

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

**Analisi logistica in Merlo spa:
organizzazione e revisione dei magazzini supermarket**



Relatori

Prof.ssa Cagliano Anna Corinna

Prof. Schenone Maurizio

Candidato

Emanuele Giovannini

Anno Accademico 2019/2020

Indice

1	INTRODUZIONE.....	5
2	LEAN MANAGEMENT E LAYOUT INDUSTRIALE.....	7
2.1	LA LEAN PRODUCTION	7
2.1.1	I principi della Lean Production.....	10
2.2	RIDUZIONE DEGLI SPRECHI	13
2.2.1	Benefici della Lean Production.....	16
2.3	PULL vs PUSH.....	17
2.4	IL SISTEMA JUST IN TIME.....	18
2.5	IL SISTEMA KANBAN.....	20
2.6	I MAGAZZINI SUPERMARKET.....	22
2.7	STRUMENTI DELLA LEAN PRODUCTION.....	24
2.7.1	Diagramma a spaghetti.....	24
2.7.2	Il Poka-Yoke.....	25
2.7.3	Tecnica delle 5S nei magazzini supermarket	26
2.8	LAYOUT DI UN IMPIANTO INDUSTRIALE.....	27
2.8.1	Tipologie di layout	30
2.8.2	Fattori motivanti lo studio del layout.....	34
2.8.3	Vincoli del layout di un impianto.....	36
2.8.4	Diagramma triangolare delle relazioni	37
2.8.5	Matrice delle intensità di traffico.....	38
3	PRESENTAZIONE AZIENDA.....	39
3.1	STORIA.....	41
3.2	EVOLUZIONE AZIENDALE	42
3.3	IL GRUPPO MERLO.....	45
3.3.1	Merlo Project.....	45
3.3.2	Tecnoindustrie.....	45
3.3.3	Centro Formazione e Ricerca Merlo.....	48

3.3.4	Merlo Rent	49
3.3.5	Movimatica.....	49
3.3.6	TreEmme	50
3.4	I PRODOTTI DI MERLO SPA.....	51
3.4.1	Panoramic	52
3.4.2	Multifarmer	52
3.4.3	Turbofarmer	53
3.4.4	Roto.....	54
3.4.5	DBM	55
3.4.6	MPR.....	55
3.4.7	Cingo	56
4	ANALISI DEI LAYOUT DEI MAGAZZINI E DEI FLUSSI DELLE MERCI.....	57
4.1	CARATTERISTICHE GENERALI.....	57
4.2	LISTA DI PRELIEVO	60
4.3	MAGAZZINO MOTORI	63
4.4	MAGAZZINO CABINE.....	65
4.5	MAGAZZINO MODULARE	70
4.6	MAGAZZINO ROTO	71
4.7	MAGAZZINO MMEGA	73
4.8	MAGAZZINO SIGMAT	74
4.9	TECNICA DEL KANBAN	75
4.10	CRITICITÀ.....	78
4.10.1	Criticità dovute al layout.....	78
4.10.2	Criticità dovute al sistema kanban	79
4.10.3	Il problema dei mancanti	80
5	ORGANIZZAZIONE MAGAZZINI SUPERMARKET.....	82
5.1	CREAZIONE DI UN MAGAZZINO SUPERMARKET	82
5.2	LE UNITÁ DI CARICO.....	83
5.2.1	Tipi di unità di carico.....	86
5.2.2	Assegnazione delle unità di carico.....	90

5.3	RIORGANIZZAZIONE E REVISIONE DEI MAGAZZINI SUPERMARKET	91
5.3.1	Descrizione del file modello	93
5.3.2	Analisi dei risultati	98
5.4	MODIFICA NEL MAGAZZINO MOTORI	103
6	CONCLUSIONI	107
7	BIBLIOGRAFIA.....	109
8	SITOGRAFIA	110

1 INTRODUZIONE

Questo lavoro di tesi, svolto in collaborazione con l'azienda Merlo spa, è nato a seguito dell'esigenza di una revisione organizzativa dei magazzini all'interno dello stabilimento. Tali magazzini risultavano disordinati, in quanto stracolmi di articoli che, per mancanza di spazio, venivano stoccati in modo non adatto, in postazioni non convenzionali, intralciando il lavoro dei numerosi operatori logistici e la normale attività di alimentazione delle varie linee di produzione e di assemblaggio. L'obiettivo di questo progetto di tesi è incentrato sulla creazione di un file Excel modello in grado di assistere l'ufficio di organizzazione logistica nell'attività di revisione dei magazzini supermarket: come verrà spiegato nel quarto capitolo, attraverso l'estrazione dal programma gestionale aziendale di dati, poi inseriti nel file di lavoro, riguardanti gli articoli prelevati e stoccati nel magazzino sotto esame, è possibile conoscere la loro destinazione finale e mantenere, quindi, gli spazi più ordinati, garantendo una migliore e più efficiente movimentazione delle merci.

La tesi si articola in cinque capitoli:

- Il primo capitolo consiste in una contestualizzazione teorica dell'attività effettuata durante lo stage in Merlo spa, con particolare riferimento ai concetti di disegno dei layout degli spazi all'interno dello stabilimento, prevalentemente magazzini e alla produzione snella, aspetto importantissimo, per ogni azienda, per raggiungere un'elevata efficienza produttiva. Per questo, assume valore centrale la descrizione del Toyota Production System e dei principi che lo caratterizzano, ripresi dalla Lean production. Verranno poi presentati i magazzini supermarket, argomento centrale dell'attività di tesi nell'azienda, sui quali si sono concentrati tutti gli sforzi del lavoro qui svolto. Il fine ultimo di questo lavoro di tesi, infatti, è stato la riorganizzazione dei magazzini supermarket.
- Il secondo capitolo presenta la descrizione dell'azienda in cui è stato svolto il progetto di tesi e di tutte quelle del gruppo di cui fa parte, all'interno del quale è l'azienda leader. Verranno descritti gli eventi principali e più caratteristici che hanno influenzato la sua storia, ma anche i numerosi prodotti realizzati all'interno dello stabilimento, in particolare sollevatori telescopici per il mercato agricolo e delle costruzioni, per i quali l'azienda è leader mondiale, ma anche altri mezzi per la silvicoltura o per le lavorazioni cittadine.
- Il terzo capitolo consiste in un'analisi approfondita dei singoli magazzini che si possono trovare all'interno dello stabilimento, quasi tutti magazzini supermarket e dei flussi delle merci che li caratterizzano, in entrata e in uscita, verso le linee di

assemblaggio e di produzione. Verrà poi fatta luce sulle principali criticità riscontrate in questi mesi di lavoro, sempre relative allo stoccaggio e ai flussi delle merci.

- Nel quarto capitolo verrà presentata l'attività di riorganizzazione dei magazzini descritti nel capitolo 3, con tutte gli aspetti, le analisi e le modifiche che l'hanno caratterizzata. Particolare attenzione verrà fatta sull'azione di assegnazione delle unità di carico ai vari articoli stoccati all'interno dei magazzini. Al fondo del capitolo verrà descritta una piccola modifica che ha interessato unicamente il magazzino motori.
- Il quinto capitolo è relativo alle conclusioni del percorso di tesi in Merlo spa, con la discussione dei vantaggi che ha portato questo lavoro, dei possibili sviluppi futuri, ma anche dei limiti che lo hanno caratterizzato.

2 LEAN MANAGEMENT E LAYOUT DI UNO STABILIMENTO INDUSTRIALE

Nella prima parte di questo capitolo verranno analizzati i principi della produzione snella e del Toyota Production System. Questi concetti si collegano all'obiettivo che si pone la Merlo spa, azienda caso di studio in questa tesi, riguardo la minimizzazione degli sprechi e il miglioramento continuo, aspetti cardine della lean production.

Nella seconda parte si descriverà la teoria riguardante la definizione del layout di uno stabilimento, strettamente correlata ai flussi e alla movimentazione del materiale necessario alla produzione.

2.1 LA LEAN PRODUCTION

La Lean Production, o più propriamente Lean Manufacturing, costituisce un insieme di principi e di metodi che, applicati in modo organico, consentono di portare all'eccellenza i processi operativi dell'azienda. È una tecnica che è stata concepita presso gli stabilimenti Toyota a partire dagli anni '50 e deriva dal Toyota Production System (TPS), ma solo nei primi anni '90 venne studiata e codificata dagli esperti statunitensi Daniel T. Jones e James P. Womack, con la pubblicazione di un libro dal titolo "The machine that changed the world", tradotto in undici lingue differenti con circa un milione di copie vendute.(17)

Il primo è un autore e ricercatore americano; il secondo è stato direttore alla ricerca dell'International Motor Vehicle Program (IMVP) presso il MIT (Massachusetts Institute of Technology), il più vecchio e più grande consorzio internazionale di ricerca concentrato sulla comprensione delle nuove sfide che il settore automobilistico mondiale avrebbe dovuto affrontare; è anche il fondatore del Lean Enterprise Institute, un'istituzione no profit impegnata nella diffusione del cosiddetto "Lean thinking".

In realtà, il termine "produzione snella" è stato coniato da John Krafcik, attuale CEO di Waymo, compagnia che sviluppa tecnologie nel campo delle automobili self-driving, nata a seguito di un progetto di Google, nel suo articolo del 1988 "Triumph of the lean production system", basato sulla sua tesi di laurea al MIT Sloan School of Management, dove ebbe come docente proprio Womack. Womack e Jones hanno focalizzato l'attenzione sulla lean production, dopo aver cercato di capire come mai la Toyota fosse così avanti rispetto alle case automobilistiche occidentali.(17)

Per anni si è discusso su quali fossero i punti di forza della Toyota e ne sono stati trovati molti, ma alla fine di tutto la conclusione è stata che la Toyota era più dinamica ed efficiente rispetto alle aziende occidentali, non solo grazie ai fattori di diversità culturale del Giappone rispetto all'occidente, ma anche e soprattutto grazie alla lotta agli sprechi, lotta che la Toyota ha intrapreso nelle sue fabbriche fin dagli anni cinquanta.(8) La produzione snella è dunque una generalizzazione e divulgazione in occidente del sistema di Toyota, che ha superato i limiti della produzione di massa e quindi quelli della produzione in serie e spesso su larga scala, caratterizzata dalla presenza della catena di montaggio, sviluppata da Henry Ford (fondatore della Ford Motor Company) e Alfred Sloan (storico presidente della General Motors), a quei tempi applicata dalla quasi totalità delle aziende occidentali.(3)

Il metodo fu teorizzato da Taiichi Ōno, un giovane ingegnere meccanico giapponese voluto fortemente da Kichiro Toyoda, storico presidente della società automobilistica. Alla base del Toyotismo si trova l'idea di utilizzare le risorse disponibili nel modo più produttivo possibile con l'obiettivo di incrementare in modo drastico la produttività della fabbrica.

Infatti, uscito sconfitto e distrutto dal secondo conflitto mondiale, il Giappone si trovava in gravi condizioni e la Toyota, così come le altre imprese, si vedeva costretta a lavorare in un contesto di mancanza di risorse. Per questo, il modello giapponese si basa non tanto sull'introduzione di nuove tecnologie nel sistema produttivo, ma sulla riorganizzazione industriale; ne emerge un nuovo quadro di innovazione manageriale che mette in luce un modo di produrre innovativo ed un nuovo schema organizzativo dell'azienda.(7)(8)

Il metodo prevede una modificazione sostanziale del sistema di produzione classico incentrato sulla concezione produrre - consegnare - vendere, il quale viene sostituito dalla domanda effettiva costituita dalla catena vendere - produrre - consegnare. La produzione, infatti, non è più basata sull'offerta, ma sulla domanda proveniente dal mercato e, per questo, variando continuamente, necessita di essere programmata numerose volte e deve quindi essere estremamente flessibile.(9)

Mentre il modello tradizionale quasi imponeva il prodotto al destinatario finale inteso come acquirente passivo di beni standardizzati e spesso privi di qualità, la concezione di Ōno è radicalmente opposta e da essa emerge la figura del consumatore inteso come cliente committente in grado di presentare le richieste qualitative che gli interessano, diverse, molto probabilmente, da quelle di qualsiasi altro. Inoltre, il prodotto era considerato come un qualcosa da migliorare continuamente, in modo tale che il possibile acquirente ne fosse sempre attratto.

Al marketing è affidato il compito di creare un database informativo che illustri le preferenze del mercato.

Il nuovo allestimento della produzione determina notevoli cambiamenti sull'intero sistema d'impresa, a partire dai macchinari utilizzati, i quali dovevano essere estremamente flessibili, in modo da produrre lotti in brevi periodi, anche di prodotti diversi, cercando così di rispondere immediatamente alle variazioni del mercato.

Un altro cambiamento importante riguarda la diversa considerazione dell'operaio, non più mero esecutore di ordini, ma attivo all'interno dell'impresa, potendo anche intervenire sulla produzione stessa, modificandone l'andamento o interrompendola e correggere eventuali anomalie tutte le volte che si presentano nel sistema. Ovviamente, la maggiore autonomia dei lavoratori è strettamente correlata al maggior livello di automazione dei macchinari utilizzati, che permette ad ogni singolo operatore di gestire più macchinari contemporaneamente, svolgendo operazioni diverse tra loro e apprendendo meglio il processo produttivo.(1)(2)

Viene quindi rivalutato il contributo umano in termini di intelligenza e responsabilità. Si capisce che il coinvolgimento presuppone un'elevatissima capacità professionale da parte degli operai; per questo, assume una grandissima importanza la formazione professionale che si tramuta in una vera e propria cultura aziendale, diffusa in ogni parte dello stabilimento. L'individuo deve imparare ad operare come imprenditore di sé, dotato quindi di una buona autonomia decisionale ed operativa, ma anche essere capace di lavorare a stretto contatto con gli altri, formando un gruppo coeso e altamente collaborativo.

Un'altra differenza fondamentale rispetto ai sistemi produttivi diffusi all'epoca è l'attuazione del kaizen, vale a dire la ricerca di un miglioramento continuo dei processi lavorativi, attraverso incrementi qualitativi anche minimi, cercando di raggiungere la qualità totale del prodotto finale, che non deve avere nessun tipo di difetto.

Questa è garantita da diversi strumenti di controllo della produzione, come ad esempio, l'Andon, ovvero uno strumento di controllo molto semplice, perché è un controllo visivo sul processo produttivo, effettuato dall'operaio. Il cuore del sistema Andon è un tabellone che fornisce tutte le informazioni considerate rilevanti per il processo e, per questo, è uno strumento assolutamente personalizzabile. Alla base di esso, vi è il dovere di ogni operatore di controllare tutte le operazioni; senza di questo la produzione rischierebbe di essere compromessa. Il tabellone incorpora segnali luminosi, messaggi di testo, allarmi sonori, ecc. che indicano quale stazione ha il problema; il sistema può includere anche un mezzo per fermare la produzione, in modo da poter avere il tempo di valutare il problema e di risolverlo. L'Andon, quindi, non deve essere inteso come un elemento utile ad individuare chi è il colpevole, come a volte succede, ma un supporto alla lavorazione, per far sì che il lavoratore possa prendere decisioni repentine e, se necessario, richiedere assistenza.(3) Collegato all'aspetto qualitativo è la ricerca costante di innovazione, per migliorare sempre di più i processi di lavoro e di conseguenza il bene realizzato.

In figura 1 sono riassunti gli aspetti centrali del pensiero “lean”.

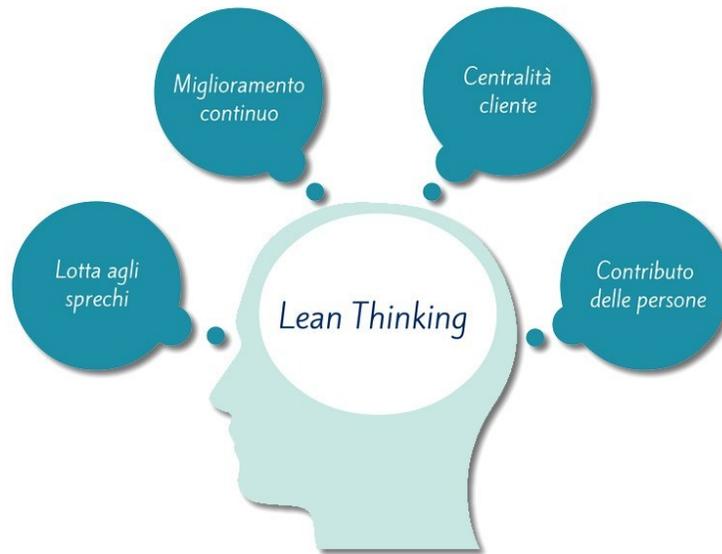


Figura 1 - Caratteristiche del pensiero “lean” (www.considi.it)

Grazie alla TPS la Toyota è stata in grado di ridurre i tempi di management e i costi aziendali, diventando una delle dieci società più grandi al mondo e, nel 2007, il più grande produttore del settore automobilistico. Ad oggi la filosofia del TPS è stata applicata in svariate tipologie di azienda e quindi non soltanto in quelle automobilistiche, in cui ha visto la sua nascita, dimostrando di essere un approccio dalla grande flessibilità.

2.1.1 I principi della Lean Production

Se il taylorismo estremo degli anni '70 puntava all'obiettivo della minimizzazione dei costi e quello partecipativo degli anni '80 e '90 a quello della minimizzazione dei tempi e dell'aumento della qualità, la lean production tiene conto di tutti e tre gli elementi (qualità, costi e tempi) focalizzandosi sui concetti di valore e di spreco, inteso quest'ultimo come tutto ciò che consuma risorse senza creare valore per il cliente e pertanto da eliminare.

Del resto, il mercato è profondamente cambiato: la produzione snella è funzionale a rispondere a un cliente molto esigente, in un mercato saturo e dalla concorrenza elevatissima, quasi selvaggia, attraverso ampie gamme di prodotto, spesso personalizzabili. Vediamo quali sono i cinque principi cardine della lean manufacturing, che ne delineano il modello teorico, riassunti in figura 2:

- Definire il valore per il cliente, cioè comprendere il motivo per cui il mercato acquista il bene prodotto dall'azienda. Infatti, il compratore è un elemento indispensabile per

l'esistenza di un'attività produttiva, perché permette la generazione di utili; pertanto, tutti gli sforzi del personale devono essere indirizzati alla creazione di valore per il cliente e a migliorare sempre di più quegli elementi ai quali l'acquirente attribuisce più valore. Naturalmente, nelle attività che non hanno come destinatario diretto il cliente finale è più difficile individuare quale sia la creazione di valore per questo, ma ci viene in soccorso il concetto di "cliente interno" che crea un collegamento indiretto verso il cliente finale.(1)

- Identificare il flusso del valore e l'insieme di azioni che portano a realizzare il prodotto o il servizio. È estremamente necessario riconoscere le varie fasi che costituiscono l'attività produttiva per creare una vera e propria mappa del flusso di valore e riconoscere e distinguere quali attività lo incrementano e quali, al contrario, lo diminuiscono. Verranno quindi identificate attività ritenute essenziali ed importanti e altre che saranno riconosciute come uno "spreco", perché incapaci di creare valore aggiunto. Nella pratica, però, si capisce bene che non tutte le operazioni all'interno di un processo produttivo sono eliminabili, anche se non creano valore, in quanto necessarie al funzionamento dell'azienda.(1)
- Creare il flusso delle attività che aumentano il valore percepito dal cliente, in modo che esso sia continuo e che le varie attività del processo scorrano e si svolgano senza interruzioni. Gli aspetti da evitare sono le attese causate dalle code, le interruzioni dovute alla mancanza di informazioni, all'inefficienza dei fornitori esterni o dei dipendenti interni adibiti al trasporto, le rilavorazioni, le assenze di sincronizzazione tra le varie fasi produttive del processo, la cattiva gestione delle priorità e qualsiasi altra fonte di discontinuità. Il modo migliore per evitare tutti questi aspetti negativi e fonti di spreco è effettuare una rigorosa programmazione dell'attività produttiva, bilanciare correttamente le sue varie fasi, livellare le risorse necessarie e studiare attentamente il takt time, cioè il ritmo della produzione e quindi il tempo che si può impiegare per la produzione di un singolo componente o dell'intero prodotto, tenendo conto delle richieste del mercato, definito dal rapporto tra il tempo totale disponibile al giorno e le richieste del cliente al giorno ovvero la domanda giornaliera da soddisfare. Definendo poi il tempo di ciclo manuale totale, cioè il tempo lavorativo manuale necessario al completamento del processo, si può calcolare il numero esatto di operatori da impiegare nella lavorazione, dato dal rapporto tra questo tempo e il Takt time prima descritto.(1)
- La produzione deve essere "tirata" dai propri clienti e non "spinta", per generare sempre valore e non sprechi come si verificherebbe in caso di sovrapproduzione, per il mantenimento delle unità a magazzino o per il loro deterioramento in caso rimangano per molto tempo invendute. Si predilige cioè la cosiddetta logica pull, in contrasto alla logica push, realizzando un'attività solo quando il processo a valle lo

richiede, evitando di mettere in moto il processo produttivo indipendentemente dalle reali richieste del mercato e lavorando su commessa.

- Puntare alla perfezione, senza ritenersi mai soddisfatti e non rischiare di adagiarsi sugli allori, ma adottare continui miglioramenti sia nel prodotto sia nel processo produttivo. Questo aspetto, come già citato in precedenza, è espresso in giapponese con il termine “kaizen”, parola composta da “kai”, cioè cambiamento e da “zen”, cioè buono o migliore e significa cambiare in meglio. Il miglioramento è un processo che non ha mai fine, specialmente perché il riferimento primario del nostro prodotto, vale a dire il cliente e il valore da lui percepito, cambia continuamente nel tempo, così come cambiano le sue aspettative e i suoi gusti, costringendo le imprese ad adeguarsi, monitorando le tendenze del mercato quasi quotidianamente. La perfezione non è perciò un concetto statico ed è idealmente raggiunto quando tutte le attività effettuate nel processo di produzione creano valore per il cliente(7).

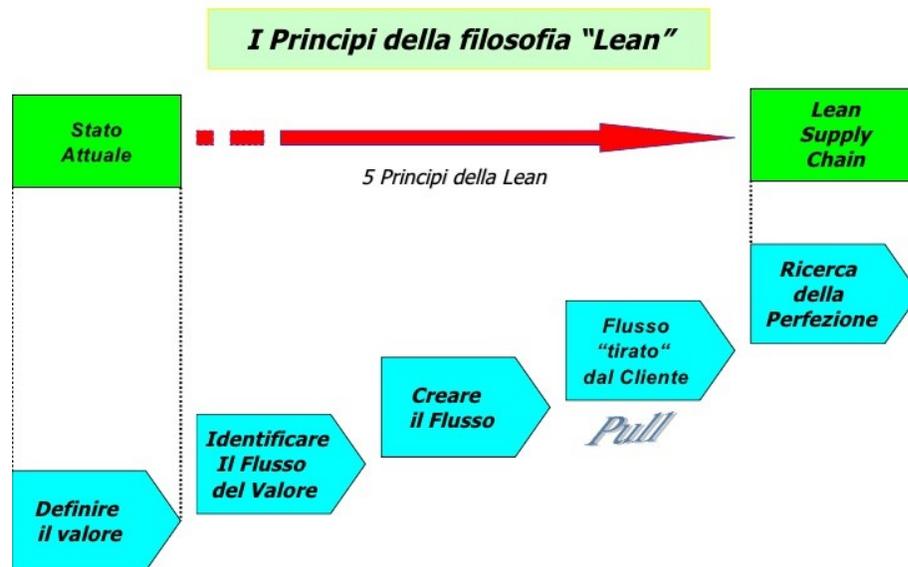


Figura 2 – I principi della filosofia “Lean” (www.slideshare.net)

La Lean Production non va intesa come un approccio rigido ed univoco, ma come un insieme organico di insegnamenti che vanno modulati ed adattati alla specifica realtà produttiva nella quale l’azienda in questione opera.

Per fare in modo che tutto ciò trovi un’applicazione concreta c’è bisogno di un lavoro quotidiano e costante, durante il quale tutti devono collaborare al miglioramento continuo. Fra gli strumenti che formano solidamente le fondamenta del metodo Lean vi è la tecnica delle 5S, chiamata così perché costituita da cinque aspetti che richiamano cinque parole

giapponesi che iniziano con la lettera “s”. Consiste in un elenco di istruzioni apparentemente facili da applicare, ma che spesso nella realtà diventano delle difficili sfide da superare:

- Seiri – significa distinguere e separare le attrezzature, i materiali e le istruzioni necessarie e funzionali da quelli che non lo sono; il processo termina con l’eliminazione di questi ultimi.
- Seiton – significa riordinare tutto quello che è utile, cioè vuol dire disporre accuratamente le attrezzature e le parti dove servono, dopo averne identificato l’utilità; questa attività ne facilita ovviamente anche l’uso.
- Seiso – ispezionare la postazione di lavoro pulendola e mantenendola sempre in ordine e, quindi, di conseguenza, fare lo stesso in ogni reparto, per l’intero stabilimento.
- Seiketsu – sistematizzare il lavoro in metodologie ripetitive e canonizzate, cioè utilizzare procedure operative standard e creare delle regole facilmente comprensibili e non fraintendibili, aventi perciò un’unica interpretazione. Questo punto richiama l’idea di dover eseguire le precedenti tre fasi ad intervalli frequenti e ben definiti.
- Shitsuke – termine che richiama l’attenzione sull’importanza di diffondere questo modo di pensare e agire in modo che sia pervasivo, creando l’abitudine di eseguire in modo continuo tutte le istruzioni della tecnica delle 5S.

Un ambiente di lavoro organizzato secondo questo sistema è allineato con i principi lean: richiede meno spazio, meno sforzo, costa meno (anche in manutenzione), fa sì che le cose siano realizzate in minor tempo e che vengano eseguite con meno difetti. L’implementazione del sistema porta a maggiore disciplina ed eventuali errori ed inefficienze diventano subito evidenti, perché si crea una "visual factory", che permette di capire con un’occhiata se qualcosa è fuori posto.(9)(13)

2.2 RIDUZIONE DEGLI SPRECHI

Come espresso precedentemente, la Toyota e tutto l’apparato produttivo giapponese versavano in una situazione di grande difficoltà economica a seguito della sconfitta subita nell’ultima guerra mondiale. Si capisce come un aspetto centrale della TPS e, quindi, della Lean Manufacturing risulti essere la riduzione degli sprechi, chiamati in lingua giapponese “Muda”. L’ingegnere nipponico Taiichi Ōno ha identificato sette diversi sprechi, che, normalmente, ogni ambiente produttivo aziendale riscontra fisiologicamente:

- Sovrapproduzione, cioè l'eccesso di offerta di un determinato bene rispetto alla domanda del mercato, quindi la produzione di un certo oggetto prima che questo sia effettivamente richiesto, che porta alla difficoltà di vendere il prodotto finito e alla conseguente diminuzione del suo prezzo. Questo metodo di produzione è tipico soprattutto della produzione tradizionale a lotti, ove la quantità di pezzi da produrre viene definita e pianificata secondo una logica asincrona rispetto agli ordini ricevuti dai clienti finali. Secondo Karl Marx è l'inevitabile conseguenza del capitalismo e conduce alla distruzione di parte della produzione e delle forze produttive e quindi alla perdita della ricchezza creata. Inoltre, la sovrapproduzione deve essere immagazzinata, gestita e protetta, dunque un ulteriore spreco di risorse. (3)(7)
- Attese, costituite da materie prime e semilavorati fermi in attesa di essere processati, sintomo di una assenza o non corretta programmazione della produzione (anche se, basandosi su previsioni future, i tempi morti sono spesso inevitabili), di errori di progettazione delle linee o del prodotto, di mancanza di addestramento adeguato dei dipendenti e di attività di controllo sulla lavorazione. In pratica si tratta della differenza fra il tempo totale di attraversamento del flusso produttivo di un bene e il tempo necessario per la sua fabbricazione, cioè la somma di tutti i tempi ciclo "vivi" che caratterizzano il processo tecnologico; quindi, l'attesa è un impiego non produttivo del tempo a disposizione. (3)(7)
- Trasporto, cioè tutte le operazioni di movimentazione di materiale da un posto ad un altro, da un reparto ad un altro, che costituiscono a tutti gli effetti una lavorazione aggiuntiva e indubbiamente hanno un costo che non può essere coperto dal cliente e talvolta genera scarti legati alle operazioni di movimentazione stessa. In alcuni casi sono costi inevitabili dovuti alla presenza di vincoli fisici, come ad esempio muri, però è possibile limitarli modificando il layout della linea o migliorando il metodo del trasporto intervenendo sulla frequenza con cui questo si verifica, sulla distanza che deve essere percorsa per raggiungere il passaggio di lavorazione successivo, sull'attrezzatura utilizzata per la movimentazione dei beni intermedi. (3)(7)
- Processare i materiali più del dovuto, quindi compiere sui prodotti delle lavorazioni non necessarie, perché non creano valore aggiunto o perché non sono richieste dal cliente finale. Le cause di questa sovra-lavorazione possono essere molteplici: utilizzo di mezzi (attrezzature, macchinari, operatori) o di procedure inadeguate, mancanza della giusta formazione dei dipendenti, bassa performance degli impianti caratterizzati da guasti frequenti o perché obsoleti o a causa di carenze manutentive. Per questo motivo, risulta di fondamentale importanza il costante monitoraggio e controllo delle varie attività che caratterizzano il processo lavorativo. (3)(7)
- Scorte, cioè una certa quantità di un elemento stoccata a magazzino per essere messa a disposizione di un utilizzatore, affinché la consumi secondo le proprie

necessità; è una sorta di serbatoio di compensazione, perché permette di creare un collegamento flessibile tra fasi del processo produttivo situate in sequenza, ma con una differente frequenza operativa. La presenza di materiali inutilizzati genera una quantità di valore "intrappolato" nel processo, proporzionale alla numerosità dei pezzi stessi. Deve quindi essere considerata attentamente l'opportunità di ridurre al minimo possibile la scorta delle materie prime, dei semilavorati fra una fase e la successiva del processo e dei prodotti finiti. Anche in questo caso le difficoltà non mancano, soprattutto organizzative, che spesso coinvolgono anche enti esterni, come ad esempio i fornitori, per definire la quantità tale di prodotto da consegnare per minimizzare i costi. A questo argomento si può allacciare il concetto di lotto economico, cioè un modello di gestione delle scorte tale da minimizzare i costi tenendo conto della spesa in denaro per l'acquisto, l'approvvigionamento e l'immagazzinamento dei prodotti. (3)(7)

- Movimenti, che costituiscono uno spreco analogo al trasporto di materiale, con la differenza che si riferiscono agli operatori dell'azienda e al prodotto all'interno dello stesso ciclo di lavorazione; sono spostamenti che possono essere facilmente evitati se si organizza meglio l'attività di produzione in ogni postazione di lavoro. Deve essere effettuata un'analisi delle varie fasi della lavorazione per minimizzare le movimentazioni necessarie, comprendendo quali di esse siano superflue e quindi da evitare. (3)(7)
- Difetti e quindi scarti, intesi come la realizzazione di un pezzo non-conforme alle specifiche o con caratteristiche diverse rispetto a quanto richiesto dal cliente. Ciò che spesso sfugge all'analisi di un processo di produzione è il calcolo del valore in termini monetari di tutte le ri-lavorazioni dei pezzi creati, causate da difettosità generate appunto dal processo, a volte ritenute normali e inevitabili. Nella filosofia Lean viene considerato come uno spreco la realizzazione di un pezzo difettoso, sia esso scarto da rottamare o un pezzo che necessiti di ulteriori lavorazioni aggiuntive rispetto al procedimento standard per essere recuperato. (3)(7)

Quindi, deve essere analizzato a 360° l'elemento da produrre con lo scopo di minimizzare le opportunità di difetto "intrinseche" al pezzo, cioè se esiste qualche particolare nella sua conformazione che potrebbe incrementare la probabilità di generare prodotti difettosi ed eseguire le modifiche appropriate al pezzo stesso. Nel caso ciò non sia effettuabile per vari motivi dovuti all'apprezzamento da parte del cliente o a proprietà fisiche che verrebbero a mancare con la modifica, bisognerà riconsiderare l'intero processo.(12)

In figura 3 sono riassunte le sette tipologie di sprechi identificate dall'ingegnere nipponico Taiichi Ōno.



