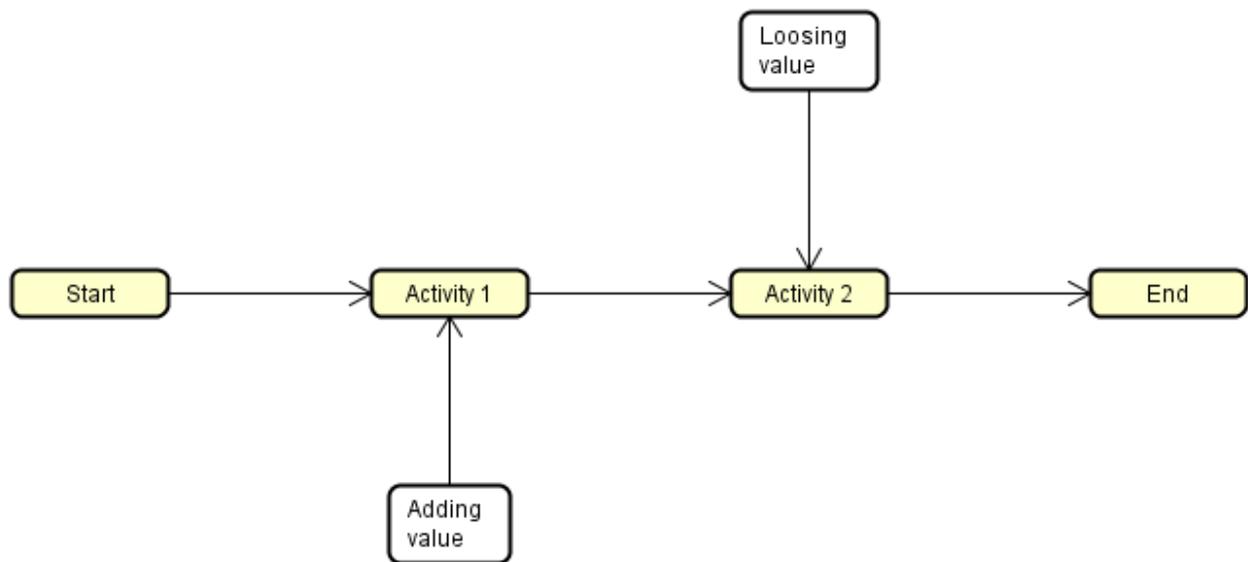


Figura 1.6 Diagramma di Flusso as is

A questo punto, è possibile stendere una value stream map, di cui un esempio generico si può trovare nella figura sottostante, specifica per l'azienda in questione, cioè per il suo prodotto (o i suoi prodotti) principale per il quale vengono poste in essere la maggior parte delle operazioni di magazzino. Su tale mappa è possibile indentificare le operazioni a valore aggiunto e quelle superflue, avere maggior contezza dei flussi stessi e di come gli stessi siano in grado di generare revenues (o costi) per

l'azienda.

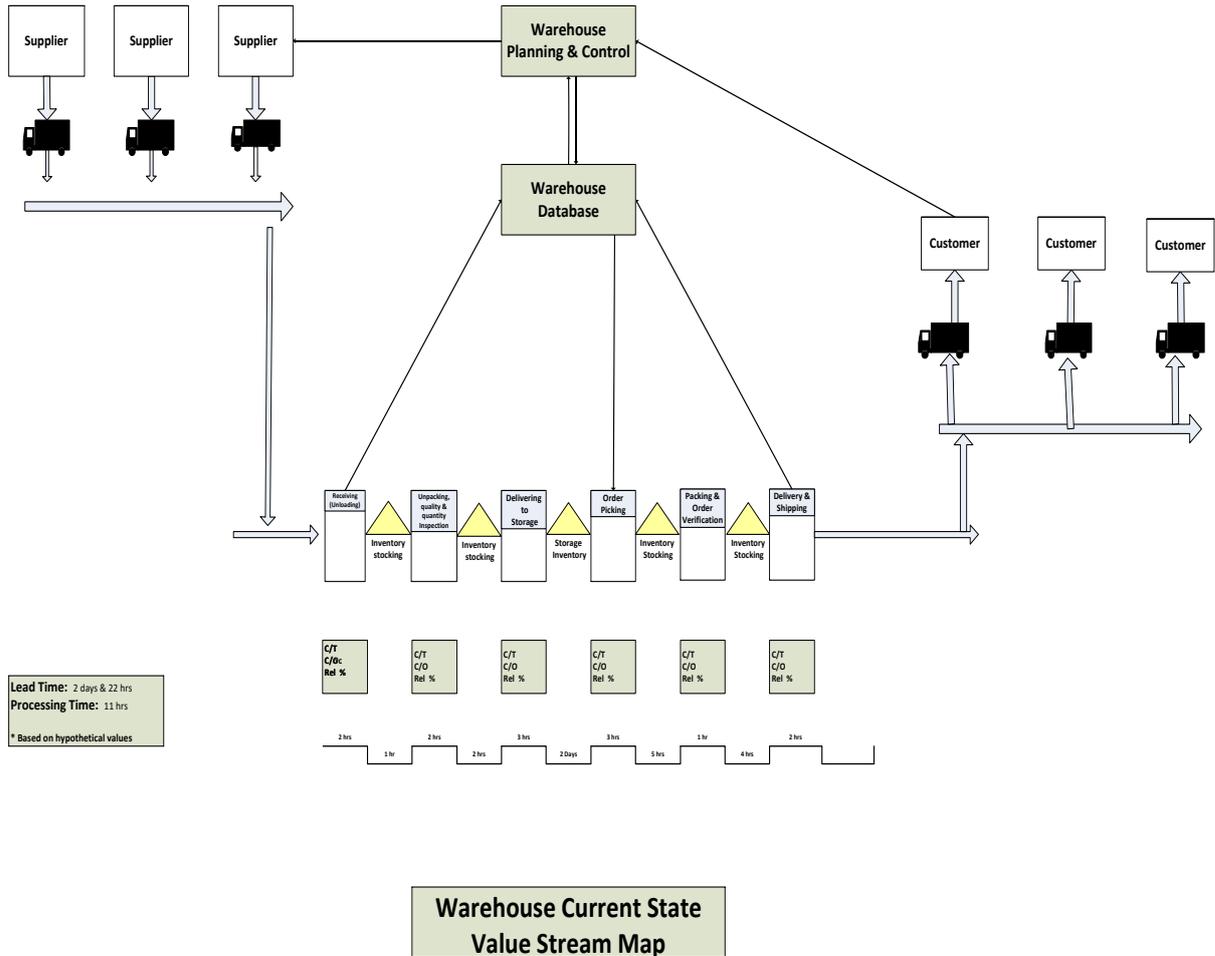


Figura 1.7 Esempio di VSM as is (Fonte: Mustafa et al., 2013)

1.6.3 Secondo Step: 5w

Il passo successivo consiste nell'identificare, con ogni mezzo possibile, compreso l'aiuto dei diagrammi di flusso, gli sprechi, propriamente detti "muda", caratterizzanti le operazioni stesse. Per far ciò il framework suggerisce di partire dalle macro fasi identificate nel passaggio precedente e, in ognuna di esse, visualizzare i 7 muda (esempio del framework in figura 2.7) individuati in passato dagli esperti di lean production: transport, inventory, motion, waiting, defects, over processing e over production. L'ultimo non viene analizzato in quanto non caratterizzante le operazioni di magazzino. Si noti come in un'analisi di magazzino si verificano esattamente lo stesso tipo di problematiche della produzione e come la filosofia lean intervenga in favore dell'analista allo stesso modo.

n° Operation	Waste	What	When	Where	Why	Who
Operation 1	Transport					
	Inventory					
	Motion					
	Waiting					
	Defects					
	Over Processing					
Operation 2	Transport					
	Inventory					
	Motion					
	Waiting					
	Defects					
	Over Processing					
Operation n	Transport					
	Inventory					
	Motion					
	Waiting					
	Defects					
	Over Processing					

Figura 1.8 Framework per tecnica 5w

Identificati i muda, è necessario meglio descrivere ognuno di essi rispondendo alle 5W (what, when, where, why, who): dove il problema si verifica, perché, di chi è la responsabilità, ecc... Questo passaggio, svolto come esempio nella figura seguente, è necessario per l'analista poiché dà allo stesso una più profonda conoscenza del problema stesso e lo aiuta istintivamente a capire dove è possibile agire per eliminare l'inefficienza. Compilando infatti la matrice che lega i muda alle 5w il quadro delle problematiche è infatti molto più chiaro.

Operation	7 Wastes (Muda)	5 Ws Analysis				
		What	When	Where	Why	Who
Receiving (Unloading, unpacking, sorting)	Transport	Longer turnaround time for vehicles/trucks	At the end of receiving/unloading operation	Warehouse dock yard	Poor yard control Not optimized strategy for unloading the vehicles	
	Inventory	Bottlenecks in goods flow / unnecessary stocking	During Receiving / unloading process	In receiving / unloading area In area between receiving and storage	Poor layout planning In adequate working methods Poor line balancing	
	Motion	Walking around by the warehouse staff to search and find the equipment and tools used in receiving process. Walking around by workers to find empty spaces for putting unloaded items	During and at the start of receiving process.	In receiving / unloading area	Lack of straitening (setting in order) principal in tools placement Bottlenecks in material flow Oversized inventory in receiving area Poor information	
	Waiting	Long waiting by vehicles before start of unloading process	on arrival at warehouse	In or outside the dock area	Preoccupied dock positions Poor scheduling Poor dockyard control Earlier or delayed arrivals of vehicles	Planning and scheduling department
	Defects	Placement of goods in wrong order and place after receiving	During receiving/unloading process	In receiving/unloading area	Poor record keeping Wrong information	worker
		Items received but not appearing in data base	When items are in between receiving and storing process	During material handling process	Delayed entry method	
	Over Processing	Unnecessary repeated checks for products quantity and quality assurance	During sorting and quality assurance process	In receiving area	Information error Human error	
Over Production	Not Applied					

Figura 1.9 Esempio di applicazione tecnica 5w (Fonte: Mustafa et al., 2013)

1.6.4 Terzo Step: 5s

Successivamente, il framework prevede che ognuno dei muda identificati venga nuovamente scomposto secondo i lean tools: tra le varie tecniche disponibili, la scelta degli autori ricade su quella delle 5s (sorting, straitening, shining, standardizing and sustaining) in quanto, grazie alla sua struttura generica (figura 2.9 e 2.10), essa risulta un mezzo consono all'applicazione degli strumenti lean, si presta a fornire soluzioni ad ampio spettro per ogni tipo di problematica. Ogni tipo di muda viene infatti studiato sotto la luce di tutte le S, ognuna delle quali "propone" soluzioni diverse.

n° Operation	Waste description	Sorting	Straitening	Shining	Standardizing	Sustaining
Operation 1	Transport type waste					
	Inventory type waste					
	Motion type waste					
	Waiting type waste					
	Defects type waste					
	Over Processing type waste					
Operation 2	Transport type waste					
	Inventory type waste					
	Motion type waste					
	Waiting type waste					
	Defects type waste					
	Over Processing type waste					
Operation n	Transport type waste					
	Inventory type waste					
	Motion type waste					
	Waiting type waste					
	Defects type waste					
	Over Processing type waste					

Figura 1.10 Framework per tecnica 5s

Operation	7 Wastes (Muda)	Description Of Waste	5 S Applications				
			Sorting (Seiri)	Straitening (Seiton)	Shining (Seiso)	Standardizing (Seiketsu)	Sustaining (Shitsuke)
Receiving (Unloading, unpacking, sorting)	Transport	Longer turnaround time for vehicles/trucks	Reduce unnecessary stay of vehicles in dockyard area Remove unnecessary equipment and material placed at receiving area	Assign place for each vehicle in dock yard area	Define and keep the paths for movement of vehicles clean and tidy	Standardize the practice	Continue following the procedures and make periodic checks/ audits
	Inventory	Bottlenecks in goods flow / unnecessary stocking	Remove unnecessary stocking on way between receiving and storage	Move the goods to next phase at the earliest Apply line balancing techniques the reduce bottlenecks	Keep the working and transit area clean and tidy	Standardize procedures for inventory flow from receiving to storage area	Continue following the sequence of operation
	Motion	Walking around by the warehouse staff to search and find the equipment and	Remove all the tools and equipment from the working area at the end of their use Create empty space	Put all the tools and equipment in designated places and mark it accordingly	Keep all the tools and equipment clean and maintained Keep the	Develop corrective and preventive maintenance procedures for tools and equipment and standardize according to	Continue following maintenance and work place cleaning standards

Figura 1.11 Esempio di applicazione tecnica 5s (Fonte: Mustafa et al., 2013)

1.6.5 Quarto Step: Quantificazione Miglioramenti e VSM to be

Identificate le soluzioni agli sprechi che sembrano più appropriate, sarà possibile implementarle o simularne l'implementazione: sul nuovo sistema (rappresentazione schematizzata in figura 2.11), migliorato e perfezionato, si stende una nuova Value Stream Map (figura 2.12) che consentirà di confrontare le performance pre-applicazione del lean warehousing con le performance post implementazione, rendendo possibile valutare e quantificare i risparmi ottenuti. La nuova value

stream map comparativa è uno strumento fondamentale per quantificare l'entità dei miglioramenti che l'analista propone, valutarne cioè in costi ed i risparmi relativamente alla situazione attuale e deve essere stesa, ovviamente, prima dell'implementazione del lean warehousing.

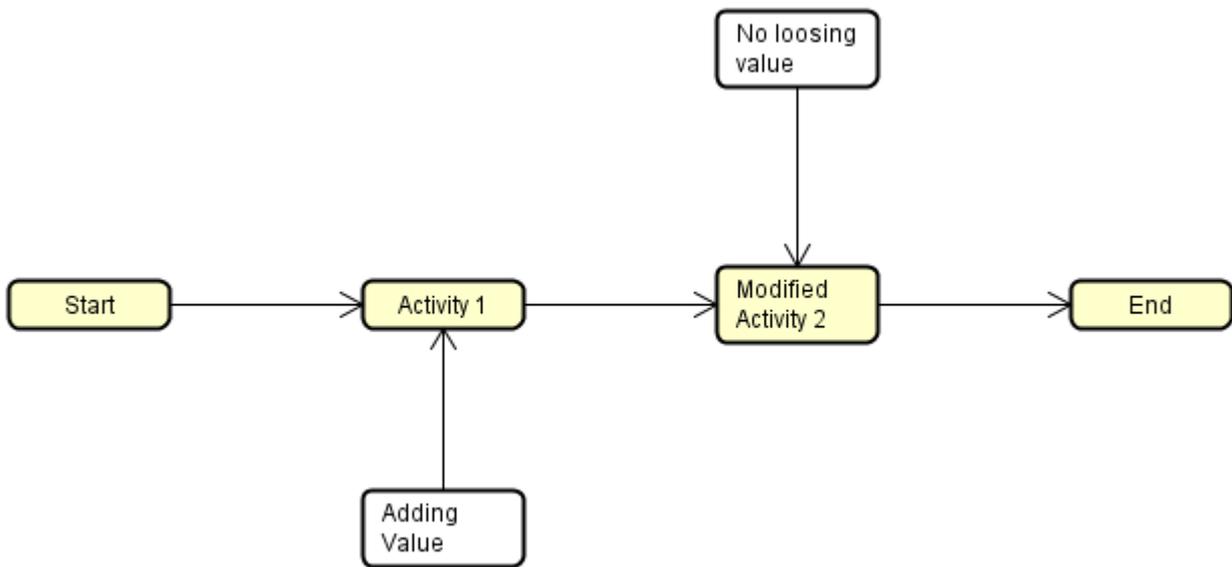


Figura 1.12 Diagramma di Flusso to be

In conclusione, l'articolo fornisce un utile strumento per ridurre gli sprechi ed ottimizzare le operazioni di warehousing, fase presente in quasi tutti i tipi di attività, troppo spesso sottovalutata poiché reputata una semplice fase necessaria ma di passaggio che, in quanto tale, non è in grado di aggiungere o togliere valore al prodotto finito. Il framework suggerito dagli autori è di indubbia utilità per gli analisti che si occupano di ottimizzare i flussi esistenti ma esso può essere agevolmente applicato anche e soprattutto in fase di progettazione, quando i flussi principali di un'impresa sono stati già definiti ed è possibile di conseguenza sapere univocamente quali saranno gli input e gli output del magazzino che sta venendo progettato. In questo secondo caso il modello può infatti produrre varie VSMs to be che possono essere comparate per arrivare ad ottenere il progetto di un flusso che sia già di per sé ottimizzato.

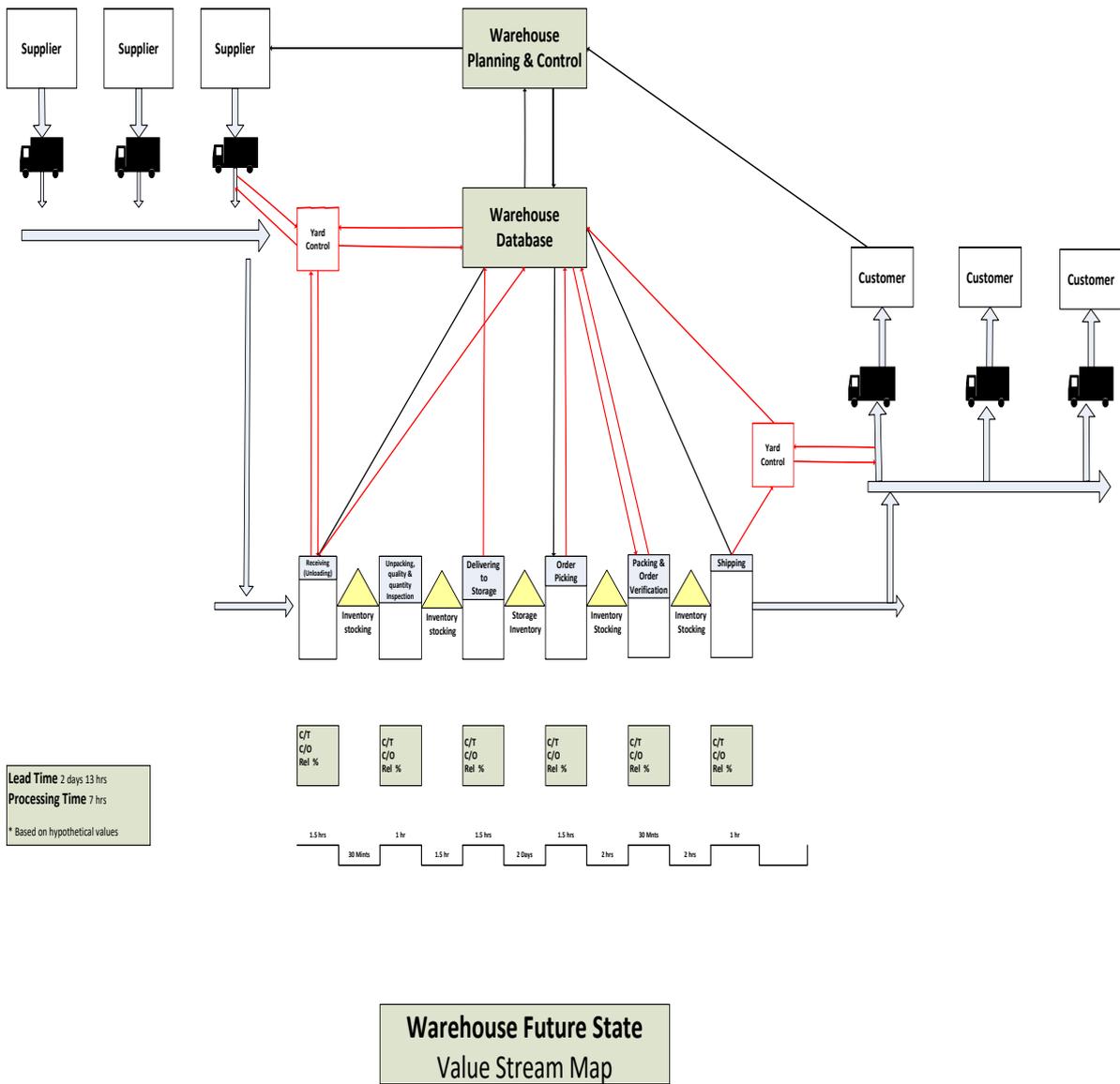


Figura 1.13 Esempio di VSM to be (Fonte: Mustafa et al., 2013)

2 Descrizione dell'Azienda

Questo capitolo fornisce una descrizione dell'azienda, sia storica che fisica. Ciò è necessario per far sì che il lettore sia in grado di visualizzare dove un muda avviene, in che parte del ciclo lavorativo, e come una proposta migliorativa possa davvero essere tale: senza la conoscenza degli ambienti aziendali e dei relativi cicli sarebbe infatti impossibile comprendere l'applicazione degli strumenti lean successivi.

Il capitolo inizia, come già accennato, con una breve descrizione storico-economica dell'azienda, da informazioni circa la fondazione, le dimensioni, i prodotti principali e l'attività odierna.

Esso prosegue poi con un ampliamento più dettagliato sul layout di magazzino: la descrizione dello stesso è più dettagliata e presentata con le relative piante. Tutto ciò è conveniente se non addirittura necessario per lo scopo dell'elaborato in quanto proprio sul magazzino sono concentrate le analisi più importanti.

2.1 Storia dell'Azienda

Costituita agli inizi degli anni '70, la Tecnobox ha posto la sua attenzione alle normative riguardanti il confezionamento alimentare e nel rispetto delle stesse ha prodotto e distribuito contenitori, articoli cartotecnici, pellicole e macchine.

La certificazione di Qualità ISO 9001 e la certificazione Ambientale ISO 14001 sono le basi per garantire ai ns. clienti che gli articoli da noi prodotti e distribuiti possono essere il giusto prosieguo della Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) conseguita da ogni punto vendita e produzione alimentare.



