



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea magistrale in **INGEGNERIA GESTIONALE**

**ANALISI E RE-LAYOUT DELLE AREE DI STOCCAGGIO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI
UN SISTEMA DI PICKING E APPROVVIGIONAMENTO LINEE PRODUTTIVE CON
LOGICA MILK-RUN: IL CASO RIVACOLD S.R.L.**

**ANALYSIS AND RE-LAYOUT OF STORAGE AREAS FOR THE IMPLEMENTATION OF A
PICKING AND PRODUCTION LINES SUPPLY SYSTEM WITH MILK RUN LOGIC: THE
RIVACOLD S.R.L. CASE**

Relatore: Chiar.mo

Prof. **Bevilacqua Maurizio**

Tesi di Laurea di:

Santi Luca

A.A. **2018/2019**

Per quanto possa sembrare scontato, non smetterò mai di ringraziare chi ha creduto in me permettendomi di intraprendere questo percorso e mi ha sostenuto lungo tutto il groviglio di sensazioni, emozioni, risultati, avventure, nuove scoperte e valori che cinque anni si portano con loro. Chi da più vicino, la mia famiglia. Chi dal mio fianco, gli amici e la fermo family. Chi anche solo per una volta nella vita, the house of love e tutte le fantastiche persone conosciute a Cracovia, e a quelle rimaste.

Comunque vada, questo va a voi.

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUZIONE | i |
| CAPITOLO 1 L'azienda RIVACOLD SRL | 1 |
| 1.1 La Storia | 1 |
| 1.2 La struttura degli impianti | 3 |
| 1.3 La struttura dei processi di lavorazione | 7 |
| 1.4 La struttura del prodotto | 13 |
| 1.4.1 Il funzionamento termodinamico..... | 15 |
| CAPITOLO 2 Il Lean Thinking | 18 |
| 2.1 I principi fondanti | 18 |
| 2.1.1 Definizione del valore (Value) | 19 |
| 2.1.2 Identificazione del flusso di valore (Value Stream) | 19 |
| 2.1.3 Far scorrere il flusso (Flow) | 20 |
| 2.1.4 Fare in modo che il flusso sia tirato dal cliente (Pull) | 21 |
| 2.1.5 Ricercare la perfezione (Seek Perfection) | 21 |
| 2.2 I sette sprechi (Muda)..... | 22 |
| CAPITOLO 3: La Logistica Integrata | 25 |
| 3.1 I Flussi Logistici | 27 |
| 3.2 La Gestione delle scorte | 29 |
| 3.2.1 L'analisi ABC..... | 32 |
| 3.2.2 L'effetto Forrester..... | 33 |
| 3.3 La filosofia JIT nella gestione delle scorte | 35 |
| 3.3.1 L'impiego del Kanban | 37 |
| CAPITOLO 4: I Sistemi di picking nella Logistica Interna | 40 |
| 4.1: Tipologie di Picking | 41 |
| 4.3 Politiche di Routing..... | 44 |
| 4.3.1 Strategia <i>Traversal Routing</i> | 44 |
| 4.3.2 Strategia <i>The Largest Gap Routing</i> | 45 |
| 4.3.3 Strategia <i>The combined Routing</i> | 46 |

| | |
|--|-----|
| CAPITOLO 5: Analisi situazione AS-IS in Rivacold RV4B | 47 |
| 5.1 Stato dell'arte dei magazzini | 47 |
| 5.1 Stato dell'arte delle modalità di picking..... | 54 |
| | |
| CAPITOLO 6: Re-layout ed implementazione del milk run picking | 59 |
| 6.1 Introduzione al Milk Run | 59 |
| 6.2 Introduzione al metodo 5S..... | 61 |
| 6.3 Il caso RIVACOLD | 63 |
| 6.3.1 Riorganizzazione dei magazzini M2, M3 e M4..... | 63 |
| 6.3.2 Riorganizzazione magazzino M1 | 67 |
| 6.3.3 Il treno logistico con logica milk run..... | 78 |
| 6.4 Risultati finali e conclusioni | 99 |
| | |
| Sitografia / Bibliografia | 101 |