Figura 3 – Tipologie di sprechi in un processo produttivo (www.produzioneagile.it)

2.2.1 Benefici della Lean Production

Tra i benefici tipici che possiamo attenderci dall'applicazione della Lean manufacturing abbiamo:

- riduzione degli sprechi;
- riduzione dei costi di produzione;
- riduzione delle tempistiche del ciclo produttivo;
- riduzione del lavoro e della fatica;
- riduzione di scorte e magazzini;
- aumento della capacità produttiva.

In questi contesti si possono ottenere grandi benefici affiancando alla Lean Production l'approccio suggerito dalla Teoria dei Vincoli (Theory of Constraints, TOC) di E. Goldratt. Essa si basa sull'assunzione che in ogni sistema, a prescindere dalla sua complessità, esistono pochi fattori significativi che impediscono o rendono difficile il raggiungimento di un determinato obiettivo. Infatti, le prestazioni di un'azienda, anche caratterizzata da processi complessi, dipendono da pochi punti chiave detti vincoli (constraints); bisogna essere capaci di individuare questi vincoli e a focalizzare su di essi i nostri sforzi, poiché un piccolo miglioramento locale può avere come conseguenza un miglioramento sull'intera catena di produzione. I vincoli diventano una potente leva gestionale e possono essere volti a nostro vantaggio. Quindi, questa teoria fornisce valide indicazioni per la gestione dei colli di

bottiglia e delle risorse critiche, permettendo la creazione di un flusso “virtuale” anche nei contesti dove è difficile dare luogo ad un flusso fisico continuo. (9)

La Teoria dei Vincoli è del tutto complementare alla Lean Production, e l'applicazione congiunta dei due metodi permette di ottenere ottimi risultati in qualsiasi ambito produttivo, nella produzione a flusso continuo fino alla produzione per singola commessa

2.3 PULL vs PUSH

I sistemi pull aiutano a stabilizzare il processo, accorciando il lead time e, soprattutto, riducendo la sua variabilità; ciò consente di facilitare la programmazione e di rendere molto più affidabili i tempi di risposta al mercato.

Il sistema pull si contrappone al tradizionale sistema push: push significa spingere, ovvero gestire processi in anticipo rispetto al fabbisogno dei clienti; pull, ovvero tirare, significa fare, al contrario, un'azione su richiesta. In una gestione rigorosamente pull, l'ingresso dei prodotti in produzione non è anticipato rispetto al momento in cui è stato ricevuto l'ordine effettuato dal cliente finale; la produzione è regolata da valle del processo produttivo.(14)

La gestione push è viceversa caratterizzata da un anticipo dell'ingresso dei materiali in fabbrica rispetto al momento dell'ordine, con lo scopo di garantire il tempo di consegna richiesto dal mercato; ciò è fatto tramite una pianificazione e programmazione della produzione basate solo su previsioni della domanda, che molto spesso sono scorrette e portano come conseguenza la generazione di scorte di prodotto finito, con ulteriore utilizzo di risorse per il suo stoccaggio.(14)

Definendo due grandezze che caratterizzano un processo produttivo e sono utili alla sua analisi, è possibile capire attraverso un'espressione matematica se esso utilizza una tecnica o l'altra: il tempo totale di produzione “P” e il tempo di consegna “C”. Il primo è il tempo di attraversamento cumulativo di un prodotto, dal momento in cui vengono ordinate le materie prime a quello in cui esse vengono trasformate in prodotto finito, passando attraverso le varie fasi del processo; il tempo di consegna è l'intervallo di tempo compreso tra il momento in cui il cliente ordina un prodotto e il momento in cui vuole che questo prodotto gli venga consegnato. Il suo valore dipende dal tipo di business ed è generalmente fissato dal cliente o dal mercato ed è quindi un dato non modificabile dalla produzione.(1)

Un sistema produttivo viene definito:

- PUSH se $P/C > 1$
- PULL se $P/C \leq 1$

Nella grande maggioranza dei casi questo rapporto risulta abbondantemente maggiore di 1, rendendo necessaria la giusta pianificazione per l'utilizzo delle risorse in base a previsioni.

I sistemi produttivi pull rappresentano dunque un modello di eccellenza: costituiscono cioè un target per i sistemi push, raggiungibile attraverso l'abbattimento del tempo P. Poiché un sistema pull è governato interamente da ordini, sembra per questo non necessitare di previsioni; questo in realtà è vero solo per i prodotti, perché occorre pianificare impianti e forza lavoro, ovvero tutte le risorse che definiscono la capacità produttiva di un processo. Anche queste devono essere approvvigionate con l'anticipo sufficiente a renderle disponibili nel momento in cui devono essere utilizzate per il soddisfacimento degli ordini, nelle tempistiche richieste dal cliente.(2)

Il principale inconveniente dei sistemi push è legato alle eventuali variazioni del piano di produzione: se esso cambia, i prodotti che sono stati già lavorati risultano non più necessari e devono quindi essere messi a magazzino in attesa di un loro eventuale futuro utilizzo.

Nei sistemi pull, invece, prima e dopo ogni reparto produttivo, si creano dei buffer di materiali di disaccoppiamento il cui scopo è quello di garantire il C time richiesto dal reparto immediatamente a valle. Ogni reparto della catena logistica vede la valle, infatti, come un cliente e il reparto a monte come un fornitore; il tutto inizia con l'ordine che tira la produzione di cellula in cellula, attraverso sistemi quali il kanban, creando il minor numero di scorte di disaccoppiamento possibile e permettendo di lavorare per l'ottimizzazione dei tempi di processamento di ogni singola cella.(1)

2.4 IL SISTEMA JUST IN TIME

Il sistema Just in time rappresenta, nel modello Toyota, il nucleo centrale e fondamentale, dal quale prendono avvio le modalità della Lean Manufacturing. È una tecnica capace di assicurare quella perfetta simmetria tra l'offerta dei beni prodotti e la domanda generata dal mercato, coordinando i tempi di effettiva necessità dei materiali sulla linea produttiva con la loro acquisizione e disponibilità nel segmento del ciclo produttivo nel momento in cui devono essere utilizzati.(11)

Il concetto che lo anima si concentra sull'idea della produzione-consegna, cioè produrre in modo da poter consegnare le merci finite al momento giusto, quando richiesto dal cliente. Si assume una direzione completamente opposta a quella della produzione di massa: il Just in time permette di immettere sul mercato prodotti in serie brevi e diversificate, capaci di plasmarsi e adattarsi ai flussi continui della domanda, in continua variazione.

Producendo nel momento stesso in cui arriva la domanda di un bene, si evita di creare scorte eccessive, che andrebbero solo a deteriorare l'impresa. Si evince facilmente che qualsiasi scorta di materiale, che sia materia prima, semilavorato o prodotto finito è considerata come uno spreco di risorse e di tempo, che potrebbe essere impiegato in altre aree che necessitano di un miglioramento. Diminuendo le scorte si evitano i vari movimenti per lo spostamento dei materiali e si risparmia tempo prezioso. In tal modo si limitano considerevolmente i costi di immagazzinaggio, gestione, carico e scarico di magazzino, gestendo in tempo reale il flusso produttivo.(7)

Un aspetto estremamente importante che riguarda la tecnica del Just in Time è il rapporto con i vari fornitori che alimentano i processi produttivi aziendali; un'attività che vuole eliminare o diminuire notevolmente le proprie scorte a magazzino, non vuole problemi nel proprio sistema logistico e di approvvigionamento. Per questo, deve essere creato un sistema di gestione dei fornitori che sia capace di individuare quali di essi siano affidabili, perché rispettano le richieste in termini di tempo, quantità e qualità e quali, invece, non lo sono e per questo quali di essi devono essere scartati, in modo da creare un elevato livello di coordinamento con la produzione.(2)

Tuttavia, bisogna affermare che questi obiettivi sono molto ambiziosi, tanto da fare reagire con diffidenza molti imprenditori e manager. C'è un'importante precisazione da fare: mentre l'adattamento alle variazioni del mix produttivo è un obiettivo realistico e raggiungibile, l'adattamento alle variazioni dei volumi e quindi del carico di lavoro complessivo che le varie risorse produttive devono sopportare, può essere molto dannoso. Infatti, un sistema produttivo per lavorare in condizioni di massima efficienza necessita di un carico di lavoro quanto più regolare possibile.

Vi sono dei costi che non sono eliminabili, anche se l'attività produttiva deve essere interrotta a causa di una mancanza di prodotti richiesti dal cliente e quindi di domanda; basti pensare ai costi legati al personale, agli ammortamenti degli impianti o agli affitti degli stabilimenti, all'impossibilità di spegnere e riaccendere a piacimento i macchinari in linea (i tempi di setup hanno un costo) e così via.

Questi costi sono fissi e se le risorse associate a tali costi sono sottoutilizzate, l'azienda sosterrà un costo virtuale per la capacità produttiva inutilizzata e quindi uno spreco che, come afferma il Toyotismo, deve essere evitato. La strategia vincente è chiedersi se l'azienda ha, nel proprio portafoglio prodotti, uno o più articoli ad alta rotazione, cioè caratterizzati da ordini frequenti e da volumi elevati, per i quali può mettere a magazzino uno stock a basso rischio di obsolescenza.(12)

La pianificazione della produzione dovrà dare priorità agli articoli con bassa rotazione, con ordini meno frequenti e di quantità minore che, quindi, non verranno stoccati in magazzino.

Questo può dare respiro e regolarità al sistema produttivo, disaccoppiandolo parzialmente dalle variazioni della domanda che creerebbero alta instabilità. Invece, dove la creazione di uno stock risulta economicamente non sostenibile, sarà necessario massimizzare la flessibilità dell'impianto e dei macchinari, gestendo al meglio le priorità ed assorbire i picchi di lavoro con il ricorso a fornitori esterni e al lavoro straordinario.(1)

Naturalmente, tutti questi aspetti devono essere accompagnati da una qualità di processo impeccabile, senza difetti e fermi produttivi, per essere capaci di sottostare alle continue variazioni del mercato. È per questo che la filosofia innovativa del JIT aprì la strada ad altre innovazioni quali il Total Quality Management, cioè un controllo totale della qualità, che consiste nell'impedire che si verifichino difetti nel prodotto eliminandone le cause con un affinamento costante del ciclo produttivo. La qualità totale è soprattutto la continua ricerca del miglioramento del sistema aziendale e dei processi aziendali, ma anche soddisfazione del cliente finale, perché il concetto di qualità va definito in base a ciò che vuole e che si aspetta il cliente; non deve essere considerata come una grandezza statica poiché la clientela tende ad abituarsi alla qualità offerta, trasformando nel tempo un punto di eccellenza in uno standard.

2.5 IL SISTEMA KANBAN

Il termine Kanban è una parola giapponese che significa "segnale" o "cartellino" ed identifica cartellini fisici o elettronici utilizzati per segnalare la necessità di produrre, acquistare o movimentare una determinata quantità di merce; il sistema Kanban è una modalità particolare di realizzazione di un sistema pull.

Il cartellino rappresenta un ordine di lavorazione che viene rilasciato da una stazione di lavoro nel momento in cui si esaurisce la disponibilità di un certo componente, e che viene inviato alla stazione di lavoro a monte, che deve produrre un nuovo lotto di quel componente. Infatti, ogni fase produttiva, nel normale svolgimento del processo, consuma una certa quantità di materiale ed una volta che il bene in questione viene esaurito, o quando si è prossimi al suo esaurimento, trasmette il cartellino alla fase precedente, "tirando" la domanda. In una stazione di lavoro la produzione può proseguire senza intoppi solo se sono disponibili i materiali (materie prime, semilavorati) che occorrono per mandarla avanti. Questi materiali vengono spinti ad avanzare all'interno del sistema fino a giungere alla loro destinazione finale, cioè la stazione di lavoro successiva, solo quando si riceve il corrispondente segnale identificativo che dà l'autorizzazione per l'approvvigionamento del materiale.(2)

Il cartellino, posizionato su un contenitore, contiene le informazioni essenziali al reintegro (descrizione e codice articolo, quantità da reintegrare, posizionamento in magazzino generale dell'articolo o codice fornitore) e può essere un cartellino rettangolare, un differente segnale colorato, un segnale elettronico (e-kanban), ecc. in generale un qualsiasi dispositivo in grado di comunicare l'informazione in maniera chiara.

Ogni scheda identifica uno specifico prodotto o componente ed indica da dove arriva e dove deve andare. Usando questo metodo, il kanban si comporta come un sistema d'informazione che integra la produzione, collegando tutti i processi, armonicamente, alla domanda del cliente.

Il primo beneficio dovuto all'utilizzo di questo sistema è che riduce il rischio di un possibile blocco dell'attività produttiva in quanto il sistema garantisce sempre la presenza del materiale necessario; riduce anche la sovrapproduzione, producendo soltanto la cosa richiesta, quando è chiesto e nella quantità richiesta e permette, inoltre, di autoregolare il lavoro delle celle a fronte di variazioni del ritmo produttivo, rispondendo in modo più rapido e flessibile ai continui cambiamenti della domanda del mercato. Si capisce facilmente che la riduzione delle scorte a seguito dell'applicazione di questo metodo è notevole, così come la semplificazione della programmazione, che può portare ad una diminuzione dell'utilizzo del sistema di MRP (material requirement planning). Un'ulteriore conseguenza è lo snellimento dell'attività dell'ufficio acquisti.(9)

Il dimensionamento del numero di cartellini da utilizzare in un processo di produzione segue la formula seguente (3):

$$N = \frac{D \times LT (1 + \alpha)}{C}$$

Con

- N = numero di cartellini;
- D = consumo medio di pezzi (ad es. giornaliero);
- LT = lead time medio totale calcolato come il tempo intercorrente tra l'evidenziazione del fabbisogno (cartellino) e la vera disponibilità di materiale corrispondente nell'apposita area (l'unità di misura deve essere la stessa di D);
- C = numero di pezzi contenuti in ogni contenitore;
- α = coefficiente di sicurezza (0,15 – 0,25), per aumentare il numero di cartellini di un certo valore di sicurezza.

I sistemi kanban si applicano tipicamente alla gestione del flusso dei materiali, mentre i sistemi pull si possono applicare in tutti i campi, anche nei processi amministrativi, commerciali e nello sviluppo di nuovi prodotti. La logica dei cartellini costituisce un elemento del sistema Just in time di reintegrazione delle scorte mano a mano che vengono consumate.

2.6 I MAGAZZINI SUPERMARKET

I supermarket sono particolari magazzini caratterizzati dalla presenza di scaffali, visibili in figura 4, nei quali sono stoccati, in quantità stabilite, tutti i prodotti che i processi di lavorazione a valle possono richiedere, in modo tale che l'operatore addetto alla fase di prelievo dei materiali, o picking, possa individuare ogni articolo e raggiungerlo abbastanza facilmente, scegliendo esattamente il prodotto che desidera.



Figura 4 – Scaffale di un magazzino supermarket presso lo stabilimento produttivo di Merlo

Naturalmente, sono a disposizione dei magazzinieri strumenti per facilitare questa operazione e permettere lo sfruttamento e il raggiungimento dei piani posti ai livelli più alti. Il concetto di supermarket trae origine dal primo negozio self service della storia, Piggly Wiggly, sorto a Memphis nel Tennessee nel 1916.

L'idea innovativa stava nel fatto che il cliente si potesse servire direttamente dallo scaffale, senza altri intermediari, innescando automaticamente il ripristino della merce effettivamente consumata sulla base del semplice svuotamento dei ripiani.

Questo nuovo modo di concepire la vendita di prodotti diede ispirazione alla direzione della Toyota Motor Company, che nei primi anni del 1950 era in visita negli Stati Uniti per analizzare le attività dei propri competitor nel settore automobilistico, cioè della Ford e della General Motors.

Un magazzino supermarket è creato tenendo conto unicamente dell'effettivo fabbisogno delle attività di montaggio, appositamente strutturato per avere più rotazione possibile, effettuando un ordine di acquisto di materiale verso i propri fornitori della giusta quantità per ogni articolo per compensare il lead time di fornitura, ma non di più, per non creare scorte inutili. Si capisce, quindi, che il metodo supermarket è lo strumento pull per eccellenza, in quanto permette allo stadio a monte di seguire la produzione della stazione a valle, quindi di regolare la produzione del processo a monte del supermarket.(14)

Questo viene effettuato tramite l'impiego del metodo Kanban. Infatti, nei magazzini a supermarket tutti i componenti sono a disposizione per il prelievo in un certo numero di contenitori precedentemente dimensionato, ad ognuno dei quali è associato un cartellino; solo l'effettivo svuotamento del contenitore, tramite il cartellino kanban, autorizza il ripristino di quel materiale. Il supermarket è di conseguenza uno strumento per limitare la sovrapproduzione, lo spreco più importante, in quanto autorizza il ripristino solo di ciò che è stato fisicamente consumato.(1)

Le principali ragioni di un disaccoppiamento con supermarket sono riconducibili ad i seguenti aspetti:

1. la risorsa presa in considerazione è condivisa tra due o più processi, ha un tempo di ciclo che può essere anche molto breve, ma necessita di un set-up, cioè di un certo tempo di attrezzaggio, per lavorare e produrre diverse famiglie di prodotto;
2. alcuni processi sono esternalizzati ed hanno una distanza rilevante e necessitano, per questo, di un magazzino intermedio che ne regoli il flusso produttivo;
3. alcune stazioni sono progettate con un lead time troppo lungo di lavorazione o sono troppo poco affidabili per essere accoppiate direttamente ad altre stazioni in un flusso continuo;
4. casi che generano una lottizzazione troppo elevata.

L'obiettivo principale è quello di regolare il flusso produttivo, evitando l'acquisto e la produzione di materiale che non verrà effettivamente utilizzato o venduto, ma tenere conto solamente di ciò di cui il processo ha davvero bisogno, limitando le scorte e l'obsolescenza dei vari beni prodotti.

2.7 STRUMENTI DELLA LEAN PRODUCTION

2.7.1 Diagramma a spaghetti

Chiamato in inglese Spaghetti chart, è una tecnica di rappresentazione grafica, quindi visiva, estremamente semplice e intuitiva, utile a mappare i percorsi di un operatore e per misurarne gli spostamenti e i tempi di percorrenza durante la sua attività lavorativa. Il fine è sempre quello di eliminare gli sprechi che sono parte integrante del processo di produzione e rendere quest'ultimo nettamente più semplice e snello.(17)

La prima cosa da fare è fornirsi di una mappa in scala della zona interessata e di una matita/pennarello. Si procede poggiando la matita in corrispondenza del punto in cui l'operatore inizia la sua mansione all'interno della cella di lavoro, segnando poi sul foglio tutti i movimenti effettuati dall'operaio, fino alla fine del suo ciclo di lavoro. Dettaglio non da trascurare, è quello di seguire fisicamente la persona che esegue le operazioni, camminandoci assieme e contandone i passi.

Si otterrà quindi una pianta nel quale si intersecano una serie di percorsi e, misurando la lunghezza del passo del lavoratore, la distanza percorsa da quest'ultimo. Un fattore critico è decidere da quando iniziare a quando finire di segnare il percorso seguito dall'operatore: come prassi, si inizia dal punto in cui questo svolge la prima azione e si termina nel punto in cui completa l'ultima attività prima di ripetere l'intero processo sul prodotto successivo.

Grazie a questa tecnica verrà creato un vero e proprio grafico o mappatura attraverso la quale poter migliorare e ottimizzare le performance di lavoro. Sarà così possibile iniziare a valutare la soluzione ottenuta per rendere il layout più semplice. Si potrebbe scoprire che sia necessario spostare alcuni macchinari o alcune postazioni al fine di rendere il flusso meno caotico e finalizzato ad effettuare il numero minore di intersezioni. Il risultato sperato è costituito da poche linee e poche intersezioni, in modo da ottenere flussi produttivi più efficienti.

Il diagramma a spaghetti, oltre che per l'analisi dei movimenti dell'operatore all'interno di una singola cella di lavoro, può essere utilizzato anche per lo studio degli spostamenti dei materiali all'interno dell'intero stabilimento e identificare delle importanti criticità da

risolvere che, ad occhio nudo, non risultavano visibili. Qui di seguito, in figura 5, è rappresentato un esempio di questo tipo di diagramma.

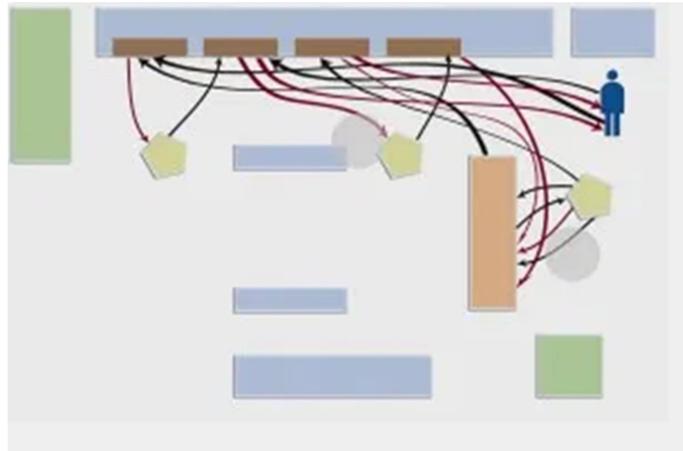


Figura 5 – Esempio del risultato di un diagramma a Spaghetti (www.encob.net)

2.7.2 Il Poka-Yoke

Il termine giapponese Poka-yoke significa “a prova di errore”, utilizzato per indicare una particolare scelta progettuale o un'apparecchiatura che, ponendo dei limiti al modo in cui una operazione può essere compiuta, forza l'utilizzatore ad una corretta esecuzione della stessa. L'espressione originaria, creata da un ingegnere della Toyota, Shigeo Shingo, era ancora più esplicativa di quella attuale, cioè Baka-yoke, “a prova di stupido”, ad indicare una costrizione sul comportamento per prevenire gli errori, anche quelli più banali, causati da una semplice distrazione. La tecnica del Poka-yoke dà degli avvertimenti o può ostacolare, oppure controllare, l'azione sbagliata.(7)

Esistono tre metodi di applicazione di questa tecnica:

- Il metodo del contatto - Le caratteristiche fisiche di un oggetto permettono di distinguere la posizione corretta o impediscono di connettere tra loro degli elementi. Un esempio di questo metodo consiste nell'utilizzare lo stesso colore per le due parti di un oggetto che devono essere unite per creare il prodotto finito.
- Il metodo del valore fisso - Controlla se è stato compiuto un certo numero di operazioni, ad esempio una spia che si accende quando una valvola è stata ruotata un determinato numero di volte.
- Il metodo delle fasi di lavoro - Controlla se sono stati eseguiti, nel corretto ordine, tutte le fasi di un determinato processo.

Un esempio di applicazione del metodo Poka-yoke, molto utilizzato nello stabilimento Merlo spa, è relativo all'identificazione a terra di ogni area in cui deve essere depositato un certo prodotto semilavorato, in attesa che venga completato, tra una fase di lavoro e la successiva, o condotto alle linee di assemblaggio, come si può osservare in figura 6, per evitare che venga posizionato in modo errato, creando ostacoli alla lavorazione o ai flussi delle merci.



Figura 6 – Area di deposito del materiale delimitata da strisce blu.

2.7.3 Tecnica delle 5S nei magazzini supermarket

I magazzini supermarket costituiscono un ottimo esempio di applicazione del metodo delle 5S. Tutto lo spazio del supermarket è organizzato in modo tale da eliminare ogni ostacolo al percorso dell'operatore logistico di magazzino e a quello dei vari prodotti verso la linea di assemblaggio. In questi magazzini si trovano molti dei principi che compongono il metodo delle 5S:

- la separazione delle cose utili da quelle inutili - Gli articoli utilizzati più frequentemente in produzione e, quindi, quelli maggiormente interessati dalla fase di prelievo, sono posizionati ai livelli più bassi degli scaffali. Gli articoli che non vengono più utilizzati sono raggruppati in cassoni e posizionati ai livelli più alti degli scaffali attraverso l'utilizzo di strumenti a supporto della movimentazione di materiale, come carrelli elevatori, in attesa di indicazioni sul loro smistamento. Lo stesso avviene per le scatole di scorta dei vari articoli, quando ne è già presente una ai livelli interessati dal picking;
- l'organizzazione dello spazio in modo tale che tutto sia raggiungibile in modo semplice – I livelli di picking dello scaffale non corrispondono a tutti i piani che lo costituiscono, ma solo ai primi tre, compreso quello a terra, in modo tale che l'operatore sia agevolato nello svolgere la fase di prelievo, senza troppe difficoltà. Per

lo stesso motivo gli articoli più pesanti sono stoccati a terra, mentre quelli più leggeri, di minuteria, occupano le posizioni più alte;

- la pulizia degli ambienti e il mantenimento dell'ordine – In ogni magazzino vi è un preciso addetto allo stoccaggio sugli scaffali dei vari prodotti, in modo da approvvigionare gli articoli di magazzino quando arriva una consegna da un fornitore esterno ed evitare che questi si accumulino in luoghi non adatti, causando problemi di movimentazione delle merci e degli operatori. Inoltre, ogni area e postazione di lavoro presenta, in sua prossimità, dei cassoni adibiti alla raccolta differenziata degli scarti, giornalmente svuotati e puliti.

Strettamente legato ai concetti della produzione snella è lo studio del layout di un impianto industriale, così come di ogni area che costituisce l'intero stabilimento produttivo. Per raggiungere gli obiettivi di massima efficienza e minimo spreco che si pone la lean production, così come, quindi, il sistema di produzione Toyota, è indispensabile progettare al meglio tutti gli spazi adibiti all'attività produttiva, dai magazzini alle linee di assemblaggio o di produzione, ma anche gli uffici del personale.

2.8 LAYOUT DI UN IMPIANTO INDUSTRIALE

Il layout di un impianto industriale è la formalizzazione dello studio della disposizione planivolumetrica dei mezzi di produzione, dei reparti, dei servizi e degli eventuali sistemi di trasporto interno fissi, in un'area adibita ad impianto industriale.(17)

La sua analisi riguarda la ricerca della più efficiente disposizione e allestimento delle aree di attività produttiva, con l'obiettivo di minimizzare i costi di "relazione" tra i reparti nel rispetto di diversi vincoli impiantistici, cioè vincoli strutturali dell'impianto quali non sovrapposizione delle strutture, disposizione all'interno dell'area di edificio, vincoli di carico per edifici a più piani, ecc. La realizzazione di tale layout è il risultato di un attento e approfondito studio ingegneristico che mette a confronto diverse configurazioni e disposizioni; lo studio del layout, infatti, è un aspetto estremamente importante, in quanto si ripercuote su tutte le fasi di organizzazione della produzione.(4)

I principali obiettivi che si cerca di raggiungere attraverso una buona progettazione di un layout industriale sono (6):

- Semplificare il flusso dei materiali all'interno dello stabilimento, così come l'intero processo produttivo, in modo da creare un ambiente di lavoro il più ordinato possibile.