Figura 2.1 Prodotto in cartone (Fonte: <http://tecnobox.net>)

La ricerca di materie prime certificate, l'analisi chimica dei prodotti finiti a prova dell'effettiva idoneità alimentare, la collaborazione con aziende leader in Italia nel settore del confezionamento

permettono alla Tecnobox di essere il partner ideale sia per un packaging all'avanguardia con i tempi sia per un confezionamento che offra la massima garanzia alla propria clientela.

La Tecnobox opera su un'area di circa 20.000 mq nei suoi tre stabilimenti, progetta contenitori e scatole secondo le esigenze dei propri clienti e con il proprio ufficio grafico si occupa della realizzazione di loghi e bozzetti grafici legati alla personalizzazione dei prodotti. La produzione dei contenitori in polistirolo espanso è realizzata presso lo stabilimento di Palermo UNIVERSAL IMBALLAGGI in cui sono installati due estrusori, quattro termoformatrici ed un laminatoio.



Figura 2.2 Prodotto in plastica (Fonte: <http://www.tecnobox.net>)

Presso gli stabilimenti di Carini avviene la stampa delle coppette e bicchieri con due macchine per stampa offset su superfici tronco-coniche, una a cinque colori e una a tre colori; due macchine tampografiche 4 colori, una 3 colori, una 2 colori, due ad 1 colore per la stampa su superfici piane quali scatole, contenitori gelato e vaschette OPS o PET; cinque presse per la stampa a caldo su contenitori in cartone e stampe a rilievo in oro.

Particolare attenzione è posta nella produzione di contenitori da forno in cartoncino con supporti altamente specifici provenienti dalla Svezia e resistenti sino a 200°. Anche le scatole, gli astucci, i sottosalmoni sono curati con la medesima cura ed attenzione, verificando la qualità ed igienicità dei supporti provenienti esclusivamente da primarie aziende italiane.



Figura 2.3 Prodotto in polistirolo (Fonte: <http://www.tecnobox.net>)

Tecnobox è un'azienda ecosostenibile in quanto con i propri impianti fotovoltaici posti sui tetti dei capannoni garantiscono la completa autosufficienza energetica degli stabilimenti, con zero impatto ambientale e considerevole.



Figura 2.4 Immagine dell'azienda (Fonte: <http://www.tecnobox.net>)

2.2 Tecnobox s.r.l.

Tecnobox s.r.l. è un'azienda di medie dimensioni presso la quale lavorano 35 dipendenti che si occupa di commercializzazione di packaging alimentare con sede a Carini (PA). L'impresa possiede un magazzino con adiacente area di carico/scarico merci, un reparto produzione, uffici per l'amministrazione e la contabilità. L'azienda fattura circa 11 milioni di € (dato risalente al 2016).

L'attività tipica dell'azienda consiste nel vendere a diversi clienti in tutta Italia svariati tipi di confezionamento per alimenti. Tecnobox s.r.l. gestisce circa 2000 tipi di articoli diversi, alcuni con maggiore o minore intensità a seconda della stagione, e rivende sia a piccoli negozi che, soprattutto, alle grandi catene di supermercati, ipermercati, e centri commerciali.



Figura 2.5 Prodotto in carta (Fonte: <http://www.tecnobox.net>)

L'azienda è solita operare con una rete di aziende collegate: vettori, fornitori o clienti abituali sono diventati, col passare del tempo, partner di business dell'azienda. Se TecnoBox s.r.l. ha bisogno di un servizio in outsourcing, si affida spesso alla stessa controparte. Questa strategia consente all'azienda di ottenere suddetto servizio a prezzo scontato e soprattutto consente di poter contare sull'affidabilità del fornitore. Un semplice esempio può chiarificare meglio: TecnoBox s.r.l. si affida, per tutte le spedizioni in Sicilia, allo stesso vettore; dato che tale prassi avviene ormai da anni, i contratti con il vettore sono non solo convenienti, ma soprattutto consolidati e standardizzati. L'azienda conosce inoltre le necessità del vettore (come indicare in che punto il pacco va consegnato ad esempio) e viceversa, i tempi di consegna in zone urbane ed extraurbane, e, grazie a tutto ciò, è in grado di pianificare meglio le attività.

L'impresa possiede una rete di fornitori ed alcuni di essi sono aziende collegate oppure imprese con cui sono già stabiliti da tempo solidi contratti di fornitura. Tramite tali fornitori riceve spedizioni giornaliere al fine di mantenere la giacenza di magazzino desiderata. Una volta giunta presso l'impianto di Carini, la merce viene poi stoccata in attesa di essere utilizzata per evadere un ordine.

L'amministrazione gestisce gli ordini dei clienti e li inoltra al magazzino. Nel reparto produzione di TecnoBox s.r.l. vengono poste grafiche sul prodotto: se il cliente lo richiede è infatti possibile personalizzare il prodotto con grafiche recanti loghi o scritte del cliente (tale operazione viene spesso richiesta dai grandi supermercati). È anche presente un side business con un'azienda che produce detersivi in un impianto adiacente: TecnoBox s.r.l. produce flaconi in polietilene per detersivo tramite un macchinario di proprietà. Tali flaconi vengono prodotti in 3 diversi formati (lo stesso macchinario gestisce vari stampi) a seconda delle necessità del cliente e ad esso rivenduti.

All'inizio di ogni giorno lavorativo tutti gli ordini relativi alla giornata vengono trasmessi al magazzino, che si occupa di movimentare la merce che andrà spedita ai clienti dal magazzino stesso alla zona di carico/scarico merce. La regola utilizzata per il prelievo della merce da magazzino è il random picking con rintracciabilità del lotto: trattandosi infatti di materiale principalmente plastico e privo di data di scadenza, non è rilevante quale collo venga consegnato al cliente purché sia del giusto tipo. Ciò che è fondamentale è la tracciabilità di ogni fornitura poiché il prodotto viene messo a diretto contatto con alimenti: nel caso in cui un lotto presentasse un problema, deve essere possibile per il cliente rimuovere dalla vendita tutti i pezzi appartenenti.

Tecnobox s.r.l. è disintegrata verticalmente nel business dei trasporti: i trasferimenti di materiale e merce, di qualunque tipo, da e per l'impianto, sono subappaltati da un vettore esterno (anch'esso in rapporti da tempo con l'impresa con contratti di trasporto economici e consolidati).



Figura 2.6 Prodotto in alluminio (Fonte: <http://www.tecnobox.net>)

Il punto di forza di Tecnobox s.r.l. è costituito dal servizio: molti dei clienti dell'azienda, che in periodo di crisi erano passati a fornitori leggermente più economici, sono presto tornati sui loro passi. L'azienda offre infatti precisione nel servizio garantendo la qualità della merce, le ottime condizioni della stessa e, soprattutto, consegna entro le 24 – 48 ore dall'ordinazione in tutto il territorio Siciliano (a seconda della provincia), caratteristica fondamentale per il cliente che, quando ha bisogno di packaging per alimenti ne ha bisogno subito per non essere impossibilitato alla vendita e quindi obbligato alla perdita di profitto.

2.3 Descrizione del Layout di Magazzino

Essendo il retailing Business to Business con servizio di alta qualità la principale attività economica di Tecnobox S.r.l., l'azienda ha destinato la maggiore delle superfici dell'impianto ad area magazzino e, come precedentemente spiegato, un'ulteriore spazio esterno è stato adibito ad area di carico/scarico.

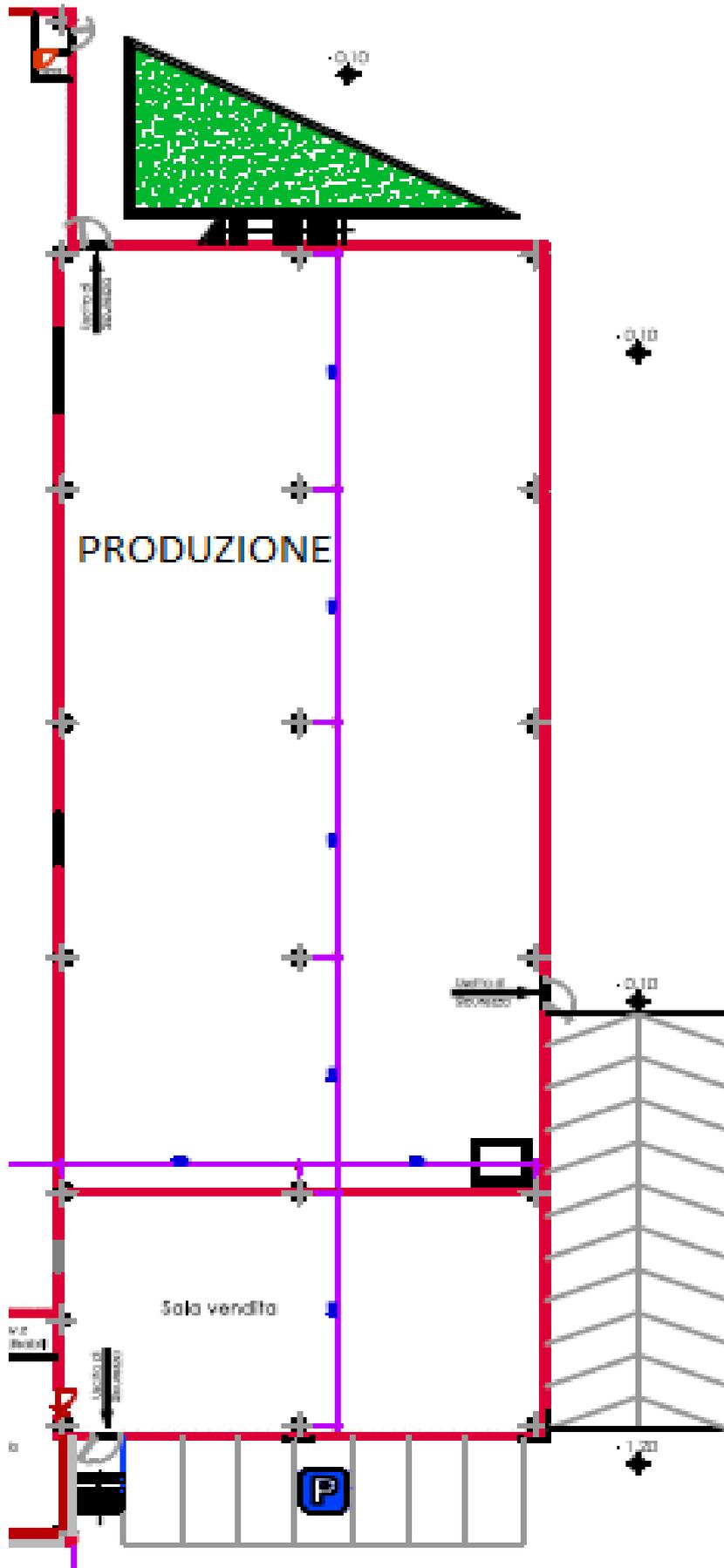


Figura 2.7 Layout dell'area di produzione

Vi è una zona in cui si esegue la produzione di flaconi di detersivo e grafiche personalizzate per imballaggi. Questa zona è direttamente adiacente al magazzino, ad esso connessa da un'unica entrata: poiché la percentuale di prodotto che viene personalizzato è bassa rispetto alle movimentazioni di magazzino, ed i flaconi per detersivo seguono un flusso diverso da quello degli altri prodotti, le movimentazioni dall'area di produzione al magazzino sono scarse e non richiedono ulteriori aperture né facilitazioni. I clienti che richiedono infatti la personalizzazione dell'imballaggio sono pochi (principalmente i grandi supermercati) e comunque, quando gli stessi effettuano un ordine, la personalizzazione non viene richiesta per tutti i pezzi facenti parte dell'ordine stesso. In secondo luogo, i flaconi di detersivo vengono prodotti per la vendita esclusiva ad una terza azienda, collegata a TecnoBox S.r.l., produttrice appunto di prodotti per la casa; di conseguenza, per i flaconi non si esegue la procedura di immagazzinamento: esiste solamente un buffer in area produzione da cui vengono effettuate spedizioni continuative presso il vicino impianto dell'azienda collegata.

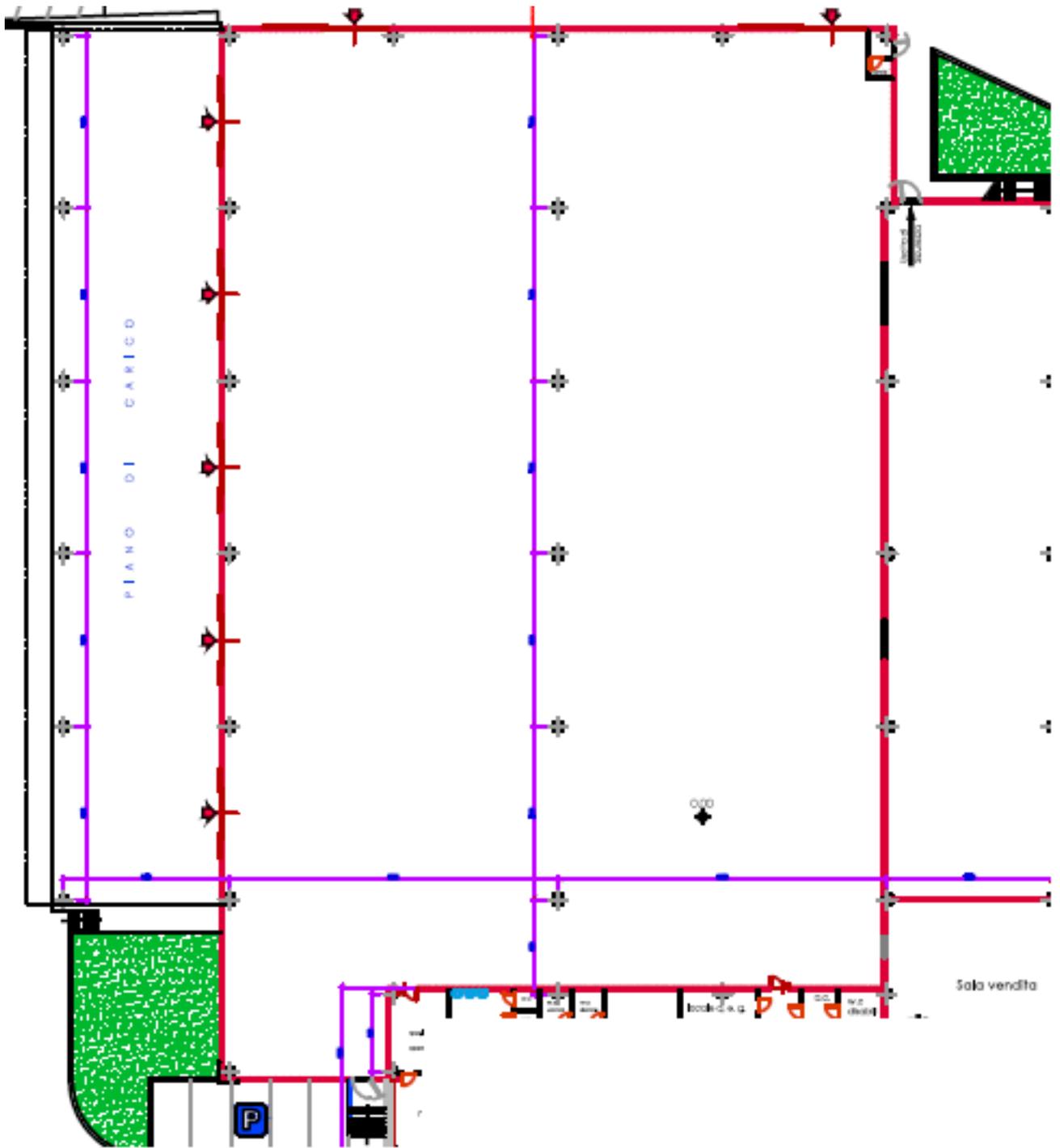


Figura 2.8 Layout del magazzino

Il magazzino è suddiviso in tre zone. La prima, la più grande è la più importante, occupa circa il 54% della superficie dell'intero magazzino ed è occupata da scaffalature di ferro a tre piani; su tali scaffalature viene stoccata la maggior parte della giacenza, in ogni colonna vi è un solo tipo di prodotto ed i colli sono immagazzinati direttamente su pallet, in quanto è necessario rendere "prendibili" i prodotti posti sui piani più alti con il muletto, operazione che non sarebbe possibile se i colli venissero riposti senza pedana. Su tali scaffalature, nel complesso, è possibile stoccare 1530 pedane. In quest'area avviene il maggior numero di movimentazioni collegate all'ingresso/uscita di prodotto dal magazzino.

La seconda area è adibita quasi esclusivamente allo stoccaggio di prodotti di tipo "Vassoio". I vassoi sono infatti uno dei prodotti che ruota di più all'interno del magazzino: gli stessi sono molto richiesti in quanto utilizzabili per la vendita di quasi qualsiasi tipo di alimento solido, dai dolci alla frutta, dagli ortaggi alla carne. Qui i vassoi vengono stoccati sia su pedana che non, per gli operatori di magazzino è utile potervi accedere con maggiore semplicità visto che quasi ogni ordine di un cliente richiede almeno un tipo di vassoio.

Nell'ultima area, di superficie decisamente inferiore alle altre due, viene temporaneamente depositato del prodotto che, come precedentemente accennato, prima di essere definitivamente stoccato o messo in uscita, deve subire delle modifiche manuali come ad esempio la ripezzatura o il rimballo in caso di imballaggio scorretto, mal etichettato o danneggiato. In questa zona vengono anche depositati gli strumenti degli operatori di magazzino ed i documenti e i registri cartacei di cui gli stessi necessitano per le operazioni giornaliere.

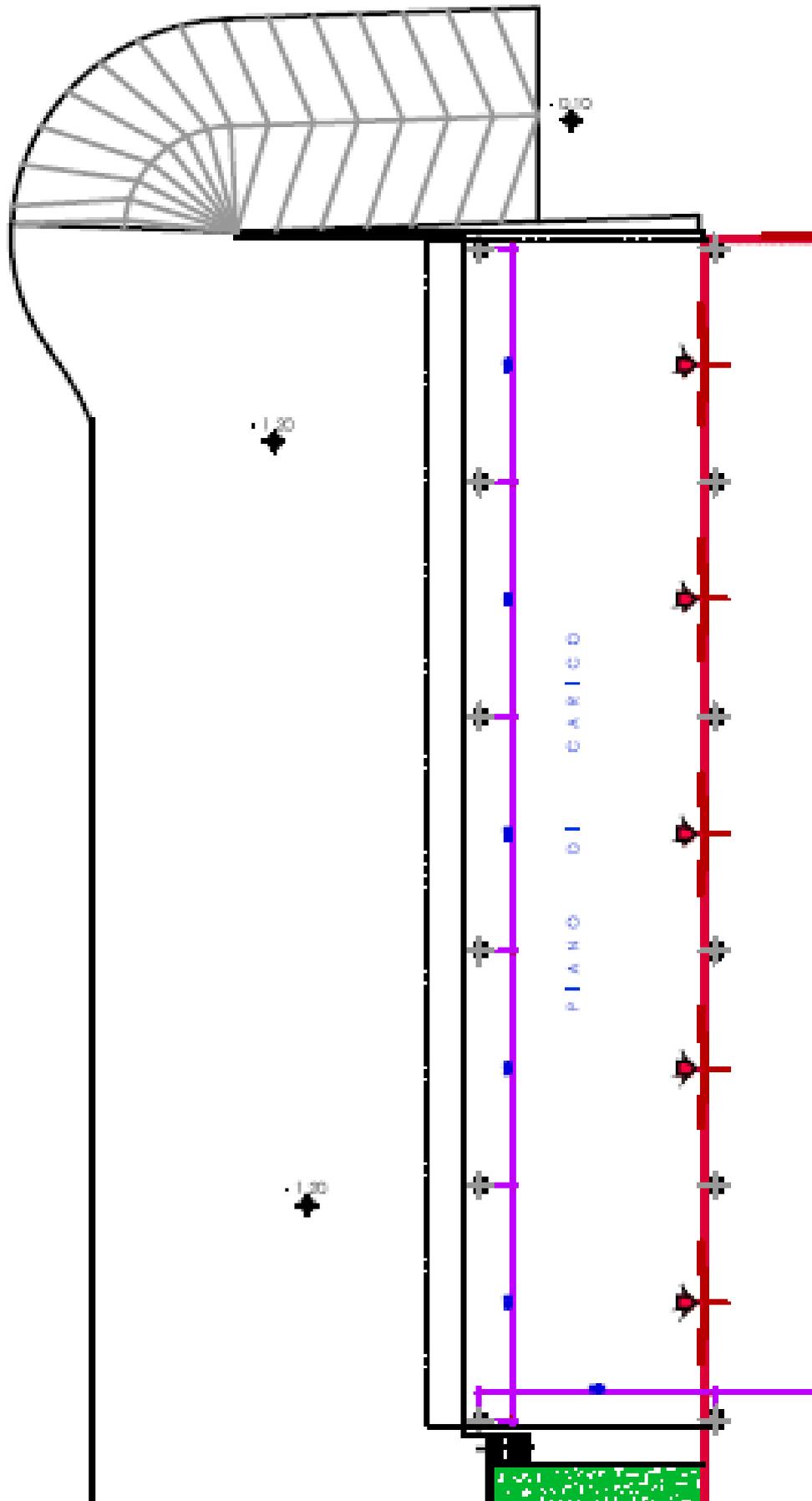


Figura 2.8 Layout dell'area di carico/scarico

L'area di carico/scarico di pianta rettangolare posta all'esterno degli edifici dell'azienda è sopraelevata di circa un metro dal suolo e presenta due sponde idrauliche sul lato lungo. Qui spesso stazionano alcuni dei muletti pronti all'uso per le operazioni di carico o di scarico. La zona è adiacente al magazzino, lungo il secondo lato lungo, ed è connessa allo stesso da cinque grandi aperture, due delle quali rimangono spesso chiuse poiché ostruite da merce in uscita: come verrà poi meglio spiegato, infatti, la merce che va messa in uscita viene preparata su pallet proprio in quest'area. L'area di carico/scarico è connessa, tramite le due sponde idrauliche, ad una più vasta zona esterna dalla quale i camion dei vettori sono in grado di entrare ed effettuare le manovre necessarie.