INTRODUZIONE

Il mercato attuale è caratterizzato da clienti sempre più esigenti, che richiedono ai loro fornitori di sostenere la propria capacità competitiva e di conseguenza la loro immagine aziendale attraverso un livello di servizio sempre più qualificato. Risulta quindi cruciale l'implementazione di tecniche produttive gestionali innovative, capaci di interpretare al meglio il requisito richiesto dal cliente. Proprio in quest'ottica si focalizza il mio elaborato alla cui base vi è l'analisi, lo sviluppo e l'implementazione di una logica appartenente alla branca della Lean Production, chiamata Milk Run, designata a rispondere alle esigenze dell'azienda di velocizzare il processo di picking con cui i materiali da assemblare vengono prelevati e portati alle linee di produzione. In generale si può affermare che lo strumento è chiamato a rispondere all'esigenza regina che accompagna ed alimenta le politiche governanti un impianto produttivo degli ultimi decenni: produrre di più, al minor tempo, al minor costo, allo standard qualitativo richiesto dal cliente e con elevata flessibilità.

Rivacold S.r.l. (gruppo VAG), situata a Vallefoglia (PU), è l'azienda nella quale ho avuto l'occasione di sostenere l'implementazione dello strumento Milk Run, attraverso uno stage formativo della durata di sei mesi a conclusione del mio percorso di studi. Essa si occupa della produzione quasi totalmente integrata di sistemi per la refrigerazione industriale nel mercato B2C, dal settore Ho. Re. Ca. fino al farmaceutico, medicale, agro-alimentare e GDO.

Sebbene l'implementazione di questa tecnica sia stato l'obiettivo finale, gli step necessari al suo adempimento sono passati prima di tutto attraverso il tentativo di una profonda rivoluzione nel pensiero comune dell'operatore: provare a radicare nella mente comune i concetti di lotta agli sprechi quotidiana e miglioramento continuo è stato ed è ad oggi il compito più ostico rispetto a qualunque tecnica immaginabile che possa apportare un miglioramento effettivo nella praticità, specialmente quando si tratta di abbandonare la propria "comfort zone" creatasi attraverso anni di esperienza: qualsiasi strumento è messo in atto da persone umane e se quest'ultime non hanno fede in una differente filosofia non c'è tecnica che tenga sul lungo periodo.

Con la partecipazione di un team formato da consulenti esterni specializzati in ambito *operations* e ingegneri di processo, pianificazione e logistica si è cercato di portare una

rivoluzione “pratica” del sistema di picking solo successivamente alla rivoluzione “mentale” inizialmente accennata, il tutto a seguito di un’analisi di fattibilità già sostenuta ed andata in porto. Al mio ingresso il team ha operato parallelamente alla riorganizzazione dei magazzini e dei flussi fisici dei materiali all’interno dello stabilimento RV4B, considerata requisito necessario al fine della futura implementazione di un treno logistico che immedesimasse la logica Milk Run.

Le motivazioni che mi hanno portato a sviluppare e descrivere l’innesto di questa nuova modalità di picking provengono dalle stesse domande alle quali si cerca di rispondere durante la stesura dell’elaborato, ovvero se è veramente possibile apportare un miglioramento significativo in produzione attraverso piccole ma nette azioni correttive e senza investimenti *breakthrough* mirando prevalentemente ad incrementare la flessibilità mentale del generico operatore orientandola verso ciò che può essere considerato a valore aggiunto rispetto ad una determinata variabile in oggetto.

Nello specifico il primo capitolo è totalmente dedicato alla descrizione della realtà nella quale mi sono calato: un iniziale racconto sulla storia dell’azienda fa da introduzione alla descrizione della struttura di tutti gli impianti dedicati al concepimento del prodotto finito. Essendo quasi totalmente integrata verticalmente infatti verrà descritto ad uno ad uno il layout e le tipologie di lavorazione specifiche per ogni plant, fino ad arrivare alla trattazione delle tre principali linee di prodotto che l’azienda assembla sui principali siti produttivi. Come è corretto aspettarsi, essendo i prodotti macchine refrigeranti progettate da ingegneri termodinamici, a corredo della struttura del prodotto viene fornita una spiegazione del ciclo termodinamico frigorifero che sta alla base di ogni tipologia di prodotto e di gamma assemblata, su cui il know-how tecnico dell’azienda ha forte preponderanza.