- Minimizzare gli investimenti grazie all'efficiente utilizzo degli spazi disponibili, evitando di costruire nuovi capannoni industriali se non strettamente necessario, perché funzionale all'attività da svolgere e utilizzare le risorse a disposizione per migliorare altri aspetti aziendali prioritari.
- Ridurre il costo dei trasporti interni, diminuendo il più possibile le distanze medie tra origine e destinazione di ogni flusso di materiale, anche per ridurre i tempi morti e velocizzare il processo produttivo. Infatti, la movimentazione di materiale è un'attività costosa che non genera valore aggiunto per il cliente. Il flusso deve essere il più possibile ordinato e unidirezionale. Dato che il processo è un qualcosa di sequenziale, per semplificazione potremmo pensare di avere un flusso sequenziale, una linea retta. Tuttavia spesso il flusso non è una geometria molto equilibrata.
- Garantire, il più possibile, la vicinanza tra reparti in cui è presente una relazione importante (ad esempio sarà conveniente porre vicino un reparto di riparazione con un reparto di test, il magazzino vicino all'entrata dei camion, ecc.).
- Rendere il processo produttivo più versatile ed efficiente possibile, in modo che possa essere riconfigurato abbastanza semplicemente se le variazioni delle richieste del mercato, che si sa essere molto frequenti, lo richiedono.
- Migliorare la visibilità dell'avanzamento della produzione e del flusso dei materiali, in modo da capire al meglio il processo produttivo ed individuare le criticità che esso presenta e per rendere facilmente implementabile il concetto di "visual factory", cioè quello di fornire informazioni affidabili, attuali e funzionali a migliorare il funzionamento dell'azienda.
- Garantire un efficace controllo della manodopera.
- Evitare intralci causati dal temporaneo stoccaggio dei materiali a terra ed individuare spazi adeguati precisamente assegnati all'allocazione delle materie prime e dei semilavorati.
- Utilizzare al meglio gli spazi disponibili per facilitare possibili future espansioni impiantistiche, quindi progettare un layout attraverso un'ottica con orizzonte temporale di medio/lungo periodo.

Non esistono degli schemi fissi per attuare un layout, ma si possono individuare alcune fasi comuni, alcune delle quali visibili in figura 7, che devono essere seguite per ogni processo di lavorazione messo in atto all'interno dell'azienda (5):

- Il primo passo è l'analisi dei vari processi produttivi, tenendo conto dei diversi articoli fabbricati in azienda, dei flussi dei materiali utilizzati per la loro realizzazione e delle interazioni tra le numerose fasi e le stazioni di lavorazione che devono essere implementate per creare il prodotto finito.

- Determinazione delle superfici da assegnare ad ogni centro di lavoro, ad ogni linea produttiva, ad ogni magazzino e a qualsiasi spazio all'interno dello stabilimento, in modo che tutto possa essere progettato su misura, in base alle necessità aziendali, rispettando, se possibile, la planimetria degli edifici già presenti.
- Preparazione di schemi per la corretta e precisa definizione dei vari flussi dei materiali utilizzati durante le fasi di lavorazione, ma anche degli spostamenti che gli operatori compiono durante l'attività lavorativa.
- Creare più alternative possibili, in modo da valutare diverse disposizioni impiantistiche e i vantaggi e gli svantaggi che caratterizzerebbero ognuna di queste, per fare una scelta consapevole e che rispecchi al meglio gli obiettivi che l'amministrazione aziendale si è preposta.
- Una volta effettuata la scelta di progettazione del layout industriale più conveniente, segue la sua stesura nel dettaglio, disegnando precisamente ogni singolo macchinario o strumento utilizzato a supporto dell'operaio, così come la delimitazione degli spazi a lui dedicati, le strutture dei corridoi, i punti di accesso e uscita.
- Realizzazione fisica del progetto, seguendo alla lettera quanto stabilito nella definizione del layout.

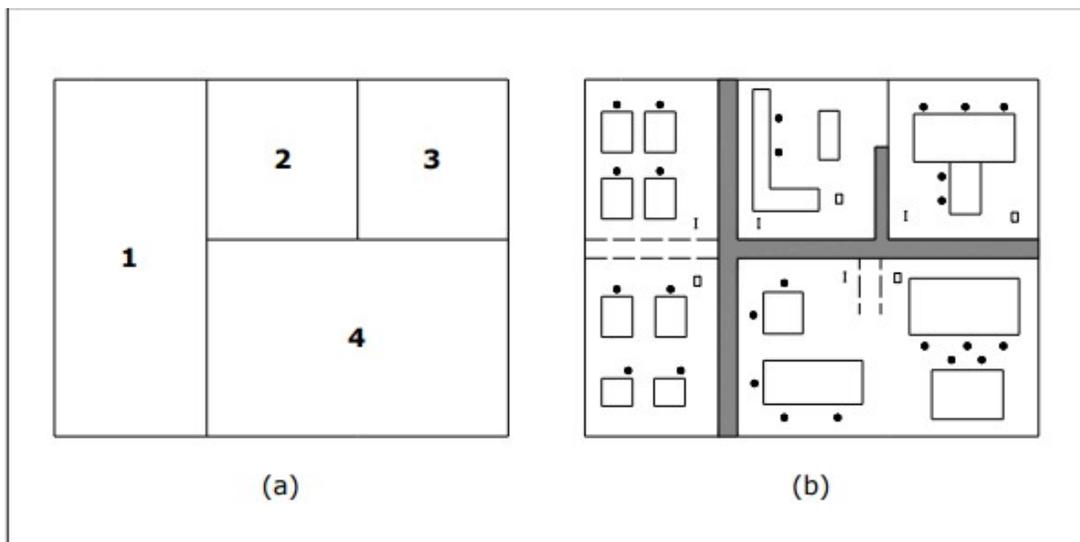


Figura 7 – Dopo una prima progettazione di massima del layout (a), segue una progettazione più dettagliata (b) (doc.studenti.it)

Sono a disposizione di ogni azienda numerosi software e programmi informatici che aiutano nella progettazione, grazie ai quali è possibile realizzare edifici ed impianti di produzione completi, indipendentemente dalle loro dimensioni.

2.8.1 Tipologie di layout

Esistono diverse tipologie di layout:

- Layout per prodotto (figura 8) - Le risorse sono dedicate a singole operazioni su un prodotto o una famiglia di prodotti e sono disposte a formare una linea in modo da minimizzare i costi di trasporto; quindi, ogni area è adibita alla realizzazione dello stesso pezzo.

Nel layout per prodotto i macchinari vengono disposti secondo la sequenza che occupano nel ciclo di lavorazione dell'elemento da realizzare, in modo che le materie prime arrivino ad un estremo dell'area di fabbricazione e dall'altro estremo escano i prodotti finiti. Tuttavia, spesso il flusso non ha una geometria molto equilibrata: nel caso di processi molto lunghi da "far entrare" in un capannone non abbastanza grande, si potrebbe utilizzare un flusso ad "U", a "L" o a "serpentina".

Nel flusso ad U ho il vantaggio di avere sullo stesso lato il carico/scarico delle merci ed è quindi possibile progettare un unico magazzino per lo stoccaggio delle materie prime e dei prodotti finiti. Da questo deriva un'unica zona di manovra per gli automezzi.

È utilizzato quando il prodotto è standardizzato e quindi è una struttura di layout tipica per una produzione in grandi quantità; non è adatto quando l'azienda ha una produzione molto diversificata, risultando, quindi, scarsamente flessibile in quanto strettamente legato al prodotto che si intende fabbricare.

È un tipo di layout che permette un'elevata velocità produttiva, limitando i costi di trasporto, essendo tutte le risorse in ordine di utilizzo e rende possibile l'assunzione di operatori non molto qualificati, quindi a costo minore. Vi sono però alcuni aspetti negativi, oltre alla mancanza di flessibilità: la produttività è legata alla macchina più lenta e il guasto di una di esse causa spesso il blocco dell'intera linea; inoltre l'operatore risulta essere insoddisfatto poiché esegue sempre la stessa operazione e perde motivazione.(4)

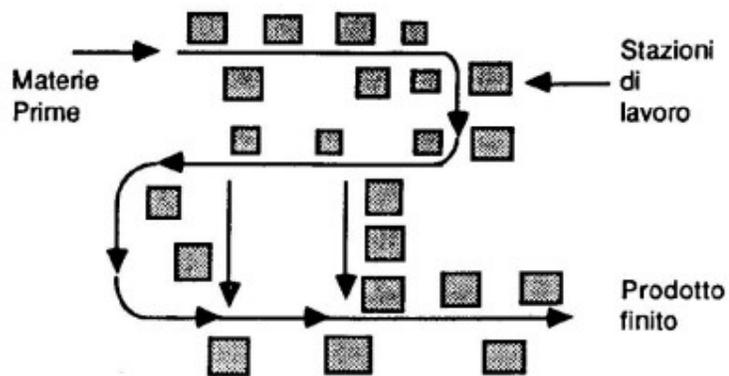


Figura 8 – Layout per prodotto: disposizione lineare dei macchinari (doc.studenti.it)

- Layout per processo (figura 9) - Le risorse sono impiegate per più operazioni su più prodotti e raggruppate in reparti per tipo di processo; quindi tutte le lavorazioni dello stesso tipo vengono organizzate in un unico reparto. Si capisce che, a differenza del tipo di layout precedentemente descritto, prodotti anche diversi tra loro possono trovarsi nello stesso reparto se sottoposti a lavorazioni simili. In tal caso non essendo possibile individuare un flusso univoco dei materiali, questi ultimi devono essere movimentati con apparecchiature mobili (carrelli a forche, trans-pallet, ecc.).

Si distinguono due tipi di layout per processo, cioè quello chiamato job-shop, caratterizzato da flussi di materiale che si incrociano tra loro e flow-shop, a flussi unidirezionali.

È una struttura di layout che ha il vantaggio di essere flessibile e più economica, perché evita duplicazioni di macchinari e risorse, conferendo al tempo stesso maggiori possibilità di ovviare ad avarie di una singola macchina.

È tipica per la realizzazione di commesse in cui viene fabbricata una quantità limitata di prodotto e che hanno un ciclo di lavoro di volta in volta differente e in generale per lavorazioni a piccole quantità, dal momento che gestire la produzione in un impianto organizzato secondo questo tipo di layout è più difficile, i tempi di produzione sono lunghi e si può creare grande confusione nel caso in cui questa sia costituita da un portafoglio di prodotti eccessivamente grande.(4)

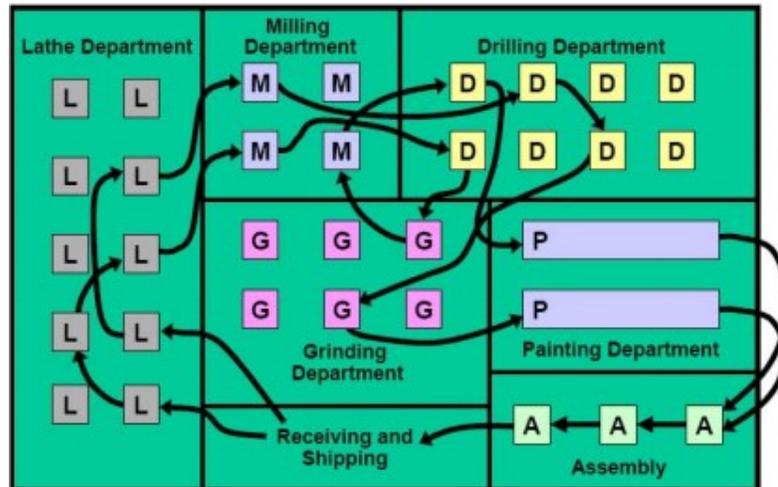


Figura 9 – Layout per processo: ogni area ospita una particolare lavorazione (doc.studenti.it)

- Layout a punto fisso (figura 10) - In questo tipo di layout, i materiali, o il componente principale del prodotto, rimangono in una posizione prefissata nello stabilimento e tutto il resto, invece, come ad esempio gli attrezzi, i macchinari, il personale o gli altri elementi facenti parte del prodotto, confluiscono verso tale posizione.

Stiamo parlando di una struttura di layout tipico delle lavorazioni artigianali o di quelle relative a grandi opere in generale, come navi, aerei, ponti, edifici cioè progetti che prevedono la creazione di un cantiere in cui fare confluire tutte le risorse necessarie. I vantaggi di questo modello sono un investimento minimo di capitale nel layout e la grande flessibilità che consente notevoli variazioni nelle caratteristiche del prodotto e nella varietà dei prodotti.

Inoltre, si ha la possibilità di perfezionare le capacità professionali dei dipendenti, ottenendo un importante ampliamento delle capacità dei singoli operai, che hanno la possibilità di partecipare alla totale realizzazione del prodotto; questo rappresenta un valido strumento motivazionale.(4)

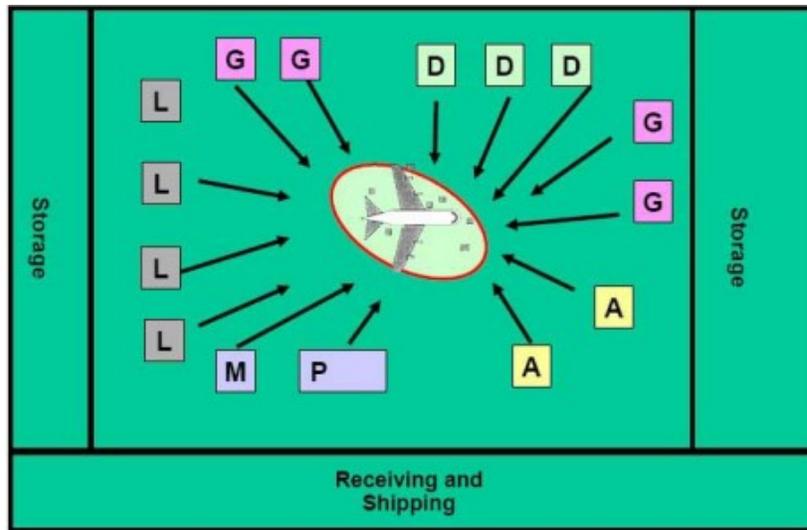


Figura 10 – Layout a punto fisso (doc.studenti.it)

- Layout a celle di lavorazione (figura 11) - Ibrido tra quello di prodotto e quello di processo, è costituito da un flow shop con risorse flessibili e trasporti discontinui entro una cella dedicata alla lavorazione di prodotti di una medesima famiglia. Ogni sezione con il suo gruppo di macchine prende il nome di cella di lavorazione. In pratica, c'è un flusso di parti appartenenti alla stessa famiglia che deve essere lavorato nella cella di lavoro, all'interno della quale i vari elementi da processare condividono gran parte delle lavorazioni effettuatevi, ma non tutti i prodotti visitano le macchine nella stessa sequenza.

Proprio per questo, si causano sempre dei flussi retrogradi che sono motivo di interferenza e provocano rallentamenti nel processo produttivo; per essere evitati la disposizione dei vari macchinari nella cella viene scelta per massimizzare la proporzione degli spostamenti in sequenza nelle celle stesse, minimizzando i flussi retrogradi. Il layout per celle di lavorazione è, sotto taluni aspetti, simile al layout per processo; la differenza sostanziale consiste nel fatto che ciascuna stazione di lavoro non svolge un'unica operazione, bensì un insieme completo ed integrato di operazioni. Per altri aspetti il layout in questione è simile al layout per prodotto, poiché ciascun centro di lavoro ha le caratteristiche di una piccola linea. I vantaggi maggiori dovuti a questa struttura riguardano la riduzione dei tempi e dei costi di attrezzaggio e la possibilità di trovare uno scheduling ottimale dei pezzi, cosa spesso impossibile nel layout per processo. Lo svantaggio principale è l'inevitabile duplicazione di alcune lavorazioni.(4)

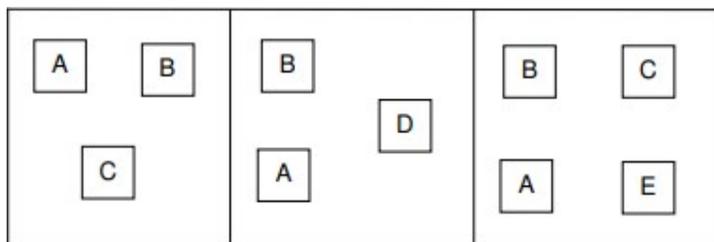


Figura 11 – Layout a celle di lavorazione, ibrido tra quello per prodotto e per processo
(doc.studenti.it)

2.8.2 Fattori motivanti lo studio del layout

Il layout di uno stabilimento interessa in modo diretto tutti i lavoratori all'interno dell'azienda, in quanto la disposizione del posto di lavoro di ogni operaio dipende dalla disposizione delle varie risorse nel layout. Esso diventa indispensabile per la determinazione della produttività dei reparti e per la direzione dell'impresa.

Si può dire che le occasioni da cui scaturiscono problemi di layout sono essenzialmente le seguenti (6):

- Produzione di un nuovo prodotto – Sia il lancio di un prodotto nuovo, sia l'abbandono di una linea di produzione preesistente, rappresentano un particolare momento della vita dell'impresa, in cui il problema del layout deve essere tenuto in debita considerazione. Le imprese più attive sono continuamente alla ricerca di nuovi prodotti sia per allargare la cerchia dei clienti, sia perché questi richiedono continuamente novità in quelli già esistenti; per questo i reparti di ricerca e sviluppo, studiano e creano progetti e prototipi il cui inserimento nelle linee di produzione richiede studi accurati non soltanto in materia di processi produttivi ma anche in materia di layout.
- Riprogettazione parziale o totale del prodotto – Così come la produzione di un nuovo prodotto, anche la modifica della sua struttura può richiedere una revisione del layout, perché potrebbero cambiare i tipi di lavorazioni da effettuare per la sua realizzazione e, quindi, i modelli di macchinari utilizzati. È questo il caso, ad esempio, dell'industria automobilistica, che a conclusione del ciclo di vita di un prodotto con la messa in produzione di un nuovo modello, è costretta a modificare la linea di produzione riprogettando e ridisponendo le attrezzature e i servizi interni.
- Obsolescenza delle attrezzature dell'impianto – Utilizzare macchinari vecchi è una fonte di svantaggio per l'azienda, sia per la sicura diminuzione delle prestazioni sia per l'aumento della frequenza con cui si verificano i guasti, che causano un blocco della produzione e quindi una perdita. Per questo è necessario sostituire di tanto in tanto i macchinari impiegati nell'attività produttiva, con conseguente revisione della

loro disposizione e quindi del layout, mediante il differente sfruttamento degli spazi già esistenti o la creazione di nuovi capannoni.

- Variazioni nel volume della domanda di mercato – La diminuzione o l'aumento della domanda di mercato possono avere come conseguenza delle modifiche del layout dello stabilimento, dal momento che ciò comporta una variazione delle vendite e, quindi, della produzione. Potrebbe essere necessaria un'espansione aziendale a causa della saturazione degli impianti, per realizzare uno stabilimento di maggiori dimensioni oppure, in caso di diminuzione delle vendite, un ridimensionamento dei macchinari con conseguente re-layout.
- Necessità di ridurre i costi – Ogni azienda è continuamente alla ricerca del modo per ridurre una o più voci di costo, cercando di fare salire l'indice di produttività e ottenere dei vantaggi competitivi nei confronti dei rivali di mercato. Le metodologie che possono essere messe in atto per una diminuzione più o meno forte dei costi sono numerose: l'impiego di nuovi materiali per sostituire quelli che si rivelano più costosi, sviluppare processi più rapidi per ridurre il capitale immobilizzato nei magazzini, utilizzare in maniera più razionale gli edifici, le attrezzature ed il personale. Tutte variazioni delle caratteristiche della produzione che potrebbero richiedere una nuova organizzazione del layout.
- Eccessiva frequenza di infortuni sul lavoro – Se gli incidenti sul lavoro si verificano troppo spesso, è probabile che gli spazi a disposizione degli operatori non siano stati progettati al meglio, così come le varie celle di lavorazione. Infatti, particolare attenzione deve essere prestata, in sede di layout, ai problemi della sicurezza, per esempio, prevedendo spazi idonei per la movimentazione delle merci in modo tale da non esporre il personale al pericolo di infortuni, percorsi pedonali, aree di lavorazione schermate, ecc.
- Atmosfera di lavoro insoddisfacente – Con particolari modifiche del layout, è possibile soddisfare le lamentele degli operai dovute ad un cattivo ambiente di lavoro, come per esempio il rumore eccessivo o i frequenti cambiamenti di temperatura, o la scarsa illuminazione o l'alta rumorosità. Una buona disposizione interna deve assicurare il facile accesso, da parte del personale, ai materiali, agli attrezzi ed al macchinario. Inoltre, la nuova organizzazione del layout e la creazione di un nuovo ambiente lavorativo può significare la variazione della routine di ogni operaio e, per questo, essere un'importante fonte di stimolo.

Nelle grandi industrie esistono reparti specializzati in layout che effettuano continui studi per migliorarlo, effettuando diverse configurazioni riguardo le disposizioni delle linee produttive e di tutti gli aspetti dello stabilimento, alla ricerca di miglioramenti delle lavorazioni, dei flussi di materiale, ecc. che possano portare benefici per i lavoratori e, in

generale, per l'intera azienda. Le piccole imprese, invece, sono solite affidare lo studio del layout a terzi.

2.8.3 Vincoli del layout di un impianto

La definizione del layout di un impianto industriale è soggetta ad alcuni importanti vincoli che ne condizionano la realizzazione. Si devono prendere in considerazione i sistemi di movimentazione e la definizione delle postazioni di lavoro. I sistemi di movimentazione sono vincolati alle caratteristiche del tipo di bene da movimentare e alla quantità con cui ciò viene effettuato fra i differenti reparti e le varie fasi produttive.

Per garantire la velocità e la corretta movimentazione delle merci è indispensabile una opportuna sistemazione dei macchinari all'interno dello stabilimento e un corretto allestimento dei numerosi reparti che lo costituiscono. Per quanto riguarda la definizione delle postazioni di lavoro, si devono osservare con attenzione i principi di ergonomia e di economia dei movimenti, finalizzati sia alla semplificazione dell'attività di lavoro svolta dall'operatore, sia alla riduzione dello sforzo fisico impiegato e necessario per una corretta esecuzione dell'azione. La normativa vigente prescrive il rispetto di spazi minimi da assicurare negli ambienti di lavoro ad ogni operatore:

- Altezza netta non inferiore a 3 m;
- Cubatura non inferiore a 10 m³ per lavoratore;
- Ogni lavoratore occupato in ciascun ambiente deve disporre di una superficie di almeno 2 m².

Alcuni obiettivi dello studio del layout si prestano ad una quantificazione numerica, infatti, per effettuare un corretto studio del layout sono stati messi a punto numerosi algoritmi.

Tuttavia i metodi di giudizio non si basano solamente su calcoli numerici; ancora oggi, nonostante lo sviluppo di tali metodi, la scelta per il layout ottimale verte essenzialmente sull'esperienza e sulla sensibilità del progettista. Naturalmente, quest'ultimo, a supporto delle proprie scelte, effettua una minuziosa raccolta di dati ottenendo informazioni importanti sulla struttura dei prodotti, le lavorazioni di cui necessitano, le varie tempistiche delle attività eseguite durante il processo produttivo, i volumi con i quali i prodotti sono richiesti, le prestazioni dei macchinari, ecc. dati utilizzati per la creazione di grafici e tabelle e il successivo allestimento dello stabilimento. È molto frequente l'uso di diagrammi triangolari delle relazioni, di matrici delle intensità di traffico e dei cosiddetti diagrammi a spaghetti.(5)

2.8.4 Diagramma triangolare delle relazioni

Esistono attività in cui è prevalente il servizio, piuttosto che l'attività produttiva, come, ad esempio, le officine di manutenzione o le aree interne agli uffici. L'obiettivo dell'analisi è quello di collocare quanto più vicino possibile le attività che hanno forti rapporti, anche se non quantificabili esclusivamente con la movimentazione di materiali.

Un utile strumento in grado di evidenziare i rapporti reciproci tra le attività è il cosiddetto diagramma triangolare delle relazioni, conosciuto come diagramma di Buff. Un esempio semplificato è visibile in figura 12.

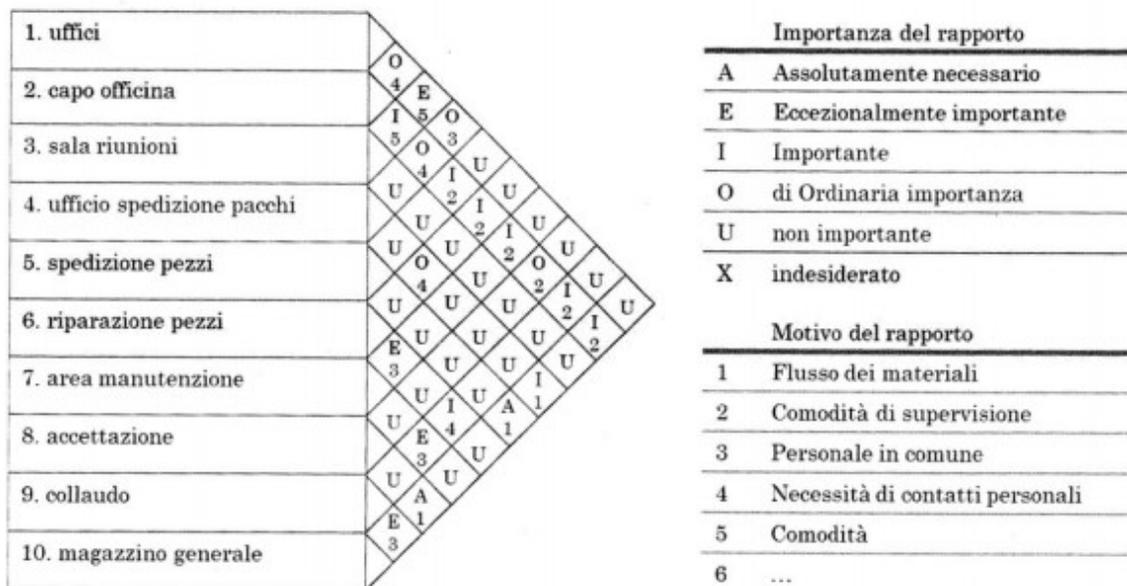


Figura 12 – Diagramma triangolare delle relazioni (www.logisticaefficiente.it)

Quindi, le attività presenti nel diagramma non sono soltanto quelle che realizzano materialmente il prodotto, ma compaiono tutte quelle necessarie all'azienda, anche gli uffici.

Dopo aver costruito il diagramma triangolare delle relazioni, si traccia un diagramma dei flussi, in cui le varie attività, rappresentate sotto forma di semplici rettangoli, sono collegate tra loro attraverso delle linee, tanto più numerose quanto più è importante la loro relazione.

La posizione reciproca delle attività deve essere tale che quelle con maggior numero di linee di connessione siano il più possibile in prossimità rispetto alle altre.

2.8.5 Matrice delle intensità di traffico

L'obiettivo ultimo è sempre quello di ridurre le distanze tra i reparti e mettere in prossimità quelli con maggiore interscambio di materiale. Per valutare lo scambio di unità di carico tra i reparti, si costruisce la matrice delle intensità di traffico, anche chiamata diagramma di origine-destinazione, visibile in figura 13.

da \ a	MP	A	B	C	D	E	PF	Totale da
MP	106	50+24	32					106
A		248	50	24			50	124
B		50	212		24	32		106
C			24	96			24	48
D				24	112		32	56
E					32	64		32
PF							106	0
Totale a		124	106	48	56	32	106	

Figura 13 – Matrice delle intensità di traffico (www.logisticaefficiente.it)

Sulle righe sono riportati i flussi in uscita dalla macchina indicata con una lettera nell'intestazione della riga stessa; sulle colonne, invece, si trovano i flussi in ingresso alle stazioni indicate nell'intestazione di colonna. La diagonale della matrice rappresenta la somma del totale dei flussi della riga e della colonna in questione.

Secondo il principio di centralità i reparti che scambiano il maggior numero di unità di carico devono essere disposti nella zona centrale del layout; analogamente, se tra due reparti di lavorazione esiste un'intensità di traffico maggiore dovrebbero essere mantenuti vicini, nel rispetto del principio di vicinanza. Per valutare la bontà di una soluzione potremmo valutarne il costo totale di trasporto cercando di individuare approssimativamente il costo per unità di distanza del singolo viaggio e il numero dei viaggi tra le due postazioni da collegare, tenendo conto del tipo di materiale da movimentare e del mezzo con cui si effettua lo spostamento. È evidentemente un problema iterativo, poiché bisogna dimensionare i mezzi di trasporto, il cui numero dipende dalla distanza tra i reparti e quindi dal layout che sto progettando.(16)

3 PRESENTAZIONE AZIENDA

La Merlo Spa è un'azienda non quotata, a capitale esclusivamente privato, appartenente al settore metalmeccanico, che produce macchine rivolte al mondo dell'edilizia, dell'agricoltura, dell'industria e della silvicoltura. Fa parte di un gruppo di società più ampio, Merlo Group, a cui dà il nome essendo quella principale, costituito da altre 6 aziende: Project, Tecno, CFRM, Rent, Movimatica, TreEmme.

Specializzata prevalentemente nella fabbricazione di sollevatori telescopici fissi e rotanti, è stata la prima azienda in Europa a realizzare industrialmente questo tipo di macchinario, ma produce anche trattori forestali, betoniere auto-caricanti, piattaforme semoventi e mezzi cingolati.

Radicata in tutto il mondo, conta circa 1300 dipendenti, un fatturato di circa 400 milioni di Euro e un utile di circa 28 milioni, esportando la maggior parte della propria produzione, che avviene totalmente nella sede di San Defendente di Cervasca (CN), uno stabilimento che supera i 180 mila metri quadrati, riportato in figura 14.



Figura 14 – Stabilimento del gruppo Merlo a San Defendente di Cervasca, visto dall'alto (www.merlo.com)

La presenza del Gruppo Merlo a livello mondiale è quindi molto forte (figura 15) ed è garantita da un'organizzazione diretta di sei filiali localizzate in Francia, Germania, Inghilterra, Spagna, Polonia e Australia e da una rete distributiva di oltre 50 importatori e 600 concessionari in grado di offrire una copertura capillare a livello di vendita, assistenza e ricambi.



Figura 15 – Gruppo Merlo nel mondo: le aree verdi rappresentano gli stati raggiunti dai prodotti Merlo (www.merlo.com)

Si può dedurre che la strategia del Gruppo si basa sulla vicinanza al cliente, grazie ad una solida rete distributiva, e sulla ricerca di soluzioni innovative all'avanguardia che permettano un'attività remunerativa e duratura nel massimo rispetto della sicurezza e dell'ambiente.

Un altro punto di forza non indifferente è il fatto di essere un'azienda quasi totalmente integrata verticalmente, in quanto progetta e produce da sé tutte le singole parti che compongono il prodotto finito, ad eccezione di alcune, quali i vetri della cabina di guida, gli pneumatici e i motori.