3 Descrizione dei Flussi Logistici di TecnoBox

Il capitolo presente è un approfondimento dettagliato sui flussi di magazzino. Partendo dalla divisione effettuata nell'articolo di Mustafa et al., 2013, in maniera simile i flussi di magazzino di TecnoBox S.r.l. vengono suddivisi per tipologia. Un'ulteriore divisione tra flussi in entrata e flussi in uscita è necessaria in quanto tutta la logica aziendale è divisa similmente. Questo capitolo presenta una descrizione di suddetti flussi addentrando nel dettaglio delle operazioni e delle modalità con cui le stesse vengono eseguite. Tale descrizione è fondamentale in quanto su di essa avviene il corpo principale del lavoro di analisi.

3.1 Flussi informativi in entrata:

Il magazzino di TecnoBox S.r.l. si riempie con una logica push ma si svuota con una logica pull.

3.1.1 Receiving

Come mostrato nell'appendice 1, la gestione degli ordini viene eseguita dall'amministrazione. Un operatore che usa il sistema gestionale è in grado di vedere la giacenza di magazzino attuale e piazzare gli ordini di conseguenza: infatti TecnoBox s.r.l. per ogni prodotto ed ogni periodo dell'anno ha una giacenza desiderata. L'operatore, conoscendo tale giacenza obiettivo e gli ordini in uscita può ottenere la disponibilità (cioè la differenza tra le due) e ripristinare le scorte necessarie. Tali ordini, tramite il sistema gestionale, vengono comunicati direttamente ai fornitori. Questi confermeranno la propria disponibilità ad evadere l'ordine nella quantità richiesta e poi indicheranno una data di consegna.

Vi è un altro modo in cui un ordine può essere piazzato: se durante la preparazione di un ordine in uscita un magazziniere si rende conto che la disponibilità non è sufficiente per evadere l'ordine stesso, effettua tale comunicazione urgente in amministrazione, ma questo processo sarà meglio spiegato nel prossimo punto.

Non vengono accettati camion con merce in ingresso dopo le 13.00 in quanto, da quell'ora in poi devono essere ultimate le attività di preparazione della merce in uscita. I fornitori sono in possesso di tale informazione e si comportano di conseguenza.

3.1.2 Intermediate Storage

Durante lo scarico gli operatori contano il numero di colli consegnati e, se tale numero differisce da quello in bolla o se il numero in bolla differisce da quello dell'ordine, faranno presente la difformità all'amministrazione dopo che lo scarico sarà stato completato: la merce viene accettata comunque anche se difforme nelle quantità.

3.1.3 Storage

Una volta che tutte le pedane di un ordine sono state stoccate, il magazziniere avverte l'amministrazione che può quindi aggiornare la giacenza e la disponibilità in accordo con le quantità in ingresso.

3.2 Flussi fisici in entrata

3.2.1 Receiving

Prima di effettuare la consegna il fornitore deve apporre su ogni collo una “etichetta descrittiva di prodotto” nella quale sono contenute informazioni specifiche sia sul prodotto che sul lotto, come spiegato dettagliatamente nell’appendice 2; ciò al fine di rendere ogni prodotto sempre tracciabile durante tutta la filiera. Fatto ciò il fornitore effettua la consegna con mezzi propri oppure sfruttando i contratti con il trasportatore storico di TecnoBox s.r.l..

Visto che i flussi in entrata sono dettati dalle scorte e quindi, indirettamente, dalla domanda, i magazzinieri non possono quantificare la quantità giornaliera di merci in entrata. Pertanto il loro carico di lavoro per quel che riguarda lo scarico di merci e l’immagazzinamento delle stesse è ignoto. Quando arriva un camion con merce in ingresso un operatore di TecnoBox s.r.l. controlla che la merce sia conforme (come tipo e non come quantità) a quella ordinata: se non lo è, l’ordine viene rigettato, se lo è il magazziniere compila il “Modulo merce ingresso”, una seconda etichetta da porre sulla merce che riassume i dati della bolla di consegna ed inizia lo scarico.

3.2.2 Intermediate Storage

L’area di carico/scarico merci di pianta rettangolare è dotata di due sponde idrauliche e condivide con il magazzino sette operatori, ognuno dei quali dotato di muletto (alcuni manuali altri elettrici). Nel caso in cui entrambe le sponde idrauliche sono occupate, il camion deve attendere che se ne liberi una. Quando possibile, il camion viene accostato ed agganciato alla sponda idraulica ed i magazzinieri (in genere non più di due per camion) iniziano lo scarico. Se la merce è già pallettizzata lo scarico è più breve, altrimenti gli operatori devono caricare manualmente su pedana il prodotto prima di poterlo portare all’esterno del camion. Terminato lo scarico, sul camion viene caricato un numero di penne vuote uguale a quello scaricato: TecnoBox s.r.l. non affitta pedane né le compra/vende nei trasporti con i propri fornitori. Tutte le pedane presenti presso l’impianto di Carini sono di proprietà dell’azienda; tramite questa tecnica TecnoBox s.r.l. evita di incorrere in tutte le problematiche e lungaggini derivanti dall’utilizzo di pedane non di proprietà come ad esempio resi, fatturazioni di pallet, perdite legate alla cessione degli stessi o mancanza di conformità negli ordini. Una volta rese le pedane al fornitore, il camion viene sganciato dalla sponda idraulica e può ripartire.

3.2.3 Storage

La merce scaricata va poi immagazzinata. Il magazzino, anch’esso di pianta rettangolare, è adiacente alla zona di carico/scarico e collegato ad essa da tre aperture: il magazzino deve essere chiudibile nelle ore notturne e deve proteggere il prodotto dalle intemperie pertanto non può essere tutt’uno con la zona di carico/scarico. Il magazzino è organizzato con scaffalature di tre piani l’una: i prodotti vengono stoccati con la logica del “tipo di prodotto” cioè ogni scaffalatura è destinata ad un tipo differente di prodotto, per esempio vassoi, buste di plastica o contenitori. Su ogni colonna di ogni scaffalatura, poi, i prodotti sono divisi per codice identificativo, codice che descrive univocamente il prodotto determinando genere, dimensione, materiale, colore, volume contenibile. Dato che gli ordini in ingresso presentano pedane omogenee nel prodotto (a differenza di quelli in uscita) è possibile mettere direttamente l’intera pedana nella relativa colonna. Esistono anche due aree del magazzino in cui le scaffalature sono assenti: nella prima vengono stoccati i vassoi che sono il prodotto che ruota di più ed è pertanto più comodo averlo sempre a portata di muletto e non di gru. La seconda è una

zona di stasi temporanea in cui vengono messi colli o pedane che devono essere maneggiati (aperti, rinumerati, modificati nel contenuto) prima dello stoccaggio.

3.3 Flussi informativi in uscita

3.3.1 Picking and Packing

Per ogni provincia della Sicilia vi sono due rappresentanti indipendenti di TecnoBox s.r.l. che fanno da intermediari con i clienti più “nuovi” e piazzano ordini per loro conto; i clienti che hanno invece rapporti più frequenti o da più tempo con l’azienda riescono ad essere autonomi con il sistema gestionale. In ogni caso tutti gli ordini arrivano all’amministrazione che deve occuparsi di controllare che dovrà verificare la disponibilità e dare conferma dell’ordine (appendice 3). Se l’ordine è evadibile allora l’amministrazione lo stampa e con esso stampa anche una “etichetta descrittiva dell’ordine” per ogni collo che fa parte dell’ordine: in tali etichette, che dovranno poi essere poste dai magazzinieri, sono riassunte importanti informazioni per il trasportatore.

3.3.2 Delivery

Tutti i trasporti in uscita destinati alla Sicilia sono gestiti da una società di trasporti che lavora da tempo con TecnoBox s.r.l. e pratica prezzi concorrenziali. Per i trasporti nel resto di Italia, TecnoBox s.r.l. si affida a vettori di maggiori dimensioni come TNT. Ogni volta che il carico di un camion termina e l’autista parte con la bolla di consegna, i magazzinieri che lo hanno caricato prendono nota del numero di pedane che sono uscite dal magazzino poiché il trasportatore dovrà poi riportarle indietro e renderle a TecnoBox s.r.l.. Ancora, i magazzinieri dovranno comunicare l’avvenuta evasione dell’ordine presso l’amministrazione che dovrà aggiornare la giacenza e la disponibilità.

3.4 Flussi fisici in uscita

3.4.1 Picking and Packing

Il flow chart relativo ai flussi operazionali in uscita è presente all’interno dell’appendice 4. Nel caso in cui il prodotto facesse parte della categoria “stampato”, esso segue un iter diverso: una volta ricevuto un ordine di un prodotto su cui vanno fatte delle personalizzazioni grafiche, l’amministrazione comunica alla produzione i dati dell’ordine, la produzione preleva il prodotto non ancora stampato dal magazzino ed inizia il processo industriale di personalizzazione. Una volta terminato tale processo, il prodotto torna in magazzino e viene stoccato in un’area apposita per il solo “stampato”.

Ogni mattina un magazziniere si reca presso l’amministrazione per portare in magazzino gli ordini della giornata; tale operazione viene ripetuta più volte poiché non è raro che un ordine relativo alla giornata lavorativa sia stato piazzato la giornata stessa, anche nella tarda mattina. I magazzinieri che non stanno eseguendo operazioni di scarico si occupano dell’evasione degli ordini: ognuno di loro carica su una pedana tutti i colli facenti parte di un singolo ordine, li etichetta tutti con le “etichette descrittive dell’ordine” e porta il pallet in area di carico scarico. La superficie disponibile è suddivisa per provincie, i pallet in uscita destinati ad una provincia saranno posizionati adiacenti nella zona relativa alla loro provincia di destinazione appunto. Tutta la merce deve essere preparata entro la mattina poiché nelle ore pomeridiane avviene la maggior parte delle operazioni di carico camion con merce in uscita, merce che deve essere ovviamente già pronta e pallettizzata.

3.4.2 Delivery

Quando un camion arriva presso l'impianto per essere caricato deve ancora una volta attendere nel caso in cui entrambe le sponde idrauliche sono occupate. Similmente allo scarico, il camion viene poi agganciato ad una sponda libera e caricato.

3.5 Criticità dei Flussi Attuali

Il modo di eseguire le operazioni usato finora presenta criticità, alcune di esse già individuabili senza l'ausilio degli strumenti lean.

I percorsi più ripetuti per la movimentazione della merce sono spesso ingombri, o dalla stessa merce o da altri carrelli elevatori a forche: gli operatori sono così costretti a muoversi con difficoltà e le operazioni che stanno eseguendo vengono rallentate. L'esatta posizione di ogni tipo di prodotto non è sempre nota a chi è incaricato di prelevarlo/depositarlo così che le lungaggini di ricerca prodotto sono inevitabili. Ancora, la stragrande maggioranza delle operazioni di magazzino non è informatizzata e si è spesso costretti a tenerne traccia cartacea.

Ovviamente, questo elenco non è esaustivo poiché non presenta tutte le criticità che possono essere trovate, né le suddivide per tipologia cosa che aiuterebbe l'analista a risolverle. Al fine di portare a termine un lavoro che sia il più possibile completo e soprattutto efficace, è dunque il caso di utilizzare appropriati strumenti analitici che non lascino nulla al caso.

L'applicazione di un framework costruito ad hoc trova pertanto giustificazione a questo punto dell'elaborato, in cui non si può fare a meno di ricorrere ad uno strumento più rigoroso ed efficace della semplice analisi visiva.

4 Applicazione del framework di Lean Warehousing

al caso di TecnoBox S.r.l.

Questo capitolo contiene il corpo principale del lavoro di analisi. In principio viene spiegata la metodologia con cui l'analisi stessa verrà condotta, per meglio guidare il lettore attraverso gli altri paragrafi.

Successivamente viene presentato il primo strumento del framework, i processi sono mappati in un'apposita VSM e lo spaghetti chart al fine di rendere più agevole la visualizzazione dei percorsi operazionali.

È finalmente possibile applicare la tecnica delle 5w ai dati raccolti finora e presentare tutte le tabelle contenenti le criticità, suddivise per area di impatto, tipologia e responsabilità. Le tabelle stesse sono accompagnate dalla descrizione più approfondita, criticità per criticità, di ciò che realmente avviene all'interno del magazzino.

Completato il passo precedente è dunque possibile utilizzare la tecnica delle 5s così come suggerito dal framework. Ancora una volta tutte le criticità vengono presentate, ma questa volta accompagnate da tutte le possibili soluzioni suggerite dal lean thinking.

Il capitolo si conclude con una panoramica dei risultati ottenibili dall'applicazione delle soluzioni proposte nonché con una VSM to be che meglio mostra il "nuovo" flusso di valore simulabile dopo l'ottimizzazione.

4.1 Metodologia

La contestualizzazione e la successiva applicazione ad un caso reale del framework proposto non possono prescindere dall'analisi preliminare del caso stesso, analisi volta a creare una più approfondita conoscenza dell'azienda in questione. Infatti, i presupposti necessari per compiere i primi passi suggeriti dagli autori sono che l'analista sia in grado di tracciare, in maniera sufficientemente approfondita, diagrammi di flusso che descrivano correttamente e precisamente operazioni e flussi di informazioni caratterizzanti il sistema da ottimizzare.

L'osservazione diretta è stata, ovviamente, il principale metodo per la raccolta di informazioni: le diverse giornate spese a diretto contatto con gli operatori di magazzino hanno consentito di osservare da vicino la routine del magazzino stesso; inoltre, dalla vista delle procedure proprie dell'azienda possono già sorgere dubbi riguardo l'efficienza di alcune pratiche, come ad esempio la logica di stoccaggio, l'inadeguata superficie della zona di carico scarico, la ripetizione dello scambio di informazioni sul prodotto o l'etichettatura di ogni collo. Ma, perseguendo un approccio analitico ci si assicura di non trascurare nessuno dei flussi e visualizzare, nella completezza delle sue cause, ogni inefficienza.

Oltre all'osservazione diretta, parlando con gli operatori di magazzino è possibile conoscere le procedure che vengono messe in pratica nelle situazioni particolari: non è infatti possibile decidere di osservare una situazione eccezionale, come la rottura di stock, l'arrivo di merce non pallettizzata, un errore nella fornitura o simili, poiché non è noto quando la stessa si verificherà. Così, chiedendo a chi queste situazioni le gestisce, si può arrivare a conoscere come, quanto spesso e perché gli

inconvenienti si verificano e quali procedure vengono messe in pratica per venire a capo della situazione.

Un terzo metodo per la raccolta di informazioni è stato quello di informarsi con chi decide le procedure, non le esegue: un punto di vista completamente diverso che aiuta a comprendere il perché di certe scelte, e consente di spiegare, ad esempio, la necessità di alcune pratiche, quali l'etichettatura dei colli, che a prima vista possono sembrare superflue. Questo punto di vista è anche più ampio in quanto riesce a collegare le mere operazioni di magazzino con il fine ultimo a cui esse sono destinate, la provenienza della merce, quando essa viene ordinata o spedita, in generale tutto il flusso completo del prodotto, non limitato al transito in magazzino.

Descritti i flussi con dettaglio sufficiente (Capitolo 3), è possibile guardare agli stessi con gli occhi della filosofia lean: ripensare i processi di magazzino guardando a ciò che aggiunge valore al prodotto distinguendolo da ciò che invece non da nulla, eliminando processi non necessari, ripetizioni o bad practices che possono comportare sprechi di tempo, denaro e risorse.

Per individuare i muda, le inefficienze ma anche tutte le operazioni superflue, le stesse persone che sono state d'aiuto per descrivere i flussi, sono nuovamente in grado di aiutare l'analista. Bisogna però prestare attenzione al fatto che, chi solitamente è immerso all'interno di una routine è in grado di osservare le inefficienze riguardanti il proprio lavoro giornaliero ma raramente ha la possibilità di notare:

- Inefficienze legate all'esistenza della routine stessa
- Inefficienze presenti al di fuori della routine ma che generano a cascata problemi sul proprio operato

È pertanto nuovamente fortemente consigliato lasciare che l'approccio analitico abbia l'ultima parola: nel documento presente l'aiuto dei diretti interessati è stato, come suddetto, il principale mezzo per creare un database sotto forma di elenco di tutti quelli che possono essere considerati muda. Il passo "5w" del framework è servito a due diversi scopi.

Il primo è stato quello di organizzare i muda trovati in cinque diverse tabelle, come successivamente sarà possibile vedere, ordinandoli e assegnandoli alla relativa fase del processo. Il secondo scopo è stato quello di trovare tutti gli sprechi che con i metodi precedenti non erano emersi, essendo il framework finalizzato a riosservare tutte le fasi del processo con occhio critico dal punto di vista di ognuno dei principali e più frequenti tipi di muda. Le tabelle stesse lasciano infatti intendere dove bisogna cercare: quando una cella è ancora bianca è infatti il caso che l'analista si chieda se veramente l'operazione X non è affetta per nulla dal muda Y; così facendo l'identificazione delle criticità risulta molto più immediata.

4.2 Applicazione del Framework, Primo Passo: VSM

Il particolare caso in esame richiede una modifica nella logica di mappatura: nell'elaborato presente non si sta analizzando un processo di produzione bensì uno di immagazzinamento; il warehousing, per sua natura non aggiunge valore al prodotto poiché non ne altera le caratteristiche. Eccezioni alla precedente frase sono lo stoccaggio di alcuni prodotti alcolici come il vino che acquistano valore con l'invecchiamento oppure lo stoccaggio di prodotti che si degradano nel tempo e quindi perdono di valore: i prodotti di TecnoBox S.r.l. non appartengono a nessuna di queste categorie. La mappatura del flusso di valore verrà pertanto fatta "in negativo", evidenziando cioè dove il prodotto perde valore

per il cliente a causa di inefficienze che ne aumentano il costo totale: dal punto di vista del cliente se il prodotto costa di più vi è meno valore residuo.

Tecnobox s.r.l. vende prodotti di 5 materiali differenti, polistirolo, carta, plastica, alluminio e cartone, ma la differenziazione più grande interna all'azienda viene fatta tra prodotti graficati e prodotti cosiddetti "bianchi". Come già spiegato al Paragrafo 1.7, Tecnobox s.r.l. si occupa anche di decorare alcuni lotti prima della vendita con marchi e loghi del cliente stesso. I prodotti che seguono questo iter sono detti graficati, gli altri sono chiamati "bianchi".

Verranno pertanto stese due mappe differenti, una per il prodotto "graficato" più comune ed una per quello "bianco" più comune. Il prodotto su cui l'elaborazione grafica è più spesso richiesta sono le Vaschette in OPS o PET: molto spesso in area produzione su tali vaschette vengono posti i loghi con i nomi dei principali supermercati o ipermercati. Le vaschette vengono spesso realizzate dall'azienda collegata Guillin Italia S.P.A. Nel caso di un nuovo cliente o comunque di un cliente che desidera una grafica mai realizzata dall'azienda precedentemente, prima che l'Amministrazione accetti l'ordine, il processo viene spostato nell'Ufficio Grafica. Qui viene realizzato un bozzetto che viene consegnato al cliente. Se egli approva il bozzetto, in outsourcing viene stampato un cliché. Il cliente è informato che, dall'approvazione del bozzetto alla realizzazione dell'intera commessa sono necessari circa 10-15 giorni lavorativi. La coda di lavorazione in produzione è del tipo FIFO (First in first out) per ogni risorsa e commesse diverse per articoli diversi vengono lavorati su macchinari diversi.