Il secondo capitolo, ancora destinato ad una trattazione teorica, illustra i principi fondanti del pensiero snello, o Lean Thinking, all’interno dei quali la logica Milk Run trova una perfetta collocazione. Successivamente alla descrizione del cosiddetto ciclo del valore, verranno puntualizzati i sette tipi di sprechi che si possono incontrare in un qualsiasi impianto produttivo e che caratterizzano altrettanto lo stabilimento in questione specialmente per ciò che riguarda giacenze, movimentazioni e trasporti. Successivamente, al terzo e quarto capitolo, un’analisi dei flussi logistici interni che riguardano le aree di stoccaggio e le strategie di routing attraverso le quali il processo di

picking può essere espletato per capire a fondo dove il Milk Run impatterà prevalentemente ed in che modo.

Nel quinto e sesto capitolo, si entra dettagliatamente nel caso studio Rivacold, ovvero inizialmente l'obiettivo è fare una fotografia di come attualmente funziona il processo di picking e approvvigionamento linee di produzione, evidenziando tutte le lacune e le difficoltà che lo stato dell'arte delle cose si porta con sé, dalle attività a non valore aggiunto nella fase di prelievo e movimentazione in sé per sé del carico fino alla disposizione planimetrica delle ubicazioni in magazzino, che verrà reingegnerizzata completamente attraverso l'introduzione di nuove tipologie di scaffalature, mutandone il layout. All'ultimo capitolo è affidata l'intera descrizione dell'implementazione del re-layout aree stoccaggio e successivo Milk Run: una descrizione dell'origine storica del termine Milk Run farà da apripista all'elaborato che in quest'ultima parte è diviso in step. Inizialmente, essendo la riorganizzazione degli stock la prima azione da fare, si vuole spiegare come il tutto ruoti attorno al concetto di 5S e che dunque l'analisi ABC(D) seguente, di cruciale importanza, serva a mettere in evidenza il solo quantitativo di articoli che secondo il principio di Pareto vengono movimentati più spesso, chiudendo il cerchio del "Separare", "Sistemare" e "Standardizzare". A questa riclassificazione delle *sku* verranno corrisposte successivamente quattro tipologie di picking a seconda della rotazione delle stesse. Il tutto fungerà da base di partenza per il treno logistico Milk Run: dopo aver progettato i carrelli di traino alla motrice in modo che tutte le componenti richieste in picking list, in tutte le loro possibili forme e geometrie, potessero adattarsi sui vari ripiani, è stato studiato a tavolino il flusso di picking dal magazzino di partenza alle linee, fermata per fermata, in modo da ridurre per quanto possibili i tempi e le attività a non valore aggiunto. In ultima analisi è stato pianificato un sistema di monitoraggio dati, almeno nella fase transitoria di questa applicazione, con la combinazione di strumenti quali carte di controllo, grafici *Ishikawa* e Pareto ad ogni fermata del treno, allo scopo di andare ad intercettare le cause scatenanti gli eventuali tempi non in controllo statistico.

CAPITOLO 1 L'azienda RIVACOLD SRL

1.1 La Storia

RIVACOLD SRL è una realtà di caratura mondiale facente parte del Gruppo VAG, assieme a VITRIFRIGO e RAV, con sede centrale a Vallefoglia di Montecchio (PU), che produce sistemi per la refrigerazione industriale e commerciale di varie tipologie e dimensioni. Classificata come 'grande impresa' presenta un fatturato di gruppo attorno ai 250 milioni di € di cui circa un 75% proveniente unicamente da Rivacold e un roster dipendenti che sfonda quota 1500.



Figura 1-1: sede Rivacold stabilimento RV4

Nasce nel 1966, da un'idea di Vitri Alceste sotto il nome di "Refrigerazione Industriale" che mettendo in pratica la passione per la omonima materia e la padronanza della tecnica del freddo, forniva riparazioni per la manutenzione di gruppi frigoriferi già installati. Nel giro di pochi anni grazie ad una robusta strategia di sviluppo prodotto congiuntamente al boom economico agli inizi degli anni '70 ed una fievole concorrenza nel settore, si afferma leader sul territorio nazionale.