3.1 STORIA

La società è stata costituita nel 1964 dai fratelli Amilcare e Natalina Merlo, ma la storia produttiva della famiglia nel settore metalmeccanico ha inizio circa cinquanta anni prima, nel 1911, quando il padre, Giuseppe Amilcare Merlo (in figura 16), apre a Cuneo, provincia piemontese, un'officina per la lavorazione del ferro.



Figura 16 - Giuseppe Amilcare Merlo a lavoro nella sua officina (www.merlo.com)

La rapida crescita aziendale fa sì che l'officina inizi a diventare troppo stretta e nel 1953 viene inaugurata nella periferia cittadina una nuova area produttiva di 2000 metri quadrati. La tenacia e il dinamismo imprenditoriale che hanno contraddistinto l'attività artigiana della famiglia Merlo fin dagli esordi vengono fatti propri dai due fratelli, che nel 1964 costituiscono la società "A. Merlo e C. snc di Amilcare e Natalina Merlo".

Contemporaneamente viene avviata la costruzione di un nuovo stabilimento di 40.000 metri quadrati a San Defendente di Cervasca, alle porte di Cuneo, attuale sede dell'impresa; è l'inizio di una fase di grande espansione produttiva e commerciale.

I primi macchinari ad essere realizzati sono dumper, cioè veicoli attrezzati per il carico ed il trasporto di materiale, specialmente nei cantieri e autobetoniere per il mercato delle costruzioni, visibili nelle figure 17 e 18; l'adozione su entrambi i modelli di un'innovativa ralla girevole di concezione Merlo dà il via ad un lungo percorso di ricerca e sviluppo.



Figura 17 e 18 – Il primo modello di betoniera auto-caricante e di dumper (www.merlo.com)

3.2 EVOLUZIONE AZIENDALE

Qui di seguito sono riportati gli anni in cui si sono verificati gli avvenimenti più importanti che hanno caratterizzato la storia dell'azienda.

1966

Nel moderno insediamento di Cervasca inizia la produzione di dumper ed autobetoniere per il mercato delle costruzioni. Già i primi risultati commerciali confermano la validità delle scelte progettuali e costruttive: l'unione di innovazione e tecnologia permette di offrire prodotti all'avanguardia.

1970

Merlo presenta il suo primo carrello elevatore dotato di 4 ruote sterzanti. Si tratta di una macchina fuoristrada in grado di lavorare in tutte le condizioni di terreno. Una delle caratteristiche più innovative è quella di poter utilizzare diverse attrezzature, in modo da potersi trasformare in base alle necessità in muletto o in pala caricatrice.

1974

Nel 1974 nasce la prima gru da cantiere con braccio telescopico Merlo, in grado di estrarre il braccio telescopico ed attivare il verricello montato sul falcone tralicciato. Questa macchina fu il primo esperimento di macchina a torretta girevole Merlo ed anticipò di ben 17 anni una delle famiglie di maggior successo introdotte dal Gruppo sul mercato: il Roto.

1981

Viene presentato il primo sollevatore telescopico, il modello SM 30, in figura 19: una macchina innovativa, realizzata su progetto esclusivo Merlo, che offre sia le prestazioni del carrello elevatore sia la versatilità della gru idraulica a braccio telescopico.

Già sul primo modello sono presenti soluzioni tecniche e dispositivi evoluti, premiati dal grande successo di vendita (cabina arrotondata con finestrini curvi, traslazione laterale del braccio telescopico, doppia cerniera di articolazione del braccio, trasmissione idrostatica con trazione integrale permanente).



Figura 19 – SM 30, il primo sollevatore telescopico (www.merlo.com)

1987

Questo è un anno chiave per l'espansione dell'azienda: viene presentato il primo sollevatore telescopico al mondo con motore laterale e braccio incernierato basso sulla parte posteriore del telaio. È il PANORAMIC XS, in figura 20, l'unico ad offrire visibilità totale intorno al mezzo per lavorare in piena sicurezza.

Il successo è immediato con volumi di vendita in costante crescita, tanto da permettere all'azienda di aumentare ulteriormente i già elevati investimenti in Ricerca & Sviluppo, distinguendosi sempre più dalla concorrenza.



Figura 20 – Panoramic XS (www.merlo.com)

1991

Una nuova conferma della dinamicità e della volontà di innovare della Merlo giunge con la presentazione della nuova famiglia di sollevatori con torretta girevole, i ROTO, primi al mondo ad offrire agli utilizzatori la possibilità di raggiungere ogni punto nell'arco di 360° senza dover riposizionare la macchina.

2000

Con la nascita del Multifarmer, frutto della continua ricerca tecnologica, viene ancora una volta confermata la supremazia Merlo nell'innovazione e nella ricerca. È una macchina rivoluzionaria che solleva e trasporta carichi, aziona equipaggiamenti, lavora il terreno, traina rimorchi ed attrezzi e realizza anche le operazioni tipiche dei trattori agricoli: è un sistema di lavoro polivalente unico nel suo genere.

2004

Un altro passo avanti nel campo della ricerca tecnologica è segnato dai due innovativi sistemi di sospensione per sollevatori telescopici sviluppati da Merlo.

Il dispositivo B.S.S. (Boom Suspension System) permette di ammortizzare idraulicamente le forze che giungono al braccio telescopico.

Il sistema E.A.S. (Electronic Active Suspension), agendo sull'assale anteriore dei sollevatori Panoramic, è un vero e proprio sistema intelligente, valorizzato da ammortizzatori idro-pneumatici che operano sia come sospensione attiva, sia come dispositivo per la correzione dell'inclinazione laterale del telaio.

2010

Per rispondere ai nuovi requisiti di economicità di utilizzo e rispetto delle norme antinquinamento sempre più severe, la Merlo prosegue gli studi di ottimizzazione della trasmissione idrostatica, abbandonando il sistema di gestione tradizionale (automotive) e adottando un nuovo concetto di gestione della trasmissione, che passa attraverso un sistema idrostatico. Il nuovo sistema offre importanti miglioramenti del rendimento globale della macchina senza penalizzare prestazioni, controllabilità e facilità di utilizzo. L'obiettivo è raggiunto attraverso un innovativo sistema di gestione che controlla l'intera macchina, compreso il motore diesel.

2011

Con il nuovo sistema avanzato Merlo CDC (Controllo Dinamico del Carico) la Merlo compie un altro passo avanti nel campo della sicurezza.

I tecnici Merlo hanno saputo creare un sistema automatico di gestione dei parametri di stabilità della macchina, che permette di ottenere il meglio delle prestazioni dai sollevatori

telescopici. Il sistema Merlo CDC è stato sviluppato con lo scopo di valorizzare al meglio quanto prescritto dalla recente normativa EN 15000 sulla stabilità longitudinale dei sollevatori telescopici.

2014

Alla vigilia dei suoi 50 anni, Merlo presenta ad Agritechnica di Hannover il TF42.7 Hybrid, il primo telescopico ibrido al mondo, che riceve l'ambitissima medaglia d'oro per l'innovazione tecnologica.

2019

Continua il piano di investimenti 2015-2020 con più di 140 milioni di Euro già investiti, progetto ambizioso che va a cambiare il concetto produttivo attraverso l'impiego di sistemi automatizzati e intelligenti che incidono in modo importante sui processi aziendali.

3.3 IL GRUPPO MERLO

Il gruppo Merlo, oltre alla società principale che gli dà il nome, con sede a San Defendente di Cervasca (CN), dove è stato sviluppato il lavoro di tesi, è costituito da altre 6 aziende in stretta collaborazione tra loro: Project, Tecno, CFRM, Rent, Movimatica, TreEmme.

3.3.1 Merlo Project

Nel 1996 la crescente diversificazione dei settori applicativi porta Merlo a creare una sua azienda dedicata al disegno ed alla realizzazione di attrezzature studiate appositamente per funzionare solo sui suoi mezzi, cercando di migliorarli continuamente. Nasce così Merlo Project, specializzata nella progettazione, prototipazione e ricerca di sistemi avanzati per la movimentazione ed il sollevamento. Offrendo servizi di fornitura di disegni tecnici, di costruzione di modelli e di prototipi, è altamente impegnata nella ricerca tramite lo sfruttamento di marchi e brevetti di fondamentale importanza per lo sviluppo della tecnologia Merlo. Oggi, grazie alla sua attività, Merlo spa realizza internamente tutte le attrezzature a catalogo, potendo così permettere soluzioni su misura per i propri modelli. Questo consente di sfruttare al meglio le caratteristiche dei telescopici Merlo aumentando le prestazioni e garantendo sempre il massimo livello di sicurezza.

3.3.2 Tecnoindustrie

È l'azienda del gruppo Merlo impegnata nel settore dell'ecologia, specializzata nella produzione di veicoli per la raccolta ed il trasporto di rifiuti solidi urbani. Il suo mercato di

riferimento è principalmente quello italiano, ma, per una minore percentuale del fatturato, anche quella europeo. Questa azienda realizza sei diversi modelli di macchinari:

- Urbis (figura21), piccoli veicoli satellitari, ideali per la raccolta nei centri cittadini; utilizzano attrezzature di raccolta e trasporto a vasca semplice, a scarico per ribaltamento, con una capacità che raggiunge gli otto metri cubi. Può essere comandata anche da terra.



Figura 21 – Il modello Urbis (www.merlo.com)

- Azimut (figura 22), minicompattatori con capacità utile fino a otto metri cubi; utilizzano un'attrezzatura di raccolta con sistema di compattazione idraulico integrato e un cassone ribaltabile.



Figura 22 – Il modello Azimut (www.merlo.com)

- Kuni (figura 23), minicompattatori ad alte prestazioni con piatto idraulico di espulsione, cioè una paratia attraverso cui avviene lo scarico del cassone con capacità

di 8 metri cubi; utilizza un'attrezzatura di raccolta e trasporto con sistema di compattazione a pala.



Figura 23 – Il modello Kuni (www.merlo.com)

Giotto (figura 24), minicompattatori con le prestazioni di macchine di maggiori dimensioni, utilizza un'attrezzatura di raccolta e trasporto con compattazione con monopala articolata; lo scarico del cassone, di 12 metri cubi di capacità, avviene mediante una paratia di espulsione.



Figura 24 – Il modello Giotto (www.merlo.com)

- Zenit (figura 25), grandi compattatori con carico posteriore, utilizza un'attrezzatura di raccolta posteriore con compattazione mediante una monopala articolata; lo scarico del cassone, di 36 metri cubi di capacità, avviene anche in questo modello mediante una paratia di espulsione.



Figura 25 – Il modello Zenit (www.merlo.com)

- Sintesi (figura 26), che presentano un sistema di raccolta e trasporto mono-operatore con carico laterale automatizzato; questo modello permette la movimentazione di cassonetti di capacità fino a 3,4 metri cubi e presenta un cassone con capacità di 26 metri cubi.



Figura 26 – Il modello Sintesi (www.merlo.com)

3.3.3 Centro Formazione e Ricerca Merlo

Il Centro Formazione e Ricerca Merlo (CFRM) è il centro d'eccellenza del Gruppo Merlo dedicato alla formazione e aggiornamento di operatori altamente qualificati, con programmi di alto profilo, in conformità con gli standard INAIL.

Fondato nel 2005, il CFRM testimonia come il Gruppo Merlo sia attento alla sicurezza dell'operatore durante le ore di lavoro in tutto il ciclo professionale, dalla formazione degli operatori alla progettazione di sistemi di sicurezza ad elevato standard qualitativo sulle macchine. Grazie alla struttura CFRM, che possiede un'estesa area libera, i clienti Merlo possono provare le macchine che desiderano attraverso delle sessioni di test ed entrare in contatto con l'alta qualità dei macchinari Merlo.

3.3.4 Merlo Rent

L'azienda MERLO RENT s.r.l. è stata creata nel 2004 e opera nel settore delle fiere e mostre, impegnata nell'allestimento di stand di vario tipo. Inoltre, come è facilmente deducibile dal nome, mette i suoi prodotti a disposizione di chiunque voglia affittarli. La stessa Merlo spa si serve dei mezzi a disposizione di Merlo Rent per effettuare lavori interni, come ad esempio lavori di costruzione per l'espansione e la modifica dello stabilimento.

3.3.5 Movimatica

Movimatica nasce da un progetto di un gruppo di industriali piemontesi e di ricercatori del Politecnico di Torino e mobilita nel campo dello sviluppo di applicazioni di nuova generazione nel mondo wireless, che utilizzano le nuove tecnologie satellitari e GPS.

Nell'ottica di un operatore sempre proiettato verso il futuro, Movimatica ha successivamente applicato l'esperienza maturata in questi campi sviluppando prodotti e servizi telematici di logistica per il controllo della mobilità di veicoli aziendali e macchine operatrici da lavoro.

MerloMobility 4.0 è il servizio che Movimatica ha sviluppato in esclusiva per il Gruppo Merlo: le macchine Merlo possono infatti usufruire di una tecnologia esclusiva per rendere ancora più intelligenti e connessi i propri telescopici. Grazie a questa tecnologia l'operatore può sfruttare le informazioni rilevate dalla macchina in modo integrato, ottimizzando il monitoraggio operativo delle macchine nei diversi settori di attività.

MerloMobility informatizza, gestisce e localizza la flotta di mezzi privati e aziendali con un sistema semplice, economico e completamente personalizzabile; è infatti sviluppato in linguaggio Java e la sua estrema flessibilità permette di soddisfare facilmente le esigenze specifiche di ogni cliente. Consente di effettuare la radio-localizzazione GPS in tempo reale di più mezzi o veicoli, di controllarne i parametri più significativi, di ricevere e gestire gli allarmi, se ad esempio il mezzo ha effettuato manovre improprie o ha raggiunto zone non permesse, ma anche di inviare comandi per la gestione degli eventi.

Segnala quindi tutte le anomalie e permette il controllo preventivo e la diagnosi a distanza, garantendo un'operatività 24 ore al giorno. Questa tecnologia utilizza come mezzo di trasmissione delle informazioni la rete wireless Gsm/Gprs/Umts e la rete Internet.

L'accesso al sistema e il suo utilizzo si effettuano via Web: non è quindi necessario installare complessi software poiché attraverso un comune browser è possibile gestire tutte le funzionalità da un normale computer o da un palmare. Il modulo di connessione dati Gsm/Gprs/Umts è un sistema di comunicazione bi-direzionale; può quindi anche ricevere

comandi e funzioni da eseguire sulla macchina e trasmettere informazioni. L'interfaccia di bordo permette di interagire con l'utente, ad esempio per l'attivazione di pulsanti per comunicare alla centrale operativa una richiesta di emergenza o altre funzioni che il Cliente riterrà opportuno implementare. Altre funzionalità possono essere fornite a richiesta: lettore Radio Frequency Identification (RFID), interfaccia Controller Area Network (CAN BUS) per la lettura e l'invio dei dati dai veicoli alla centrale operativa per la programmazione della manutenzione preventiva.

3.3.6 TreEmme

TreEmme, fondata nel 2001, è l'azienda che ha affiancato alle linee standard una produzione dedicata a mercati di nicchia per i clienti più esigenti. Si occupa della realizzazione di macchinari compatti e polivalenti, che spaziano dal modello specifico per l'ambito forestale e la silvicoltura, a quello destinato allo sgombero di masse nevose, passando per la versione studiata per la manutenzione stradale e ferroviaria. L'intera gamma TreEmme si contraddistingue per la cinematica innovativa del braccio.

Il trattore forestale, in figura 27, è la soluzione per chi necessita di macchine polivalenti che non temono il lavoro impegnativo, capaci di prestazioni elevate e semplici nell'utilizzo. La vasta gamma di attrezzature, l'esclusiva visibilità a 360° e l'incredibile maneggevolezza ne fanno il mezzo ideale da essere impiegato nell'ambito forestale ed in silvicoltura: trinciatori per la realizzazione ed il mantenimento di strisce tagliafuoco, aree di rispetto per linee elettriche ad alta tensione e gasdotti, sistemi per la bonifica di aree sassose, cavaceppi per eliminare le radici delle piante dopo il taglio, cippatrici per tritare legnami da biomassa, preparatori del suolo e riondizionatori del terreno, bracci decespugliatori per la pulizia delle banchine stradali e sfrondamento di piante e molte altre attrezzature ricche di tecnologie avanzate.



Figura 27 – Il trattore forestale (www.merlo.com)

Il trattore municipale, in figura 28, è un mezzo polivalente per lavori di municipalità e di silvicoltura leggeri, con una cabina montata sulla parte sinistra offrendo una visibilità eccellente sull'area di lavoro. Costituisce la risposta tecnologica che enti locali e contoterzisti aspettavano: riassume i vantaggi operativi di un trattore stradale, di una gru mobile leggera e di una piattaforma porta-attrezzi per gli interventi di pulizia di strade e massicciate, sfrondamento piante, sgombero neve e manutenzione ferroviaria.



Figura 28 – Il trattore municipale (www.merlo.com)

3.4 I PRODOTTI DI MERLO SPA

Come detto inizialmente, l'azienda è specializzata nella costruzione di sollevatori telescopici che possono essere divisi in quattro grandi famiglie: Panoramic (P), Multifarmer (MF), Turbofarmer (TF) e Roto (R).

Ogni modello è definito con una sigla che comprende l'iniziale del tipo di macchinario, la portata in quintali e la massima altezza raggiungibile in metri; ad esempio il P27.6 indica una macchina Panoramic con una portata massima di 27 quintali e un'altezza raggiungibile pari a 6 metri. A seconda delle caratteristiche del macchinario, si possono avere: telescopici compatti, telescopici di media capacità, telescopici ad alta capacità, telescopici stabilizzanti, telescopici rotativi e trattori telescopici.

Oltre a questi, vengono prodotti altri macchinari, quali betoniere autocaricanti (DBM), mezzi cingolati (Cingo) di vario genere e di dimensioni molto più contenute, adatti per piccole lavorazioni e piattaforme semoventi (MRP).

3.4.1 Panoramic

I sollevatori telescopici Merlo della gamma Panoramic, in figura 29, costituiscono il tipo di macchinario grazie al quale l'azienda è diventata famosa in questo campo e in poco tempo leader indiscusso. Studiati appositamente per l'edilizia e l'industria, offrono caratteristiche tecniche e tecnologie uniche.

La gamma è composta da 15 modelli con portate da 2.700 a 12.000 kg e altezze di sollevamento da 6 fino a 17 metri che permettono di operare sia su spazi ristretti che nei grandi cantieri. Possono essere dotati di piedi stabilizzatori per aumentarne le prestazioni e dell'innovativo sistema Merlo CDC, cioè di Controllo Dinamico del Carico, che aumenta ulteriormente il livello di sicurezza. L'impianto "Load Sensing" di cui sono dotati, favorisce la riduzione dei consumi e la massimizzazione delle prestazioni e permette il livellamento del telaio, quindi una inclinazione trasversale, di 14° grazie al quale è possibile lavorare in sicurezza anche in terreni non in piano. Il braccio di sollevamento è dotato di una capacità di traslazione laterale, tecnologia brevettata direttamente dalla Merlo.



Figura 29 – Il modello Panoramic (P) (www.merlo.com)

3.4.2 Multifarmer

La gamma Multifarmer dei sollevatori telescopici Merlo, in figura 30, unisce le caratteristiche di un telescopico agricolo tradizionale a quelle di un trattore con risultati davvero esaltanti.

Il motore raggiunge fino a 156 CV e l'impianto Load Sensing, di cui sono dotati, permette la riduzione dei consumi e la massimizzazione delle prestazioni, come per i Panoramic. Grazie al sistema brevettato Tack Lock, inoltre, vengono velocizzate le operazioni di aggancio e

sgancio delle attrezzature. Le grandi prestazioni sono garantite dall'attacco a 3 punti posteriore e la presa di forza meccanica.

La capacità raggiunge fino a 40 quintali e altezze operative fino ai 9 metri. I Multifarmer sono la soluzione rivoluzionaria per eseguire tutti i lavori all'interno di un'azienda agricola: la movimentazione, il sollevamento, il trasporto di carichi e l'azionamento di attrezzature che offre prestazioni di alto livello nelle operazioni dei trattori tradizionali, cioè attività di traino e di lavorazione del terreno. Il livellamento del telaio, inoltre, permette di lavorare anche su terreni inclinati.



Figura 30 – Il modello Multifarmer (MF) (www.merlo.com)

3.4.3 Turbofarmer

I modelli della gamma Turbofarmer, in figura 31, sono sollevatori telescopici per l'agricoltura, la soluzione ideale alle esigenze di movimentazione nel mondo agricolo ed offrono portate da 3400 a 5000 kg, altezze di sollevamento da 7 a 11 metri, motori turbo da 100 e 156 cavalli, impianto idraulico "Load-Sensing" e un'omologazione della trattoria agricola (il primo modello ad averla a livello europeo) fino a 20 tonnellate.

Una presa di forza meccanica posteriore consente lavorazioni di traino con rotoimballatrici, seminatrici e irroratrici. Come i modelli precedentemente descritti, sono dotati dell'innovativo sistema di sicurezza Merlo CDC che aumenta ulteriormente il livello di sicurezza senza ridurre le prestazioni. Grazie al sistema brevettato "Tack Lock", inoltre, vengono velocizzate le operazioni di aggancio e sgancio delle attrezzature.

La gamma Turbofarmer II, ulteriormente potenziata nelle prestazioni e nell'affidabilità, è il primo frutto dell'innovativo concetto di produzione modulare, adottato dal gruppo di San Defendente. È stata insignita ad Agritechnica del titolo di Macchina dell'anno 2014 nella

categoria movimentazione e logistica, seguito da quello di Macchina dell'anno 2015, sempre nella categoria movimentazione e logistica, assegnato nell'ambito del Sima 2015.



Figura 31 – Il modello turbofarmer (TF) (www.merlo.com)

3.4.4 Roto

La caratteristica principale di questo macchinario visibile in figura 32 e la grande differenza rispetto agli altri è la presenza di una torretta rotante a cui è attaccato il braccio meccanico di sollevamento, dal quale la macchina prende il nome. Grazie a quest'aspetto, è una macchina molto efficiente e comoda dal momento che permette di ruotare di 360° la torretta girevole, senza dover riposizionare il mezzo di lavoro. Presenta sospensioni idropneumatiche a livellamento automatico. Oltre al modello base, ne viene prodotto un altro identico, ma di dimensioni molto maggiori, chiamato per questo Roto Mega, il macchinario più grande realizzato dall'azienda.



Figura 32 – Il modello Roto (R) (www.merlo.com)

3.4.5 DBM

Le DBM, in figura 33, sono betoniere a 4 ruote provviste di una benna automatica posta sul retro, per questo dette autocaricanti, che non necessitano, quindi, di nessun altro macchinario a supporto per essere caricate. La betoniera, a seconda dei due tipi di modelli scelti, ha una capacità di 2500 o di 3500 litri. È un macchinario caratterizzato da una guida bidirezionale (il posto di guida può infatti ruotare di 180 gradi), con comandi sdoppiati a terra, quindi estremamente comoda.

Sono pensate prevalentemente per quelle situazioni in cui ci si trova a lavorare in zone lontane da centri abitati, fuori mano, impervie e quindi difficilmente raggiungibili, per permettere di creare sul posto e in poco tempo la giusta miscela di prodotti per effettuare le costruzioni necessarie, evitando spostamenti che limiterebbero i lavori. Per questo, è un tipo di macchina diretta specialmente al mercato africano.



Figura 33 – Il modello DBM (www.merlo.com)

3.4.6 MPR

Un altro prodotto Merlo, questa volta di concezione più semplice, perché adibita al solo sollevamento di persone, è la piattaforma aerea semovente, in figura 34, che raggiunge altezze operative fino a 30 metri dal suolo e utilizza sospensioni idropneumatiche con livellamento automatico, rappresentata in figura. Il mercato relativo a questo macchinario è inferiore rispetto agli altri, infatti è un prodotto che molto probabilmente uscirà di produzione nei prossimi anni.



Figura 34 – Il modello MPR (www.merlo.com)

3.4.7 Cingo

Come facilmente comprensibile, il nome Cingo deriva dal fatto che questi prodotti sono mezzi cingolati. Di dimensioni molto minori rispetto agli altri macchinari commercializzati dall'azienda, queste macchine non presentano una cabina di guida, ma sono pilotati da un operatore che si posiziona in piedi su una pedana.

Vi sono diversi modelli di cingolati, alcuni adibiti unicamente al trasporto di materiale, come il Cingo M800 TD in figura 35, altri vere e proprie macchine da lavoro sulle quali è possibile montare utensili diversi, come il Cingo M12.3 EVO in figura 36.



Figura 35 e 36 – Due modelli di cingolati, rispettivamente M800 TD e M12.3 EVO (www.merlo.com)

4 ANALISI DEI LAYOUT DEI MAGAZZINI E DEI FLUSSI DELLE MERCI

In questo capitolo verrà analizzata la struttura dei magazzini situati all'interno dello stabilimento e il modo in cui i beni stoccati al loro interno alimentano le varie linee produttive.

4.1 CARATTERISTICHE GENERALI

L'attività produttiva dell'azienda si articola su 8 linee di assemblaggio e su più centri di lavoro specializzati in una o più attività di montaggio. Ognuna di queste linee, a seconda del tipo di macchina che viene realizzata, è alimentata da uno o più dei sei diversi magazzini distribuiti all'interno dello stabilimento: il magazzino motori (MM), il magazzino cabine (MC), il magazzino modulare (MMOD), il magazzino roto (MR), il magazzino MMEGA e il magazzino SIGMAT, l'unico magazzino automatico.

La merce di fornitura esterna arriva nello stabilimento tramite dei tir che, attraverso l'ingresso sud, si recano di fronte al magazzino di accettazione (AC) dove, dopo essere scaricata, viene stoccata a terra per un breve periodo, per poi essere condotta verso i magazzini di produzione. Solitamente, i vari materiali giungono in azienda già all'interno di precisi contenitori, a seconda delle loro caratteristiche, assegnati loro dai dipendenti dell'ufficio dell'organizzazione logistica, come verrà spiegato nel capitolo 4. Se così non fosse, i beni vengono inseriti negli appositi contenitori dagli operatori del magazzino accettazione. Ogni magazzino ospita indistintamente tutti i tipi di contenitori, in base a dove sono contenuti gli articoli destinati a quel preciso magazzino. Prima di essere trasferito, ogni lotto deve superare dei controlli visivi, per accettarsi che i vari imballaggi siano in buono stato e che i prodotti giunti nello stabilimento non siano stati rovinati. Alcuni lotti, a seconda dei beni che li costituiscono, devono superare dei controlli più approfonditi e, in questo caso, vengono trasferiti nel magazzino di collaudo (C1); se i vari test vengono superati, il materiale sarà spostato nei diversi magazzini a cui è destinato, altrimenti sarà riposto nel magazzino degli scarti (C3). Ogni magazzino di produzione possiede un'area a terra in cui è raggruppato il materiale da posizionare sugli scaffali; sarà poi un operatore di magazzino che, tramite un elevatore manuale, porrà i vari contenitori nella loro posizione registrata a sistema, a seconda dell'articolo che contengono.

La caratteristica che accomuna i primi quattro magazzini di produzione è il fatto di essere magazzini Supermarket, chiamati così perché la loro struttura e organizzazione ricorda proprio quella di un supermercato: i vari articoli sono posizionati sugli scaffali in quantità stabilite e gli operatori logistici, come se facessero la spesa, appunto, si spostano tra di essi spingendo un carrello chiamato carrello kit, sul quale vengono caricati tutti i prodotti prelevati dagli spazi a loro adibiti secondo una specifica lista di prelievo univoca per ogni macchina.

Nei vari magazzini, gli scaffali in acciaio, adibiti allo stoccaggio dei prodotti, hanno altezze diverse, così come i vari piani di appoggio. Infatti, i montanti presentano dei buchi a distanza ravvicinata, in modo tale da poter inserire il piano di appoggio all'altezza necessaria e rendere flessibile la struttura dello scaffale, variandola a seconda delle esigenze di stoccaggio. In ogni magazzino, poiché vi sono stoccati articoli di diverso tipo, viene impiegato un modello differente di carrello kit, a seconda dei beni che devono essere trasportati in linea, dal momento che avendo forme e caratteristiche dissimili necessitano di contenitori e spazi specifici dove essere riposti, ognuno dei quali presenta un nome per essere identificato. Il carrello che più si differenzia rispetto agli altri è quello utilizzato nel magazzino motori, visibile in figura 37:

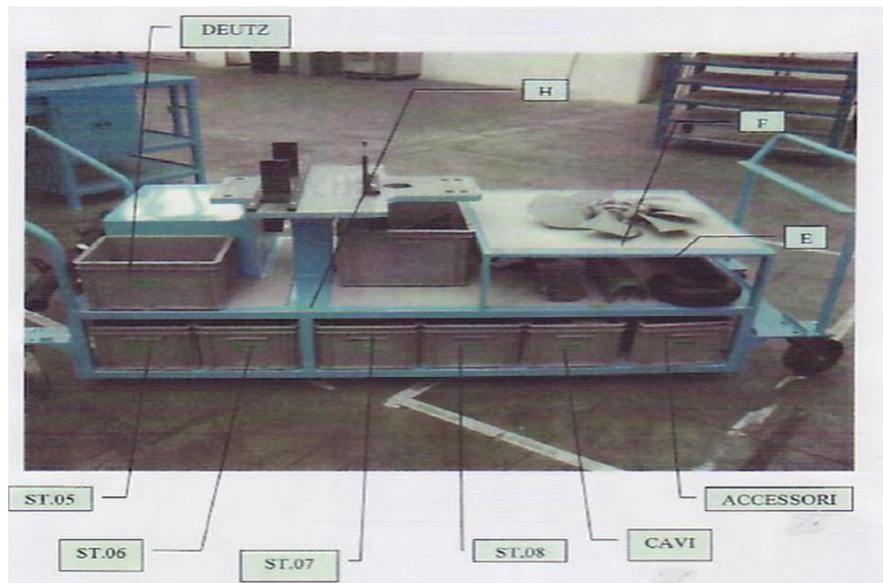


Figura 37 – Carrello kit del magazzino motori

Il carrello accoglie il motore, appoggiato sui tre sostegni neri visibili in figura e le varie cassette dove vengono inseriti i beni prelevati dal magazzino per essere trasferiti sulla linea di allestimento del motore.