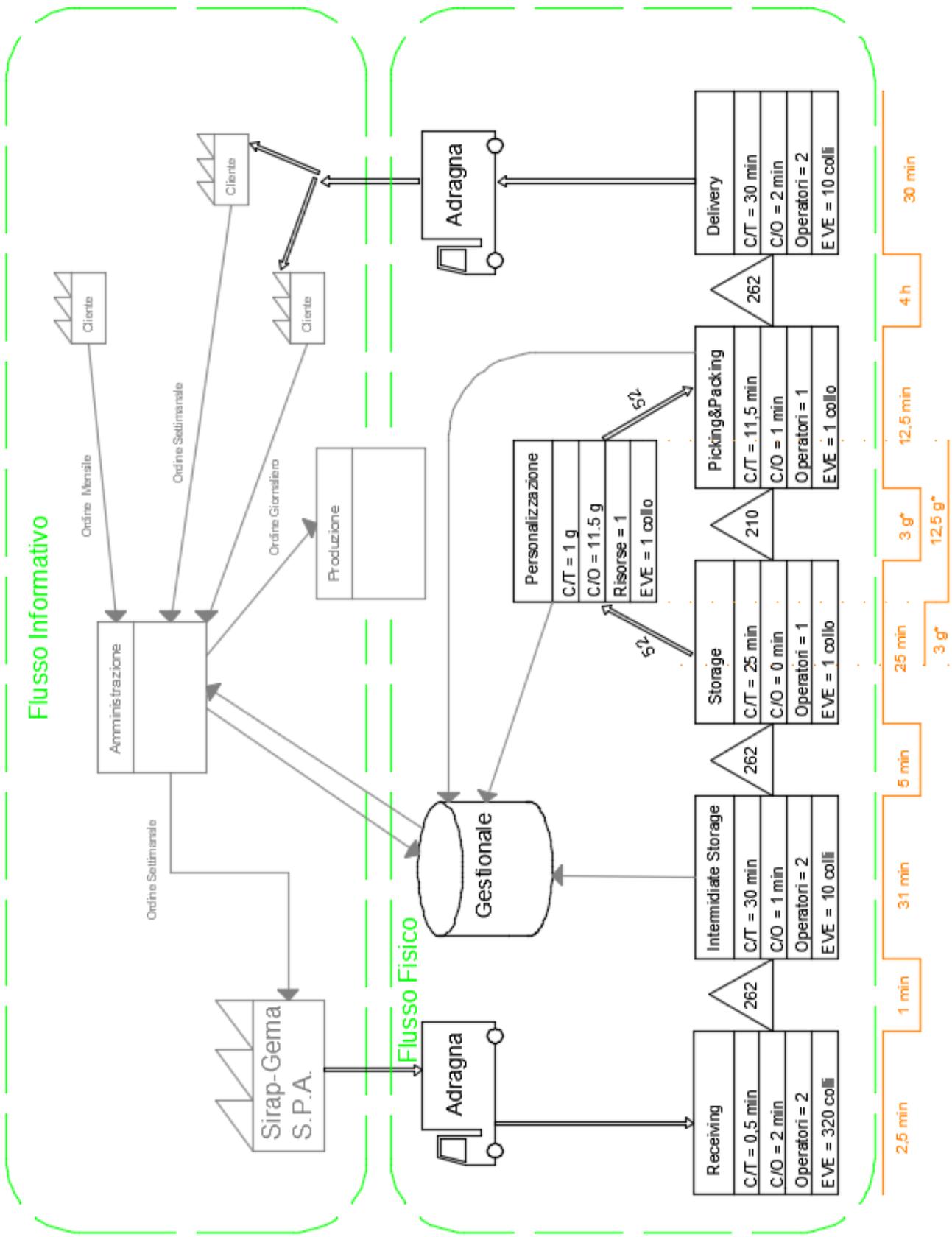


Figura 4.1 VSM as is prodotti personalizzati

Poiché il processo non è informatizzato, il sistema gestionale non viene a conoscenza di tutte le fasi che il prodotto attraversa, esso “conosce” solamente i momenti di ingresso ed uscita da magazzino: questo, purtroppo, vale per tutti i prodotti.

Si noti che i numeri con gli asterischi inseriti nel calcolo dei lead times sono tempistiche medie: essi sono i tempi più lunghi, quelli di attesa tra ingresso merce ed uscita della stessa. A prescindere dal fatto che il prodotto possa essere personalizzato o meno, dato che la procedura di prelievo è del tipo First in Last out (FILO) o Random Pick, non vi è un tempo preciso di giacenza in magazzino per un dato prodotto.

Di conseguenza, in queste VSM, è stato utilizzato il tempo medio di riordino diviso due per i prodotti “bianchi” (1 settimana lavorativa = 6 giorni), mentre per i prodotti personalizzati viene fatto un discorso a parte. Quando un cliente ordina una commessa personalizzata, come accennato, gli viene comunicato che il tempo massimo di attesa per avere la merce, a partire dall’approvazione del disegno, è di 15 giorni. Nei periodi più “caldi” dell’anno il tempo necessario è effettivamente 15 giorni, mentre quando il carico di lavoro delle stampatrici è inferiore tale tempo può anche ridursi fino a 10 giorni. Pertanto, il valore medio dell’operazione “Produzione” è posto pari alla media dei due valori che equivale a 12,5 giorni.

Per le commesse di prodotti personalizzati, l’operazione “Produzione” ha lunghezza maggiore del buffer presente tra “Storage” e “Picking&Packing” quindi tale buffer non risulterà nel calcolo del tempo totale di attraversamento. Per i prodotti bianchi esso verrà invece ignorato poiché considerandolo come “tempo non a valore aggiunto” implicherebbe pensare che un dato prodotto trascorre la maggioranza del proprio ciclo di vita fermo. Tale considerazione sarebbe errata poiché la rivendita al dettaglio è il business principale di TecnoBox s.r.l. e quindi “tenere del prodotto in magazzino pronto a soddisfare una domanda improvvisa” è parte delle attività principali dell’azienda.

Fatte tali assunzioni è possibile passare al calcolo del tempo totale a valore aggiunto τ_v , del tempo totale non a valore aggiunto τ_N , e del tempo totale di attraversamento T (ovviamente il tempo a valore aggiunto di “Personalizzazione” non comprende il relativo tempo di setup poiché, come appena spiegato, è un tempo burocratico).

$$\tau_v = \sum \tau_{vi} = 581 \text{ min}$$

$$\tau_N = \sum \tau_{Ni} = 246 \text{ min}$$

$$T \neq \tau_v + \tau_N$$

$$T = \tau_v + \tau_N + C/O_{personalizzazione} = 6347 \text{ min} = 13,22 \text{ giorni}$$

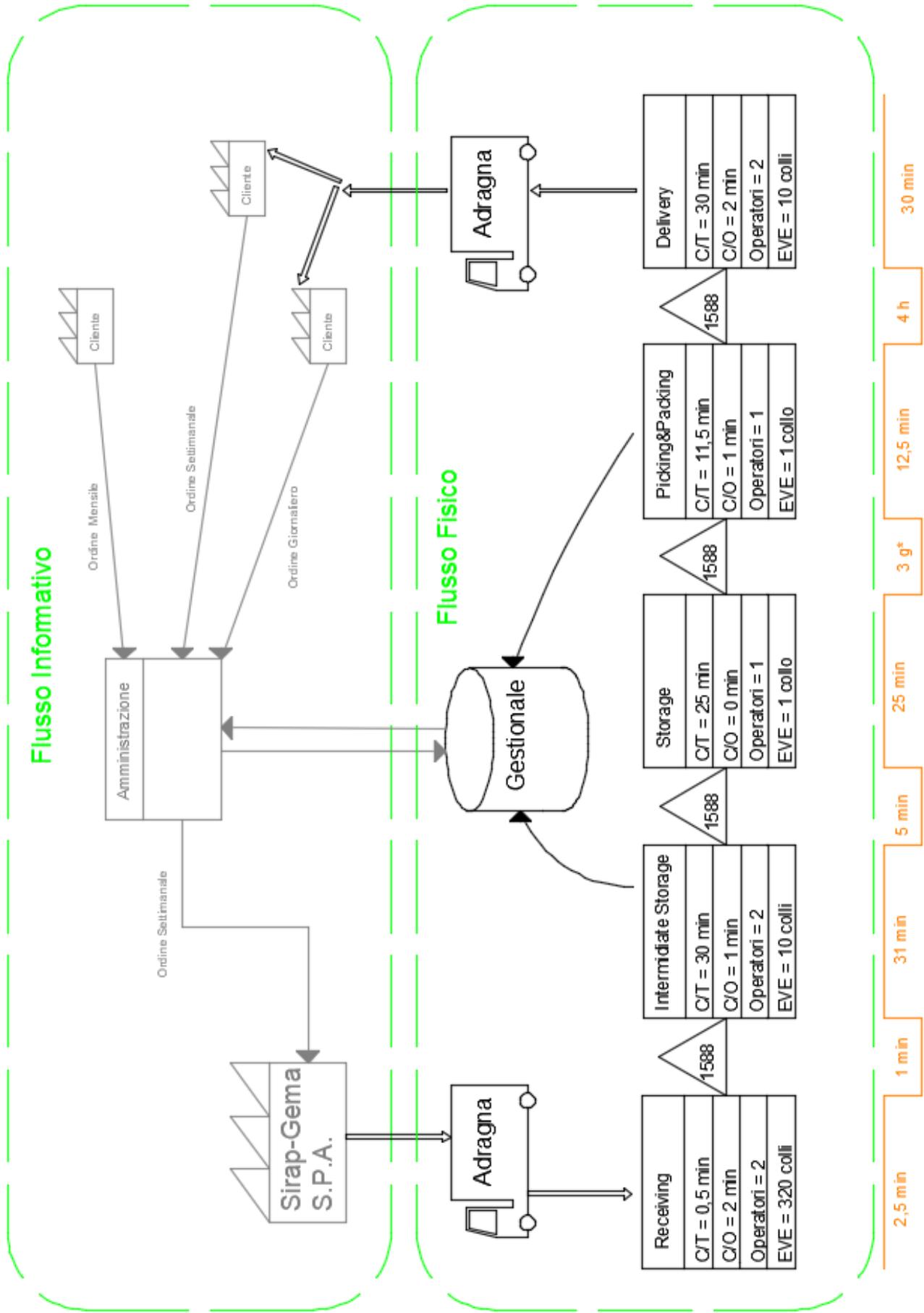


Figura 4.2 VSM as is prodotti non personalizzati

Il prodotto “bianco” con la rotazione di magazzino di gran lunga maggiore sono i Vassoi in Polistirolo espanso, principalmente realizzati dall’azienda Sirap-Gema SPA. Essi sono disponibili in vari colori e volumi, e, come precedentemente spiegato, alle loro movimentazioni è riservata un’intera area del magazzino non scaffalata. Il vassoio raramente viene personalizzato, spesso utilizzato per contenere gelati, viene principalmente ordinato da un gran numero di aziende clienti di minori dimensioni.

Per il calcolo del tempo a valore aggiunto, del tempo non a valore aggiunto e del tempo di attraversamento è possibile fare le stesse assunzioni del caso precedente. Nel calcolo del tempo non a valore aggiunto non si terrà conto del buffer tra “Storage” e “Picking&Packing” per le stesse motivazioni precedentemente spiegate, mentre il calcolo del tempo di attraversamento risulterà più semplice per l’assenza di “Personalizzazione”.

$$\tau_v = \sum \tau_{vi} = 101 \text{ min}$$

$$\tau_N = \sum \tau_{Ni} = 246 \text{ min}$$

$$T = \tau_v + \tau_N = 347 \text{ min}$$

4.3 Spaghetti Chart

Come spiegato nel paragrafo 1.3.4, per disegnare uno spaghetti chart è necessario partire dalla pianta dell’area che si desidera studiare. In questo caso specifico, lo spaghetti chart viene steso proprio sulla figura della pianta dell’azienda.

Con l’ausilio del software Autocad, che consente di misurare la lunghezza delle linee disegnate e di distinguere i layers per colore, vengono distinti i principali attori, o meglio attività, del diagramma: carico, scarico, preparazione ordini per messa in uscita, immagazzinamento ed entrata o uscita dei vettori di fornitori o clienti.

A questo punto è stato possibile tracciare i percorsi di chi svolge tali attività ed osservare alla fine la figura nel suo insieme per trarre delle conclusioni.

Come si può notare dalla figura, il punto più nevralgico per le movimentazioni è in prossimità delle porte che collegano il magazzino con l’area di carico/scarico: da questo “connettore” passano quasi tutte le movimentazioni riguardanti le operazioni di magazzino. Qui in effetti può capitare che gli operatori si intralcino a vicenda ma più spesso succede che essi siano intralciati dalle pedane accatastate vicino la porta, per essere più immediatamente prendibili in caso di necessità, o da prodotto che sosta in questa zona.

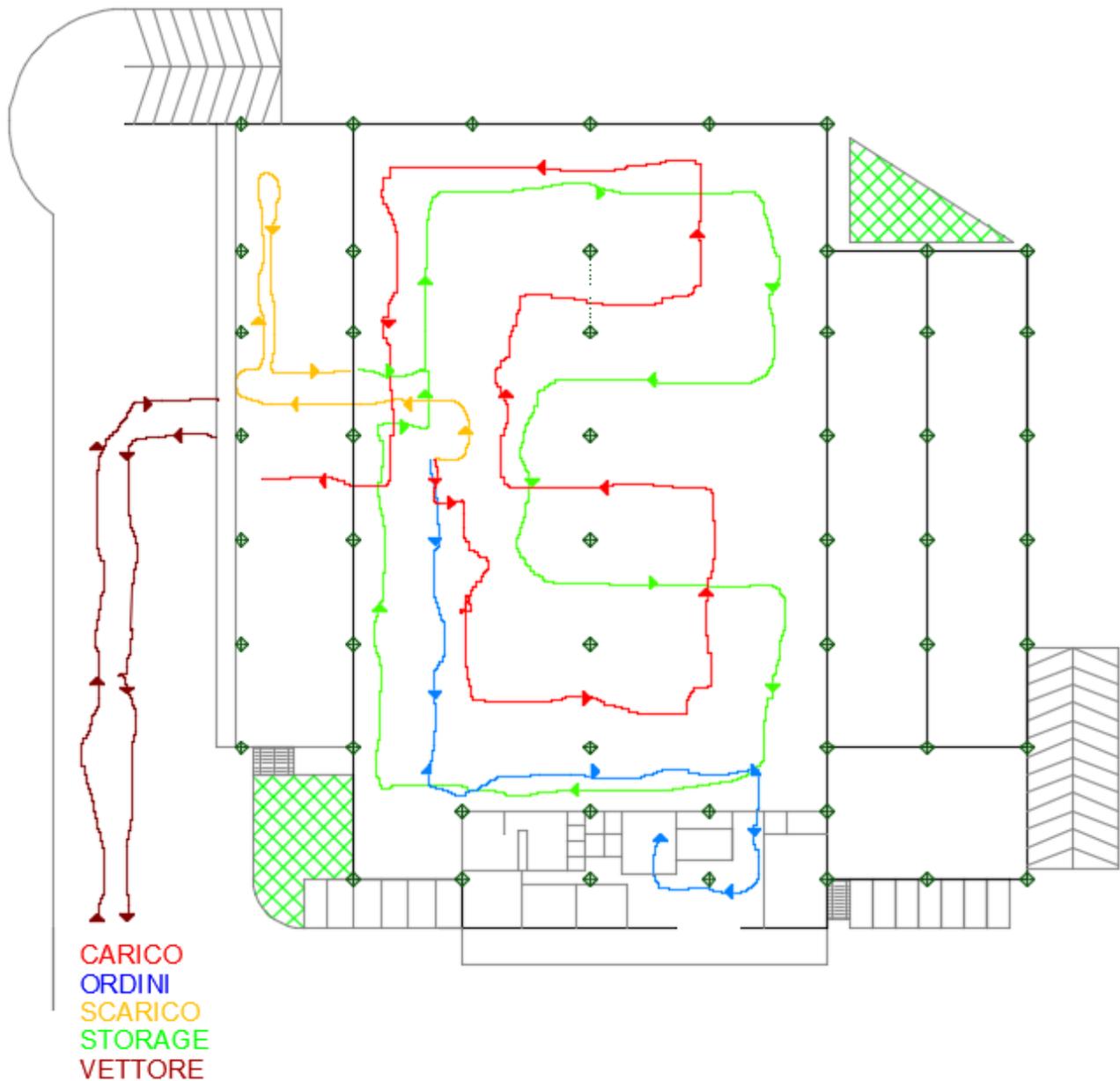


Figura 4.3 Spaghetti Chart

I percorsi di carico e storage possono sembrare critici in quanto entrambi impegnano il soggetto esecutore nelle zone delle scaffalature: in realtà capita di rado che due operatori che svolgono queste operazioni in contemporanea siano causa di intralcio a vicenda poiché i corridoi intra-scaffalatura sono larghi abbastanza da far passare due carrelli contemporaneamente.

Il percorso, leggermente diverso, seguito dai prodotti personalizzati non è stato rappresentato in quanto le loro movimentazioni logistiche differiscono da quelle classiche solamente per un passaggio nell'area produzione che avviene generalmente ordine per ordine. È l'iter amministrativo dei prodotti "graficati" ad essere più complesso e degno di nota, ma questo sarà analizzato più approfonditamente durante la mappatura del flusso di valore.

4.4 Applicazione del Framework, Secondo Passo: 5w

Per una pratica applicazione della tecnica proposta, vengono prima create cinque apposite matrici; ognuna di esse è dedicata ad una delle principali fasi dei flussi di magazzino come Receiving o

Intermediate Storage. Le stesse vengono poi suddivise secondo i sette sprechi e poi, ulteriormente divisa per le 5w. In tal modo è possibile classificare ogni problematica descrivendone cause, effetti, locazione fisica e locazione nei flussi aziendali. Per poter inserire ogni spreco nelle matrici è necessaria una preliminare osservazione diretta dei flussi stessi ed una loro dettagliata formalizzazione: solo con i diagrammi sopra creati, infatti, è possibile individuare dove e quando le criticità osservate si verificano. Va inoltre sottolineato che, tramite osservazione diretta, alcuni “muda” possono sfuggire: analizzando un processo da un diagramma e da un punto di vista esterno, ciò che ad un operatore o a chiunque abbia familiarità con il processo è normale, può sembrare più evidentemente inefficiente o poco funzionante. Pertanto entrambi i punti di vista sono essenziali e vanno inclusi nella ricerca. Tale formalizzazione sarà necessaria per poter consentire la successiva implementazione dei lean tools.

4.4.1 5w: Receiving

Operation	7 Wastes	What	When	Where	Why	Who
1 - Receiving (piazzare ordine, ricevere, controllare)	Transport	Pallet con n° di colli pallettizzati superiore a quello previsto	Quando una fornitura consiste in prodotto con bassissima rotazione	Zona di carico/scarico, al momento dello scarico sorge il problema	L'ordine viene emesso per un preciso quantitativo di merce che soddisferà un solo cliente	Responsabilità del fornitore che esegue il packing
	Inventory	-				
	Motion	-				
	Waiting	Camion in attesa per lo scarico merce	Mattina durante le ore di accettazione	Zona ingresso camion	Numero limitato di sponde idrauliche	-
	Defects	Non conformità tra ordine, bolla e materiale consegnato	"Raramente"	Zona carico/scarico e amministrazione	Errore del fornitore	Responsabilità del fornitore
	Over Processing	Arrivi di camion a ridosso della deadline	Mattina, durante le ore di accettazione	Zona ingresso camion	Non essendo certa l'ora della consegna, non vi è coordinazione negli arrivi	Sistema gestionale e fornitori

Figura 4.4 Applicazione tecnica 5w per fase Receiving

Durante le operazioni di receiving, come è possibile notare, la maggior parte delle problematiche sorge da un'assenza di metodicità nel gestire gli arrivi dei vettori. Inoltre, a volte sono i fornitori stessi a generare inefficienze: succede infatti di sovente che vi siano non conformità tra quanto scritto nella bolla di consegna e quanto ordinato, oppure, addirittura, che vi siano difformità tra la bolla di consegna e la quantità fisicamente presente in entrata. Su tali errori si sorvola quasi sempre poiché, dato che TecnoBox s.r.l. cerca sempre di tenere una giacenza minima ed una rotazione massima al fine di minimizzare i costi di magazzino, vi è sempre molto bisogno di trattenere tutta la merce che arriva: una delle conseguenze della giacenza minima è infatti il costante rischio di rottura di stock, che viene appunto ridotto accettando la merce, anche nel caso di merce che presenta errori.

Per quanto riguarda l'assenza di organizzazione nella gestione degli arrivi, essa è in parte dovuta al fatto che questi sono governati dai tempi di trasporto, notoriamente molto variabili a causa del traffico. La stessa regola che impone ai fornitori di inviare merce solamente nelle ore della mattina deve essere flessibile per tenere conto dei ritardi che hanno cause che esulano la volontà del fornitore o anche di quegli ordini d'urgenza effettuati nei minuti seguenti alle rotture di stock. Ciò comporta che, quando più di un camion da scaricare arriva alla fine della mattinata, spesso non si riesce a concludere in toto lo scarico entro l'ora stabilita; inoltre, quando vari camion giungono a destinazione, accettazione e controllo merci non possono avvenire in contemporanea. Il numero di sponde idrauliche e lo spazio dell'area di carico/scarico merci, entrambi limitati, rendono infatti inevitabile il repentino incremento del Work in Process. Ciò comporterà anche che la merce verrà scaricata senza adeguata pianificazione e creerà ingombro, come è possibile notare dalla prossima tabella.

4.4.2 5w: Intermediate Storage

Operation	7 Wastes	What	When	Where	Why	Who
2 - Intermediate Storage (agganciare, scaricare, sganciare)	Transport	Portare le pedane in area carico/scarico da magazzino	Quando arriva merce non pedanizzata	Dal magazzino all'area di carico/scarico	Perché la merce sfusa non può essere immagazzinata senza pallet	Responsabilità dei magazzinieri
	Inventory	Necessità di appuntare il n° di pedane scaricate	Ad ogni scarico di merce pedanizzata	Area carico/scarico	Tutte le pedane di proprietà dell'azienda	Politica aziendale
	Motion	Difficoltà per gli operatori nel movimentare la merce in ingresso	Durante lo scarico merci	Area carico/scarico	Troppa merce in uscita preparata nell'area carico che ostruisce il passaggio	-
	Waiting	Operazioni di picking e packing devono attendere scarico	Quando il put away avviene nella stessa area della provincia del picking e packing	Area carico/scarico	Area di carico/scarico di superficie limitata	Responsabilità dei magazzinieri
	Defects	Danneggiamento pedane durante lo scarico	Ad ogni scarico	Area carico/scarico	Fretta nelle operazioni ed usura delle pedane	Responsabilità dei magazzinieri
	Over Processing	Molto tempo speso nella palletizzazione	Quando arriva merce non pedanizzata	Area carico/scarico	Perché la merce sfusa non può essere immagazzinata senza pallet	Responsabilità dei magazzinieri

Figura 4.5 Applicazione tecnica 5w per fase Intermediate Storage

Durante lo scarico merci, capita spesso la generazione di colli di bottiglia nei casi in cui il fornitore effettui invii di merce non pallettizzata. Nonostante tale evento capiti solamente per alcuni fornitori, più spesso quando si tratta di grandi spedizioni per forniture che impiegheranno molto tempo a ruotare, non è raro. Nel momento in cui si verifica, due operatori sono in genere costretti ad effettuare lo scarico in maniera differente dal solito: le pedane vanno prima inserite all'interno del tir, successivamente i colli verranno manualmente posti sopra le pedane e bloccati per essere messi in sicurezza, e solo allora il muletto può agganciare la pedana e scaricarla. Se normalmente un camion di grosse dimensioni viene scaricato in circa venti minuti, un'operazione di questo tipo richiede dai novanta ai centoventi minuti, ed implica, ovviamente, oltre ad un enorme allungamento dell'Intermediate Storage, anche un notevole ingombro per tutti gli altri impiegati che si occupano in contemporanea dell'esecuzione di altre operazioni.