Nel 1985 Refrigerazione Industriale si trasforma in RIVACOLD che grazie all'esperienza acquisita e la continua ricerca tecnica inizia a produrre le prime proprie unità condensatrici, sistemi ermetici e gruppi refrigeranti monoblocco per i principali produttori di banchi e armadi frigoriferi

A partire dal 1990, dopo aver partecipato a diverse fiere espositive nazionali ed internazionali presenta sul mercato sistemi refrigeranti rivoluzionari per l'epoca, tra cui unità condensatrici silenziate e monoblocchi a controllo elettronico che consentono di

delineare un percorso dell'azienda indicato come *Mass Customization-Oriented*, che contrapposto ad un approccio *Mass Production-Oriented* ha permesso all'azienda di ottenere sin da subito un vantaggio competitivo che ancora oggi la contraddistingue.

L'avvento degli anni 2000 segna l'internazionalizzazione dell'azienda che, in continua espansione, dopo aver costruito altri tre plants produttivi nella medesima area del pesarese (ad oggi ne comprende sette) ed aver esteso la gamma di prodotti e clienti, nel 2006 inaugura la prima filiale estera alla quale seguirà una seconda espansione in termini di unità produttive e commerciali in Regno Unito, Francia, Germania, Spagna, Slovacchia, India ed America Centrale. Nel corso degli ultimi anni non solo i volumi prodotti sono cresciuti di molto rispetto ai livelli iniziali, ma la gamma offerta ai clienti, grazie ad una precisa e solida strategia di produzione flessibile, ha cominciato a crescere esponenzialmente ed essere sempre più ampia e completa, fino a fornire un prodotto 100% personalizzabile, includendo gruppi di maggiori potenze e, successivamente, frigoriferi per la nautica, il trasporto e caravan, il settore ho.re.ca., vending GDO, agro-alimentare, medicale e farmaceutico.

La diversificazione delle attività e delle competenze, rispetto al modello di business iniziale, nasce dalla relazione molto stretta con i clienti, che in genere sono installatori di dimensioni abbastanza grandi che lavorano a loro volta per attrezzare i locali necessari alla GDO e alle catene commerciali, nei diversi settori, qualche volta direttamente in altri casi indirettamente, attraverso la mediazione dei costruttori di edifici destinati a questa funzione. La crescita, che conta un ritmo di circa un 10% all'anno, pur essendo alimentata anche dalla domanda estera, è in gran parte dovuta alla domanda che si forma sul mercato italiano: il 70% del fatturato è italiano (di cui poi tramite i nostri clienti il 30% viene esportato), il 25% è in Europa, solo il resto va a mercati extra-europei.

1.2 La struttura degli impianti

Come anticipato nel capitolo precedente, il mondo Rivacold può contare attualmente su **sette stabilimenti produttivi** siti in Italia, uno in America ed uno in Slovacchia, ognuno avente una propria differente funzione nella supply chain interna che porta dal concepimento alla spedizione del prodotto finito. Il seguente elaborato tratterà solo ciò che riguarda Rivacold Italia.

Tenendo conto del fatto che l'azienda è totalmente **integrata verticalmente** si può procedere per ordine descrivendo gli impianti da un punto di vista strutturale e di layout dalla fase in cui le materie prime vengono processate e muovendosi nella direzione in cui il prodotto viene via via assemblato, con l'ausilio della seguente figura.