I carrelli degli altri magazzini, rappresentati in figura 38-39-40 sono molto simili tra loro, se non per alcune posizioni adibite al contenimento di particolari oggetti.



Figura 38 – Carrello kit del magazzino cabine



Figura 39 e 40 – Carrello kit del magazzino modulare e del magazzino roto

4.2 LISTA DI PRELIEVO

Come detto precedentemente, gli operai scelgono attentamente quali articoli caricare sul carrello, seguendo una lista cartacea detta lista di prelievo. Eccone un esempio in figura 41.

WELLSER 004878 80200010001

Lista prelievo **DPPAAEK6327** del 06/12/2019 09.11.03

Macchina MA00693
TF33.7-100EE - B5295169

Magazzino di destinazione: NAMOT
Ubicazione: NAMOT

Carrello allestimento Motori

Verifica: Standard

OPZT11569
134236.04
10728.19F

Zona
Priorità
Data Articolo
Nome articolo
Ubicazione Carrello

Fittizi MAG01 su liste kit

Numero articolo	Nome articolo	Quantità
048378	TUBO OLIO D=15 D=8 L=1600	1,00
048378	TUBO OLIO D=15 D=8 L=1600	1,00
053451	TUBO OLIO BP D=20 D=13 L=580	2,00
054988	GUAINA PLASTICA X TUBO 1/2" L=800 A SPIRALE	1,00
068281	TUBO ACQUA D=23 D=15 L=4200 X ACQUA CALDA B.P.	2,00
073877	TUBO GASOLIO D=10/11 D=5 L=75	1,00

OLIO	1	087889	OLIO LUBRIF. 10W40 TIPO API SJ4	11,54
			TUBO ACQUA D=15	
TAGLIO1	11	068251	TUBO ACQUA D=23 D=15 IN ROTOLO X ACQUA CALDA	18 8,40
			TUBO OLIO BP D=13	
TAGLIO2	12	005962AA	TUBO OLIO BP D=20 D=13 IN ROTOLO	18 1,16
			TUBO OLIO D=8	
TAGLIO3	13	026889	TUBO OLIO D=15 D=8 IN ROTOLO	18 3,20
			CASSETTA 1	
A0-1-06	20	090520	KIT KUBOTA 449 - KIT INSTALLAZIONE POMPA IDRAULICA	01 1,00
CASS-03-01	20	090498	REDUC. GRS PORTAGOMMA Ø 12 Ø 8	04 2,00
			POSIZIONE A-E	
A0-2-09	10	101618V	STAFFA SUPPORTO FILTRO ARIA 1728 6 FINAL VERNI NERA SENZA PIG	E 1,00
A0-3-04	20	080572	FILTRO ARIA POMICORE TIPO DONALDSON D90182	A 1,00
			CASSETTA 5	
A1-1-04	10	103509	TERMOSTATO CON MASSA ISOLATA X LIQUIDO REFR. W4X1.2 2P" 8P"	01 1,00
			CASSETTA 4	
A1-2-07	10	091283	BLOCCO DISTRIB. E FILTRO E BY-PASS IN LINEA POMPA RX	06 1,00
			CASSETTA 6	
A1-6-04	10	107439	STAFFA SUPPORTO FILTRO IDROSTATICA KUBOTA SA VERNI NERA	06 1,00
A1-4-03	10	106592	STAFFA SUPPORTO CAVO MOTORE L=42 VERNI NERA	03 1,00
A1-4-04	10	106593	STAFFA SUPPORTO CAVO MOTORE L=84 VERNI NERA	02 1,00
A1-4-05	10	106594	STAFFA SUPPORTO CAVO MOTORE L=113 VERNI NERA	02 1,00
A1-4-09	10	080150	RACC. GRS RIDUZIONE PORTAGOMMA Ø 8 Ø 4	01 1,00
A2-2-12	10	102104	RACC. 4P" W-FORT. Ø 1" PORTAGOMMA 32.8 L=427 ZINGATO	06 1,00
			CASSETTA 3	
A2-2-01	20	092053	STAFFA CAVO ACCELERATORE PER KIT STAGE 04 VERNI NERA	03 1,00

Figura 41 – Esempio di lista di prelievo

Innanzitutto bisogna dire che ciascuna lista è univoca ed è riconoscibile attraverso un codice posto in alto evidenziato in giallo in figura. Come esprime il titolo, la lista di prelievo riportata come esempio riguarda un carrello di allestimento di un motore che ha come destinazione l'ubicazione NAMOT, acronimo di Nuova Area Motori, cioè come viene identificato il luogo in cui esso viene assemblato. Se ne analizzano qui di seguito tutti i particolari:

- Ogni lista è relativa ad una specifica macchina rappresentata da un codice chiamato "configurazione"; in questo caso la lista fa riferimento alla macchina numero 5 della commessa numero 756 dell'anno 2019 (19X756.05). Si evince facilmente che è molto difficile trovare una lista di prelievo esattamente uguale ad un'altra, poiché ogni cliente ha le proprie preferenze e richiederà, oltre ad un modello preciso di

macchinario, degli optional adatti a soddisfare le proprie esigenze, naturalmente diverse da quelle di un altro soggetto.

- Al di sotto della configurazione vi è il codice del motore che deve essere assemblato, in questo caso 107291M. Nella lista di prelievo sono enumerati solo gli articoli che costituiscono la macchina in questione e che si trovano in quel preciso magazzino, anche se molto probabilmente articoli dello stesso tipo hanno posizioni in più magazzini. In alto troviamo la data e l'ora in cui è stata creata e più a destra quelle in cui è stata stampata, cosa molto importante perché il programma gestionale aziendale ci presenta le varie commesse (e cioè le liste a cui si riferiscono) elencate in ordine di priorità, quindi quella stampata prima di un'altra deve essere eseguita precedentemente a quest'ultima. È l'ufficio di programmazione della produzione che gestisce la corretta sequenza di produzione sulla linea di montaggio; la logistica allestisce i carrelli kit nel medesimo ordine.
- A destra troviamo un ulteriore codice identificativo della macchina (in figura MA00693) con sotto il modello di macchinario da realizzare, in questo caso un Turbofarmer (TF33.7).

La lista si sviluppa secondo una divisione a colonne, ognuna con un titolo evidenziato in giallo: partendo da sinistra abbiamo le posizioni di magazzino in cui sono collocati gli articoli che costituiscono quel particolare prodotto da realizzare, solitamente espresse da una sigla, salvo per alcune eccezioni, che richiama il nome dello scaffale, il piano a livello del quale è posto l'articolo (il piano zero se esso è a terra) e la posizione in cui lo si troverà sul piano; ad esempio la zona di magazzino A0-0-1-06 corrisponde alla posizione 06 del piano 1 dello scaffale A0-0. A fianco di ogni scaffale è incollata un'etichetta a ricordarne il nome.

Alle varie zone di magazzino sono associati dei numeri che ne esprimono la priorità di prelievo della zona, in modo tale che l'operatore non debba correre avanti e indietro tra gli scaffali, ma possa seguire un percorso ordinato tra di essi, per ottimizzare al massimo i tempi. Proprio per questo, gli articoli sono infatti elencati in ordine di priorità, anche se, al contrario di come si possa pensare, si nota che al numero più basso corrisponde la priorità più alta (priorità 1 è maggiore di priorità 2 e via discorrendo).

C'è 'è poi la colonna corrispondente ai codici alfanumerici identificativi degli articoli, quasi sempre di sei cifre; a destra quella in cui è descritto a parole, spesso abbreviate per ridurre gli spazi, il bene da prelevare, un'ulteriore verifica per l'operatore che deve essere sicuro della correttezza della sua scelta, riducendo al minimo gli errori e quindi evitando la maggiorazione di tempi e di costi che ne deriverebbe in caso di un allestimento scorretto.

Per lo stesso motivo, sullo scaffale, in corrispondenza della posizione in cui si trova il pezzo stoccato, è incollata un'etichetta a indicarne codice e descrizione. Un'attività importante

svolta dall'organizzazione logistica è assicurare sempre che queste etichette siano leggibili e si trovino al posto corretto. Vi è poi la colonna intitolata "Ubicazione carrello" che esprime il tipo di contenitore/cassetta in cui inserire l'elemento sul carrello kit, diversa a seconda delle sue dimensioni e caratteristiche, in modo tale che i dipendenti in linea sappiano esattamente dove trovarlo nel momento in cui deve essere montato; l'ultima sezione è quella che definisce la quantità del codice in questione da prelevare, solitamente in termini di unità, ma se si tratta di un tubo o di un liquido è espressa in metri di lunghezza o in litri.

A titolo di esempio richiamiamo le prime righe della lista: la riga numero uno riguarda l'articolo 087889, posto nella zona chiamata "OLIO", relativa appunto a dell'olio lubrificante da prelevare in quantità 11,54 litri; la seconda riguarda il codice 068251 cioè un tubo dell'acqua di diametro esterno pari a 23 millimetri e interno di 15 millimetri, posto nella zona "TAGLIO1", da prelevare in quantità 8,4 metri e da riporre nella cassetta "18".

Un altro aspetto da considerare è la tabellina posta all'inizio e intitolata "Fittizi *** su liste kit", dove sono elencati i codici di articoli detti, appunto, fittizi, con nome e quantità di prelievo. Un articolo si definisce come tale quando deriva da un altro articolo che per questo viene detto "padre", il quale a sua volta può essere figlio di un altro articolo perciò chiamato "nonno". Se consideriamo, ad esempio, una lamiera lunga 5 metri che viene divisa a metà, si otterranno così due lamiere di 2,5 metri, figlie di quella intera.

La tabella, riportata in figura 42, spiega come dividere l'articolo padre nei vari articoli figli che ne derivano: ad esempio, il codice 068251 da prelevare in quantità totale di 8,4 metri, come si può dedurre dalla descrizione (Nome articolo), è padre del codice 068261 della quinta riga della tabella dei fittizi e deve essere diviso in due tubi (Quantità) da 4200 millimetri l'uno; o ancora il codice 005962AA è padre del codice 053451 e deve essere diviso in due tubi da 580 millimetri per un totale di 1,16 metri.

Fittizi MAG01 su liste kit		
Numero articolo	Nome articolo	Quantità
048378	TUBO OLIO De=15 Di=8 L=1600	1,00
048378	TUBO OLIO De=15 Di=8 L=1600	1,00
053451	TUBO OLIO BP De=20 Di=13 L=580	2,00
064896	GUAINA PLASTICA X TUBO 1/2" L=900 A SPIRALE	1,00
068261	TUBO ACQUA De=23 Di=15 L=4200 X ACQUA CALDA B.P.	2,00
073877	TUBO GASOLIO De=10/11 Di=5 L=75	1,00

Figura 42 – Esempio di tabella contenente gli articoli fittizi

Ogni qualvolta che l'operatore attua l'azione di prendere un bene dallo scaffale e di depositarlo nella cassetta assegnatagli, deve spuntare la riga posta a fianco della colonna "Quantità", a dimostrazione del fatto di avere eseguito il prelievo con successo.

Effettuate tutte le spunte e terminata l'azione di allestimento del carrello kit, dopo un ulteriore controllo, la lista di prelievo viene registrata nel sistema come eseguita attraverso un lettore di codici a barre e viene poi appiccicata al carrello stesso seguendolo nel suo percorso all'interno dello stabilimento verso la linea di assemblaggio, qui utilizzata dagli operai in catena di montaggio come verifica dell'avvenuto prelievo di tutti gli articoli richiesti dalla commessa per la corretta costruzione della macchina.

Si prosegue con una descrizione più approfondita dei sei magazzini presentati all'inizio del capitolo e delle linee che questi alimentano, analizzandone i rispettivi layout qui riportati.

4.3 MAGAZZINO MOTORI

Il magazzino motori, identificato nel sistema informativo gestionale con la sigla MM e con l'ubicazione MOTOR, si trova nel cosiddetto NAP1, una particolare zona dello stabilimento chiamata con l'acronimo di Nuova Area Produttiva 1. Così come la maggior parte dei magazzini, come detto in precedenza, è un magazzino supermarket; dal layout in figura 43, infatti, si possono notare i vari scaffali posti sulla destra di esso, sui quali sono posizionati tutti gli articoli necessari all'allestimento del motore e tra i quali si muove il carrello kit spinto dall'operatore logistico, partendo dallo scaffale A0-1, il primo scaffale in basso a destra del layout, con la priorità più alta, fino ad arrivare a quello indicato dalla sigla E1-3, in alto a destra, avente il livello di priorità più basso. Vi sono dieci file di scaffali, organizzati su 4 livelli di stoccaggio, oltre quello a terra: la fila A0, di tre scaffali, la fila A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, tutte formate da quattro scaffali e la fila D1 ed E1, di tre scaffali.

Nel disegno di AutoCAD è rappresentato tutto il percorso seguito dal carrello, anche se in realtà non entra mai nella corsia tra le due file di scaffali, ma, essendo pesante, in modo particolare quando l'allestimento è prossimo al completamento, viene lasciato all'inizio di questa e l'operaio si serve di un carrellino più piccolo e specialmente più facilmente maneggevole, per poggiare i vari elementi prelevati e portarli al carrello principale.

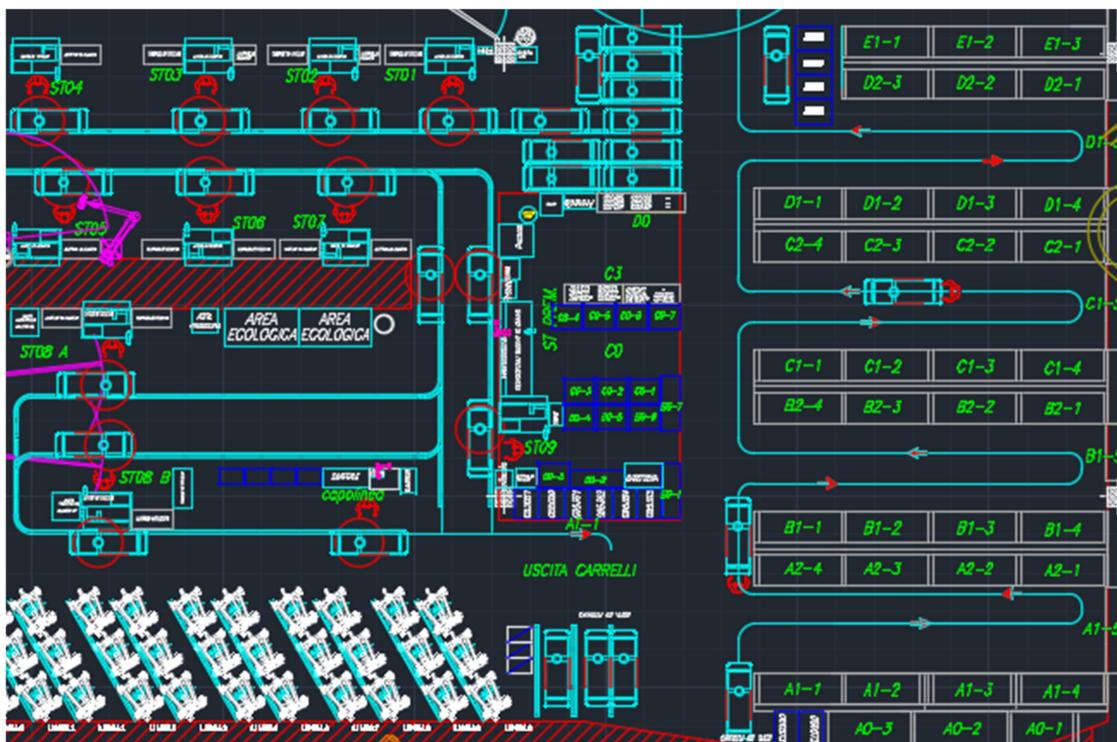


Figura 43 – Layout del magazzino motori (MM) e della rispettiva linea di assemblaggio

Per ovvie ragioni di manovrabilità, l’ultimo articolo elencato nella lista di prelievo è il più pesante, ovvero il motore, posizionato su pallet posti a terra, su supporti in metallo o su una rulliera meccanica a due piani nella zona “motori”, di fronte alla fila degli scaffali “E0” e caricato sul carrello kit attraverso l’utilizzo di un carroponte. I motori vengono acquistati da diversi fornitori esterni e, per ridurre lo spazio da loro occupato e rendere gli spostamenti dei lavoratori più agevoli in magazzino, sono stoccati in un capannone non troppo lontano dallo stabilimento principale.

Un certo numero di dipendenti si occupa di assicurare la presenza della quantità esatta di motori da allestire in linea, in modo tale da non interrompere mai l’attività di produzione: ogni giorno un carrellista, a bordo di un muletto, carica i vari motori su un camion che viene condotto fino all’esterno del magazzino motori, dove altri carrellisti si occupano di scaricarli e posizionarli nelle postazioni a loro destinate. Una volta completi, i vari carrelli vengono disposti all’inizio della linea di produzione dei motori, identificata a sistema con il nome NAMOT, in attesa di essere processati.

Qui si susseguono le diverse stazioni di lavoro (ST01, ST02, ST03,...) dove ogni operaio svolge una differente attività di montaggio, servendosi di vari strumenti a suo supporto (trapani, martelli, grasso lubrificante,...) posti su un bancone di lavoro in prossimità della sua postazione, sul quale alcune volte sono stoccati altri articoli di minuteria (viti, bulloni,

boccole,...) che se fossero caricati sui carrelli potrebbero creare problemi a causa delle loro piccole dimensioni. Terminato l'allestimento, il motore viene sollevato dal carrello kit attraverso un carro ponte con capacità massima pari a tre tonnellate e posizionato su un altro carrello, in modo sequenziato, in attesa di essere condotto da un operatore verso le linee di montaggio finale. Tali carrelli sono trainabili per il trasporto da un carrello elevatore a gruppi di due o tre per volta (figura 44).



Figura 44 – Treno di carrelli dei motori assemblati

4.4 MAGAZZINO CABINE

Il magazzino cabine, identificato nel sistema informativo gestionale con la sigla MC e con l'ubicazione CABIN, si trova nel cosiddetto NAP-1, nel piano sottostante al NAP1; anche questo è un magazzino supermarket, con scaffali aventi quattro livelli di stoccaggio, oltre quello a terra. Dal layout presentato in figura 45, infatti, si possono notare i vari scaffali sui quali sono posizionati tutti gli articoli necessari all'allestimento della cabina e tra i quali si muove il carrello kit spinto dall'operatore logistico, partendo dalla corsia delimitata dalle file 1, costituita da sedici scaffali e 2, costituita da tredici scaffali, aventi le priorità più alte. Continuando il percorso svolto dal carrello, questo si troverà sulla sinistra la fila 5, costituita da tre scaffali, percorrerà la corsia delimitata dalle file 7 e 8, entrambe costituite da tre scaffali, fino ad arrivare a quella contenuta tra le file 4, costituita da due scaffali e 3, costituita da sei scaffali e avente il livello di priorità più basso.

I particolari raffigurati in viola nel layout, rappresentano materiali ingombranti che per ovvie ragioni non possono essere stoccati sugli scaffali. Vi un altro tipo di carrello kit che viene allestito in questo magazzino, oltre a quello destinato alla costruzione della cabina, cioè quello relativo ai pre-montaggi del distributore e dello spoiler della cabina, chiamati così perché sono particolari assemblati a parte per poi essere montati sulla cabina stessa.



Figura 45 – Layout del magazzino cabine (MC)

Una volta completi, i vari carrelli vengono accoppiati alle scocche delle cabine, visibili nella figura numero 46.



Figura 46 – Scocche delle cabine verniciate, in attesa di essere allestite

Queste, così come la maggior parte degli elementi strutturali dei prodotti “Merlo”, sono assemblate, saldate e verniciate internamente all’azienda: numerosi sono i centri di carpenteria metallica all’interno dello stabilimento. Il materiale di base, acciaio di diversa tipologia a seconda delle necessità della produzione, arriva sotto forma di lamiere, le quali vengono tagliate, piegate, forate (per gli inserti), saldate per fabbricare componenti più complessi e infine verniciate per ottenere particolari utili alla realizzazione del prodotto finito.

Per quanto riguarda il telaio delle cabine, il centro di lavoro di piegatura e di verniciatura è adiacente al magazzino cabine qui precedentemente descritto. A questo punto, i carrelli sono condotti alla linea di montaggio tramite un ascensore.

Infatti quest’ultima, identificata nel programma di gestione aziendale con il nome MFCAB (montaggio finale cabine), visibile nel layout in figura numero 47, è situata ad un piano superiore rispetto al magazzino che, come detto prima, è interrato.

Il carrello che sostiene la struttura nuda della cabina, ancora spoglia di tutti i componenti, viene scaricato dall’ascensore (in alto a sinistra del layout) e posizionato in una rotaia per iniziare il suo percorso tra le varie stazioni di lavoro dove questa sarà completata con tutte le sue parti costitutive, quali i vetri, i comandi di guida, i fari, l’impianto di areazione e condizionamento e tutti i particolari richiesti dal cliente.

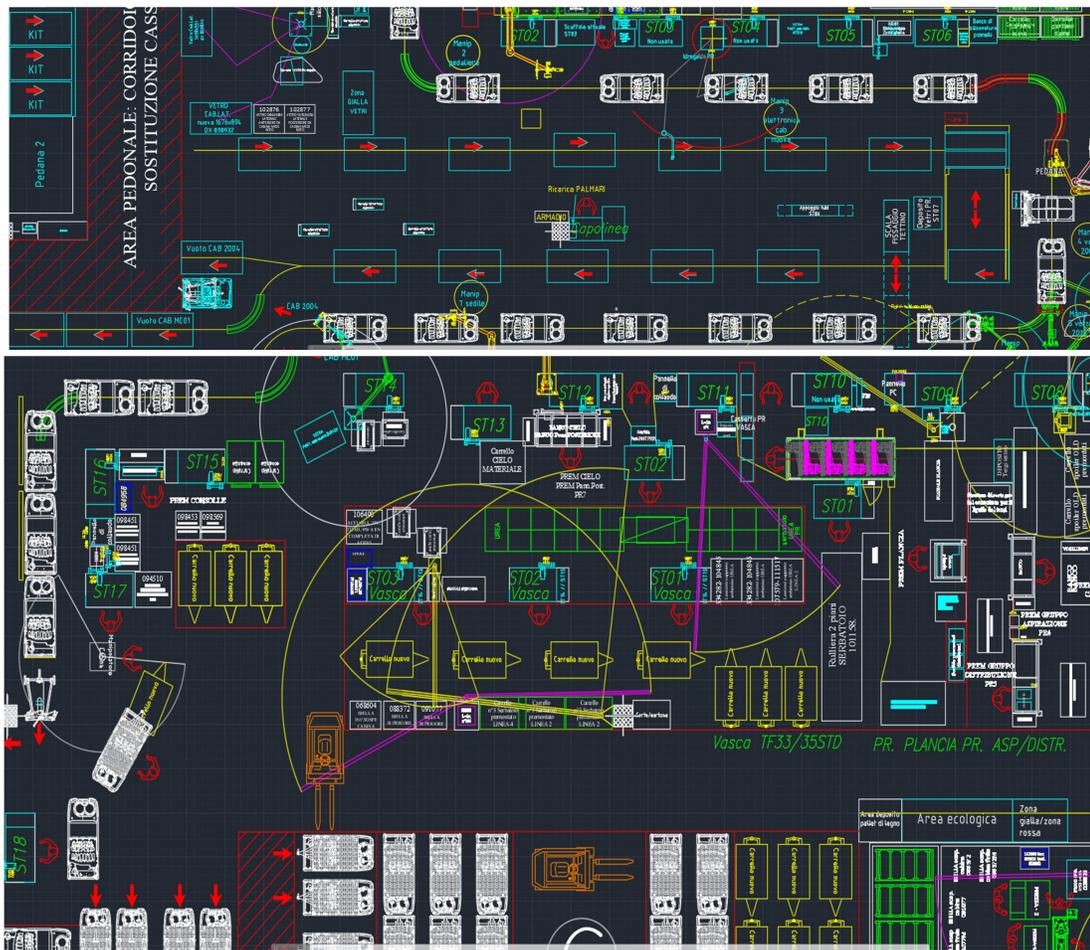


Figura 47 – Layout della linea di allestimento delle cabine

La cabina prosegue il suo cammino fino all’ultima stazione ST18 e, una volta terminato il suo allestimento apparirà come in figura 48.



Figura 48 – Cabina allestita, pronta per essere condotta alla linea di montaggio

Si può notare che la cabina è stata posizionata su un sostegno in metallo, chiamato vasca cabina, per essere più stabile durante tutte le manovre (figura 49).



Figura 49 – Vasca cabina

La cabina assieme alla vasca è posta su un sostegno blu, visibile in figura, una semplice tavola in metallo che possiede due fori rettangolari per poter essere inforcata dal muletto e movimentata verso le linee di montaggio finale. Al contrario di quello che avviene per i motori, le cabine vengono trasportate una per volta verso la linea di assemblaggio corrispondente.

4.5 MAGAZZINO MODULARE

Il magazzino modulare, visibile in figura 50, identificato nel sistema informativo gestionale con la sigla MMOD e con l'ubicazione MODULARE, è quello che alimenta il numero maggiore di linee di montaggio finale dei macchinari, la linea 3,4,9, la VMLIN1 dove si costruisce la vasca motore della linea 1 e la LINVM dove si realizza la vasca motore per la linea 3 e per la 9.

Infatti, oltre ad altri particolari, contiene tutti gli articoli per la produzione dei moduli comuni a tutte le macchine, cioè la vasca motore e l'impianto idraulico. Proprio per questo è il magazzino più esteso dal punto di vista dei metri quadrati e di conseguenza quello che conta il maggior numero di postazioni di stoccaggio, classificate a partire dallo scaffale con sigla 1-00, ovvero il primo scaffale della fila 1, avente tredici scaffali, fino al 5-09, l'ultimo scaffale della fila 5, costituita da dieci scaffali.

Vi sono poi la fila 2, con dodici scaffali, la 3, avente tredici scaffali e la fila 4, costituita da quindici scaffali. Ogni scaffale presente in questo magazzino ha 5 livelli di stoccaggio, oltre quello a terra.

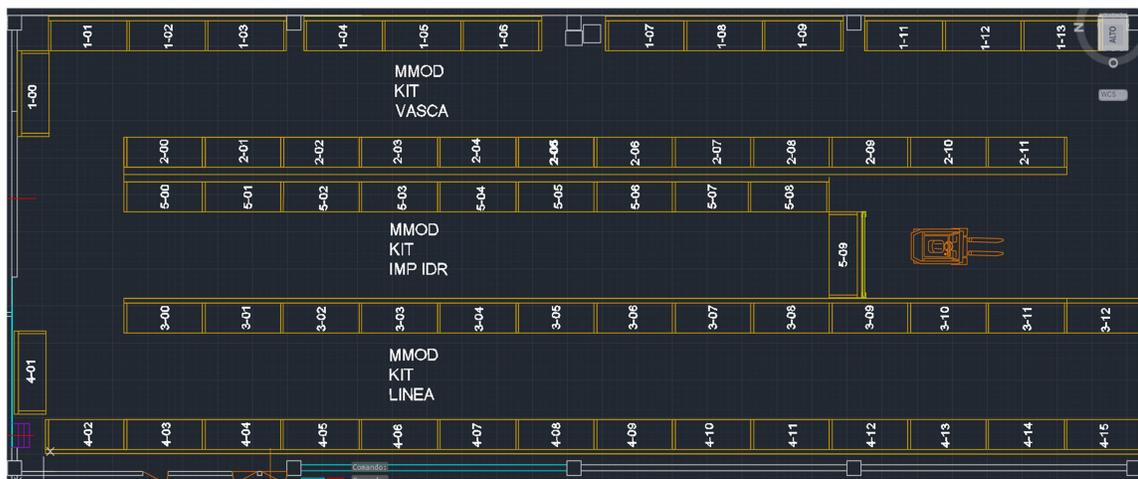


Figura 50 – Layout del magazzino modulare (MMOD)

La prima e la seconda fila di scaffali sono adibite allo stoccaggio dei prodotti utili alla realizzazione della vasca motore, la struttura in metallo in cui è riposto il motore e quindi all'allestimento dell'omonimo carrello kit. La quinta fila, disposta al centro del layout, contiene gli articoli necessari alla costruzione dell'impianto idraulico che permette il movimento dei bracci meccanici e il sollevamento dei pesi da trasportare; qui troviamo le numerose condotte di vario diametro e diversa lunghezza all'interno delle quali scorre l'olio in pressione. L'unica eccezione è data dalle pompe che, dovendo essere montate sul motore, in quanto utilizzano l'energia meccanica fornita da questo, trasformandola in energia idraulica, sono stoccate nel capannone del magazzino motori nella zona "pompe".

Infine, la terza e la quarta fila sono relative all'allestimento del carrello kit linea, cioè quello che contiene gli articoli per la costruzione delle restanti parti della macchina. I carrelli vuoti di questo magazzino sono disposti all'esterno, fuori da un portone a sinistra del layout, tra lo scaffale 1-00 e 4-01 e spinti dall'operatore logistico nella corsia a loro dedicata, poi raggruppati, una volta carichi, in un'area comune posta sulla destra del layout e infine condotti alle rispettive linee di montaggio.

4.6 MAGAZZINO ROTO

Nel capannone adiacente al magazzino modulare si trova il magazzino roto, identificato nel sistema informativo gestionale con la sigla MR e con l'ubicazione ROTO, è chiamato così perché al suo interno sono stoccati i pezzi necessari alla costruzione della macchina Roto. Il magazzino in questione alimenta principalmente una linea, ovvero la linea 4, dove è appunto realizzato questo macchinario.