Un secondo processo che sicuramente non aggiunge valore al prodotto ma richiede effort da parte dell'azienda è la contabilità delle pedane: dato che quelle all'interno del deposito TecnoBox S.r.l. sono tutte di proprietà dell'impresa, e la stessa non desidera registrarne un incremento (neanche una diminuzione, ma di questo si parlerà più avanti), ad ogni scarico segue sempre una operazione di carico sul camion stesso di un numero di pedane eguale a quello delle pedane appena scaricate. Il vettore riporterà al mittente i pallet in questione così che gli stessi non incideranno in alcun modo sulle compravendite. Ovviamente, tale scelta di politica aziendale ha un costo in termini di accumulo di informazione e maggiore numero di operazioni richieste.

Infine, durante l'esecuzione di tutte le operazioni già discusse, la più comune causa di rallentamento è la presenza di merce in area di carico/scarico. Tale merce si trova lì o perché è appena stata scaricata da altri camion oppure perché è stata preparata per essere messa in uscita. In ogni caso, tale merce occupa gran parte dell'area utile e, alcune volte, ingombra anche le vie che collegano le porte del magazzino con le sponde idrauliche dove transitano i muletti. Conseguenzialmente, tutte le operazioni vengono svolte con maggiore difficoltà ed in tempi superiori al necessario.

Tutti questi rallentamenti hanno anche ricadute su altre fasi: durante il picking e packing, le operazioni di messa in uscita della merce da spedire avvengono in contemporanea con quelle di scarico e accusano ovviamente anch'esse ulteriori rallentamenti. Infatti, quando le vie sono ostruite o i muletti stanno scaricando presso le sponde idrauliche, gli spazi per chi deve effettuare la messa in uscita sono ancora più ridotti e gli operatori devono seguire percorsi più lunghi o meno agevoli.

4.4.3 5w: Storage

Operation	7 Wastes	What	When	Where	Why	Who
3 - Storage (contare, immagazzinare, aggiornare disponibilità)	Transport	-				
	Inventory	Avvisare l'amministrazione delle difformità negli ordini	Quando un ordine presenta difformità nelle quantità	Dal magazzino agli uffici dell'amministrazione	L'amministrazione deve conoscere le reali quantità in ingresso	Responsabilità dei magazzinieri
	Motion	Difficoltà di movimentazione da area carico/scarico a magazzino	Durante immagazzinamento merci	Dall'area carico/scarico al magazzino	Area ingombra da merce preparata o appena scaricata	Responsabilità dei magazzinieri
	Waiting	Tempi di attesa per immagazzinare la merce che è stata scaricata in punti scomodi dell'area carico/scarico	Durante immagazzinamento merci	Area carico/scarico	Area carico/scarico di superficie ridotta, quindi spesso ingombra di prodotto che non consente l'accesso ad altro prodotto	-
	Defects	Prodotto immagazzinato nella colonna sbagliata	Quando la colonna del prodotto in questione è satura	Magazzino	Spazio di storage limitato perché azienda desidera bassa giacenza	Responsabilità dei magazzinieri
	Over Processing	-				

Figura 4.6 Applicazione tecnica 5w per fase Storage

La maggior parte delle problematiche che sorgono durante l'Intermediate Storage, si ripercuotono poi sulla fase di storage. Le difficoltà di movimentazione che sorgono nella fase precedente, infatti, creano disagi anche nella successiva: i colli appena scaricati vanno sollevati con i muletti e portati in magazzino, anche in questa operazione l'ingombro dei colli stessi, siano essi in uscita o appena scaricati, genera pesanti inefficienze. Inoltre, ulteriori lungaggini sono presenti nel momento in cui tale merce deve essere effettivamente stoccata: per prima cosa, l'operatore deve manualmente cercare la colonna di riferimento di quel prodotto, ricordando prima l'area appartenente a quel tipo di prodotto e poi la specifica locazione. Una volta trovata, è ancora possibile che non vi sia spazio rimanente al primo piano della scaffalatura e quindi, per stoccare il collo, sia necessaria una gru. Infine, è anche possibile che la colonna sia satura e che l'operatore sia quindi costretto a immagazzinare il prodotto in spazi limitrofi, creando non pochi problemi in futuro nella fase di picking e packing.

Bisogna inoltre considerare i disagi causati dalla moltiplicazione dei flussi informativi nelle situazioni in cui vi sono errori di quantità nell'ordine: se la merce in ingresso presenta infatti difformità con quanto ordinato, o con quanto scritto in bolla, come già spiegato, i magazzinieri devono riportare in amministrazione tale difformità. Questo è un processo che non aggiunge alcun valore al prodotto consegnato e che sicuramente sottrae tempo a chi si fa carico di eseguirlo.

4.4.4 5w: Picking and Packing

Operation	7 Wastes	What	When	Where	Why	Who
4 - Picking and Packing (ricevere ordine, pallettizzare, mettere in uscita)	Transport	Tempo speso a cercare la merce da preparare	Durante la preparazione degli ordini	In magazzino	Stoccaggio della merce non corretto: prodotto non messo nello scaffale corretto	Responsabilità dei magazzinieri
	Inventory	Rottura di stock	Ci si accorge nel momento in cui l'ordine richiede un prodotto mancante	In magazzino	Discrepanza tra giacenza a sistema e giacenza fisica e tra disponibilità a sistema e disponibilità reale	Sistema gestionale aziendale
	Motion & Waiting	Operatore deve percorrere più volte gli stessi percorsi per raggruppare la merce dell'ordine	Durante la preparazione degli ordini	In magazzino	Nell'ordine i prodotti non sono stampati seguendo la logica di magazzino	Il sistema che non conosce la disposizione in magazzino
	Defects	Aggiustamento manuale delle quantità nei colli	Quando un ordine comprende colli pezzati diversamente dal fornitore	Magazzino, area dedicata alle procedure manuali	Alcuni fornitori confezionano colli con pezzatura anomala per loro sinergie di produzione	Problema sorge a causa del fornitore
	Over Processing	Posizionamento di un'etichetta per collo invece che di un'etichetta per ordine	Durante la preparazione degli ordini	In magazzino	La procedura prevede che ogni collo in uscita sia appositamente etichettato	Procedura aziendale

Figura 4.7 Applicazione tecnica 5w per fase Picking and Packing

Prima e più evidente inefficienza causata dagli errori commessi nelle fasi passate è rappresentata dal tempo passato a cercare il prodotto da mettere in uscita in colonne in cui non dovrebbe essere posizionato. Se alcuni colli sono stati posizionati in colonne limitrofe perché quella di destinazione era saturata, tali colli vanno ovviamente prelevati per primi per ristabilire l'ordine. Dato che il sistema di codice a barre presente su ogni collo non viene sfruttato, ed i relativi lettori laser sono lasciati da parte inutilizzati, gli operatori devono cercare i prodotti manualmente. I colli stessi facenti parte di un ordine non sono stampati sul documento nello stesso ordine con cui sono stoccati in magazzino; chi prepara l'ordine in uscita è costretto a percorrere più volte gli stessi percorsi.

Un altro esempio di moltiplicazione dei flussi informativi si ha quando avviene un'imprevista rottura di stock: se la giacenza conosciuta dal sistema gestionale non è perfettamente allineata con quella fisicamente presente in magazzino, gli operatori in amministrazione possono accettare ordini non evadibili in toto. Quando l'operatore di magazzino che sta preparando tale ordine si renderà conto dell'errore commesso, dovrà tempestivamente informare l'amministrazione, interrompendo le operazioni che sta compiendo e lasciando in sospeso l'ordine. L'amministrazione, a sua volta, piazzerà un ordine presso il fornitore da cui di sovente TecnoBox S.r.l. acquista il prodotto che manca per evadere l'ordine. Nel caso in cui il fornitore non dovesse riuscire a rimpiazzare le scorte in giornata, sempre l'amministrazione dovrà occuparsi di comunicare al cliente che l'ordine ritarderà rispetto alla consegna promessa entro le ventiquattro ore. Quindi, oltre ad inefficienze di tipo informativo nei flussi di magazzino, la rottura di stock causa anche una diminuzione della qualità del servizio offerto dall'azienda, intesa in termini di incremento dei tempi di consegna, con conseguente perdita di valore del prodotto finale offerto al cliente.

La moltiplicazione dei flussi informativi si nota anche quando, durante la preparazione merci in uscita, gli operatori devono porre una etichetta informativa su ogni collo: probabilmente sarebbe possibile riassumere tale informazione su una sola etichetta e risparmiare tempo e carta stampata.

4.4.5 5w: Delivery

Operation	7 Wastes	What	When	Where	Why	Who
5 - Delivery (agganciare, caricare, sganciare)	Transport	-				
	Inventory	Impossibilità d'uso delle grandi pedane non EPAL, che occupano comunque spazio in area carico/scarico	Pomeriggio nelle ore di carico	Area carico/scarico	Le grandi pedane non EPAL sono di proprietà di un fornitore e vanno restituite	Sistema di gestione delle pedane
	Motion	Sprechi di tempo nelle movimentazioni per il carico camion	Pomeriggio nelle ore di carico	Area carico/scarico	Area carico/scarico ingombra di merci preparate in uscita	Responsabilità dei magazzinieri
	Waiting	Camion in attesa per il carico merce	Pomeriggio nelle ore di carico	Zona ingresso camion	Numero limitato di sponde idrauliche	-
	Defects	Pedane posizionate in area di carico/scarico in ordine non ottimale per il carico	Mattina nelle ore di preparazione merce in uscita	Dal magazzino all'area di carico/scarico	Non è perfettamente noto l'ordine con cui le merci verranno caricate	Sistema gestionale e fornitori
	Over Processing	Annotazione tutte le pedane in uscita	Pomeriggio nelle ore di carico	Area carico/scarico	Tutte le pedane andranno rese quindi bisogna tenere traccia di tutte quelle uscite e/o entrate	Politica aziendale

Figura 4.8 Applicazione tecnica 5w per fase Delivery

Come è possibile notare dalla tabella, vi sono somiglianze tra i muda trovati alla fine del diagramma di flusso con i muda trovati all'inizio. Dopotutto, sia le operazioni di scarico che quelle di carico merci avvengono nella stessa area con procedure simili; anche qui la gestione delle pedane causa disagi. Spesso quelle posizionate fuori per essere caricate, non sono state preparate con lo stesso ordine con cui dovranno poi essere poste sui camion, generalmente perché gli arrivi dei camion stessi, ancora, non sono prevedibili. Bisogna di nuovo tenere conto delle pedane che transitano per conteggiare quelle che i fornitori dovranno rendere o a cui bisognerà fatturarle.

Inoltre, qui è anche presente il problema delle penane non EPAL: queste grandi pedane, con un'area pari a circa quattro volte quella standard, vengono utilizzate solo da particolari fornitori. Poiché Tecnobox S.r.l. possiede tutte le pedane che ruotano nel proprio magazzino e non desidera usufruire anche di queste, tali pedane vanno tenute in magazzino per poi essere rese al fornitore in questione. Durante il periodo in cui stazionano in magazzino, proprio a causa della loro mole, l'ingombro da loro creato è notevole.

Poiché le vie di transito non sono perfettamente libere per gli operatori che effettuano il carico, non lo sono neanche per quelli che effettuano lo scarico: le inefficienze legate all'ingombro delle zone di passaggio causano difficoltà di movimentazione varie anche nella fase di delivery.

4.5 Applicazione del Framework, Terzo Passo: 5s

Una volta trovate ed identificate analiticamente tutte le situazioni che a loro interno presentano flussi con criticità o inefficienze, il framework prosegue suggerendo uno strumento che in grado di fornire azioni da intraprendere per mitigare o annullare le inefficienze stesse. Tra i vari lean tools a messi a disposizione dalla letteratura, gli autori scelgono lo schema delle 5s: sorting, straitening, shining, standardizing, sustaining.

La scelta ricade proprio su questa tecnica in quanto, proprio grazie alla sua struttura generica, essa è applicabile in svariate situazioni, a prescindere dal contesto del magazzino, delle sue dimensioni e soprattutto del tipo di prodotto che vi staziona.

Ovviamente, la tecnica non viene applicata né ciecamente né esclusivamente: la prima fonte di idee per soluzioni ai muda è costituita dai suggerimenti di chi lavora all'interno dell'azienda occupandosi della supervisione del magazzino stesso o più in generale della movimentazione della merce o del mantenimento dei rapporti con fornitori e clienti. Successivamente, così come la tecnica delle 5w ha integrato ed organizzato le opinioni degli esperti interni all'azienda, similmente la tecnica delle 5s aiuta a collegare le soluzioni già proposte con le tecniche di snellimento più classiche ovvero a proporre nuove soluzioni più direttamente provenienti dai dettami della filosofia lean.

Lo schema prende in ingresso tutti i muda visualizzati nel passo precedente del framework con la tecnica delle 5Ws ed ancora una volta li scompone, ma adesso secondo le 5s. In tal modo, si ottiene una matrice in cui ogni cella rappresenta l'incrocio tra una problematica ed uno strumento di miglioramento; è dunque intuitivo che in quella cella è possibile proporre una soluzione al problema in riga tramite lo strumento migliorativo in colonna.

4.5.1 5s: Receiving

Operation	Waste description	Sorting	Straitening	Shining	Standardizing	Sustaining
1 - Receiving (piazzare ordine, ricevere, controllare)	Transport: Arrivo di pallet con alcuni colli posati (e non bloccati) poiché la pedana non è del tutto piena o è troppo piena	Imporre ai fornitori la corretta pallettizzazione	Correggere la pallettizzazione con celofan prima dello scarico o comunque prima del successivo picking and packing		Assicurarsi che il fornitore effettui la pallettizzazione nella maniera corretta prima dello scarico: fattibile in quanto i fornitori maggiori sono sempre gli stessi quindi si può implementare questa pratica con loro	
	Inventory: -	-	-	-	-	-
	Motion: -	-	-	-	-	-
	Waiting: Camion in ingresso fermi che attendono la liberazione della sponda idraulica, causando anche difficoltà di manovra per altri utenti	Cercare di scaricare prima i camion più piccoli per ottenere un'attesa complessiva minore		Prevedere e mantenere un ordine di ingresso e uscita dei trasportatori, cercando di conoscere in anticipo lo scheduling dei viaggi		
Defects: Materiale in ingresso diverso da quanto ordinato: necessità di avvertire l'amministrazione e moltiplicazione dei flussi informativi	Effettuare un'unica comunicazione all'amministrazione a fine giornata per tutti gli ordini sbagliati	Creare un canale di comunicazione più diretto tra fornitore e amministrazione: successivamente alla prima lamentela inviata al fornitore di turno che commette un errore nell'ordine, fare in modo che lo stesso si assicuri di non inviare nuovamente quantità errate				Assicurarsi che i fornitori contattati, ai quali è stata insegnata la good practice e che la hanno acquisita, la mantengano
Ov.Pr.: Camion in arrivo poco prima dell'ora di carico, operatori devono rimandare le operazioni di carico finché lo scarico non è completo. Ulteriore ingombro dell'area in un momento già critico	-	Creare scheduling per orari di arrivo camion per scarico in mattinata		Dare orari di ricevimento merce ai quali è necessario attenersi in generale tutti i giorni		

Figura 4.9 Applicazione tecnica 5s per fase Receiving

La coordinazione tra fornitore, azienda ed operatori di magazzino è alla base delle soluzioni proposte in questa sezione. Se i fornitori stessi prestassero attenzione a quelli che per loro sono piccoli dettagli, TecnoBox S.r.l. vedrebbe sorgere un numero minore di problemi; infatti, le correzioni manuali dei difetti generati in fasi anteriori della catena di produzione spettanti ai fornitori, qui non descritte, come la produzione o il trasporto, richiedono un effort (sia esso misurato in tempo, ore uomo o in valuta) consistente. Se il difetto viene corretto alla fonte, le risorse necessarie per risolverlo diminuiscono: è molto più semplice per il fornitore prestare poca attenzione in più per assicurarsi che non vi sia discrepanza tra la quantità inviata e l'ordine piuttosto di quanto non sia per gli operatori di TecnoBox S.r.l. controllare la consegna, la bolla, la giacenza ed aggiustare i dati a sistema; così come è molto più semplice per i fornitori effettuare una corretta pallettizzazione in uscita piuttosto che ripallettizzare il materiale durante lo scarico per i magazzinieri.

Le inefficienze che sorgono invece dalla mancanza di uno scheduling per gli arrivi sono più difficili da mitigare: visto che, come già spiegato, le merci in ingresso arrivano con orari dipendenti dal traffico regionale, per quanto si cerchi di imporre delle fasce orarie di deposito, non si può pretendere esatta puntualità. Ciò implica anche che, così come le due sponde idrauliche possono essere insufficienti in orario critico o poco prima delle ore di carico, possono anche rimanere entrambe vuote per diverso tempo nel caso in cui non vi siano camion in entrata o uscita. TecnoBox S.r.l. mantiene in outsourcing tutta la fase di trasporto e non sarebbe quindi tenuta a possedere uno scheduling interno di arrivi e partenze del vettore; tuttavia una simile pratica, migliorata da continua esperienza, potrebbe portare sicuramente a ridurre il verificarsi delle situazioni in cui le sponde idrauliche sono risorsa collo di bottiglia o risorsa in eccesso.

4.5.2 5s: Intermediate Storage

Operation	Waste description	Sorting	Straitening	Shining	Standardizing	Sustaining
2 – Intermediate Storage (aggiungere, scaricare, sganciare)	Transport: Per palletizzare la merce si devono portare le pedane dal magazzino, triplicano le movimentazioni necessarie per lo scarico	Tenere pronto uno stock di pedane in area carico/scarico che sia intercambiabile con quello in magazzino, in modo da non dover portare pedane dentro e fuori			Preparare processo di approvvigionamento pedane per quando si prevedono scarichi che ne necessitano	Continuare a contattare i fornitori finché non rispettano del tutto le direttive ed assicurarsi che nel lungo periodo non riprendano le procedure che non vanno bene. Assicurarsi anche che, una volta acquisita la routine dei percorsi ottimali, essa venga perpetuata
	Inventory: Bisogna tenere conto di tutte le pedane scaricate, per poter caricarne subito dopo un egual numero	-		Acquistare un dispenser di pedane: tale prodotto consentirebbe di stoccare pesantemente le pedane in area carico/scarico, proteggendole da furti e agenti atmosferici, evitando tutte le movimentazioni che servono solo a raccogliere pedane dal magazzino e rendendo sempre disponibili pedane agli operatori che devono eseguire scarichi o pallettizzazioni	Decidere se mantenere la politica di possesso delle pedane o affittarle	
	Motion: Durante lo scarico con muletti difficoltà di movimento e percorsi non lineari	Effettuare scarichi in zona adiacente al camion o direttamente in magazzino	Tenere sempre liberi i percorsi che collegano le sponde idrauliche, dove si scarica, con le aree di deposito momentaneo della merce scaricata e della merce in uscita		Preparare percorsi di scarico/carico durante la preparazione della stessa merce in uscita	
	Waiting: Durante lo scarico da parte di un operatore viene difficile per un altro operatore continuare a preparare la merce in uscita se lo scarico avviene nella stessa zona di preparazione della merce in uscita	-			Separazione netta tra orari delle operazioni di picking e packing e quelle di Intermediate Storage	
	Defects: Durante lo scarico l'urto delle pedane col suolo può danneggiarle o comprometterne l'integrità	-	Evitare che le operazioni di scarico vengano eseguite senza muletto		-	
	Ov.Pr.: Se la merce va palletizzata a mano durante lo scarico, tale processo richiede operazioni manuali collo per collo	Scegliere fornitori che facciano spedizioni già pallettizzate	-		-	Effettuare comunicazione al fornitore che una spedizione non pallettizzata non andrà più bene e assicurarsi che lo stesso non esegua nuovamente lo stesso errore

Figura 4.10 Applicazione tecnica 5s per fase Intermediate Storage

Dato che il trasporto pedane dal magazzino all'area carico/scarico e viceversa è un'operazione che richiede molto tempo, sicuramente non a valore aggiunto, le soluzioni proposte mirano a ridurre tali tempi di trasporto, ridurre le distanze tra buffers o evitare del tutto la movimentazione superflua. Se venisse infatti dedicata una zona dell'area di carico/scarico a deposito intermedio di pedane, le stesse non andrebbero prese dall'interno del magazzino ma direttamente da una zona più vicina; l'altra faccia della medaglia di tale soluzione è che questo buffer richiederebbe un'area dedicata che andrebbe ad aumentare l'ingombro già presente in area carico/scarico ma, soprattutto, richiederebbe un'operazione in più ad inizio e a fine giornata: tale buffer dovrebbe infatti essere creato la mattina e smantellato la sera poiché, come precedentemente spiegato, non è possibile, per varie ragioni di sicurezza e a causa degli agenti atmosferici, lasciare le pedane in area carico/scarico durante la notte. A questo secondo problema potrebbe ovviare la soluzione del dispenser di pedane: quest'ultimo consente di stoccare le pedane in qualsiasi area, occupando il minimo spazio possibile; consente anche e soprattutto di proteggerle dagli agenti atmosferici e può essere chiuso a chiave, caratteristiche che lo rendono adatto a rimanere in area carico/scarico durante la notte evitando così agli operatori di magazzino di doverlo montare e smontare ogni giorno.