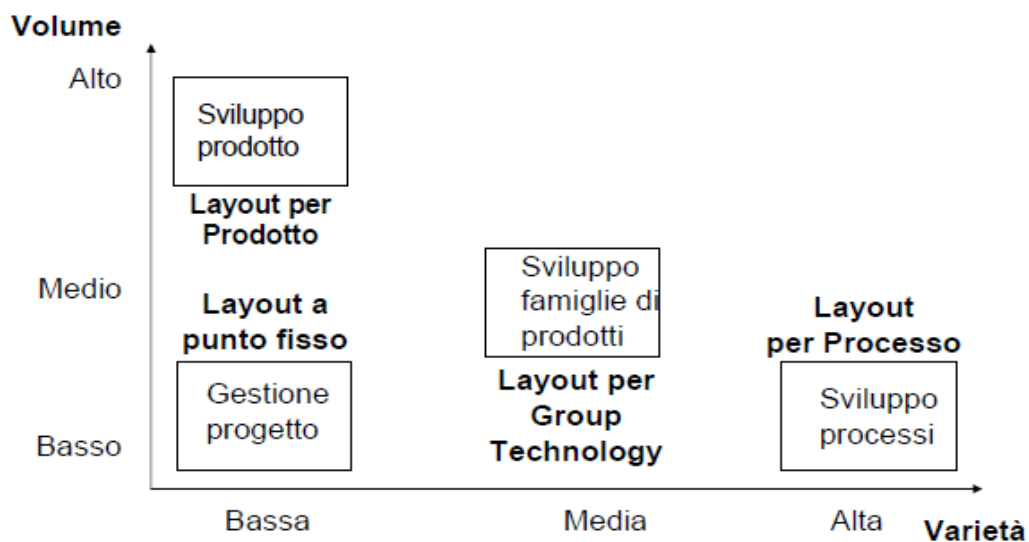


Figura 1-2: grafico Varietà-Volumi per configurazione layout

Inoltre, in riferimento alla figura sopra riguardante le tipologie di layout, essi sono così definibili:

- **RV03** è lo stabilimento nel quale vengono concepite le lamiere che costituiscono lo scheletro della macchina. Fondamentalmente questo plant ha un layout per prodotto ad “U” nel quale i macchinari vengono disposti nella sequenza con cui essi sono chiamati in causa dal ciclo di lavoro del lamierato. Le materie prime arrivano a un estremo dell'area di fabbricazione e si trasferiscono tra le varie

operazioni, fino a tornare allo stesso estremo da cui è sono partite, da cui si estrae il prodotto finito. I prodotti semilavorati vengono movimentati da una stazione di lavoro a quella immediatamente successiva mediante sistemi di trasporto fissi (linee transfer, nastri trasportatori) ma anche con muletti. Tale tipo di layout risulta, quindi, scarsamente flessibile in quanto strettamente legato al prodotto che si intende fabbricare, in compenso esso risulta molto più efficiente di quello per processo. Esso è giustificato pertanto nel caso di impianti caratterizzati da una produzione assai specialistica, come nel caso delle lamiere in RV03 che prevede la fabbricazione di un numero relativamente ridotto di prodotti diversi in grandi quantità, nello specifico 70.000 pezzi a settimana per un totale di 3.150.000 pezzi annui.

- **RV05-RV06:** In concomitanza alla preparazione delle lamiere, allo stabilimento numero “5” e “6” avviene la produzione delle batterie, ovvero evaporatori e condensatori che, assieme a compressore e valvola di laminazione costituiscono la macchina refrigerante (nella sua composizione di base, non considerando optional e accessori di miglioria). Il layout in questione è misto, nel senso che comprende sia layout ad “U” multipli, come avviene in RV03, per la produzione dei tubi e dei pacchi lamierati, sia perché a loro volta questi sono inclusi in un layout per reparto infatti le lavorazioni che presentano lavorazioni simili sono raggruppate in un unico sotto-reparto o centro di lavoro: uno per la brasatura, uno per la piegatura e taglio, uno per il collaudo di tenuta, uno per il cablaggio. In questo caso non essendo possibile individuare un flusso univoco dei materiali, questi ultimi devono essere movimentati con apparecchiature mobili quali carrelli a forche, trans-pallet, ecc. e a fronte di svantaggi quali: lunghe linee di flusso, necessità di magazzini intermedi, necessità di controlli durante la produzione, offre un maggior tasso di utilizzo delle attrezzature, una maggiore flessibilità ed una maggiore di possibilità di ovviare ad avarie di una macchina senza che tutto il flusso a valle si interrompa. Numericamente parlando il volume prodotto dagli stabilimenti 5 e 6 considerati nel loro complesso si aggira sulle 20.000 unità settimanali e 1.000.000 unità annuali.

- **RV04:** Assieme a RV01 sono gli stabilimenti principali adibiti all'assemblaggio finale del prodotto finito. Sebbene essi siano diametralmente opposti per quanto riguarda la gamma che processano ed il relativo volume, è possibile in ogni caso identificarne un comun denominatore attraverso cui descriverli. RV04 è ulteriormente divisibile in due macro-divisioni facenti parte dello stesso stabilimento, che si differiscono per quanto riguarda la complessità del prodotto: RV4B (Blockchain) assembla monoblocchi di piccole dimensioni (resa frigorifera compresa mediamente tra 900 e 400 W). RV4C assembla centrali frigorifere di dimensioni molto più grandi le quali possono contenere anche quattro o cinque volte le componenti presenti in un monoblocco (con prestazioni di resa frigorifera compresa tra i 20 e i 150 kW), come si può notare nella figura sottostante e che, come è facile intuire, necessitano di ben altro tempo per essere ultimate.