All'interno della struttura qui descritta sono immagazzinati anche dei particolari articoli visibili in figura 51, i cardani, meglio definiti come giunti cardanici, dei particolari di tipo meccanico che permettono di trasmettere il moto tra due assi in rotazione, dunque classificabili come organi di trasmissione.



Figura 51 – Giunto cardanico (www.excalibro.com)

Anche in questo magazzino, così come nel modulare, gli articoli sono separati sugli scaffali, a quattro piani di stoccaggio, senza contare quello a terra, a seconda che siano diretti alla realizzazione della macchina in generale, o della torretta rotante. Vi sono tre file di scaffali per un totale di trentasei, disposte come visibile in figura: la fila 1 possiede sedici scaffali e le file 2 e 3 ne possiedono entrambe dieci.

Nel layout, rappresentato in figura 52, sono disegnate le aree adibite al raggruppamento dei carrelli kit carichi di tutti gli elementi richiesti dalla commessa per la costruzione del macchinario, quindi quelli pieni e dei carrelli kit vuoti, già scaricati, di ritorno dalla linea di assemblaggio.

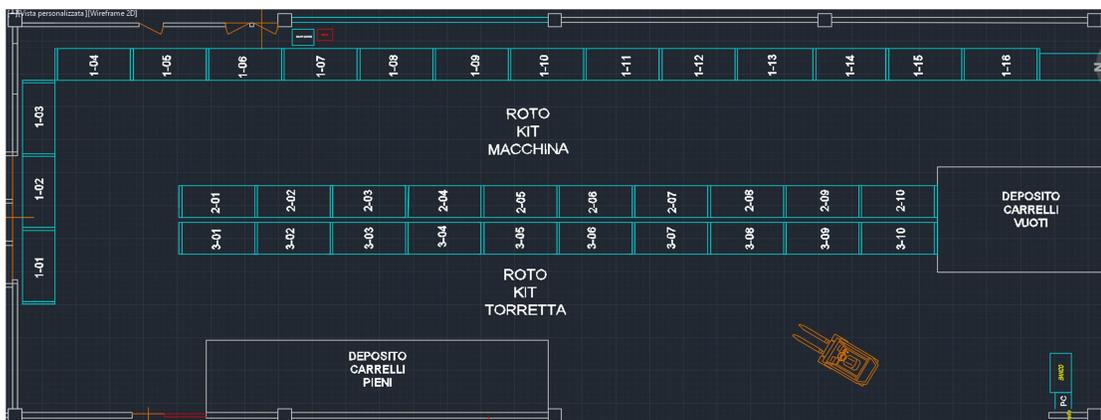


Figura 52 – Layout del magazzino roto (MR)

4.7 MAGAZZINO MMEGA

Il magazzino MMEGA, identificato nel sistema informativo gestionale con la sigla MMEGA e con l'ubicazione MMEGA, è chiamato così perché alimenta principalmente la linea di produzione in cui si realizza il Roto Mega, ovvero la macchina sollevatore telescopico di tipo "Roto" di dimensioni maggiori.

Questa linea di assemblaggio, la linea 10, si trova in un capannone a sé stante, quasi completamente dedicato alla realizzazione della macchina in questione, appunto perché ha dimensioni tali da necessitare di molto spazio. Il magazzino si trova all'interno dello stesso capannone, in una zona adiacente alla linea, la quale, però, non necessita di carrello kit, in quanto è molto vicina al magazzino e la cadenza produttiva è bassa (circa una macchina ogni due giorni).

Parte del magazzino è destinata all'allestimento dei carrelli kit per l'assemblaggio della vasca motore e dell'impianto idraulico della linea 8. Inoltre, nel magazzino MMEGA sono stoccati i vari tipi di vernici, separate dagli altri articoli, ognuno con la propria tonalità; infatti, seppur le macchine del gruppo Merlo siano caratterizzate dal tipico colore verde, il cliente può scegliere di verniciare il proprio macchinario utilizzando il colore a lui più gradito. La zona di stoccaggio delle polveri per le vernici è in basso a sinistra del layout (figura 53) ed è costituita da quattro file di scaffali: la fila G da sette scaffali, le file H e I da sei e la fila J da quattro.

Osservando più attentamente si nota la presenza di un'area di scarico dei materiali e un'area di accettazione, proprio perché il magazzino in questione si trova in un capannone distaccato dal resto dello stabilimento. La merce destinata a questo magazzino, viene scaricata direttamente qui dai camion dei fornitori esterni, poiché, nel caso ciò venisse fatto nel magazzino di accettazione centrale, gli articoli dovrebbero percorrere un lungo tragitto per arrivare al magazzino MMEGA e questo sarebbe una movimentazione di materiale inutile e da evitare. Per questo, l'azienda ha ritenuto opportuno creare qui un magazzino di accettazione secondario, di dimensioni molto ridotte. Il numero di scaffali è inferiore a quello degli altri magazzini, in quanto il Roto Mega è una macchina prodotta con cadenza minore rispetto alle altre, essendo molto costosa e ingombrante. Gli scaffali, aventi quattro livelli di stoccaggio, oltre quello a terra, sono organizzati su sei file: la fila A con sette scaffali, la fila B,C ed E con cinque, la fila D con quattro e la fila F con quattordici scaffali.

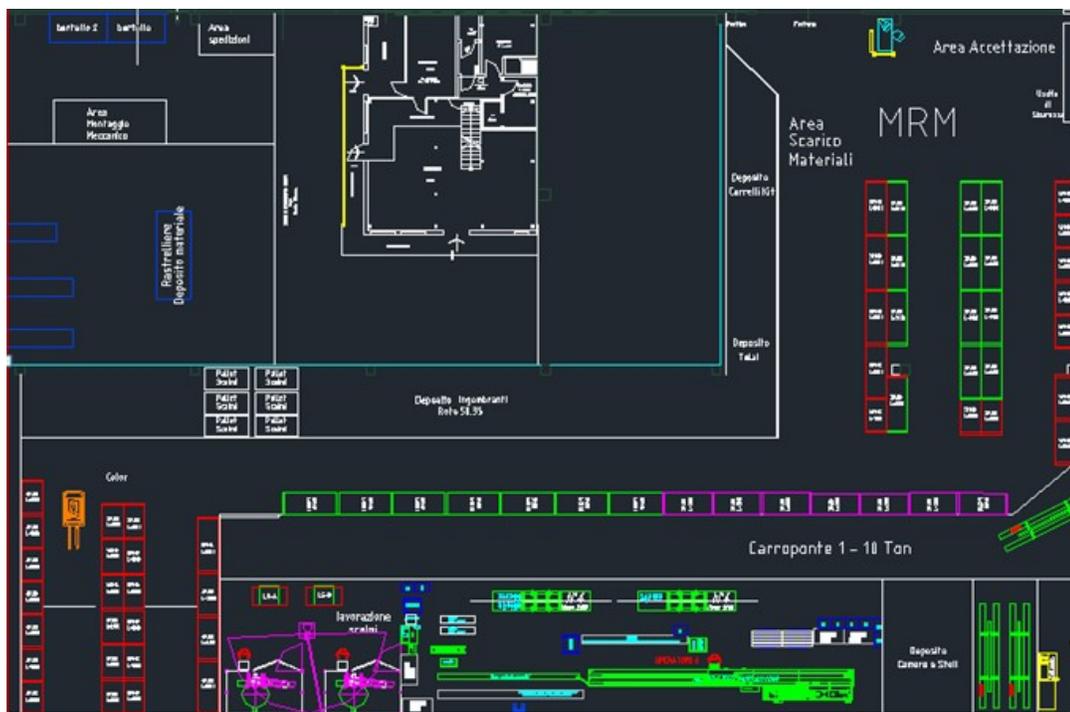


Figura 53 – Layout del magazzino MMEGA e di parte della linea 10

4.8 MAGAZZINO SIGMAT

Il magazzino Sigmat, visibile in figura 54, identificato nel sistema informativo gestionale con la sigla A e con l'ubicazione SIGMA, è diverso da quelli precedentemente descritti: è un magazzino automatico a trasloppet e, per questo, ideale per ottimizzare la gestione delle merci, caratterizzato da sei piani di stoccaggio.

I vantaggi dovuti all'utilizzo di queste applicazioni automatiche sono numerosi: notevole è il risparmio di tempo nelle operazioni di prelievo e di deposito, la diminuzione degli errori dovuti a disattenzioni umane e la semplificazione delle fasi di picking. Inoltre, la possibilità di stoccare i vari articoli in verticale, anche ad altezze molto elevate, permette di recuperare spazio all'interno dell'azienda, aumentando la capacità di stoccaggio a parità di suolo occupato; un ulteriore vantaggio è la messa in sicurezza dei prodotti e degli operatori.(13)

Quest'ultimi non dovranno più utilizzare strumenti di supporto alla loro attività, come transpallet, o altri tipi di sollevatori, o compiere manovre scomode per raggiungere il bene di cui necessita la produzione, ma potranno prelevare il prodotto desiderato con un semplice click del mouse. Le operazioni di movimentazione, infatti, vengono governate da un software attraverso l'utilizzo di uno o più computer situati nell'apposita postazione, in corrispondenza della baia di prelievo, sui quali viene inserito il codice dell'articolo; questo sarà poi

trasportato a terra pronto per essere utilizzato, seguendo il principio “merce all’uomo”, in modo tale che gli operatori non dovranno più muoversi per prelevare o depositare la merce.

Le unità di carico vengono movimentate attraverso dei trasloelevatori, strutture meccaniche con telaio monocolonna o bicolonna, a seconda delle esigenze che caratterizzano l’impianto, che si muovono tra due file di scaffalature, attraverso carrelli che scorrono su rotaia. Come si può osservare in figura, il magazzino Sigmat è costituito da tre baie di prelievo, ognuna delle quali gestisce tramite un computer un trasloelevatore che ha una portata di circa 800 kg. Sugli scaffali, che raggiungono un’altezza di 11 m, sono stoccati i vari articoli a partire da quelli più pesanti, posti in basso nei contenitori verdi (cassoni medi), con carichi sempre più leggeri a mano a mano che si sale in altezza.



Figura 54 – Il magazzino automatico Sigmat

4.9 TECNICA DEL KANBAN

L’utilizzo del carrello kit non costituisce l’unico modo con cui i differenti magazzini, qui descritti nei precedenti paragrafi, forniscono tutti gli articoli necessari alla produzione del prodotto finito e al soddisfacimento degli ordini richiesti dal cliente finale. Lungo le linee di assemblaggio e di produzione sono organizzate numerose stazioni di lavoro, più o meno grandi, caratterizzate dalla presenza di scaffali che sostengono i contenitori in cui sono

contenuti materiali ulteriori, anch'essi utili alla produzione. Per questo, questi contenitori devono essere riforniti delle giuste quantità dei vari beni e ciò viene fatto utilizzando una tecnica diversa da quella del carrello allestito dall'operatore di magazzino.

In realtà le tecniche utilizzate per questo scopo sono due: la tecnica del kanban volume e quella del kanban vuoto-pieno. La prima differenza tra le due è il fatto che il kanban volume è chiamato così perché è relativo a materiali voluminosi, quindi più ingombranti; il kanban vuoto-pieno, invece, riguarda l'approvvigionamento di materiale di più piccole dimensioni. La seconda e ultima differenza è che il kanban volume presenta una quantità di riordino, cioè una quantità minima di pezzi dell'articolo, all'interno del contenitore, raggiunta la quale sarà necessario ordinarne un altro, dal momento che, parlando di prodotti di medio-grandi dimensioni, si presuppone che il loro approvvigionamento sulla stazione di lavoro non sia istantaneo. Questo per evitare di bloccare per troppo tempo la produzione.

Al contrario, il kanban vuoto-pieno non prevede la presenza di una quantità di riordino, appunto perché riguarda articoli non ingombranti, che possono essere trasportati sulla linea in poco tempo.

Secondo la concezione del gruppo Merlo, il kanban, in generale, è costituito da due elementi, rappresentati qui di seguito in figura 55 e 56.



Figura 55 – Esempio di cartello kanban



Figura 56 – Esempio di cartellino kanban

In figura 56 è raffigurato il cartello del kanban che identifica il codice dell'articolo, la sua descrizione, la postazione di riferimento, il magazzino da cui arriva il materiale, la quantità di riordino e la quantità contenuta in ogni contenitore relativo all'articolo e alla postazione in questione. In figura 57 vi è il kanban vero e proprio, il cartellino che segue il materiale nel suo percorso dal magazzino alla postazione di lavoro, con il suo qr code identificativo. Nell'esempio in figura è rappresentato un kanban per l'articolo 106621, cioè un cavo elettrico destinato al braccio meccanico di una macchina Roto (R50.21), della postazione di lavoro MMF06A, appartenente al reparto MFBRA (Montaggio Finale Bracci); l'articolo in questione proviene dal magazzino SIGMA e presenta una quantità di riordino pari a due pezzi e di rifornimento pari a 8. Come visibile dal cartellino, si tratta di un kanban-volume relativo al contenitore con codice 616979.

La gestione dei cartellini avviene come è spiegato di seguito. Il cartellino può assumere cinque stati diversi, per essere sempre tracciabile ed essere gestito al meglio nel sistema informativo aziendale:

- Stato stampato: quando viene generato un nuovo tipo di cartellino, o perché relativo ad un articolo che fino ad ora non era mai stato gestito a kanban, o perché è cambiato qualche aspetto della sua gestione, quale la postazione di lavoro, il magazzino da cui proviene il materiale, la quantità di riordino o la quantità contenuta nel contenitore. Il cartellino viene stampato nell'ufficio della logistica da un particolare addetto.
- Stato generato: quando il cartellino non ha subito modifiche assume questo stato dopo che è stato stampato. La stampa viene effettuata dal capo magazzino direttamente nel magazzino da cui proviene il materiale.
- Stato prelevato: quando la cassetta a cui è associato il cartellino kanban è stata riempita del materiale in questione, secondo le quantità previste, nel magazzino di riferimento ed è in viaggio verso la postazione di lavorazione a cui è associata.
- Stato consegnato: quando la cassetta contenente l'articolo che le è stato assegnato è stata posizionata dall'operatore di magazzino nella postazione della linea di produzione a lei adibita.
- Stato rilevato: è lo stato che assume il cartellino quando la cassetta associata al kanban è stata svuotata di tutto il materiale che, quindi, è stato utilizzato per la produzione e necessita di essere rimpinguato. Il cartellino non è più utilizzabile e viene buttato e sarà necessario crearne un altro nel magazzino in cui è stoccato quel particolare bene e associarlo alla scatola che lo contiene, a meno che debba subire delle modifiche, caso in cui, come spiegato precedentemente, il cartellino è stampato nell'ufficio della logistica.

Lo stesso cartellino, quindi, non può assumere sia lo stato di “stampato” che quello di “generato”, ma solo uno dei due. Gli stati di “prelevato”, “consegnato” e “rilevato” vengono registrati a sistema tramite la lettura del qr code posto sul cartellino, attraverso l’utilizzo di un palmare di cui è provvisto l’operatore di magazzino incaricato al trasferimento dei materiali verso le postazioni degli scaffali sulle varie linee di assemblaggio. Grazie a questo tipo di gestione dei cartellini, sarà possibile tracciare il percorso seguito dai materiali contenuti nelle scatole di trasporto e sapere, in ogni momento, dove questi si trovano.

4.10 CRITICITÀ

In questo paragrafo vengono presentate le criticità riscontrate in Merlo spa, che possono causare problemi di organizzazione e rallentamenti della produzione rispetto a quanto pianificato.

4.10.1 Criticità dovute al layout

Il primo aspetto da analizzare è il più generico e riguarda il fatto che il layout dello stabilimento non è stato progettato in maniera totalmente efficiente, in quanto l’azienda si è dovuta adattare agli spazi attorno a lei e agli impianti qui già presenti, senza ricostruirli ad hoc per la propria attività. Infatti, un tempo, sorgevano attorno allo stabilimento Merlo numerosi capannoni di proprietà di altre realtà industriali, o fallite o rimpicciolites; l’azienda, spinta da un costante sviluppo, ingrandendosi sempre di più ha inglobato questi spazi, adattandosi alla loro struttura. Questo è il problema di fondo che ha influenzato tutta la progettazione dei layout dello stabilimento che, a causa della presenza di numerosi ostacoli strutturali, ha creato problemi specialmente per quanto riguarda i flussi delle merci, ostacolati da numerosi vincoli e caratterizzati, per questo, da tempi di trasporto dilatati. Inoltre, nella maggior parte dei casi, il magazzino di stoccaggio dei vari prodotti necessari all’attività di produzione è situato in una zona distaccata dalla linea di assemblaggio che alimenta e questo crea un grande traffico di mezzi di movimentazione dei carrelli kit, con possibili incidenti e conseguenti danni alla merce e agli operatori e un’ulteriore dilatazione dei tempi di attesa, con danni alla produzione. In un’azienda di queste dimensioni, dove gli spazi sono già ristretti a causa della numerosità del personale, delle varie stazioni di lavoro e degli ingombri dovuti alla presenza di tutti i materiali necessari al raggiungimento dell’obiettivo aziendale, sarebbe indispensabile progettare al meglio i layout, diminuendo il più possibile gli spostamenti e alleggerendo i flussi di persone e di merci.

Un secondo problema riguarda i magazzini all’interno dello stabilimento. Molto spesso, gli spazi liberi a disposizione per lo stoccaggio dei beni sono molto scarsi e, per questo, alcuni

articoli non hanno una posizione di immagazzinamento vera e propria e sono riposti in zone che dovrebbero essere libere per consentire la libertà di movimentazione che gli operatori necessiterebbero, come ad esempio a fianco degli scaffali, intralciando i corretti flussi di materiale.

Questo problema è tipico della produzione di tipo pull, a commessa, nel caso in cui il prodotto è diversificato e ogni suo stile o variante deve essere garantita al cliente finale che la richiede; infatti, il tipico aspetto negativo dei magazzini supermarket è il fatto che deve essere presente una postazione di prelievo e di stoccaggio per ogni prodotto richiesto dall'attività produttiva, anche se questo è utilizzato con bassissima frequenza.

Infatti, non capita di rado che si trovino in magazzino dei materiali impolverati e obsoleti, poco richiesti dalla produzione. Per questo motivo, sarebbe necessaria una continua censita di tutti gli articoli presenti in un certo magazzino, per capire se è possibile liberare spazi per lo stoccaggio di nuovi materiali. Si rimanda la soluzione del problema alla riorganizzazione dei magazzini supermarket di cui si parlerà nel capitolo 4.

4.10.2 Criticità dovute al sistema kanban

Un altro problema comune in azienda è relativo alla gestione dei cartellini. L'introduzione del sistema kanban ha sicuramente migliorato la situazione aziendale, perché ha permesso di regolarizzare i flussi delle merci, snellendo le quantità di scorte necessarie e di rendere tracciabili i materiali movimentati tra le varie postazioni di lavoro dello stabilimento.

Tuttavia, questo è un sistema che risulta complicato da gestire, dato che il suo funzionamento è una conseguenza del lavoro intrecciato di tutti gli operatori, dei magazzinieri e anche dei fornitori esterni. Si è potuto notare che sono frequenti i casi in cui i cartellini sono stati persi durante le varie movimentazioni, non sono stati buttati a seguito della registrazione dello stato "rilevato" o che il loro stato registrato a sistema non coincide con quello reale, a causa di errori da parte degli operatori logistici nella lettura dei qr code dei vari cartellini attraverso il palmare in loro dotazione.

È estremamente importante che la sostituzione di un cartellino con quello aggiornato debba sempre comportare il taglio del cartellino "vecchio", in modo da evitare il verificarsi di ordini multipli. Il sistema funziona bene se tutte le regole sono rispettate, ma soprattutto capite; diventa quindi importante la corretta formazione degli addetti, che nel caso di dubbi non devono procedere applicando la prima soluzione che ipotizzano, ma interessarsi al problema chiedendo consiglio ai responsabili.

4.10.3 Il problema dei mancanti

Uno dei problemi più grandi all'interno dell'azienda è quello dei mancanti, ovvero materiale richiesto in produzione, ma non disponibile nell'immediato momento in cui deve essere utilizzato. Il mancante è inteso diversamente dal materiale da sollecitare, perché quest'ultimo è quello che potrebbe crearmi un mancante nei giorni successivi.

I mancanti possono comportare delle lavorazioni ulteriori sulle macchine che allungano di molto i tempi di assemblaggio standard e sono assolutamente da evitare. Per questo, è importante capire quale sia l'effettiva causa del presentarsi di un mancante e qual è stato il problema che ha portato a una non presenza del componente da montare nel luogo e nel momento in cui deve essere montato.

Ci possono essere due diverse tipologie di mancante:

- Mancante fisico, cioè che non è presente in nessuna postazione di stoccaggio all'interno dei magazzini dell'azienda.
- Mancante per la produzione, cioè che non è presente in linea nel momento in cui deve essere montato.

Nella maggior parte dei casi, i mancanti sono dovuti ad un errore nell'allestimento dei carrelli kit, che si possono verificare a causa della negligenza dell'operatore di magazzino, o a causa di un errore presente nel sistema informativo, che comporta la creazione di una lista di prelievo che richiede un codice che in realtà non è necessario alla produzione della macchina a cui è associata o che lo richieda in quantità errate. Quest'ultimo caso si verifica quando l'ordine di produzione del macchinario fa riferimento ad una versione obsoleta della distinta base, cioè non aggiornata perché non è l'ultima versione approvata, che è quella corretta.

Chi viene a conoscenza per primo del mancante è l'operatore in linea che segnala al capo linea il componente non presente in postazione. Quest'ultimo incaricherà un dipendente a recarsi nel magazzino che contiene l'articolo in questione, per prelevarlo nelle quantità richieste e condurlo il più velocemente possibile alla linea di assemblaggio, per poter proseguire con la produzione schedulata. Si valuteranno poi le responsabilità da attribuire ai vari attori del caso.

Solo in alcune situazioni è già il pianificatore ad accorgersi per primo della presenza di mancanti, ad esempio quando il fornitore è in ritardo con le proprie consegne. È molto importante tenere traccia di tutti i mancanti che si sono verificati su tutte le linee di assemblaggio, in quanto a questi seguono prelievi di materiale che possono non essere registrati a sistema.

È necessario, infatti, riallacciare le disponibilità reali di magazzino con quelle presenti nel sistema informativo, in modo tale da far lavorare in modo efficiente il sistema di MRP, evitando ordini di materiale in assenza di un reale fabbisogno. Ciò è effettuato attraverso il cosiddetto “inventario”, cioè un conteggio manuale, ad uno ad uno, effettuato periodicamente, di tutti i pezzi di ogni articolo oggetto del mancante e una successiva rettifica a sistema delle quantità presenti, attraverso un giornale di profitto/perdita.

In figura 57 sono riassunte le cause e le conseguenze dei tre tipi di criticità descritti.

TIPI DI CRITICITÀ	CAUSE	CONSEGUENZE
CRITICITÀ DOVUTE AL LAYOUT	Adattamento forzato ai capannoni già esistenti e impossibilità di progettare gli spazi ad hoc. Materiale stoccato in postazioni non adatte	Flussi delle merci difficoltosi, caratterizzati da tempi di trasporto dilatati e, a volte, inutili, con possibili incidenti e conseguenti danni alla merce e agli operatori
CRITICITÀ DOVUTE AL SISTEMA KANBAN	Perdita dei cartellini durante le varie movimentazioni di materiale o errori nella loro gestione da parte degli operatori logistici	Lo stato dei cartellini registrato a sistema non coincide con quello reale. Difficoltà nel rintracciare le varie movimentazioni della merce e il luogo in cui realmente si trova, con possibile sovraccarico degli scaffali nelle postazioni di lavoro
CRITICITÀ DOVUTE AI MANCANTI	Ritardi da parte dei fornitori, errato allestimento dei carrelli kit o errori presenti nel sistema informativo che comportano la creazione di una lista di prelievo che richiede un articolo che in realtà non è necessario o lo richiede in quantità sbagliate	Le giacenze presenti nel sistema informativo nei vari magazzini non corrispondono con quelle reali, con conseguenti errori nell'emissione degli ordini di fornitura o di produzione; lavorazioni ulteriori sulle macchine che allungano i tempi di assemblaggio standard provocando ritardi nelle consegne

Figura 57 – Tabella riassuntiva delle criticità

5 ORGANIZZAZIONE MAGAZZINI SUPERMARKET

In questo capitolo verrà trattata l'attività principale del progetto di tesi, cioè la riorganizzazione e la revisione dei magazzini supermarket, attuata principalmente attraverso l'utilizzo di un file Excel che sarà descritto nei paragrafi successivi.

5.1 CREAZIONE DI UN MAGAZZINO SUPERMARKET

Per la creazione di un magazzino supermarket sono necessarie delle informazioni importanti derivanti dallo studio dei prodotti che si vogliono realizzare e dall'analisi delle varie fasi di montaggio. I dati da ricercare riguardano:

- i codici da stoccare sugli scaffali del supermarket, tenendo conto della distinta base dei prodotti da realizzare;
- le caratteristiche fisiche dei vari articoli, cioè le loro dimensioni e il loro peso, per capire dove è possibile posizionarli e come;
- le quantità con cui i prodotti devono essere immagazzinati, a seconda del volume della produzione che, poiché è caratterizzata dall'utilizzo di un sistema pull, è possibile conoscere con anticipo;
- la quantità di spazio a disposizione per realizzare il supermarket.

Partendo da zero, la prima decisione da prendere, una volta allestiti i vari magazzini con tutte le scaffalature di cui necessitano e definite le loro priorità di zona, per garantire un prelievo ordinato dei prodotti, consiste nell'assegnare ad ogni articolo il magazzino di stoccaggio di riferimento; a seconda del macchinario su cui viene montato e della linea di assemblaggio nella quale questo è realizzato, il bene avrà posizione in uno o più magazzini supermarket. Ora, sarà necessario che l'articolo in questione venga inserito nell'elenco dei materiali che caratterizza la lista di prelievo relativa all'allestimento del carrello kit del magazzino a cui è stato assegnato.

L'operatore logistico deve sapere in quale contenitore riporre il prodotto da prelevare e, per questo, viene decisa la particolare cassetta del carrello kit adatta a contenerlo, a seconda delle sue dimensioni e degli ingombri. Una volta assegnato il magazzino, sarà necessario definire la posizione al suo interno dove verrà precisamente stoccato il bene in questione; quest'ultimo potrà essere individuato univocamente in questa zona.

Per fare ciò, il magazziniere deve prima essere a conoscenza di due aspetti importanti riguardo la gestione di un magazzino: la scatola del carrello kit nel quale il bene verrà posto

per essere condotto in linea di assemblaggio e il tipo di contenitore in cui lo stesso bene sarà contenuto e posizionato sullo scaffale a lui assegnato. Riguardo il primo aspetto, la prassi in Merlo spa consiste nello stoccare sullo stesso scaffale, nella stessa fila di scaffali o, insomma, vicini tra loro, tutti gli articoli aventi lo stesso contenitore assegnato sul carrello kit, naturalmente spazio a disposizione permettendo. In questo modo, l'operatore logistico adibito al prelievo degli articoli sa che tutti i beni presenti in quella zona di magazzino dovranno essere riposti in quella particolare scatola del carrello kit, riducendo ulteriormente possibili errori.

L'importanza del secondo aspetto, invece, è molto più intuitiva: è ovvio che per sapere dove stoccare un certo prodotto, bisogna conoscere le dimensioni del contenitore in cui questo sarà posto, per capire dove esso potrà essere posizionato, sfruttando gli spazi liberi non ancora occupati da alcun bene. Ora, sarà possibile definire la posizione di stoccaggio dell'articolo sotto esame nel magazzino di riferimento; in questo modo, l'articolo associato ad un certo scaffale, acquisirà la priorità di prelievo di quest'ultimo e apparirà in una precisa riga della lista di prelievo, dove, appunto, tutti gli articoli sono elencati seguendo un ordine di priorità. L'azione finale di questo processo consiste nello stampare ed incollare l'etichetta raffigurante il codice identificativo dell'articolo e la sua descrizione, in corrispondenza della posizione di stoccaggio (scaffale e piano) della scatola contenente il materiale in questione, per facilitare l'attività di prelievo.

Prese le opportune decisioni in merito a questi aspetti, le caratteristiche logistiche di ogni articolo saranno registrate nel sistema gestionale aziendale, in modo che potranno essere consultate da chi di dovere, ogni volta che se ne presenterà il bisogno. Ricapitolando, ogni articolo avrà associato un magazzino di stoccaggio, una posizione su un particolare scaffale, una priorità di prelievo sulla lista kit, un contenitore per il suo immagazzinamento e una scatola di posizionamento sul carrello kit.

L'attività di decisione del tipo di contenitore per lo stoccaggio di un articolo in magazzino introduce un argomento di fondamentale importanza per la gestione logistica: l'assegnazione ai prodotti di quelle che sono chiamate le unità di carico.

5.2 LE UNITÁ DI CARICO

Con unità di carico, o UdC, si intende l'unità di base di stoccaggio e trasporto, posizionata su un supporto o imballaggio modulare (cassa, pallet, contenitore ecc.), al fine di ottenerne una movimentazione efficace.

Attorno all'unità di carico ruota tutto il magazzino, le soluzioni di stoccaggio e i sistemi trasporto. Per questo, analizzarne le caratteristiche è essenziale al fine di ottimizzare i processi operativi e per massimizzare la superficie sfruttata e, in generale, per ottenere una logistica efficiente. Un'area di stoccaggio o di gestione di qualsiasi merce, quindi, è progettata partendo proprio dall'unità di carico.

La dimensione delle unità di carico deve essere compatibile con le necessità della produzione, degli ordini dei clienti e dei trasporti, quindi considerare il processo a monte e a valle del magazzino e deve tenere conto di parecchi fattori che in alcuni casi si possono rivelare essere in contrasto tra loro. Si deve fare in modo che le varie unità di carico utilizzate dall'azienda siano il più efficienti possibile, in termini di saturazione volumetrica, deve cioè permettere un buon utilizzo di superfici e volumi dei locali destinati allo stoccaggio, essere stabile, facilmente manipolabile dai mezzi di movimentazione e anche garantire un accesso ergonomico durante le attività di prelievo, che devono avvenire in totale sicurezza.