Un'altra soluzione che potrebbe consentire di snellire tutti i processi che includono l'uso delle pedane è utilizzare le pedane in affitto. Tale soluzione comporta di certo un incremento di costo ma non va sottovalutata la riduzione in ore/uomo ottenibile dall'eliminazione di tutti le operazioni che hanno il solo scopo di far quadrare i conti tra il numero di pedane in uscita e quello in entrata.

Gli ingombri in area carico/scarico danno le problematiche maggiori, intese come sprechi di tempo, in questa fase: se le aree adiacenti le sponde idrauliche fossero sempre libere e fosse consentito un trasporto più agevole presso la zona in cui la merce viene momentaneamente stoccata, l'Intermediate Storage avverrebbe in tempi più ridotti. Inoltre, sarebbe funzionale una netta separazione, temporale o logistica, tra le operazioni di Intermediate Storage e quelle di picking e packing: le due vengono infatti eseguite indistintamente da tutti gli operatori di magazzino, nelle stesse ore della mattina e nelle stesse parti dell'area di carico/scarico. Se non è possibile spostare una delle due temporalmente, sarebbe saggio fare sì che almeno le due avvengano in zone separate dell'area esterna: le merci vengono infatti preparate vicino le sponde idrauliche, creando inevitabilmente disagio durante lo scarico.

Anche in questa fase la coordinazione con i fornitori gioca un ruolo fondamentale in quanto con l'aiuto di quest'ultimi è possibile meglio coordinare gli arrivi dei camion nonché evitare il problema della pallettizzazione manuale: quando un fornitore invia un carico di merce NON su pedana, prima di poter effettuare lo scarico dal tir, gli operatori devono posizionare la merce su varie pedane, collo per collo, manualmente, prima di effettuare lo scarico. Come prima accennato, un'operazione del genere può arrivare a quintuplicare i tempi di scarico, tempo che cresce al crescere delle quantità spedite e che diventa insostenibile per le forniture più consistenti.

4.5.3 5s: Storage

Operation	Waste description	Sorting	Straitening	Shining	Standardizing	Sustaining
3 - Storage (contare, immagazzinare, aggiornare disponibilità)	Transport: - Inventory: il fornitore stampa e pone un'etichetta sbagliata così che i magazzinieri sono costretti a sostituire l'etichetta a mano su ogni collo	- Evitare l'onere facendolo ricadere sul fornitore o porre un'unica grande etichetta sostitutiva	-	-	-	-
	Motion: Ingombri di merce preparata o generano rallentamenti in fase critica di spostamento in magazzino Waiting: Prodotto scaricato in zone angolari o con altro prodotto scaricato attorno successivamente, che viene movimentato con grossa difficoltà Defects: Se la colonna di un prodotto è piena, esso viene immagazzinato in colonna adiacente libera. Quando dovrà uscire sarà difficile trovarlo perché stoccato nel punto sbagliato Ov.Pr.: Oltre alla moltiplicazione dei flussi informativi, la giacenza sarà anche diversa da quanto preventivato	- Effettuare storage immediatamente dopo l'intermediata Storage così da movimentare merce facilmente prendibile ovvero movimentare la stessa merce una volta sola invece di due volte	Tenere sempre liberi i percorsi che collegano le aree di scarico con le entrate del magazzino, evitare che merce, sia essa appena scaricata o in uscita, ingombri i percorsi più usati per le stesse operazioni	Invece di effettuare lo storage alla fine dello scarico di tutte le merci, immagazzinare ogni consegna immediatamente dopo l'intermediata Storage in modo tale da non avere sempre molta merce scaricata che causa ingombro durante le movimentazioni	Implementare procedura secondo cui il prodotto in eccesso viene depositato in un'area a parte dalla quale verrà poi prelevato per essere inserito nella colonna corretta quando possibile	Continuare ad usare la procedura descritta in shining e standardizing
		Effettuare un'unica comunicazione all'amministrazione a fine giornata per tutti gli ordini sbagliati	Assicurarsi che tutte le movimentazioni che modificano la giacenza reale vengano registrate prima della visione ed accettazione degli ordini della giornata			

Figura 4.11 Applicazione tecnica 5s per fase Storage

Ancora una volta la coordinazione con il fornitore consente risparmi temporali ed operazionali in quest'altra fase: un fornitore educato a non commettere errori nella preparazione della merce da spedire e nel posizionamento delle etichette descrittive di prodotto evita all'azienda lungaggini e moltiplicazioni di flussi informativi che tolgono valore al prodotto. Da notare anche che le discrepanze tra la giacenza fisica e quella nota al sistema possono essere causate anche da questo tipo di sbaglio che diventa quindi più pericoloso di quanto si possa pensare. A tal proposito, il problema potrebbe essere attenuato registrando tali movimentazioni straordinarie prima possibile in modo tale che la giacenza fisica sia nota al sistema prima che gli ordini vengano accettati; tale soluzione comporterebbe comunque un aumento delle operazioni, quanto meno di quelle dei diagrammi di flusso informativi, di cui bisogna tenere conto.

La presenza di materiale scaricato o preparato genera ingombro anche, ovviamente, per chi deve movimentare la merce dall'area di carico/scarico al magazzino, poiché tale merce spesso staziona vicino gli accessi al magazzino stesso. La rimozione di tale materiale snellirebbe di certo le operazioni anche in questa fase.

Infine, il grosso problema dello stoccaggio nelle colonne sbagliate può essere attenuato o risolto: per attenuato si intende il far sì che tutto il prodotto che inevitabilmente viene immagazzinato fuori posto deve essere riconoscibile ed immediatamente usato per soddisfare il prossimo ordine che lo richiede. Così facendo la quantità di merce presente sulle colonne scorrette sarà sempre minima, e tale procedura eviterebbe anche di dover successivamente riportare il prodotto, che era stato mal posizionato precedentemente, nella colonna di riferimento una volta che si è liberato dello spazio presso la stessa.

È anche possibile implementare un sistema di codice a barre posto sull'etichetta descrittiva di prodotto che consenta di rintracciare il collo all'interno del magazzino. Così facendo si eliminerebbe del tutto il problema ma è necessario prima valutare i costi (lettori laser, stampa codice a barre, gestione a sistema del dato) che essa genererebbe.

4.5.4 5s: Picking and Packing

Operation	Waste description	Sorting	Straitening	Shining	Standardizing	Sustaining
4 - Picking and Packing (ricevere ordine, palletizzare, mettere in uscita)	Transport: Non avendo un sistema informatico di localizzazione, magazzinieri devono cercare il prodotto prima per aree e poi per colonne	-	Usare un'indicazione per la posizione di ogni prodotto più immediatamente visibile rispetto alla semplice etichetta descrittiva di prodotto	Su tutti i colli sono presenti etichette con codice a barre ed il personale di magazzino è dotato di lettori laser di codice a barre (ma hanno solamente due lettori). Se tutto il personale ne venisse dotato sarebbe possibile dialogare continuamente con il sistema informatico che contiene la giacenza e la disponibilità, tenendolo aggiornato in tempo reale e senza alcuna azione aggiuntiva da parte del personale di magazzino che non dovrebbe più andare ad avvertire l'amministrazione. Sarebbe così possibile evitare le rotture di stock e, dato che il sistema conoscerebbe posizione e quantità di ogni prodotto, potrebbe stampare gli ordini con i colli elencati in ordine di magazzino evitando ai magazzinieri di effettuare percorsi inefficienti	-	-
	Inventory: In caso di rottura di stock l'azienda scade nella tempestività del servizio, che è ciò su cui punta di più	-	-			
	Motion & Waiting: Per completare la preparazione di una pedana l'operatore deve percorrere più volte gli stessi corridoi poiché la merce degli ordini non è elencata con una logica spaziale	-	Stampare documento "ordine" con colli elencati nello stesso ordine con cui sono stoccati in magazzino			
	Defects: Quando il fornitore invia colli con pezzatura alterata è necessario che i magazzinieri rimuovano i pezzi in eccesso manualmente.	Selezionare fornitori che non hanno esigenze di produzione tali da cambiare pezzatura	Trovare clienti che siano disposti all'acquisto di colli con pezzatura diversa, in modo da non dovere modificare i colli all'interno dell'azienda	Mettere questi colli da parte e aggiustare la pezzatura tutti insieme dopo che se ne è accumulato un certo quantitativo		
	Ov.Pr.: Ogni collo in uscita deve presentare etichetta, tale etichetta va posta a mano dall'operatore durante la pedanzizzazione dell'ordine	Porre una sola etichetta per ordine invece che una su ogni collo	-	Usare etichettrici automatici		Optare per cambio regola: porre un'etichetta per ordine che contenga tutte le informazioni necessarie per il lotto e che consenta di tracciarlo (eventualmente pensare alla soluzione etichetta magnetica da restituire)

Figura 4.12 Applicazione tecnica 5s per fase Picking and Packing

Molte delle problematiche che sorgono nella fase di picking e packing sono generate da errori commessi in fasi precedenti e potrebbero essere evitate, ad esempio con l'utilizzo del sistema a codice a barre o simili.

Un'inefficienza di tipo logistico come quella che forza l'operatore a percorrere più volte gli stessi percorsi in magazzino potrebbe essere risolta correggendo il processo durante la stampa dell'ordine: se il sistema gestionale conoscesse la locazione dei prodotti in magazzino (o almeno delle loro colonne di pertinenza), potrebbe possedere al proprio interno un indice di priorità per ogni prodotto che ne indica la posizione relativa agli accessi all'area di carico/scarico. Tramite tale indice il sistema potrebbe stampare ogni ordine, ordinando i colli al proprio interno: al momento non vi è ordine, se non quello alfabetico, mentre conoscendo l'indice il sistema potrebbe stampare tutti i colli richiesti nell'ordine in modo che l'operatore possa raccogliarli seguendo un percorso che sia il più possibile rettilineo.

Osservato che ormai avviene molto di rado che delle esigenze di produzione costringano un fornitore a modificare la pezzatura di un collo, è lecito assumere che chi ancora persevera in questa pratica possa autonomamente cessarla; in caso contrario, per evitare che gli operatori riportino a norma la pezzatura del collo aprendolo manualmente – spesso i pezzi in eccesso vengono addirittura persi poiché è difficile venderli una volta rimossi dal collo – è possibile far ricadere l'onere sul fornitore stesso, richiedendo la normalizzazione della pezzatura prima della spedizione.

Infine, bisogna anche valutare se è necessaria una etichetta riassuntiva della bolla di consegna su ogni collo: è forse possibile generare un'unica etichetta per ordine che contiene tutte le informazioni necessarie, sia sulla destinazione dell'ordine in toto che sui singoli colli in dettaglio.

4.5.5 5s: Delivery

Operation	Waste description	Sorting	Straitening	Shining	Standardizing	Sustaining	
5 - Delivery (agganciare, caricare, sganciare)	Transport: I grossi clienti con centri di costo complessi trovano comodo effettuare ordini separati per divisioni separate, l'amministrazione vede moltiplicarsi il lavoro di gestione degli ordini (anche 5 ordini dallo stesso cliente nella stessa data)	Avere in amministrazione sia un processo di gestione ordini ad hoc per grossi clienti che un canale di comunicazione specifico. Essi consentiranno di accorpate i vari ordini del grosso cliente in uno unico dal punto di vista amministrativo ma mantenerli separati contabilmente, così da emettere fatture diverse per ogni sottogruppo di merce ordinata					
	Inventory: Le pedane non EPAL di area 4 volte lo standard vengono usate solo per alcuni clienti, quando non possono essere usate per un cliente restano comunque in area carico ed ingombrano	Selezionare clienti che non operano con questo tipo di pedane o evitare comunque le transazioni con esse	Tenere queste pedane lontano dalle zone di movimentazione e prenderle solo quando ne è previsto l'utilizzo			Cessare le transazioni con i clienti che usano questo tipo di pedane oppure tenerle limitate solo a loro	Se il processo di sorting non è sufficiente, usare quello di standardizing
	Motion: L'area carico/scarico è ingombra di merci preparate pertanto il carico presenta difficoltà, seppur minori rispetto allo scarico	Preparare merce da caricare in zone adiacenti la sponda idraulica	Tenere sempre liberi i percorsi che collegano le aree di carico con le entrate del magazzino	Mantenere fruibili i muletti e i colli nella zona circostante la sponda idraulica: oltre a facilitare la movimentazione, renderà anche più snello il carico (o scarico) merci	Si veda il carico	-	
	Waiting: Camion per carico in attesa che si liberi una delle due sponde idrauliche già occupate	Cercare di caricare prima i camion più piccoli per ottenere un'attesa complessiva minore			Considerare l'aggiunta di una sponda idraulica		
	Defects: Gli ordini vengono preparati per provincia ma al momento del carico per quella provincia le pedane non vanno prese in modo casuale	-	Considerare la posizione dell'area della provincia durante picking e packing	-	Organizzare con routines il carico in modo da creare sinergie	Mantenere le routines nel corso del tempo	
	Ov.Pr.: Bisogna prendere nota di tutte le pedane in uscita poiché esse dovranno essere poi riportate dal vettore o fatturate al cliente	*tecnici suggeriscono l'implementazione delle pedane blu in affitto					

Figura 4.13 Applicazione tecnica 5s per fase Delivery

È comune, come prima spiegato, che il numero di ordini formalmente si moltiplichi poiché i grossi clienti effettuano ordini multipli per la stessa consegna, al fine di poterli più facilmente addebitare presso i propri centri di costo. Tale pratica non ha ricadute operative per gli operatori di magazzino i quali sono consci della pratica ed effettuano un'unica pallettizzazione per l'“ordine multiplo”.

Tuttavia questa procedura genera lungaggini in amministrazione nella fase di gestione degli ordini: creando un apposito canale di gestione ordini per quei clienti che sono soliti moltiplicare gli ordini, sarebbe possibile far inviare loro in automatico dal sistema gestionale un documento che consenta la semplice divisione del prodotto richiesto tra i centri di costo ma al contempo permetta il processamento di tutta la richiesta con un ordine unico, almeno per TecnoBox S.r.l.

Responsabilità di alcuni clienti è anche l'utilizzo delle pedane non EPAL che non possono essere usate dagli operatori di magazzino con libertà poiché devono essere rese. Se non dovesse risultare possibile minimizzare l'impaccio dato da questo tipo di pedane, riusandole o stoccandole insieme alle altre pedane normali, è bene calcolare se il disagio dal loro creato è tale da richiedere al cliente di cessare le transazioni con questo tipo di pallet.

La soluzione di schedulare il più possibile, in accordo con clienti e fornitori, gli arrivi dei camion, siano essi per il carico o per lo scarico, torna adesso utile per mitigare il problema delle sponde idrauliche occupate: anche il vettore in uscita può beneficiare di una migliore gestione delle sponde idrauliche. Oltretutto, se fosse noto l'ordine con cui il vettore effettuerà i carichi, diventerebbe anche possibile eseguire il picking e packing con logica differente, organizzare cioè le aree linearmente, nell'ordine con cui il vettore caricherà la merce appartenente alla relativa provincia.

4.6 Applicazione del Framework, Quarto Passo:

quantificazione dei benefici e dei costi delle soluzioni

proposte

La naturale prosecuzione del passo precedente sarebbe l'applicazione, o quantomeno la simulazione, delle soluzioni appena individuate. Tuttavia le stesse presentano evidenti costi di implementazione: in alcuni casi essi sono rappresentati da costi fisici per nuove attrezzature come ad esempio i lettori laser, in altri casi si tratta di switching costs come quando si richiede di sostituire un fornitore, ancora, essi possono essere visti come costi di apprendimento nelle situazioni in cui la soluzione proposta impone un cambiamento di routine per chi esegue fisicamente le operazioni.

A prescindere dalla natura del costo di implementazione, al crescere dello stesso il titolare dell'azienda sarà sempre più restio all'implementazione, soprattutto se non si conoscono i risultati migliorativi della stessa. In altre parole, chi dovrebbe finanziare l'implementazione delle soluzioni vuole conoscere una sorta di payback period dell'investimento, o quanto meno riuscire a quantificare il risparmio ottenibile dell'implementazione della nuova pratica, capire cioè se i costi da affrontare saranno ripagati dai risparmi che scaturiranno.

Di conseguenza, è proficuo per l'analista eseguire quanto prima una quantificazione del risparmio ottenibile con le modifiche che egli propone. Per ognuna delle soluzioni il metodo di quantificazione è diverso, viene scelto quello che meglio modella la situazione: simulazione, stima, calcolo. Si noti bene che alcune delle variabili presenti nel modello sono stime effettuate sul campo, calcolate spesso da osservazione diretta: ciò avviene poiché i dati inerenti alcuni sprechi non sono dati che un'azienda comunemente raccoglie. Ad esempio, nel caso dell'arrivo di merce non pallettizzata, non esiste un operatore che ha il compito di tenere nota della frequenza dell'evento né un database del sistema gestionale in cui è possibile raccogliere la relativa informazione; sia perché spesso non si ha ancora coscienza dell'esistenza della criticità, sia perché anche notandola non si pensa di poterla risolvere, generalmente i dati immagazzinati dalle aziende esulano le situazioni eccezionali, le criticità che

avvengono una tantum e le informazioni più difficili da raccogliere o apparentemente inutili come il numero di colli per ordine o la frequenza di rottura di stock.

4.6.1 Picking & Packing, Motion & Waiting, Straitening

Di seguito viene presentato il primo modello di quantificazione delle soluzioni proposte. Per tutti i modelli successivi, l'iter è simile: viene prima riassunto il problema e la relativa soluzione, poi sono presentati i dati numerici che caratterizzano il problema e infine viene presentato il modello matematico con cui si è deciso di descrivere la situazione. Su tale modello matematico vengono eseguiti i calcoli del caso.

“Stampare documento ordine con colli elencati nello stesso ordine con cui sono stoccati in magazzino”

Nella quantificazione del risparmio ottenibile con questa proposta non viene considerato lo switching cost consistente nell'implementazione all'interno del sistema gestionale, di un sistema di indici di priorità necessario per “far conoscere” al sistema stesso la posizione dei prodotti all'interno del magazzino. Considerando che tali posizione non sono cambiate nel tempo, sembra fattibile associare un indice numerico ad ogni codice di prodotto, indice che deve crescere quando cresce la distanza della posizione del prodotto da un luogo che può essere considerato “inizio” del magazzino (o altresì, quando si riduce la distanza del prodotto dall'uscita del magazzino). Nel momento di stampa dell'ordine il sistema potrà quindi in automatico stampare i prodotti ordinati per indice invece che in semplice ordine alfabetico, così che l'operatore possa leggere anche il picking order.

Per la stima dei vantaggi ottenibili con questa modifica vengono inoltre utilizzati i seguenti dati:

Tramite un'interrogazione del sistema gestionale è stato possibile ottenere un estratto degli ordini in uscita da cui si può stimare “Ordini in uscita / giorno $\#_o = 64.5$ ”

Il tempo necessario per preparare un ordine τ_0 è stato stimato tramite osservazione diretta della procedura combinata con il parere degli operatori che si occupano della preparazione. Esso risulta essere distribuito come una variabile casuale uniforme con estremi 5 minuti e 20 minuti. Ciò è vero poiché tale valore è fortemente dipendente dal numero di prodotti diversi che compongono l'ordine e dalla loro locazione in magazzino: infatti, più essi sono sparsi o posizionati in scaffalature alte, più il tempo di preparazione si allunga:

$$\tau_0 = U[5; 20] \rightarrow \bar{\tau}_0 = (5 + 20) \div 2 = 12,5 \text{ min/ordine}$$

In generale sono sempre necessari almeno 5 minuti per preparare un ordine anche nei casi più semplici pertanto la riduzione conseguente dall'ottimizzazione cresce al crescere delle dimensioni dell'ordine. Un ordine comprende in media $p = 6.3$ (stimato) tipi di prodotti diversi ed è ragionevole stimare che ogni 5 prodotti l'operatore abbia bisogno di tornare indietro per entrare in un corridoio/area che aveva precedentemente sorpassato, perdendo circa $w = 1$ min (stimato). Si decide pertanto di calcolare il tempo necessario a preparare un ordine dopo l'avvenuta ottimizzazione τ_1 come segue:

$$\tau_1 = \tau_0 - \left(\frac{p}{5}\right) \times w$$

Il risparmio ottenibile R_1 , in termini di tempo, può quindi essere calcolato come segue:

$$R_1 = (\bar{\tau}_0 - \bar{\tau}_1) \times \#_o$$

$$R_1 = \left[12,5 - 12,5 + \left(\frac{6.3}{5}\right) \times 1 \right] \times 64,5 = 81,27 \text{ min/giorno}$$

4.6.2 Storage, Defects – Standardizing

“Implementare procedura secondo cui il prodotto in eccesso viene depositato in un'area a parte dalla quale verrà poi prelevato per essere inserito nella colonna corretta quando possibile”

La soluzione suggerita prevede di accantonare la merce che non trova spazio nella colonna di pertinenza presso un'area angolare del magazzino temporaneamente. Si propone di risistemare tale merce presso le scaffalature corrette una volta a settimana, possibilmente il sabato mattina, giorno in cui il carico di lavoro è minore, integrando questa operazione supplementare tra quelle giornaliere.

Per quantificare il risparmio ottenibile bisogna per prima cosa stimare il tempo sprecato dagli operatori nel cercare un prodotto mal posizionato: tramite osservazione diretta si stima che un operatore perda circa $t_w = 0.5$ min per cercare e trovare il prodotto di cui ha bisogno quando esso è stato messo “fuori posto” in colonne vicine a quella di pertinenza.