Figura 1-3: centrale frigorifera TX multi-compressore

A onore di completezza, sono inoltre presenti due ulteriori sottodivisioni 4D e 4S che comprende solamente due linee di produzione specifiche per un particolare cliente (4D assembla i relativi prodotti finiti, 4S i sotto assiami) sviluppate a flusso, ma di cui non verrà trattato in questo elaborato.

Anche nel caso della 4B la disposizione planimetrica delle macchine presenta la tipicità di essere per reparto, dato l'altissimo grado di varietà dei prodotti

processati sulle 12 linee e sui vari sotto-reparti quali “Area Rame” ed “Area Elettrico”.

La divisione 4C, data l'imponenza delle macchine processate, prevede un layout a isole misto nel quale la macchina, pressoché ferma nel punto in cui il telaio (scheletro) è stato posizionato, viene assemblata in modo *men-to-machine* ovvero gli operatori orbitano attorno ad essa per completarla.

Per lo stabilimento numero 4, includendo RV4B, RV4C, RV4D e RV4S si parla di 1000 unità di prodotto finito per ogni settimana, per un totale che si attesta attorno alle 45.000 unità annue,

- **RV01** contiene 25 linee di produzione, 1 reparto brasatura più altre 4 solamente dedicate all'assemblaggio di macchine specifiche per un solo cliente le quali confluiscono in una unica, automatizzata, per l'imballaggio finale. Come si può notare dalla figura seguente, il layout è disposto **per reparto**, all'interno dei quali si sviluppano flussi di produzione ad U su tutte le linee di produzione e di brasatura. I monoblocchi qui assemblati sono di dimensione ulteriormente inferiore di quelle processate alla 4B e solamente a mono compressore e di conseguenza i volumi come sono dunque più corposi rispetto al solo 4B: 3.800 unità settimanali e 170.000 annue, non considerando le quantità provenienti da RV1B (Brasatura) che altrimenti farebbero innalzare la quota a 5.500 unità/settimana e 240.00 unità/anno.



Figura 1-4: panoramica linee produzione RV4B

- **RV02** è il prolungamento dello stabilimento 01 che svolge la funzione di polo commerciale e rivenditore principale presso l'headquarter. Infatti, i prodotti finiti non solo vengono imballati e spediti su commessa presso i clienti ma sono anche acquistabili direttamente da questo stabilimento, così come lo sono pezzi di ricambio, semilavorati, semi assemblati e materie prime come lamierati.
- **RV07** in ultima analisi è il più recente stabilimento completamente dedicato a R&D. Sviluppato con l'ausilio dell'UNIVPM è provvista di cinque camere di testing e risulta essere l'unico polo di ricerca in Europa accreditato con specifici brevetti per prove di tenuta e collaudo termodinamiche nel quale posso essere certificate anche macchine provenienti da terzi, su richiesta.

1.3La struttura dei processi di lavorazione

Qui di seguito verranno invece illustrate tutte le fasi di lavorazione, assemblaggio o di movimentazione che vengono effettuate in ogni stabilimento, in modo da fornire una spiegazione generale e sintetica di come il prodotto viene fisicamente assemblato step by step a partire dalle materie prime, e dunque dalla RV03, che comprende le seguenti operazioni:

- Nesting: è la fase che appartiene all'ufficio tecnico di competenza nel quale i fogli di lamiera vengono configurati all'ottimo nelle macchine per la suddetta operazione, nel senso che si cerca di ottenere il numero massimo di pezzi utili da un singolo foglio minimizzando gli scarti. Tutto questo viene poi codificato nell'apposito linguaggio di programmazione per far sì che la macchina a C.N. interpreti l'istruzione.
- Taglio Laser/Punzonatura: la lamiera dopo essere stata prelevata dal magazzino interno allo stabilimento e posizionata sulla punzonatrice o sulla macchina a taglio laser a seconda della complessità del semilavorato da produrre, infatti quando i tagli o i fori sono in grande quantità e molto vicini tra loro è necessaria un elevato grado di precisione ed affidabilità fornito dal taglio laser, altrimenti è sufficiente una punzonatrice che con l'utensile impostato permette di ottenere il pezzo desiderato. Dopo di che viene impilato in