Come primo passo, è importante dire che l'unità di carico può essere definite su tre livelli diversi:

- Unità di carico di primo livello, in figura 58, cioè i singoli colli che contengono i prodotti veri e propri; devono avere caratteristiche tali per cui il prodotto non deperisca e non si danneggi. Rientrano in questa categoria i contenitori in lamiera o cassette in plastica; sono facilmente sistemabili in ripiani, scaffalature o mensole e la loro movimentazione avviene per via manuale o automatica (come per il magazzino Sigmat descritto nel capitolo 3);



Figura 58 – Unità di carico di primo livello (www.mecalux.it)

- Unità di carico di secondo livello, in figura 59, cioè le udc accatastate, quelle che permettono il trasporto delle unità di primo livello. Si fa riferimento alle unità di carico pallettizzate, in legno o in plastica, la cui movimentazione è meccanizzata con carrello a forche o altri sistemi automatici. La dimensione standard di questa unità è di 800 x 1200 mm.



Figura 59 – Unità di carico di secondo livello (www.mecalux.it)

- Unità mobili di terzo livello, in figura 60: unità di grandi capacità che permettono il trasporto di un numero elevato di unità di secondo livello; dato che di solito sono unità di grandi dimensioni e notevole peso è importante potere ottimizzare i volumi e permetterne un agevole e rapido spostamento. Di solito questo tipo di unità sono contenitori speciali, come ad esempio i container, che possono essere stoccati in grandi depositi all'aperto, possono essere impilati e sono caratterizzati da dimensioni standardizzate, per essere facilmente spostati sui diversi sistemi di trasporto, quali tir, treni o navi.



Figura 60 – Unità di carico di terzo livello (www.logisticaefficiente.it)

Un secondo tipo di classificazione delle unità di carico si fonda sui sistemi di trasporto e movimentazione che ne permettono il trasferimento. A tal proposito esse possono essere suddivise in altre due sottocategorie:

- Le unità che viaggiano all'esterno del magazzino e che sfruttano trasporti esterni e movimentazione meccanizzata, ovvero quelle che si sposteranno su unità di traffico intermodali (UTI), cioè standardizzate.
- Le unità di carico che si muovono all'interno del magazzino con sistemi di trasporto interni, movimentate su pallet nel caso di un trasporto meccanizzato, o in casse e scatole se il trasporto è manuale.

Ovviamente, in un magazzino è possibile posizionare sugli scaffali anche le unità di vendita sfuse, senza imballaggio o scatola, per agevolare le operazioni di prelievo. In questi casi si abbandona il concetto di unità di carico e, al suo posto, si utilizza quello di “punto di prelievo”, direttamente dallo scaffale. Tutto questo a scapito della sicurezza, anche se nei casi pratici, a volte, è necessario comportarsi in questo modo, dal momento che alcuni prodotti possono non presentare un contenitore adatto a contenerli, specialmente se stiamo parlando di nuovi beni, presenti da poco in azienda. Sarà necessario far progettare e costruire, o semplicemente acquistare, dei nuovi contenitori.

5.2.1 Tipi di unità di carico

Ogni unità di carico, così come i vari articoli, è rappresentata tramite un codice numerico, a seconda del tipo.

Sono numerosi i tipi di contenitori utilizzati all'interno dello stabilimento dell'azienda Merlo e possono essere divisi in due grandi famiglie:

- Le odette, in figura 61, unità di carico in plastica, stoccate sugli scaffali, che possono essere movimentate manualmente e, per questo, aventi limite di peso di 15 kilogrammi, che coincide con il massimo peso sollevabile da un operatore. Le odette, visibili in figura, sono i contenitori più utilizzati nell'azienda e ce ne sono di varie dimensioni, dalle più piccole, di grandezza 200x150xh118 millimetri, alle più grandi, con dimensioni 600x400x320.



Figura 61 – Unità di carico di tipo odette

- I contenitori in metallo, stoccati solitamente a terra nei magazzini, con diverse capacità di carico, a seconda del tipo, movimentabili meccanicamente. Qui di seguito ne sono rappresentati alcuni esempi, i più comuni.
 1. Cassoni da $\frac{1}{4}$, rappresentati in figura 62, di dimensioni 800x500xh400, con capacità massima di 200 kg



Figura 62 – Cassoni da 1/4

2. Cassoni medi, rappresentati in figura 63, di dimensioni 1000x800xh800, con capacità massima di 1000 kg.



Figura 63 – Cassoni medi

3. Grigliati arancioni, rappresentati in figura 64, di dimensioni 1200x1000xh800, con capacità massima di 1000 kg.



Figura 64 – Grigliati arancioni

4. Grigliati verdi, rappresentati in figura 65, di dimensioni 1500x1000xh800, con capacità massima di 1000 kg.



Figura 65 – Grigliati verdi

5. Grigliati grandi, rappresentati in figura 66, i contenitori standard più grandi, di dimensioni 1800x1000x850, con capacità massima di 1000 kg.



Figura 66 – Grigliati grandi

Le unità di carico qui descritte sono quelle standard, utilizzate per il contenimento della maggior parte dei materiali utilizzati e movimentati all'interno dello stabilimento produttivo. Ce ne sono, però, di molte altre tipologie, ognuna delle quali è creata ad hoc, progettata e realizzata per supportare quel particolare tipo di bene: troviamo, ad esempio, i contenitori adibiti allo stoccaggio delle ruote, quelli per i cofani, per i vetri della cabina di guida, per i bracci ponte,... diversi dalle unità di carico tradizionali.

Per concludere questo argomento, bisogna dire che in caso di ristrutturazione o adeguamento di un magazzino esistente è importante iniziare nuovamente il processo di assegnazione delle unità di carico, considerando anche che quelle già esistenti potrebbero anche non essere quelle che garantiscono la maggiore efficienza. Inoltre, con lo scorrere del tempo i parametri che caratterizzano le udc potrebbero variare; cambiano le tecnologie di stoccaggio, le condizioni necessarie affinché i prodotti si conservino correttamente e cambiano le tecnologie di controllo e gestione del magazzino e dei flussi delle merci, quindi le procedure di carico e di scarico e quelle di monitoraggio e controllo.

5.2.2 Assegnazione delle unità di carico

L'attività svolta in Merlo spa, per quanto riguarda l'assegnazione delle unità di carico, ha riguardato i nuovi tipi di articoli che arrivano in azienda, acquistati per fare fronte ad una modifica della distinta base di un prodotto finito o semilavorato, oppure a causa dell'inizio della produzione di un nuovo modello di macchinario.

Quando un prodotto giunge all'interno dello stabilimento, anche se non è ancora mai stato impiegato, è già presente nel sistema informativo gestionale aziendale e nel sistema di approvvigionamento MRP (material requirement planning), in quanto si conosce già da tempo il suo futuro utilizzo in ambito produttivo, essendo già stato oggetto di programmazione: vi è già stato associato un codice identificativo ed è già presente una descrizione di tutte le sue caratteristiche rilevanti. Il primo passo consiste nella visualizzazione del disegno caricato a sistema che lo rappresenta, con l'indicazione di tutte le sue dimensioni e dei suoi ingombri, per avere una prima idea del tipo di bene che ci si troverà di fronte, per poterlo correttamente identificare e avere un riscontro se lo si cerca nello stabilimento, nel caso in cui non abbia ancora una posizione di stoccaggio precisa.

Poi, bisognerà valutare alcuni altri aspetti fondamentali per decidere il contenitore che gli verrà assegnato, cioè le sue dimensioni, il suo peso, il consumo medio giornaliero, il consumo che effettivamente caratterizzerà il suo utilizzo nelle varie settimane dell'anno, il multiplo di ordinazione e la quantità di ordine minimo effettuabile, aspetti, questi ultimi due, decisi e talvolta imposti dal fornitore.

C'è da dire, però, che essendo la Merlo un'azienda importante che acquista quantità elevate di prodotti dai fornitori, essa riesce ad imporre loro le caratteristiche della fornitura che più l'accontentano. Per l'attività di assegnazione delle unità di carico bisogna rispettare alcune regole, che consistono in vincoli di capacità del contenitore e di giorni di copertura che il materiale presente in esso deve garantire, oltre al fatto che, ovviamente, il contenitore debba essere dimensionalmente adatto ad ospitare quel particolare prodotto. Ogni contenitore, a seconda del tipo, presenta un limite massimo di capacità, in termini di peso, che può supportare, in base alle sue dimensioni e al materiale di cui è costituito.

Per quanto riguarda il vincolo relativo ai giorni di copertura, la prassi aziendale consiste nell'inserire in ogni contenitore una quantità di materiale tale da coprire al massimo venti giorni lavorativi di produzione, a seconda del consumo giornaliero dell'articolo da associare ad una unità di carico. Mentre la prima condizione è totalmente imperativa, la seconda può essere bypassata nel caso in cui il contenitore, con la quantità di pezzi che garantisce una copertura di venti giorni, risulti ancora mezzo vuoto; non sfruttare al massimo la capienza di un contenitore, senza aver raggiunto la sua massima portata in peso, è sinonimo di inefficienza, perché vuol dire utilizzare più unità di carico di quelle realmente necessarie e aumentare inutilmente le movimentazioni di materiale, appesantendo i flussi operativi.

Per la decisione definitiva riguardo l'assegnazione del tipo di contenitore ad un particolare prodotto, è sempre bene effettuare una verifica visiva, cioè recarsi effettivamente nella posizione di stoccaggio dell'articolo in questione e accertarsi che le dimensioni della scatola siano realmente adatte ad ospitare quell'articolo e farlo nelle quantità previste. Assicurarsi di questo, sarà possibile registrare all'interno del sistema gestionale aziendale, nella sezione "Legame contenitori", l'associazione tra articolo e contenitore e le quantità contenute al suo interno.

5.3 RIORGANIZZAZIONE E REVISIONE DEI MAGAZZINI SUPERMARKET

L'attività di riorganizzazione e revisione dei magazzini supermarket ha inizio con il confronto tra i dati registrati nel sistema gestionale aziendale (Microsoft AX) riguardo i codici degli articoli presenti nei magazzini e il loro effettivo posizionamento in ognuno di essi.

Filtrando per il tipo di magazzino che si vuole mettere sotto analisi, all'interno della sezione di AX "Associazione articoli e zone", si potrà ottenere la lista di tutti i beni qui stoccati e la loro posizione di immagazzinamento.

Recandosi nel magazzino oggetto dell'analisi si verificherà l'esattezza di questa lista, scaffale per scaffale e si effettueranno le opportune variazioni dei dati a sistema: è possibile che un articolo presente nel gestionale non sia più nella posizione descritta, o perché è stato spostato su un altro piano o su un altro scaffale, o perché non è più presente in questo magazzino. In quest'ultimo caso, si dovrà verificare se il prodotto non sia più realmente utilizzato nelle linee alimentate dal magazzino in cui si trovava, o se il suo impiego è così poco frequente da non giustificarne la presenza nella sua precedente postazione.

Si dovrà anche appurare che l'unità di carico associata all'articolo a sistema è quella che corrisponde alla realtà. Il tutto si concluderà con l'aggiornamento dei dati del sistema informativo di gestione aziendale e con la modifica del layout su AutoCAD, che rappresenta in scala 1:1 tutti gli scaffali del magazzino e l'effettiva disposizione di tutti i contenitori, anch'essi a grandezza reale, dove i vari articoli sono riposti. Qui di seguito, in figura 67, è riportato un esempio del layout delle scaffalature di un magazzino.

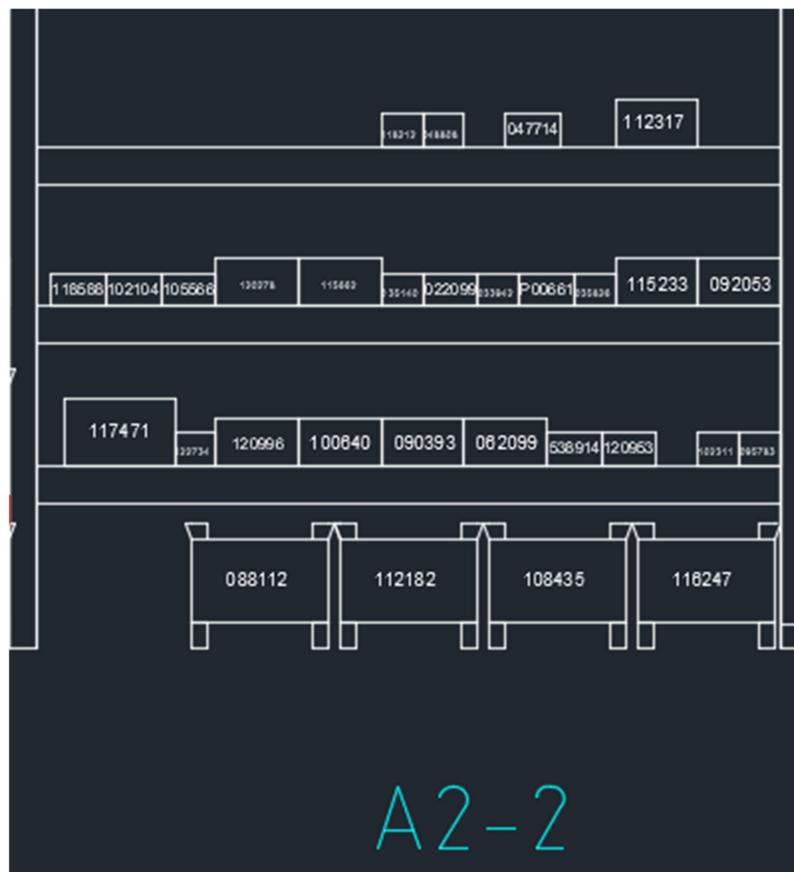


Figura 67 – Esempio di scaffale di magazzino rappresentato su AutoCAD

Alla base della riorganizzazione e revisione dei magazzini c'è l'utilizzo di un file Excel appositamente creato per svolgere questa operazione. Dopo aver verificato correttamente l'esattezza dei dati registrati nel sistema informativo, ha inizio un'analisi più approfondita sul magazzino.

5.3.1 Descrizione del file modello

Il file modello è caratterizzato da dieci fogli di lavoro, otto dei quali ospitano tipi di dati diversi estratti dal sistema gestionale dell'azienda, uno la spiegazione riguardo l'utilizzazione del file, cioè la descrizione del modo in cui trovare su Microsoft AX, il sistema informativo utilizzato dall'azienda, i dati necessari al corretto uso del modello, quindi delle varie estrazioni da effettuare nei vari fogli di lavoro. Questo, perché l'analisi in questione è effettuata a distanza di tempo dalla volta precedente, quindi l'operatore può dimenticarsi come effettuarla correttamente, ma anche perché il file possa essere utilizzato da qualsiasi impiegato. L'ultimo foglio è relativo alla descrizione dei parametri utilizzati e la definizione del loro rispettivo valore, in base al quale il file restituirà istruzioni differenti; i parametri utilizzati sono quattro:

- DATA - Data da considerare come "oggi", quindi la data da cui partire per effettuare tutte le analisi temporali del caso, naturalmente diversa a seconda del giorno in cui viene eseguita l'analisi gestionale; è utilizzata per determinare se i vari dati presenti nel sistema informativo, relativi ad ogni articolo, appartengono ad un periodo più o meno recente.
- ANNO - Anno da prendere in considerazione, utilizzato, insieme a DATA, per valutare se il verbale è recente o meno. Il verbale consiste in un documento redatto da un operatore dell'ufficio tempi e metodi, nel quale sono indicate le azioni da effettuare su alcuni articoli appartenenti ad un certo magazzino. Le azioni possibili consistono nel tenere i beni nel magazzino in cui sono contenuti, spostarli in un altro nel caso siano utilizzati poco o per niente nel magazzino in cui sono attualmente presenti, inviarli al magazzino ricambi se è un componente che può essere richiesto dai clienti, a seguito di un guasto, per effettuare manutenzione sui macchinari, inviarli al magazzino "Berte" se sono costituiti da componenti che possono essere recuperati e riutilizzati, rottamarli se non sono più impiegati in nessun altro magazzino, se questi ne sono già provvisti a sufficienza o se non sono utilizzati come ricambi. Aspetto importante per determinare la scelta della destinazione assume anche il costo dell'articolo in questione. Verranno considerati solo i verbali seguenti a questa data. Solitamente questo parametro assume il valore dell'anno in corso, oppure quello dell'anno precedente a quello attuale.

- GG - Numero di giorni utilizzati per calcolare se l'ultimo consumo è recente, cioè se è avvenuto prima di GG giorni dalla data scelta come "oggi", cioè dal valore assunto dal parametro DATA. In azienda abbiamo deciso di porre questo parametro uguale a 40, quindi si prendono in considerazione solo i consumi degli articoli presenti nel magazzino avvenuti entro i precedenti 40 giorni alla data in cui è effettuata l'analisi logistica.
- MG – Il tipo di magazzino sotto analisi; in realtà questo parametro è relativo all'ubicazione del magazzino sotto analisi, utilizzato per essere confrontato con l'ubicazione predefinita di uscita, cioè il magazzino predefinito verso cui l'articolo in questione sarà diretto una volta arrivato in azienda nel magazzino accettazione, superato i controlli previsti sul lotto di fornitura a cui appartiene.

I valori assegnati ai differenti parametri sono a discrezione dell'operatore e dipendono dal momento in cui si effettua l'analisi sui vari magazzini. Al variare di questi, varierà il risultato finale, quindi le istruzioni che il file modello restituirà e che dovranno essere eseguite sugli articoli stoccati nel magazzino a cui lo studio si riferisce.

Questo studio viene effettuato su un periodo temporale di tre mesi, cioè circa novanta giorni, come deciso dal responsabile della logistica, poiché è un intervallo di tempo abbastanza esteso per far sì che il risultato finale sia adeguato, in modo che le istruzioni restituite dal modello possano essere considerate plausibili. In tre mesi, infatti, è molto probabile, se non certo, che qualsiasi bene stoccato in ogni magazzino sia stato utilizzato più volte, a meno che esso sia da destinare al recupero dei suoi componenti, al magazzino ricambi o alla rottamazione.

In seguito, si analizzano in modo più approfondito le caratteristiche dei fogli di lavoro che costituiscono il file Excel utilizzato per la gestione degli articoli dei differenti magazzini presenti nello stabilimento produttivo:

- "Associazione articoli-zone": è il foglio che ospita l'estrazione della tabella che si trova all'interno della sezione di AX chiamata "Associazione articoli-zone"; come esprime il nome, è la sezione che tiene traccia delle posizioni a magazzino di tutti gli articoli stoccati in ogni magazzino presente all'interno dello stabilimento, con la priorità associata ad ogni posizione. Naturalmente, l'estrazione deve essere effettuata filtrando per il magazzino sotto analisi e da questa si ottengono tutti gli articoli di quel magazzino, la loro descrizione a parole e la loro posizione sugli scaffali (sigla con nome scaffale, piano e posizione sul piano) dove questi possono essere trovati.
- "Consumi recenti": è il foglio che ospita la tabella pivot creata a partire dai dati contenuti nella sezione di AX chiamata "Transazioni", che tiene traccia, per ogni

articolo, di tutte le transazioni avvenute tra i vari magazzini, tra le linee e i magazzini che le alimentano, tra l'azienda e il mondo esterno, la data e le quantità in cui e con le quali si sono verificate. Con il termine "transazione" si indica qualsiasi spostamento di materiale all'interno dell'azienda e verso l'esterno di essa e qualsiasi consumo di ogni articolo, quindi trasferimenti, ordini di produzione e ordini effettuati da parte dei clienti (ricambi o kit after market). L'estrazione deve essere effettuata ricercando quelle transazioni avvenute nel magazzino oggetto dell'analisi, all'interno di un certo range temporale che, come detto precedentemente, è compreso tra il parametro "DATA" e i tre mesi precedenti ad esso; queste devono riguardare transazioni diverse da semplici trasferimenti (dal momento che interessa trovare il consumo effettivo di materiale) con quantità minori di zero, appunto perché riguardano un consumo di un bene e non un approvvigionamento. La tabella pivot restituisce, per ogni articolo, la data di ultimo consumo sul magazzino di interesse e le quantità consumate in quell'intervallo di tempo, selezionando il massimo delle date in cui sono avvenute le varie transazioni e la sommatoria delle quantità con cui queste si sono verificate.

- "Consumi su altri mg": è il foglio che ospita la tabella pivot creata a partire dai dati contenuti nella sezione di AX chiamata "Transazioni", definita qui sopra; questa volta, però, si vanno ad estrarre i dati delle transazioni che si sono verificate in tutti gli altri magazzini diversi da quello sotto analisi, mantenendo invariati gli altri parametri di filtro della ricerca. La tabella pivot restituisce, per ogni articolo, la sommatoria delle quantità con cui sono avvenute le varie transazioni. In questo modo, è possibile confrontare le quantità consumate nel magazzino sotto analisi con quelle consumate su tutti gli altri magazzini e, nel caso le prime siano molto inferiori alle seconde, valutare se spostare l'articolo in questione in un magazzino diverso, dove sarebbe utilizzato con maggiore frequenza.
- "Indicatore di produzione": è il foglio che ospita l'estrazione della tabella che si trova all'interno della sezione di AX chiamata "Query esplosione DB/Cicli", nella quale sono elencati tutti gli articoli utilizzati all'interno dell'azienda, il loro peso, il codice identificativo di tutti i fornitori esterni che si occupano dell'approvvigionamento di ogni bene, il gruppo di copertura, cioè una sigla che esprime i giorni di copertura che deve garantire il lotto di acquisto e i giorni di anticipo con i quali esso deve essere ordinato (es 3N3(giorni di copertura).5(giorni di anticipo)) e le quantità con cui sono consumati tutti gli articoli codificati, cioè quello che è chiamato l'indicatore di produzione. Tale indicatore è su base giornaliera e si aggiorna continuamente in relazione agli ordini di produzione rilasciati dall'ufficio di programmazione della produzione. Nel caso esso assuma valore nullo, significa che quello specifico bene non è più montato su nessun macchinario e sarà destinato al magazzino ricambi o alla rottamazione.

- “Macchina”: è il foglio che viene preso in considerazione quando il motivo per il quale è svolta questa analisi sui magazzini dell’azienda è dovuto al fatto che nell’immediato futuro ci sarà una macchina che uscirà di produzione. In questo foglio, infatti, viene estratta la distinta base del macchinario in questione, cioè tutti e soli i codici degli articoli che vengono montati su tale macchina e le relative quantità con cui ciò viene fatto. In questo modo, si ottiene, per ogni articolo, l’indicatore di produzione esclusivo, cioè la quantità con cui questi sono presenti sulla macchina che “andrà a morire”. A questo punto sarà necessario confrontare l’indicatore di produzione base con quello esclusivo: se essi assumono lo stesso valore, per lo stesso articolo, significa che questo è utilizzato solo ed esclusivamente su tale macchinario e che, quindi, quando quest’ultimo uscirà di produzione, l’articolo in questione dovrà essere destinato al magazzino ricambi, per coprire le richieste di sostituzione a scopi manutentivi, o dovrà essere rottamato.
- “Fabbisogni”: è il foglio che ospita l’estrazione della tabella che si trova all’interno della sezione di AX chiamata “Dettagli ordini pianificati”, nella quale si trova, appunto, la pianificazione di tutti gli ordini di fornitura o di produzione rilasciati dall’azienda e, di conseguenza, tutti gli articoli che li costituiscono, con la data in cui sono stati rilasciati e la presunta data di consegna (non è detto, naturalmente, che tutto vada come previsto ed è possibile che si verifichino ritardi rispetto a quanto pianificato). Si presuppone che se è stato effettuato un ordine di fornitura ad un fornitore esterno o se c’è un ordine di produzione di un certo articolo, che servirà per costruire il prodotto finito (si ricorda che l’azienda è quasi totalmente integrata verticalmente), allora l’articolo in questione sarà utilizzato in futuro. Grazie a questa estrazione è possibile sapere la data dell’ultimo ordine pianificato riguardo gli articoli presenti nel particolare magazzino sotto analisi, cioè la data dell’ultimo fabbisogno (DUF). Quest’ultima deve essere confrontata con il parametro DATA: bisognerà prendere in considerazione quegli articoli per i quali la data di ultimo fabbisogno è ormai passata, cioè è minore del giorno in cui è effettuata l’analisi.
- “Impostazioni articolo”: è il foglio che ospita l’estrazione della tabella che si trova all’interno della sezione di AX chiamata “Estrazione impostazioni articoli”, nella quale si trovano importanti caratteristiche per ogni articolo, come la quantità minima che è possibile ordinare da un fornitore, il multiplo con cui ordinarla, il tipo di approvvigionamento (ogni bene può essere di produzione (P), se è prodotto internamente, quindi dall’azienda stessa, di fornitura (F), se è prodotto da qualcun altro esternamente all’azienda, terzista(T), se è prodotto internamente per la maggior parte, ma inviato all’esterno per svolgervi qualche lavorazione per poi tornare in azienda, o assistenza (A), per prodotti quali software o dimostrativi, cioè disegni che spiegano come aggiungere un certo optional o applicazione), il codice

numerico del fornitore, lo stato ciclo di vita, cioè se l'articolo è attivo, quindi attualmente utilizzato, se è in esaurimento, quindi prossimo a terminare i suoi fabbisogni (perché presto non sarà più usato o perché sarà sostituito da un altro codice) oppure se è obsoleto, quindi non più usato. Un altro dato importante che è possibile osservare da questa tabella è l'ubicazione predefinita di entrata (e perciò il magazzino a cui è associata), quindi il luogo (magazzino) in cui l'articolo in questione sarà stoccato una volta arrivato in azienda nel magazzino accettazione e superato i controlli previsti sul lotto di fornitura a cui appartiene.

- “Verbali”: è il foglio che ospita l'estrazione della tabella che si trova all'interno della sezione di AX chiamata “Verbali obsoleto - storico”, nella quale è registrato lo storico di tutti i verbali eseguiti all'interno dell'azienda, il numero del verbale, la data in cui è stato effettuato, il codice dell'articolo a cui si riferisce, le istruzioni da eseguire su di esso e il magazzino a cui è associato l'articolo in questione. Quest'ultimo, infatti, può essere stoccato in più magazzini diversi e, a seconda di esso, l'istruzione associata all'articolo potrebbe essere differente; è probabile che un certo bene, prima utilizzato su due linee alimentate da due magazzini diversi, non venga più adoperato su una di esse. In questo caso la riga del codice associato al magazzino dove non è più utilizzato presenterà l'istruzione “eliminare”, mentre quella associata al magazzino dove è ancora utilizzato presenterà l'istruzione “tenere”.

Effettuate, nei vari fogli di Excel, tutte le estrazioni nel modo corretto, grazie ad una serie di formule del tipo “cerca verticale”, si otterrà un foglio di lavoro impostato nel modo in cui si può osservare in figura 68. Il “cerca verticale” è una funzione disponibile su Excel che, selezionato un certo valore/codice, lo va a ricercare in un altro foglio di lavoro e restituisce come risultato un altro valore che è associato a quello iniziale.