Utilizzando un estratto della merce in uscita è stato possibile evidenziare quali ordini contengono prodotti posti su scaffalatura e che quindi possono essere soggetti a questo difetto: su un totale di 773 ordini in uscita, 625 contengono prodotti prelevabili da scaffalatura, conseguenzialmente la frequenza con cui si deve prelevare un prodotto che può essere “fuori posto”, calcolata come “ordini con prodotti da scaffalatura/ordini totali” è:

$$\lambda_u = \frac{625}{773} = 0,8085 = 80,85\%$$

Utilizzando il dato sugli ordini in uscita giornalieri stimato nel punto precedente $\#o = 64.5$ ordini in uscita/giorno, si ottiene il seguente risultato:

$$R_2 = t_w \times \#o \times \lambda_u$$
$$R_2 = 0,5 \times 64,50 \times \frac{80,85}{100} = 26,07 \text{ min/giorno}$$

4.6.3 Receiving, Transport – Standardizing

“Assicurarsi che il fornitore effettui la pallettizzazione nella maniera corretta prima dello scarico: fattibile in quanto i fornitori maggiori sono sempre gli stessi quindi si può implementare questa pratica con loro”

Alcuni fornitori, purtroppo tra i più attivi, sono soliti effettuare meno spedizioni più concentrate; un'altra pratica, non molto comune, è quella di effettuare tali spedizioni in camion che contengono materiale non su pedana, così che il personale di magazzino è poi costretto a caricare manualmente i colli sulle pedane per poterli immagazzinare.

Tramite osservazione diretta delle operazioni descritte, si stima che il tempo necessario a scaricare un camion, normalmente pari a $t_s = 20$ min, viene incrementato di 110 min raggiungendo un valore pari a $t_s^* = 130$ min quando il muda si verifica.

$$t_s = 20 \text{ min} \quad t_s^* = 90 \text{ min}$$

Se si riuscisse a modificare la pratica, si potrebbe risparmiare il tempo in più richiesto per impilare manualmente i prodotti. Per quantificare tale risparmio è necessario conoscere la frequenza con cui l'imprevisto avviene: non essendovi traccia dell'accadimento sul sistema informativo aziendale (non

viene inserito ovviamente il dato relativo alla presenza/assenza delle pedane), tale frequenza viene stimata tramite osservazione diretta e parere dei diretti interessati che si occupano dello scarico. Risulta che gli arrivi di camion con merce non su pedana sono distribuiti come una variabile casuale simile alla normale le cui code diventano trascurabili per valori minori di 1 arrivo al mese o superiori a 4 arrivi al mese.

→ Media = $(1+4) / 2 = 2,5$

$$\#_p \sim N(\mu, \sigma) [\text{arrivi/mese}] \text{ con } \mu = 2,5 \text{ e } \sigma = 0,5$$

Si è deciso di modellizzare la variabile in modo tale che la funzione di ripartizione lasci oltre le code solamente lo 0.27% dell'area totale.

$$Prob(\#_p < \mu - 3 \times \sigma) = 0,00135 \quad \bigwedge \quad Prob(\#_p > \mu + 3 \times \sigma) = 0,00135$$

È pertanto possibile ora quantificare il risultato ottenibile come:

$$R_3 = \overline{\#_p} \times (t_s^* - t_s)$$

$$R_3 = 2,5 \times (90 - 20) = 175 \frac{\text{min}}{\text{mese}} = 6,73 \text{ min/giorno}$$

A tale risparmio va anche aggiunto che, effettuando la pedanizzazione a mano, incrementa il rischio di danneggiamento delle pedane.

4.6.4 Intermediate Storage, Transport – Shining

“Acquistare un dispenser di pedane: tale prodotto consentirebbe di stoccare perennemente le pedane in area carico/scarico, proteggendole da furti e agenti atmosferici, evitando tutte le movimentazioni che servono solo a raccogliere pedane dal magazzino e rendendo sempre disponibili pedane agli operatori che devono eseguire scarichi o pallettizzazioni”

Nei calcoli che seguiranno il costo del pallet dispenser dovrà essere considerato, tuttavia, essendo esso un costo secco fisso si eseguirà prima la valutazione del risparmio ottenibile come nelle sezioni precedenti, poi si calcolerà il payback dell'investimento.

Il risparmio ottenibile viene calcolato come risparmio di tempo durante il maneggiamento delle pedane: ad oggi, quando un operatore di magazzino ha bisogno di prelevare una pedana dal magazzino per portarla in area di carico scarico impiega circa 60 secondi, di cui 15 sono necessari per agganciare la pedana al muletto e 45 per il trasporto.

$$t_1 = 15 \text{ s} \quad t_2 = 45 \text{ s}$$

Posizionando il dispenser direttamente in area di carico scarico, il tempo di movimentazione del pallet si ridurrebbe e si stima che esso diventerebbe pari a 15 secondi.

$$t_1 = 15 \text{ s} \quad t_2^* = 15 \text{ s}$$

Il numero di pedane che vanno movimentate in questo modo è stimabile dalla somma delle pedane movimentate per risolvere il muda precedentemente analizzato, “Receiving – Transport”, e di quelle che vanno ricaricate sui camion dei vettori che consegnano prodotto in entrata.

Il primo addendo viene calcolato considerando che la stragrande maggioranza delle consegne di materiale senza pedane avviene su bilico e che su un bilico entrano 33 pallet formato standard.

$$\#_{m1} = 33 \times \overline{\#_p} = 82,50 \text{ movimentazioni/mese}$$

Per ottenere il secondo addendo viene utilizzato un estratto del sistema gestionale di tutti i colli in ingresso dell'anno corrente. Stimando che una pedana riesce a contenere fino a 10 colli si ottiene il numero delle pedane entrate in magazzino che coincide col numero delle pedane che vanno ricaricate sui camion.

Totale colli in ingresso gennaio 2017 – settembre 2017 = 1715092

Media colli in ingresso al mese $m_c = 245013$

Media pedane in ingresso al mese $m_p = 245013/10 = 24501$

Le pedane che vengono ricaricate sui camion non sono trasportate una ad una ma, generalmente, fino a gruppi di dieci ove necessario. Al fine di mantenere prudenziali i risultati ottenuti, si preferisce sottostimare il risparmio ottenibile dividendo ugualmente per dieci.

$$\#_{m2} = m_p/10 = 2450,10 \text{ movimentazioni/mese}$$

$$\#_m = \#_{m1} + \#_{m2} = 82,50 + 2450,10 = 2532,60 \text{ movimentazioni/mese}$$

Conseguenzialmente

$$R_4 = \#_m \times [(t_1 + t_2) - (t_1 + t_2^*)]$$

$$R_4 = 2532,60 \times [(15 + 45) - (15 + 15)] = 75978 \text{ s/mese} = 48,70 \text{ min/giorno}$$

Il payback period varia, ovviamente, in base al prezzo di acquisto del dispenser F:

$$P_b | F - R_3 \times C_h \times P_b = 0$$

Dove C_h è il costo orario del lavoro che, nel caso di TecnoBox S.r.l., è pari a 14 €/h (N.B. il secondo addendo dovrà essere reso omogeneo in termini di unità di misura prima di effettuare il calcolo poiché R_3 è stato calcolato in min/giorno).

Per quanto concerne il valore di F, esso varia moltissimo in base alla marca (cioè al produttore) e soprattutto al meccanismo: esistono infatti moltissimi pallet dispenser totalmente automatizzati, in grado di posizionare, senza alcun intervento dell'operatore, le pedane nella posizione richiesta. Questo tipo di prodotto viene generalmente progettato ad hoc e cablato in linea di montaggio e non è ciò di cui TecnoBox S.r.l. ha bisogno. Un prodotto che faccia da buffer e da protezione per i pallet è più che sufficiente e per esso si stima un prezzo di circa € 5000. Considerando questo valore è possibile procedere al seguente calcolo:

$$P_b = \frac{F}{R_3 \times C_h} = \frac{5000 \text{ [€]}}{48,70 \text{ [min/giorno]} \times 14 \text{ [€/h]} / 60 \text{ [min/h]}}$$

In altre parole viene calcolato il costo al minuto del lavoro 14/60 [€/min] e moltiplicato per R3, i minuti giornalieri risparmiati con l'implementazione del dispenser.

$$P_b = \frac{5000 \text{ [€]}}{11,36 \text{ [€/giorno]}} = 440 \text{ giorni}$$

4.6.5 Picking and Packing, Ov.Pr.

“Usare un'etichettatrice automatica”

Trascurando il costo di acquisto dell'etichettatrice, e lo switching cost relativo all'immissione del rullo con le etichette all'interno della stessa, per quantificare il miglioramento ottenibile con questa soluzione è necessario stimare il risparmio in tempo ottenibile.

Si è stimato tramite osservazione diretta che il tempo necessario ad applicare tutte le etichette necessarie si ridurrebbe di pochi secondi netti: nonostante il tempo materiale speso nell'applicazione si riduce, per caricare sul rullo la relativa etichetta è richiesto del tempo che erode i risparmi.

Considerando circa 2 secondi per mettere un'etichetta a mano e 8 prodotti per ordine, il tempo di etichettatura senza etichettatrice è 16 s / ordine. Con lo strumento il tempo di applicazione della singola etichetta si dovrebbe ridurre ad 1 secondo mentre per inserire le etichette nel rullo dovrebbero essere necessari 5 secondi circa (non verificabile data la mancanza di etichettatrici in azienda), per un totale di 13 seco / ordine. Si ottiene pertanto la stima $\Delta t = 3 \text{ s / ordine}$

Di conseguenza il valore numerico del risparmio si ottiene moltiplicando il Δt per il numero di ordini in uscita

$$R_5 = \#_o \times \Delta t$$

$$R_5 = 64,5 \times 3 = 193,5 \text{ sec/giorno} = 3,23 \text{ min/giorno}$$

4.6.6 Picking & Packing, Ov.Pr. – Standardizing

“Optare per cambio regola: porre un'etichetta per ordine che contenga tutte le informazioni necessarie per il lotto e che consenta di tracciarlo (eventualmente pensare alla soluzione etichetta magnetica da restituire)”

Nei calcoli si trascurerà il costo fisso necessario a contattare il tecnico informatico che dovrà riprogrammare il sistema gestionale per stampare un'unica etichetta con le informazioni organizzate in maniera differente.

Il tempo necessario a porre l'unica etichetta sull'ordine è di circa 10 secondi poiché si tratterebbe, realisticamente, di un'etichetta più grande da fissare, eventualmente, con l'aiuto del nastro adesivo. Questo valore viene nuovamente confrontato con 16 sec / ordine, il tempo necessario ad etichettare tutti i colli di un ordine con le procedure attuali. Si ottiene pertanto un $\Delta t = 6 \text{ s / ordine}$. Procedendo come in precedenza

$$R_6 = \#_o \times \Delta t$$

$$R_6 = 64,5 \times 6 = 387 \text{ s/giorno} = 6,45 \text{ min/giorno}$$

N.B. questo risultato viene calcolato con il presupposto che la soluzione del paragrafo precedente, “Picking and Packing – Over Production”, non sia nota all’azienda o comunque non sia stata messa in pratica.

L’analisi dell’applicazione combinata di entrambe le soluzioni risulta infatti poco interessante: l’efficacia dell’etichettatrice aumenta con il numero di etichette da apporre, pertanto, se l’etichetta diventa solamente una il tempo necessario ad equipaggiare lo strumento con la carta rende già di per sé l’utilizzo dello strumento stesso sconveniente. Si avrebbe un $\Delta t < 0$ e quindi un $R_{56} < 0$, cioè un allungamento dei tempi necessari per completare l’operazione di etichettatura.

4.6.7 Picking & Packing, Transport – Shining

“Su tutti i colli sono presenti etichette con codice a barre ed il personale di magazzino è dotato di lettori laser di codice a barre (ma hanno solamente due lettori). Se tutto il personale ne venisse dotato sarebbe possibile dialogare continuamente con il sistema informatico che contiene la giacenza e la disponibilità, tenendolo aggiornato in tempo reale e senza alcuna azione aggiuntiva da parte del personale di magazzino che non dovrebbe più andare ad avvertire l’amministrazione. Sarebbe così possibile evitare le rotture di stock e, dato che il sistema conoscerebbe posizione e quantità di ogni prodotto, potrebbe stampare gli ordini con i colli elencati in ordine di magazzino evitando ai magazzinieri di effettuare percorsi inefficienti”

Ogni operatore riferisce che il verificarsi della rottura di stock avviene circa con cadenza settimanale: essendo 7 gli operatori di magazzino, si può stimare che la frequenza di accadimento del muda è giornaliera

$$\bar{\lambda}_r = 7 \times \lambda_r = 7 \text{ rottura/settimana} = 7/5 [\text{rottura/giorno}]$$

Il costo della rottura di stock è rappresentato dalle operazioni supplementari che ne scaturiscono. Quando il fatto avviene, l’operatore perde circa 65 secondi per comunicare in amministrazione il problema. L’amministrazione dovrà poi prendere in carico il problema ed occuparsi di piazzare un ordine supplementare, come dettagliato nei diagrammi di flusso, impiegando orientativamente altri 2 minuti. È pertanto possibile ottenere un guadagno lordo in termini di tempo pari a:

$$G = (65 + 120) \times \bar{\lambda}_r = 259 \text{ s/giorno}$$

A tale risparmio bisogna però sottrarre il tempo addizionale speso dagli operatori per “leggere” con il lettore laser ogni collo in ingresso: in un secondo è possibile effettuare la scansione di circa tre colli; pertanto, considerando un tempo di scansione di 1/3 secondi/collo ed una media colli in ingresso al mese $m_c = 245013$ (vedi “Intermediate Storage, Transport – Shining”), il tempo di lettura risulta:

$$T = m_c \times (1/3) = 81671 \text{ s/mese} = 52,35 \text{ s/giorno}$$

È pertanto possibile concludere che:

$$R_7 = G - T = 259 - 52,35 = 200,65 \text{ s/giorno} = 3,44 \text{ min/giorno}$$

Il prezzo di un lettore laser è stato stimato essere pari a $c_l = 75$ €. Bisogna inoltre considerare che possedere 7 lettori equivarrebbe ad avere perennemente una risorsa in eccesso: raramente più di 4 operatori svolgono contemporaneamente operazioni di scarico. È pertanto necessario acquistare non più di due lettori. Con quest’ultima informazione è possibile calcolare il payback period della spesa, seguendo lo stesso principio usato nella soluzione “Intermediate Storage, Transport – Shining”:

$$P_b | 2 \times c_l - R_7 \times C_h \times P_b = 0$$

$$P_b = \frac{2 \times c_l}{R_7 \times C_h} = \frac{2 \times 75 \text{ [€]}}{3,44 \text{ [min/giorno]} \times 14 \text{ [€/h]} / 60 \text{ [min/h]}}$$

$$P_b = 187,5 \text{ giorni}$$

Si noti che il costo principale della rottura di stock, soprattutto per un'azienda come TecnoBox S.r.l., è la perdita di fiducia da parte del cliente che subisce il mancato shipping del prodotto richiesto. Questo secondo valore non è ovviamente quantificabile ma sicuramente più importante del costo operativo in termini di tempo aggiuntivo: R7 è pertanto un lower bound dell'effettivo risparmio che si otterrebbe con l'implementazione del lettore laser.

4.6.8 Riassunto dei Risultati Ottenibili

Per meglio notare in quale area la maggior parte degli interventi più fattibili ha efficacia, le soluzioni proposte sono riassunte nella tabella 5.14. nella quale è possibile visualizzare i risparmi per ogni attività: ogni risparmio calcolato in precedenza (sempre con unità di misura minuti/giorno) è infatti inserito in una cella la cui riga corrisponde alla fase di magazzino in cui il risparmio si genererebbe.

R [min/giorno]	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Receiving			6,73				
Intermediate Storage				48,7			
Storage		26,07					
Picking&Packing	81,27				3,23	6,45	3,44
Delivery							

Figura 4.14 Sommario dei risparmi potenziali suddivisi per area di competenza

Com'è possibile notare, tra le soluzioni proposte per la prima e l'ultima fase poche hanno trovato immediata applicabilità. Ciò è dovuto fondamentalmente a due ragioni: tali fasi dipendono in minor misura dalle scelte aziendali, le operazioni che le compongono sono eseguite in un certo modo a causa di ragioni strutturali (per esempio il numero di sponde idrauliche o l'area di manovra disponibile) o ragioni dipendenti da terze parti (non sempre è possibile imporre le pratiche di TecnoBox ad alcuni fornitori o ad alcuni vettori).

Differentemente, le fasi intermedie, quelle che avvengono più propriamente all'interno del magazzino, sono le più agevolmente modificabili. Qui si parla infatti di operazioni appartenenti a routines interne all'azienda o semplicemente dell'implementazione di good practices relative all'ordine, alla pulizia dei percorsi più utilizzati o all'utilizzo di strumentazioni differenti.

4.7 Applicazione del Framework, Quinto Passo: VSM to be

Una volta che il framework è stato applicato, è possibile per l'analista, a distanza di tempo dall'implementazione delle soluzioni, vedere gli effetti del proprio operato. Nello specifico, egli potrà constatare l'efficacia delle modifiche introdotte rimappando il flusso di valore, osservando dove e come esso è variato. Per questo motivo è bene che l'analista confronti la nuova VSM as is dopo l'introduzione del lean warehousing nell'azienda.

Nel lavoro presente, non essendo possibile per ovvie ragioni implementare modifiche come quelle proposte, che richiedono un grosso effort iniziale da parte dell'impresa stessa, la valutazione

dell'operato sarà eseguita non a posteriori con una nuova VSM as is, ma con la simulazione di una VSM to be, cioè una mappatura di quello che si presuppone sarà il flusso di valore successivamente all'introduzione delle modifiche suggerite.

In ogni caso, a prescindere dalla possibilità di implementare immediatamente il proprio operato, è bene che qualunque analista esegua sempre questo passaggio intermedio: esso può infatti essere visto come un ultimo controllo di accettazione e verifica pre-implementazione. Tale simulazione è infatti complessiva: nella fase di ideazione delle soluzioni proposte, Paragrafo 5.5 e 5.6, non si tiene infatti conto dell'interazione che una modifica può avere con un'altra. Invece, con uno strumento di mapping come la VSM, tali interazioni "saltano all'occhio".

Vengono stese due VSM to be, così come due sono le VSM as is utilizzate nel Paragrafo 5.2. I prodotti analizzati sono gli stessi, mentre, al fine di far risaltare i risultati dell'applicazione del framework, le modifiche introdotte sono disegnate con colore rosso: ipotizzando che l'applicazione di tutte le modifiche proposte possa avvenire con successo e senza interazioni negative tra le modifiche, sarebbe possibile ottenere una riduzione del tempo non a valore aggiunto pari alla sommatoria dei risparmi. Il tempo totale di attraversamento T , ovviamente, risentirebbe in egual modo della riduzione temporale. Sarebbe così possibile ottenere una riduzione del tempo non a valore aggiunto pari a:

$$\rho = \sum_{i=1}^7 R_i = 175,89 \text{ min/giorno}$$

Ed il tempo di attraversamento totale diminuirebbe di un pari valore

$$T' = T - \rho = 347 - 175,89 = 171.11 \text{ min/giorno}$$

(Calcolo eseguito nel caso di prodotto non personalizzato)

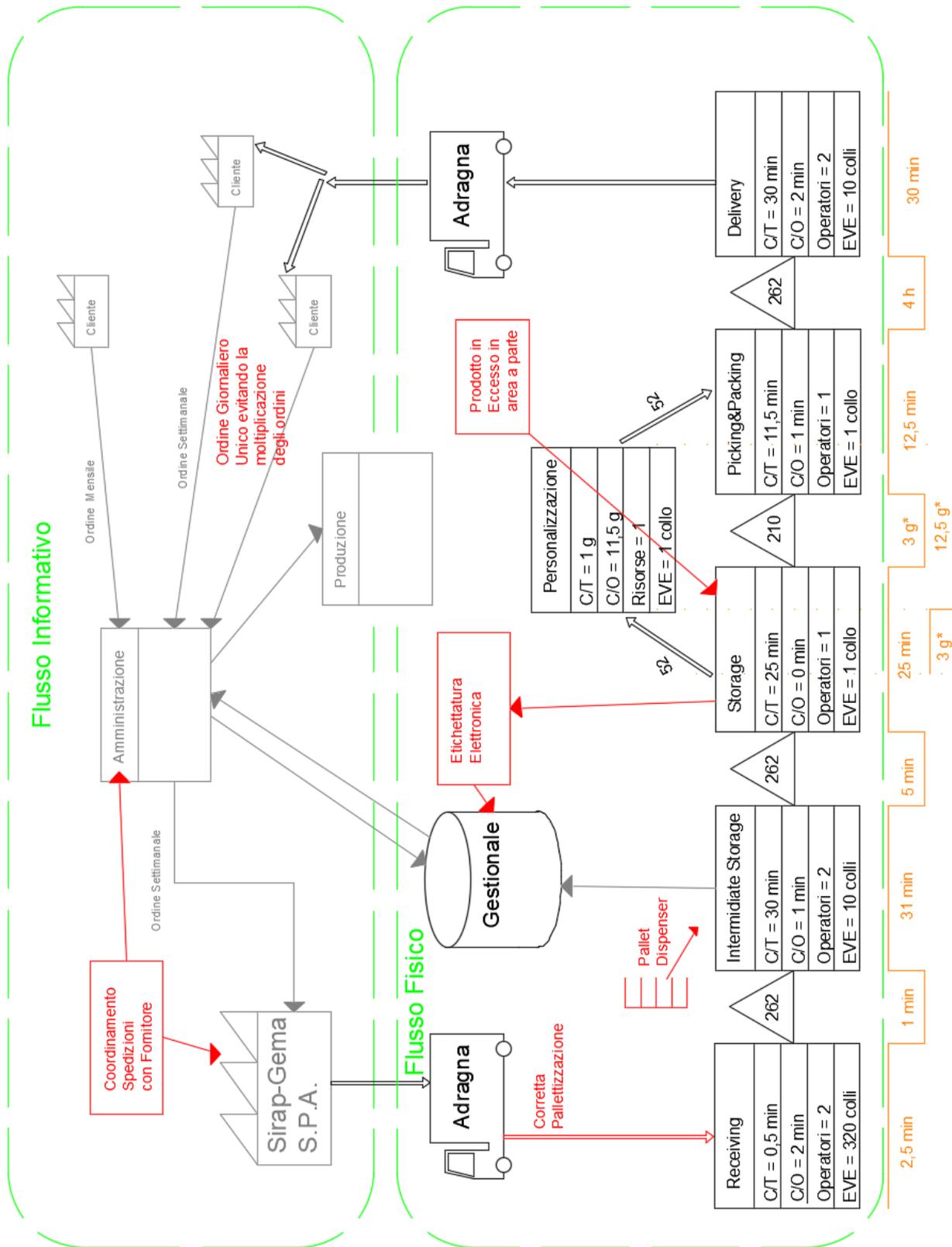


Figura 4.15 VSM to be prodotti personalizzati

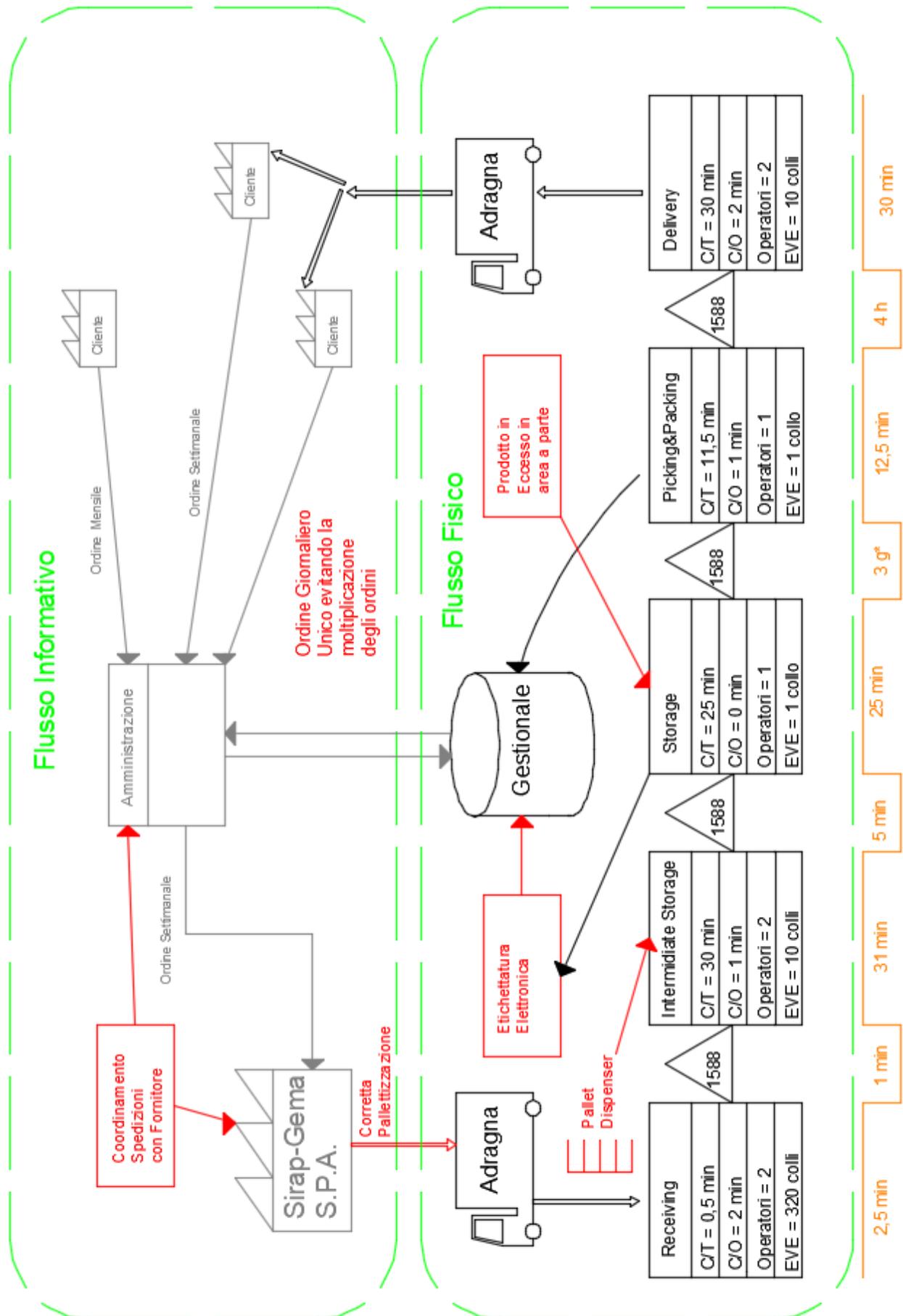


Figura 4.16 VSM to be prodotti non personalizzati

5 Conclusioni

In questo capitolo finale vengono tratte le conclusioni relative ai risultati portati dal presente lavoro. In primis, viene valutata la facilità di applicazione del framework stesso, quanto sia agevole per un analista utilizzare lo stesso in un nuovo contesto. Simmetricamente, sono messe in luce le parti più ostiche da applicare o quelle la cui implementazione non risulta esaustiva del problema. Pregi e difetti dell'implementazione del framework sono, ovviamente, osservati anche dal punto di vista interno, cioè di chi è impiegato nell'azienda.

Alla luce delle riflessioni di cui al punto precedente, vengono proposte eventuali modifiche alla struttura e ai contenuti del framework, le limitazioni dell'applicabilità dello stesso e di conseguenza le limitazioni del presente lavoro di tesi.

Il capitolo termina suggerendo quali possano essere i principali passi futuri che l'azienda può intraprendere sulla base dei risultati ottenuti nel presente lavoro di tesi.

5.1 Applicabilità del Framework

Piuttosto che valutare la facilità di applicazione del framework in generale, si preferisce, per maggiore completezza e oculatezza di analisi, valutare l'applicabilità di ogni strumento in esso contenuto.

5.1.1 Applicabilità dello strumento VSM

Il processo di mappatura del flusso del valore è una tecnica che può essere considerata antica rispetto all'intero processo di lean warehousing: esso risale infatti ai primi albori del lean thinking e costituisce la spina dorsale di tutti i processi di lean manufacturing. Ciò non implica però che la trasfigurazione della tecnica dall'area produttiva a quella dello stoccaggio sia priva di intoppi.

Come spiegato all'inizio dell'elaborato, i processi di warehousing, per definizione, non sono in grado di aggiungere valore al prodotto processato (tranne nel caso di alcuni particolari settori). Questo implica che il mappare il flusso del valore risulta concettualmente più difficile poiché l'individuazione dello stesso è meno immediata. Una soluzione in tale ambito può essere, ad esempio, quella di mappare il flusso del disvalore, soprattutto in quei settori in cui vi è un veloce decrescimento del valore col tempo, oppure, come è stato scelto di fare in questo elaborato, mantenere una rappresentazione canonica evidenziando le attività non essenziali o mal svolte.

5.1.2 Applicabilità dello Spaghetti Chart

Lo Spaghetti Chart, come la VSM, è un consolidato strumento di cui si avvale chi progetta impianti di produzione. Ma, più in generale, esso trova utilità ogni qual volta bisogna osservare o ottimizzare le movimentazioni fisiche di un dato processo. La natura prettamente logistica delle operazioni di magazzino fa sì che lo Spaghetti Chart si presti agevolmente a questo framework ed anche, necessario specificarlo, a questo settore.

L'introduzione dello Spaghetti Chart nel framework come strumento ausiliario può pertanto considerarsi un esperimento completato con successo; la mappatura ha aiutato ad evidenziare i punti nevralgici dell'area di analisi e concentrare su di essi gli sforzi migliorativi.

5.1.3 Applicabilità della Tecnica 5w e 5s

Queste due tecniche sono state scelte dagli autori dell'articolo (Mustafa et al., 2013) proprio per il loro approccio diretto e la possibilità di applicazione in ogni tipo di analisi. Conseguenzialmente, esse sono state applicati senza trovare alcun intoppo: la suddivisione in fasi del processo non ha posto dubbi, l'individuazione delle criticità delle loro caratteristiche e responsabilità è risultata agevole così come il completamento delle tabelle 5s che richiedono l'ingegno dell'analista per trovare soluzioni applicabili.

5.1.4 Percezione Aziendale e Vantaggi per l'Impresa

Il lavoro di analisi svolto è stato limitato, come già accennato, ad un livello valutativo e, nelle fasi finali, simulativo. Ciò vuol dire che l'analisi, seppur quantitativa, non è stata trasformata in una effettiva modifica dei processi. Dell'elaborazione dei dati quantitativi raccolti l'azienda non ha dunque potuto vedere i frutti. È possibile tuttavia fare una generica valutazione sull'impressione avuta dall'azienda sul possibile impatto del presente lavoro.

Il potenziale del lavoro di analisi è riconosciuto di valore, la possibilità di apportare miglioramenti ai propri flussi operazionali è sicuramente apprezzata dal management. Questo lavoro di tesi è suddiviso in una prima parte teorica ed una seconda più pratica ed applicativa: la seconda è prettamente incentrata proprio sull'offrire all'azienda studiata possibilità tangibili di intervenire in senso positivo.

Ovviamente, la validità delle proposte migliorative potrà essere valutata solo a posteriori e solo se l'azienda deciderà di intraprendere questo tipo di investimento ad alti switching costs.

5.2 Modifiche alla Struttura del Framework Proposte

La struttura del framework è "a scale": risulta cioè necessario completare ogni passo prima di poter intraprendere il successivo, se si desidera che nessuna criticità rimanga non analizzata o, ancor peggio, non individuata. Elidere una delle fasi risulta pertanto impossibile oltre che non necessario: tutte le fasi sono risultate necessarie, ognuna di esse è di aiuto, sia pratico che logico, per condurre un'analisi di successo.

Sono invece possibili le aggiunte: una già praticata in questo elaborato è l'introduzione, come strumento ausiliario, dello Spaghetti Chart, come già spiegato nel sottoparagrafo 5.1.2. Sebbene non previsto inizialmente, esso si è rivelato molto utile e non è entrato in contrasto con le altre fasi del framework. È stato interessante notare come esso abbia realizzato particolare sinergia con la VSM as is: i due strumenti insieme hanno mostrato una naturale tendenza a completarsi a vicenda. In conclusione, si suggerisce caldamente l'implementazione dello Spaghetti Chart nel framework in via definitiva.

Una seconda aggiunta suggerita, non sfruttata in questo elaborato, è la quantificazione del danno provocato dai muda in concomitanza all'applicazione dello strumento 5w. Si noti che non si sta suggerendo di effettuare un macro calcolo che sommi tutti gli sprechi che al momento attuale avvengono all'interno dei flussi operazionali: tale operazione sarebbe difficoltosa da eseguire per la mole di dati richiesta, nonché imprecisa e poco significativa. Si propone invece di applicare uno dei vari strumenti statistici tra quelli annoverati nelle tecniche lean (oppure una semplice stima di probabilità di accadimento) alle tabelle 5w. Il fine dell'operazione è quello di valutare la probabilità di accadimento delle varie inefficienze ed il danno da esse provocato: una sorta di analisi del rischio fatta successivamente alla raccolta informativa. Eseguita questa operazione, che non interferisce in

alcun modo con le restanti fasi del framework, è possibile sapere con maggior precisione quali dei tanti muda sono i più pericolosi, quelli cioè che recano più danni all'impresa e quindi incentrare su di essi gli sforzi di analisi migliorativa.

Una modifica che si era pensato di applicare allo schema 5s consiste nel suddividere le soluzioni trovate in base alla loro facilità di implementazione. Come già accennato, modificare i flussi operazionali di un'azienda produce degli switching cost tanto maggiori quanto più profonda è la modifica necessaria; chi riceve l'analisi potrebbe avere il desiderio di cominciare subito con le modifiche più radicali in modo che esse diventino effettive quanto prima e posticipare l'applicazione delle più "leggere" in quanto esse richiedono un effort marginale. Oppure è possibile che si voglia ragionare in maniera opposta, effettuando prima le modifiche più immediate in modo da poter valutare meglio quanto sforzo sia richiesto e quanto beneficio nei fatti si possa trarre.

5.3 Limitazioni del Presente Lavoro di Tesi

La principale limitazione del presente lavoro di tesi è la mancata applicazione fisica dei risultati ottenuti. Non essendo possibile rendere effettive, con quello che potrebbe impropriamente chiamarsi un esperimento, le modifiche proposte, manca un riscontro tangibile tra i dati di input del framework e i risultati dati in output. In altre parole, benché a livello teorico il framework abbia funzionato alla perfezione e si sia rivelato diretto ed efficiente, non è possibile provare, se non tramite le simulazioni numeriche, che l'output del framework fornisca i miglioramenti promessi.

A livello sia accademico che pratico il framework è stato un successo, ha consentito di effettuare un'analisi esaustiva, complessa ed ha fornito le risposte cercate, senza lasciare spazio a dubbi o indecisioni mentre l'analisi stessa veniva condotta. Esso ha inoltre fornito un output numerico, chiaro e di immediata applicazione pratica. La limitazione non è pertanto imputabile al framework in sé: resta solo da sapere se l'output, una volta applicato, darà i risultati sperati e, in caso negativo, se tali risultati siano migliori o peggiori delle simulazioni qui condotte.

Una seconda limitazione, anch'essa non di competenza del framework ma del lavoro presente, è l'impossibilità di "testare" tanti altri strumenti lean che forse avrebbero potuto inserirsi bene nell'analisi. Gli strumenti lean utilizzabili sono vari e diversi fra loro. Utilizzarli tutti contemporaneamente nella stessa analisi non è possibile poiché, ad esempio, alcuni assolvono alla stessa funzione e darebbero quindi soluzioni diverse allo stesso problema; ancora, è possibile che l'applicazione di uno strumento, per quanto potenzialmente benefica, richieda dati preliminari non disponibili o non facilmente raccogliabili. Infine, non è possibile né conveniente sviluppare un framework che includa un numero eccessivo di applicazioni (e quindi di passaggi): tale framework richiederebbe troppi dati e troppo tempo, inoltre i suoi risultati rischierebbero di essere contraddittori. È dunque compito dell'analista aggiungere, solo se necessario, strumenti supplementari nel caso in cui uno degli obiettivi dell'analista stesso non possa essere raggiunto con l'applicazione del framework così come esso si presenta allo stato attuale.

5.4 Ricerca Futura e Suggerimenti per l'Azienda

Come è stato possibile concludere dal paragrafo precedente, la ricerca accademica può focalizzarsi sull'esplorazione delle possibili combinazioni che il framework può avere con gli altri strumenti lean noti. Un primo passo, eseguito nell'elaborato presente, ha mostrato che l'introduzione di uno strumento non previsto inizialmente può fornire risultati aggiuntivi. Ovviamente, esistono anche strumenti che non daranno alcun apporto aggiuntivo e la cui introduzione rappresenterebbe dunque

un effort futile. Vi sono anche strumenti incompatibili, i cui risultati possono collidere con quelli già trovati e che rischiano dunque di confondere l'analista.

Nel complesso risulterebbe pertanto molto interessante, soprattutto per chi utilizzerebbe il framework per scopi lavorativi, conoscere a priori le combinazioni vincenti degli strumenti esistenti. In più, potrebbe anche risultare di enorme aiuto avere una gamma più vasta di strumenti alternativi: dato che strumenti diversi richiedono in input dati diversi, ove non è possibile o molto difficile reperire i dati per lo strumento predefinito, l'analista lo sostituirà con uno equivalente di più immediata applicazione per il suo caso specifico.

Per quanto riguarda Tecnobox s.r.l., l'analisi condotta ha fornito risultati che, come già spiegato, hanno tempi di applicazione molto differenti. Nello specifico, ritenendo ragionevole che l'azienda possa essere più interessata ad applicare prima le soluzioni il cui risparmio è stato possibile quantificare, si procede all'analisi di queste ultime.

- La proposta che suggerisce di dotare il personale di lettori laser implica alti switching costs, non tanto per l'acquisto dell'hardware o per le modifiche software da apportare al sistema informativo aziendale, quanto per la modifica di routine da imporre agli operatori di magazzino: costoro, al momento, non eseguono una verifica di questo tipo dopo lo scarico, se non un semplice controllo visivo, e l'aggiunta di tale operazione potrebbe richiedere delle settimane prima di essere completamente operativa. Lo stesso vale per la soluzione che richiede di depositare momentaneamente il prodotto in eccesso in un'area a parte per prenderlo successivamente: sebbene logicamente semplice, tale routine è diversa da quella attuale e riscontrerebbe attriti in fase di implementazione.
- La proposta che richiede di compattare tutte le etichette poste sui colli con una singola etichetta per ordine non richiede la modifica delle routines aziendali e pertanto è considerata di facile implementazione: per renderla effettiva basterebbe riprogrammare la stampa automatica del gestionale secondo i nuovi parametri.
- Tutto ciò è valido anche per l'implementazione delle etichettatrici automatiche: l'unico switching cost da tenere in considerazione è quello dell'acquisto delle etichettatrici stesse (che in questo caso è anche un sunk cost, ma di dimensioni ragionevoli).
- L'acquisto di un dispenser di pedane non genera, a conti fatti, quasi nessuno switching cost poiché l'oggetto non interferirebbe con le routines degli operatori di magazzino, se non per snellirle. Tuttavia, a differenza del punto precedente, non è possibile ora trascurare il sunk cost generato: il costo del dispenser non è di certo paragonabile a quello di un'etichettatrice. Sta all'azienda decidere se l'investimento è conveniente.
- La proposta che richiede di imporre ai fornitori una corretta pallettizzazione non genera switching cost di alcun tipo ma merita un discorso a parte. Come già spiegato, non è possibile semplicemente implementare tale soluzione con una comunicazione diretta ai fornitori i quali potrebbero non accettare di buon grado l'imposizione poiché essa genererebbe degli switching costs per loro. Pertanto è necessario capire prima quali sono i fornitori (realisticamente i più piccoli) che accetterebbero il richiamo, per evitare di perdere dei fornitori chiave.
- Sicuramente, la soluzione di più immediata applicazione è quella di stampare il documento "ordine" con i colli già organizzati con la stessa logica del magazzino. Per chi si occupa della messa in uscita del prodotto questa modifica non implica cambiamenti di routine e per implementarla è sufficiente una riprogrammazione software.

Nel complesso vi sono quindi proposte di vari generi, che comprendono vantaggi e svantaggi in misura diversa. Il framework ha consentito di trovarle in tempi ragionevoli e senza una mole eccessiva di dati, l'approccio risulta di immediata comprensione per chi possiede le conoscenze base del campo.

6 Bibliografia e Sitografia

6.1 Bibliografia

Buonamico, N., Muller, L. e Camargo, M. (2017), "A new Fuzzy Logic Based Metric to Measure Lean Warehousing Performance", Supply Chain Forum: An International Journal

Chiarini A. (2013) "Waste savings in patient transportation inside large hospitals using lean thinking tools and logistic solutions", Leadership in Health Services, Vol. 26 Issue: 4, pp.356-367

Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M. e Costantino, N. (2013), "A Lean Warehousing Integrated Approach, a case study", Politecnico di Bari

Jugraj Singh Randhawa, Inderpreet Singh Ahuja, (2017) "Evaluating impact of 5S implementation on business performance", International Journal of Productivity and Performance Management. 66 Issue: 7, pp.948-978

Liker, J. (2003), "The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer", McGraw-Hill

Mustafa, M.S., Cagliano, A.C., Rafele, C. (2013) "A Proposed Framework for Lean Warehousing" In: Blecker, T., Kersten, W., Ringle, C.M. (Ed.) "Pioneering Solutions in Supply Chain Performance Management. Concepts, Technologies and Applications" JOSEF EUL VERLAG GmbH, Lohmar (Germany), pp. 137-149. ISBN: 978-3-8441-0267-3

Ohno, T. (1978), "Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production", Diamond, Tokyo

Porteus, E. L. (1986), "Optimal Lot Sizing, Quality Improvement and Setup Cost Reduction"

Sharma, S. e Saha, B. (2015) "Towards Lean Warehouse Transformation and Assessment Using RTD and ANP" International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 65, Issue: 4, pp.571-599

Shreeranga Bhat, Gijo, E. V., Jnanesh, N. A. (2016) "Productivity and performance improvement in the medical records department of a hospital: An application of Lean Six Sigma", International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 65 Issue: 1, pp.98-125

Turner, R., Madachy, R., Lane, Ingold, D., e Lane, J. A. (2012) "Modeling Kanban Processes in Systems Engineering" IEEE press, Proceedings of the International Conference on Software and System Process

Womack, J. P. e Daniel T. (2006), "Lean Thinking. Come Creare Valore e Bandire gli Sprechi", Milano, Guerini e Associati

Womak, J. P., Jones, D. T. e Roos, D. (1991) "The Machine that Changed the World", MIT

Zhang, T., Huang, G. Q., Shi, Y. e Lan, S. (2014) "Inventory Hedging and Coordination Under Inventory-level-dependent Demand" IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, Taipei, Taiwan, 2014

6.2 Sitografia

<http://m.alibaba.com>

<http://pvsservicesitalia.it/gestione-magazzino/>

<http://www.conceptdraw.com>

<http://www.lean-manufacturing.it>

<http://www.ottomotors.com>

<http://www.schrauben-gross.com>

<http://www.slideshare.net>

<http://www.tecnobox.net>