Articolo	Descrizione	ASS ART ZONE	Appr ovvig iona ment o	DUC	IND. produttiv ità	unità consumate nell'int. di tempo considerat	unità consumat e su altri magazzi	IND. P. esclusivo	DELTA	Ultimo ordine pianifica	Scorte minime	Stato ciclo vita	Ubi pref. uscita
116556	MANICOTTO GOMMA	40-00-0-0	F	16/12/2019	0,22	-15	-27	0	0,22	00/01/1900	0	Attivo	MOTOR
120280	SUPP VENTOLA D23	40-0-00-01	F	08/01/2020	1,18	-37	-198	0	1,18	29/11/2019	2	Attivo	MOTOR
116557	MANICOTTO GOMMA	40-00-0-1	F	16/12/2019	0,22	-15	-41	0	0,22	00/01/1900	0	Attivo	MOTOR
050615	PIEDINO MOT. DEM2SE	40-0-0-03	P	07/01/2020	0	-11	0	0	0	00/01/1900	0	In esaurimento	MOTOR
050616	PIEDINO MOT. DEM2SE	40-0-0-04	P	07/01/2020	0	-11	0	0	0	00/01/1900	0	In esaurimento	MOTOR
091793	STAFFA X FILTRO GA	40-0-0-05	P	07/01/2020	0	-11	0	0	0	00/01/1900	0	In esaurimento	MOTOR
111748	SUPP VENTOLA D2 3	40-0-0-06	F	15/11/2019	0	-29	-41	0	0	00/01/1900	0	In esaurimento	MOTOR
081366	RACC. AD OCCHIELLO	40-0-1-01	F	08/01/2020	4,981	-323	-600	0	4,981	19/02/2020	0	Attivo	MOTOR
048918	SENSORE TEMPERATI	40-0-1-04	F	27/11/2019	0,22	-25	-29	0	0,22	00/01/1900	0	Attivo	MOTOR
090520	KIT KUBOTA 449 - KIT	40-0-1-06	F	13/12/2019	0,87	-52	0	0	0,87	00/01/1900	25	Attivo	MOTOR
073937	FLANGIA 10 FORI SUV	40-0-1-07	F	07/01/2020	0	-11	-773	0	0	00/01/1900	0	In esaurimento	MOTOR
103723	RACC. DRITTO M22X1	40-0-2-02	F	08/01/2020	4,61	-315	-11	0	4,61	27/01/2020	0	Attivo	MOTOR
105531	STAFFA FISSAGGIO C	40-0-2-03	P	10/10/2019	0	-21	0	0	0	00/01/1900	0	In esaurimento	MOTOR
112271	STAFFA SUPPORTO C	40-0-2-06	P	07/01/2020	0,5	-30	0	0	0,5	19/03/2020	10	Attivo	MOTOR
112272	STAFFA SUPPORTO T	40-0-2-07	P	07/01/2020	0,5	-30	-1	0	0,5	00/01/1900	10	Attivo	MOTOR
536080	LAM. DEC. 3x256x211,1	40-1-0-01	F	08/01/2020	4,49	-261	-1	0	4,49	00/01/1900	0	Attivo	MOTOR
111445V	STAFFA SUPPORTO F	40-1-0-02	F	08/01/2020	4,79	-261	-1	0	4,79	22/01/2020	0	Attivo	MOTOR
112112	PULEGGIA D. 152-DIST	40-1-0-03	F	07/01/2020	0,5	-32	-30	0	0,5	24/01/2020	0	Attivo	MOTOR
101536	PIEDINO POST. DX MO	40-1-0-04	F	08/01/2020	4,49	-260	0	0	4,49	03/02/2020	6	Attivo	MOTOR
101535	PIEDINO POST. SX MO	40-1-0-05	F	08/01/2020	4,49	-260	0	0	4,49	29/01/2020	6	Attivo	MOTOR
101534	PIEDINO ANT. DX MOTI	40-1-0-06	F	08/01/2020	4,49	-260	-500	0	4,49	29/01/2020	0	Attivo	MOTOR
103538	PIEDINO MOT. ANT. DX	40-1-0-07	F	20/12/2019	0,79	-79	0	0	0,79	10/02/2020	0	In esaurimento	MOTOR
103539	PIEDINO MOT. ANT. SX	40-1-0-08	F	16/12/2019	0,49	-59	0	0	0,49	00/01/1900	0	In esaurimento	MOTOR
103537	PIEDINO MOT. POST. S	40-1-0-09	F	16/12/2019	0,49	-59	0	0	0,49	00/01/1900	0	In esaurimento	MOTOR
101616	PIEDINO ANT. SX MOTI	40-2-0-01	P	08/01/2020	6,85	-359	-6	0	6,85	24/03/2020	0	Attivo	MOTOR

Figura 68 – Foglio di lavoro di Excel per la riorganizzazione dei magazzini supermarket

Sulle colonne sono presenti tutti i campi richiesti per poter portare a compimento l'analisi sul magazzino (in questo caso si tratta del magazzino motori), per ogni articolo: il codice dell'articolo, la sua descrizione letterale, la posizione nel magazzino di riferimento, il tipo di approvvigionamento (se è di produzione "P", di fornitura "F" o terzista "T"), la data di ultimo consumo (DUC), l'indicatore di produttività (IND), le unità consumate su quel magazzino nell'intervallo di tempo considerato di tre mesi, le unità consumate su tutti gli altri magazzini nello stesso periodo di tempo, l'indicatore di produttività esclusivo (in questo caso ha sempre valore nullo poiché, al momento dell'analisi, non c'erano macchine la cui produzione sarebbe cessata a breve), il valore assoluto della differenza tra quest'ultimo e l'indicatore di produttività normale, la data prevista di consegna dell'ultimo ordine pianificato (se questa coincide con 00/01/1900, significa che non c'è un ordine pianificato per l'articolo corrispondente), le scorte minime che devono essere garantite, lo stato ciclo di vita (se l'articolo è "Attivo", "Obsoleto" o "In esaurimento"), l'ubicazione predefinita di uscita e, se l'articolo è stato richiamato da un verbale, il codice identificativo del verbale, la data in cui è stato redatto e le indicazioni presenti al suo interno.

5.3.2 Analisi dei risultati

Grazie alle informazioni ottenute tramite le numerose estrazioni di dati dal programma gestionale aziendale, è possibile incominciare l'analisi sul magazzino e sugli articoli stoccati al suo interno. Si osservi l'esempio in figura 69.

CO.3/8 o 1/2	IND.P.>	verbale recent	Data di oggi>DUC+Ngg [ultimo consumo più vecchio di N giorni]	IND.P.=I ND.P.I	Data di oggi>DUF [ordini pianif. nel passatc	Istruzione 1	Istruzione 2	Istruzione 3	Istruzion e 4
no	si	no	no	no	si	tenere			
no	si	no	no	no	no	tenere			
no	si	no	no	no	si	tenere			
no	no	no	no	si	si	eliminare	richiesta verbale		
no	no	no	no	si	si	eliminare	richiesta verbale		
no	no	no	no	si	si	eliminare	richiesta verbale		
no	si	no	no	no	no	tenere			
no	si	no	si	no	si	eliminare	valutare destinazione		
no	si	no	no	no	no	tenere			
no	no	no	no	si	si	eliminare	richiesta verbale		
no	si	no	no	no	no	tenere			
no	no	no	si	si	si	eliminare	richiesta verbale		
no	si	no	no	no	no	tenere			
no	si	no	no	no	no	tenere			
no	si	no	no	no	no	tenere			
no	si	no	no	no	no	tenere			

Figura 69 – Porzione di foglio di lavoro di Excel con le varie istruzioni da eseguire sugli articoli

Le prime sei colonne presentano, in ogni casella che le costituiscono, una formula che restituisce come risultato “sì” o “no”, a seconda delle caratteristiche dell’articolo sotto esame: la colonna intitolata “CO. 3/8 o 1/2” è utile a verificare se questo è una condotta da mezzo o 3/8 di pollice; la seconda colonna “IND>0” indica se gli articoli hanno, o meno, un indicatore di produttività maggiore di zero; la terza esprime se esiste o no un verbale recente per l’articolo in questione, cioè se è relativo, al massimo, all’anno precedente a quello in corso; c’è poi la colonna “Data di oggi>DUC+Ngg” che verifica se l’ultimo consumo di quel bene è avvenuto entro GG giorni da DATA (se sì, allora il consumo è considerato recente); la colonna “IND=IND E” è utilizzata per verificare se l’indicatore di produttività normale è uguale a quello esclusivo; la colonna “Data di oggi>DUF”, infine, controlla se l’ultimo ordine pianificato è passato, cioè se è minore della data di oggi. Queste colonne sono state inserite per rendere la definizione delle varie istruzioni più semplice, in modo che queste assumano un determinato valore in base alla sequenza di sì/no presente sulla riga.

Analizziamo ora le quattro istruzioni previste, come risultato dei valori (sì/no) contenuti nelle sei colonne precedenti:

- Istruzione 1 - Può assumere due diversi valori, cioè “tenere” o “eliminare”. Si decide di eliminare dal magazzino in questione ogni articolo che presenta un indicatore di produzione nullo, che, quindi, non è più utilizzato, oppure ogni articolo che ha una data di ultimo consumo vecchia, cioè che è avvenuta prima di quaranta giorni dal giorno di estrazione dei dati e che non presenta nel futuro una data di ordine pianificato; un altro caso in cui l’istruzione 1 restituirà il valore “eliminare” è quello in cui l’articolo presenta un indicatore di produzione semplice uguale a quello esclusivo (IND=IND E.) e che non ha fabbisogni futuri previsti. Nei casi diversi da quelli appena descritti e in caso il bene analizzato sia una condotta da 3/8 o 1/2 pollice, l’istruzione restituirà il valore “tenere”. Queste condotte hanno, infatti, un utilizzo molto basso, ma sono comunque adoperate per la costruzione dei vari modelli di macchinario e, per questo, devono sempre essere presenti a magazzino.
- Istruzione 2 – Può assumere tre diversi valori, cioè “richiesta verbale”, “valutare destinazione” o riportare il testo contenuto nella casella relativa alla colonna “Indicazioni ultimo verbale”. L’istruzione 2 restituisce uno dei precedenti valori solo se l’istruzione 1 non dice “tenere”, poiché in questo caso si conosce già il destino dell’articolo sotto analisi, cioè mantenere la sua posizione nel magazzino corrente. Nel caso in cui esista un verbale recente, cioè scritto meno di un anno prima dal giorno di avvenuta estrazione dei dati dal sistema gestionale aziendale, l’istruzione 2 restituirà l’indicazione presente nell’ultimo verbale, altrimenti apparirà il valore “richiesta verbale”, se quello esistente è troppo vecchio. Lo stesso valore verrà restituito dall’istruzione in questione nel caso in cui l’indicatore di produzione di

quell'articolo sia maggiore di zero e uguale a quello esclusivo e che abbia una data di ultimo fabbisogno passata. Il valore "valutare destinazione" è relativo a quegli articoli che hanno un indicatore di produzione positivo, ma con una data di ultimo consumo, sulle linee alimentate dal magazzino sotto analisi, vecchia di più di quaranta giorni; in questo caso si capisce che l'articolo sarà da spostare su un altro magazzino.

- Istruzione 3 – Può assumere tutti i valori presenti nella colonna "Ubicazione predefinita di uscita". L'istruzione 3 restituirà un certo valore solamente se l'istruzione 2 afferma di "valutare destinazione" e se il magazzino predefinito di uscita indicato per l'articolo in questione è diverso dal magazzino sotto analisi. Questa istruzione è utile a capire dove è possibile destinare l'articolo di cui si sta valutando la possibile destinazione; se il magazzino di ubicazione predefinita è uguale al magazzino sotto analisi, si dovrà valutare personalmente dove destinare il bene, a seconda dei vari magazzini su cui ha già posizione e delle linee sulle quali questo è utilizzato.
- Istruzione 4 – Può assumere un unico valore, ovvero "Inserire magazzino sotto analisi come ubicazione predefinita". Questa istruzione restituirà tale indicazione quando per l'articolo sotto valutazione si presenterà la seguente situazione particolare: l'istruzione 1 presenta il valore "tenere", ha il magazzino di ubicazione predefinita diverso da quello sotto analisi e non è stato mai utilizzato negli altri magazzini (diversi da quello analizzato) nell'intervallo di tempo preso in considerazione.

Qui di seguito, in figura 70, è riportato il diagramma di flusso che riassume i vari passaggi per arrivare alla decisione finale riguardo la gestione di ogni articolo presente nell'eventuale magazzino supermarket oggetto a riorganizzazione.

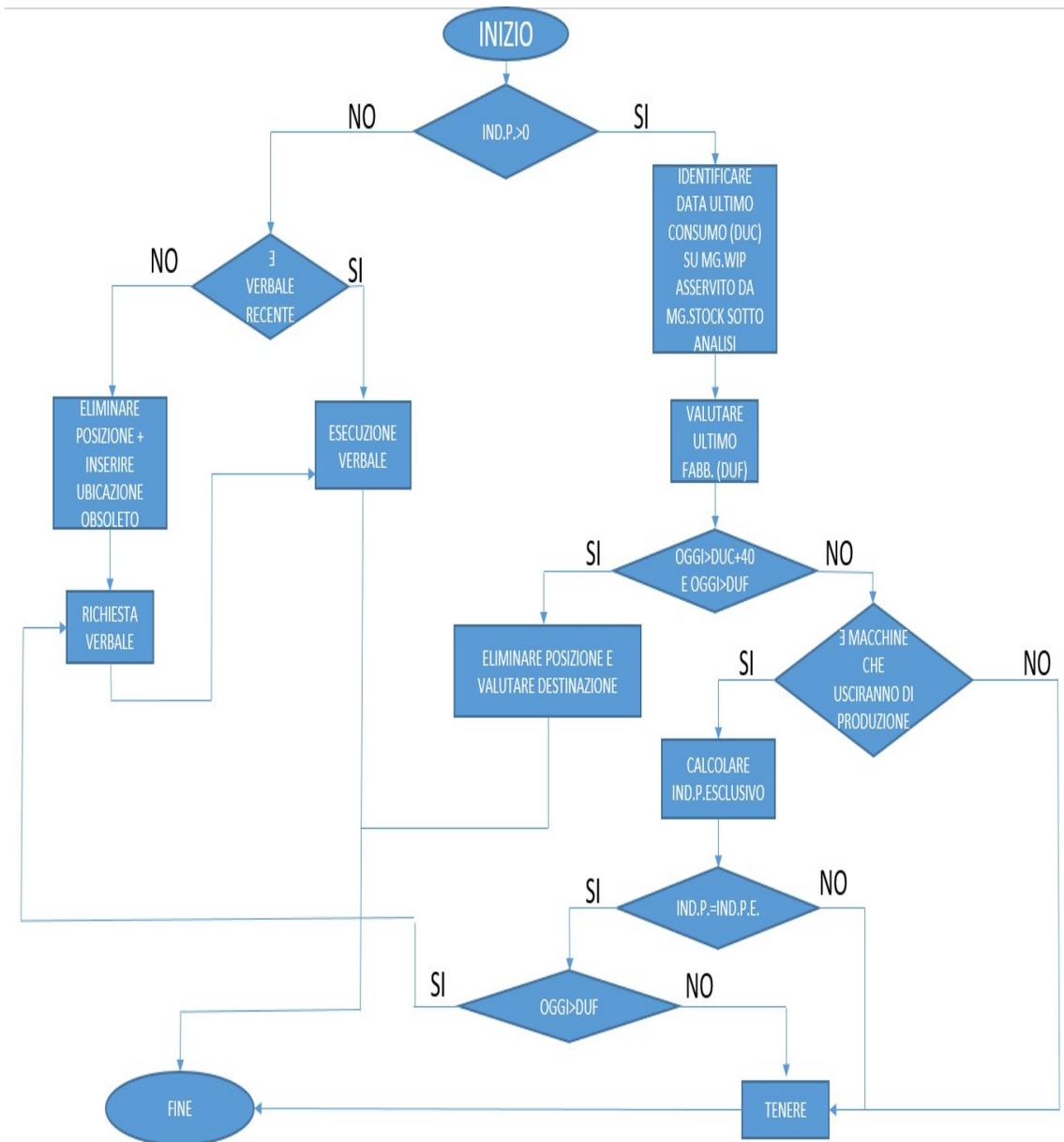


Figura 70 – Diagramma di flusso rappresentante tutti i passaggi eseguiti nell’analisi degli articoli stoccati a magazzino

Il passaggio finale, per quanto riguarda l’utilizzo di questo file, consiste nell’eseguire le istruzioni ottenute. Per ogni articolo si valuta l’azione da compiere, a seconda delle sue caratteristiche di utilizzo:

- Tenerlo nel magazzino in cui è stoccato attualmente;
- Richiedere la redazione del verbale, per il suo trasferimento o per la sua rottamazione;

- Fargli posizione in un altro magazzino in cui è più utilizzato e qui trasferirlo, oppure trasferirlo direttamente verso un centro di lavoro presente su una linea di produzione o assemblaggio.

Una volta redatto il verbale da parte di un operatore dell'ufficio tempi e metodi, questo deve essere autorizzato tramite una firma da parte del direttore di stabilimento; poi il verbale viene consegnato ad un altro operatore dell'organizzazione logistica, per far sì che venga eseguito.

Ogni verbale viene registrato a sistema con un codice identificativo, in modo tale che possa essere consultato in ogni momento e per verificare se ne esiste uno che dia direttive riguardo la destinazione di un particolare articolo; può capitare, infatti, che si trovi del materiale nello stabilimento relativo ad un articolo già verbalizzato, ma per il quale non è ancora stata eseguita l'istruzione presente a verbale, probabilmente perché non si era a conoscenza della presenza dell'articolo in questione in quella certa ubicazione.

Dopo avere eseguito il verbale, cioè dopo aver messo in atto tutte le istruzioni qui indicate per ogni articolo, si saranno venute a creare delle postazioni libere sugli scaffali del magazzino che potranno essere occupate da altri prodotti. Come spiegato ad inizio capitolo, gli articoli che, sul carrello kit, vengono riposti nella stessa scatola, hanno una postazione di magazzino vicina; può capitare, però, che le varie postazioni non siano sufficienti per far sì che venga rispettata questa regola. Quindi, in primis, è opportuno riempire questi spazi vuoti tenendo conto di tale prassi, spostando gli articoli che pur avendo assegnata la stessa scatola del kit, non avevano una posizione di stoccaggio vicina. Effettuato ciò, sarà possibile fare posizione ai nuovi articoli che non erano ancora presenti nel magazzino che si stava analizzando.

Questa è un'attività che deve essere eseguita periodicamente nel corso dell'anno, per più volte a distanza opportuna di tempo, in maniera da utilizzare gli spazi a disposizione nel modo più efficiente possibile.

Si riportano di seguito i risultati delle tre analisi effettuate su tre diversi magazzini.

- Analisi 1, realizzata sugli articoli stoccati nel magazzino motori (MM): sono stati tolti dagli scaffali un totale di 44 articoli, ottenendo una quantità di spazio libero per lo stoccaggio di altri materiali, calcolato in lunghezza, pari a circa 11 metri (1 cassone medio, 3 cassoni da $\frac{1}{4}$ e 40 scatole odette). Bisogna considerare che il modello indicava erroneamente di eliminare dagli scaffali 8 articoli, la cui posizione nel magazzino, invece, doveva essere mantenuta.
- Analisi 2, realizzata sugli articoli stoccati nel magazzino modulare (MMOD): sono stati tolti dagli scaffali un totale di 62 articoli, ottenendo una quantità di spazio libero per

lo stoccaggio di altri materiali pari a circa 14 metri (3 cassoni medi, 7 cassoni da $\frac{1}{4}$ e 52 scatole odette). Il numero di articoli di cui il modello indicava erroneamente l'eliminazione della posizione è stato pari a 11.

- Analisi 3, realizzata sugli articoli stoccati nel magazzino roto (MR): sono stati tolti dagli scaffali un totale di 51 articoli, ottenendo una quantità di spazio libero per lo stoccaggio di altri materiali pari a circa 12 metri (2 cassoni medi, 5 cassoni da $\frac{1}{4}$ e 44 scatole odette). Il modello consigliava erroneamente di eliminare dal magazzino in questione 6 articoli.

Si può affermare che l'utilità del modello descritto in questo capitolo e utilizzato nel progetto di tesi è abbastanza buona, seppur in tutte e tre le analisi ci sono state indicazioni errate riguardo l'eliminazione della posizione di magazzino di, rispettivamente, 8, 11 e 6 articoli, con una percentuale di errore pari al 15%, nei primi due casi e 10% nel terzo. Infatti, è stato raggiunto il risultato atteso, cioè mettere in ordine il magazzino, creare nuovi spazi di stoccaggio per nuovi prodotti in arrivo e evitare flussi inutili, spostando il materiale nei magazzini in cui è realmente utilizzato.

Al tema della riorganizzazione dei magazzini e dell'utilizzo efficiente degli spazi a disposizione si collega la modifica che ha riguardato i tubi in gomma stoccati all'interno del magazzino motori (MM). Tale modifica, infatti, è stata eseguita con lo scopo principale di liberare spazio sulle varie scaffalature, da riempire con altri articoli necessari alla produzione che non avevano ancora una posizione di stoccaggio assegnata.

5.4 MODIFICA NEL MAGAZZINO MOTORI

Durante il periodo di tesi svolto in Merlo spa, è stata eseguita un'importante modifica che ha caratterizzato il magazzino motori (MM). La direzione aziendale ha deciso di effettuare internamente l'attività di taglio dei tubi, anziché acquistarli dai vari fornitori esterni dai quali venivano approvvigionati nelle diverse lunghezze, quindi già tagliati a seconda delle richieste della produzione. L'azienda si sarebbe limitata a comprare i tubi in rotolo, di diverso diametro, nel rispetto delle esigenze dell'attività aziendale, per poi ricavare, da questi, i tubi di tutte le lunghezze necessarie. La modifica ha interessato unicamente i tubi stoccati nel magazzino motori, utilizzati solo sulla linea di allestimento dei motori (NAMOT) e su nessun'altra linea, in modo da poter circoscrivere ad un'unica area le conseguenze che la variazione gestionale avrebbe causato. Questa decisione è stata presa in seguito ad un'analisi costi-benefici: i vantaggi sono sicuramente superiori, specialmente in termini di risparmio economico, perché si evita di pagare al fornitore il taglio dei tubi delle diverse lunghezze, ma anche di spazio, anche se questi sono accompagnati da delle variazioni

nell'attività degli operatori logistici che allestiscono il carrello kit, che avrebbero potuto creare alcuni problemi.

Qui di seguito è descritta precisamente tutta la procedura eseguita. Il primo passo messo in atto è stato la stima, attraverso la rappresentazione del layout su AutoCAD, degli spazi che si sarebbero potuti recuperare, cioè le postazioni di magazzino sugli scaffali che sarebbero state liberate, per poi poter essere occupate da altri articoli, prima stoccati a terra nel magazzino motori, disordinatamente. Si sono poi bloccati o cancellati tutti gli ordini previsti dei tubi pre-tagliati, per il periodo seguente alla presunta data di messa in atto della variazione gestionale e, al contrario, sono stati effettuati gli ordini di acquisto dei rotoli dei tubi di diverso diametro interessati dalla modifica in questione. Quest'ultimi, aggiornando il sistema informativo aziendale, sono stati inseriti all'interno dell'elenco degli articoli caricati sul carrello kit, nella sezione "Prelievo carrelli", in modo tale che le liste di prelievo iniziassero a richiamarne, appunto, il prelievo e l'operatore potesse caricare i tubi tagliati sul carrello kit, in direzione della linea di assemblaggio. Gli articoli riguardanti i tubi già tagliati, invece, sono stati eliminati da questa lista e trasformati in codici fittizi. In figura 71 si può notare come la richiesta del tubo in rotolo è gestita sulla lista di prelievo.

Fittizi MAG01 su liste kit			
Numero articolo	Nome articolo		Quantità
042004	TUBO OLIO BP D=20 D=13 L=2850		1,00
052140	TUBO OLIO BP D=20 D=13 L=2000		1,00
053167	GUAINA PLASTICA X TUBO 1/2" L=600 A SPIRALE		1,00
001080	GUAINA PLASTICA X TUBO 1/2" L=250 A SPIRALE		2,00
054356	GUAINA PLASTICA X TUBO 1/2" L=900 A SPIRALE		1,00
109593	TUBO OLIO BP D=20 D=13 L=1000		1,00
<hr/>			
OLIO	1 087889	OLIO LEBBE 3300 TIPO API CJ4	8,00
TAGLIO2	12 005962AA	TUBO OLIO BP D=20 D=13 IN ROTOLO	5,85

Figura 71 – Esempio di porzione di una lista di prelievo in cui è spiegato in quali spezzoni è necessario suddividere il tubo in rotolo

In questo esempio, il rotolo con codice 005962AA è richiesto in quantità 5,85 metri, da dividere in tre spezzoni, come descritto nella tabella in alto "Fittizi MAG01 su liste kit", ovvero uno di lunghezza 2850 mm, uno di 2000 mm e l'ultimo di 1000 mm.

Oltre ai rotoli, è stata acquistata anche una macchina taglia-tubi, visibile nella figura 72, progettata apposta per le esigenze dell'azienda, dotata di quattro postazioni girevoli per il sostegno dei quattro diversi rotoli interessati dalla modifica, due rotelle per facilitare lo scorrimento del tubo, un contametri per la misurazione della sua lunghezza e una taglierina per ottenere i vari spezzoni, a seconda delle esigenze della produzione.



Figura 72 – Macchina taglia-tubi del magazzino motori

Naturalmente, prima di mettere in atto la variazione all'interno del magazzino motori, tutti gli operatori logistici sono stati opportunamente formati, sia a leggere la lista prelievo, cioè a capire come dividere la quantità totale del rotolo, sia ad utilizzare la taglia-tubi, per diminuire al minimo gli errori. Per lo stesso motivo, è stato dato loro in dotazione un metro, per verificare l'esattezza della lunghezza del tubo tagliato.

L'ultimo passo di questa procedura di modifica ha riguardato la gestione dei restanti tubi già tagliati delle varie lunghezze, ancora presenti a magazzino. Per evitare di buttarli e di sprecare risorse inutilmente, è stato creato un giornale di rettifica che diminuisse la giacenza contabile (cioè presente a sistema) a magazzino dei codici dei tubi già tagliati e aumentasse quella relativa ai tubi in rotolo. Questo per evitare che il sistema di MRP lanci automaticamente degli ordini di acquisto del tubo in rotolo senza che sia realmente necessario, perché possono ancora essere utilizzati i tubi pre-tagliati, i quali è come se derivassero dal tubo in rotolo, anche se sono stati tagliati dal fornitore esterno.

La giacenza di questi tubi, infatti, è come se fosse la giacenza relativa al rotolo, ma senza questa semplice registrazione a giornale, ovviamente, il sistema informativo aziendale non se ne sarebbe accorto e avrebbe creato nuovi ordini dei rotoli, con conseguente spreco di denaro. Quindi, è stato detto agli operatori di magazzino impegnati nell'allestimento del carrello kit di utilizzare ancora i tubi già tagliati, fino a terminarne le relative scorte, dopodiché avrebbero potuto iniziare ad adoperare la macchina taglia-tubi.

In futuro questa modifica interesserà tutti i tubi presenti in azienda, indipendentemente dal magazzino in cui sono stoccati e sarà utile a liberare spazio sugli scaffali per poterlo occupare con altri articoli.

6 CONCLUSIONI

A conclusione di questo progetto di tesi in Merlo spa, della durata di quattro mesi, è necessario effettuare alcune importanti considerazioni.

Il modello Excel ha portato ovvi benefici nella riorganizzazione dei magazzini, contribuendo a creare maggiore ordine al loro interno, per quanto riguarda lo stoccaggio in zone non adatte del layout e la creazione di nuovi spazi liberi sugli scaffali da riempire con nuovi articoli in arrivo, ma anche al loro esterno, migliorando e alleggerendo i flussi delle merci che interessano l'intero stabilimento, conseguenza dei vari spostamenti degli articoli verso magazzini o postazioni di lavoro nelle quali sarebbero stati utilizzati con maggiore frequenza.

Per quanto riguarda i limiti che lo hanno caratterizzato, bisogna sicuramente fare riferimento all'intervallo temporale di durata troppo ristretta per poter dare una valutazione totalmente consapevole, in particolare riguardo l'efficacia del modello creato per la revisione dei magazzini supermarket. Infatti, l'analisi è stata effettuata per sole tre volte, un numero abbastanza basso, perché una volta terminata l'indagine sugli articoli stoccati all'interno di un particolare magazzino, non ha senso effettuarla nuovamente a pochi giorni di distanza, dal momento che i dati presi in considerazione, riguardo i vari prodotti necessari alla produzione, sono relativi ad un arco di tempo pari a tre mesi; a distanza di un mese, quindi, l'analisi condurrebbe allo stesso risultato.

Inoltre, un'ulteriore limitazione nasce dalla natura stessa dei magazzini supermarket. Questi particolari magazzini devono ospitare al loro interno qualsiasi articolo necessario alla realizzazione del prodotto finito assemblato sulle linee di montaggio che alimentano, anche se questo è richiesto con una cadenza molto bassa. Quindi, è indispensabile creare una posizione di stoccaggio a scaffale per tutti gli articoli, seppur questi costituiscano un particolare elemento della macchina nato come optional, cioè che non fa parte della distinta del modello base. Il problema riguarda il fatto che la produzione aziendale avviene su commessa e il prodotto finito è fortemente diversificabile, ovvero adattabile alle esigenze e alle richieste di ogni diverso cliente.

Per concludere, bisogna dire che è stato realizzato uno strumento sicuramente utile all'azienda, di aiuto e sostegno all'attività di gestione dei numerosi magazzini supermarket effettuata dagli impiegati dell'ufficio di organizzazione logistica. Per questo, sarà ovviamente adoperato anche in futuro nelle varie revisioni delle posizioni di stoccaggio sugli scaffali, perfezionando sempre di più il suo funzionamento e la correttezza dei risultati ottenuti.

Infatti, l'attività di revisione dei magazzini, così come quella della gestione delle merci e dei loro flussi, è una mansione da svolgere periodicamente all'interno dell'azienda, sia per la

risoluzione di eventuali errori di movimentazione e stoccaggio che si potrebbero verificare durante l'attività produttiva, che è sicuramente frenetica, essendo sviluppata in uno stabilimento di grandi dimensioni, sia perché, con il passare del tempo, cambiano gli utilizzi e i fabbisogni relativi ai vari articoli utilizzati per creare il prodotto finito. Quest'ultimo, inoltre, può essere soggetto a modifiche strutturali, anche minime, che comporterebbero variazioni all'interno della sua distinta base, cosa che si verifica abbastanza frequentemente in un'azienda così integrata verticalmente quale è la Merlo spa, per migliorare continuamente il proprio prodotto e garantirne le massime prestazioni. Grazie allo strumento sviluppato durante questo progetto, la revisione delle merci stoccate nei vari magazzini diventerà una mansione di facile e veloce realizzazione.

7 BIBLIOGRAFIA

- (1) Liker, J. e Attolico, L. (2014), *Toyota Way: 14 principi per la rinascita del sistema industriale italiano*, Hoepli, Milano.
- (2) Napoli, E e Tonchia, S. (2009), *La guida del Sole 24 Ore al lean management. La produzione snella: aumentare il valore, eliminare gli sprechi*, Sole 24 Ore, Roma.
- (3) Ohno, T. (1978), *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*”, Diamond, Tokyo - versione italiana (2004): *Lo spirito Toyota. Il modello giapponese della qualità totale. E il suo prezzo*, Einaudi, Torino.
- (4) Pareschi, A. (2007), *Impianti industriali*, 2ª edizione, Esculapio, Bologna.
- (5) Pareschi, A., Regattieri, A. e Ferrari, E. (2011), *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario*, Esculapio, Bologna.
- (6) Turco, F. (2012), *Principi generali di progettazione degli impianti industriali*, CittàStudi, Biella.
- (7) Womack, J. P. e Jones, D. T. (2006), *Lean Thinking. Come creare valore e bandire gli sprechi*, Guerini e Associati, Milano.
- (8) Womack, J. P., Jones, D. T. e Roos, D. (1991), *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*, HarperBusiness, New York - versione italiana: *La macchina che ha cambiato il mondo*, BUR Supersaggi, Milano.
- (9) Womack, J. P. e Jones, D. T. (2009), *Lean solutions. La produzione snella incontra il consumo snello*, Guerini e Associati, Milano.

8 SITOGRAFIA

- (10) www.euromerci.it
- (11) www.ilgiornaledellalogistica.it
- (12) www.leanmanufacturing.it
- (13) www.logisticaefficiente.it
- (14) www.logisticamente.it
- (15) www.merlo.com
- (16) www.rivistalogisticaetrasporti.it
- (17) www.wikipedia.it