- Stampaggio: Può succedere che su particolare esigenza del cliente la cassa esterna della macchina, dunque la lamiera, debba subire una lavorazione di stampaggio
- Piegatura: la lamiera, dopo essere stata scossa per rimuovere gli sfridi rimanenti, viene data in ingresso alle suddette macchine C.N. comprensive di pressa e piegatrice per far sì che ottenga nei lati la curvatura o piegatura desiderata. È importante ricordare che data l'ampiezza di gamma offerta dall'azienda i prodotti finiti possono differire notevolmente in termini di dimensioni dunque l'impianto è fornito anche di due catene di piegatrici manuali nel quale la lamiera di dimensioni contenute viene inserita, bloccata, e successivamente piegata con l'ausilio della spinta dell'operatore.
- Rifinitura: alla fine del processo di trattamento delle lamiere e prima che esse siano imballate e spedite presso gli altri stabilimenti per proseguire l'assemblaggio, due operatori di fine linea controllano ulteriormente gli sfridi e i difetti di lavorazione per far sì che il semilavorato sia conforme alle specifiche.

In concomitanza a ciò che avviene allo stabilimento Nr. 3, al numero 5 e 6 si procede con le seguenti lavorazioni:

- Taglio: inizialmente i tubi in rame vengono tagliati per far sì che siano adatti alla richiesta del cliente in termini di portata e di estetica. Essi costituiscono il mezzo attraverso il quale il fluido refrigerante dovrà scorrere all'interno della macchina. Al contempo un'altra tagliatrice prepara delle "curvette" ovvero delle piccole sezioni di tubo tagliate e piegate ad U che successivamente andranno a chiudere ogni curva che il tubo compie nell'evaporatore o condensatore.
- Punzonatura: durante questa fase, a valle del taglio dei tubi, un rotolo di lamiera è messo in continuo movimento per far sì che la lastra scorra sotto una serie di punzoni adibiti alla foratura in contemporanea del foglio in base al disegno proveniente dall'ufficio tecnico. L'obiettivo è quello di ottenere una serie di fogli identici nella dimensione e nella struttura dei fori in modo da impilarli per la prossima lavorazione.
- Mandrinatura: la condizione descritta alla fine della precedente lavorazione è quella necessaria e sufficiente a far sì che la fase di pressatura abbia inizio, infatti successivamente i tubi vengono inseriti nei fori ed il blocco ordinato di fogli più

tubi viene inserito nella mandrinatrice. Il fissaggio dei tubi all'interno della batteria avviene per espansione, infatti essa viene inserita tra due supporti che spingono l'uno verso l'altro fino a raggiungere una pressione così elevata che i tubi, dato il materiale di cui sono composti, si espande all'interno dei fori, fissandoli ai tubi permanentemente.

- Brasatura: raggiunto questo punto il semilavorato attraversa la fase di brasatura, nella quale si chiudono le estremità aperte dei tubi inserendo le curvette inizialmente tagliate ed i rivetti. La chiusura avviene per l'appunto brasando, cioè collegando curvetta e tubo con l'ausilio di un metallo d'apporto senza la fusione dei pezzi da assemblare. Il metallo d'apporto penetra per capillarità fra i pezzi da assemblare. A disposizione degli operatori che svolgono manualmente questo lavoro, è predisposta anche una macchina brasatrice automatica.
- Collaudo di tenuta: Alla fine del processo di assemblaggio batterie vi è obbligatoriamente il collaudo di tenuta, fondamentale per evidenziare potenziali perdite di fluidi refrigeranti lungo i condotti. Esso può avvenire facendoci circolare aria o altri gas e monitorandone l'andamento con l'appropriata sensoristica oppure immergendo la batteria in una vasca d'acqua.
- Nello stabilimento RV06 infine avviene infine il cablaggio elettrico di queste batterie, il montaggio delle ventole e l'eventuale carenatura degli evaporatori o condensatori su linee di montaggio manuali.

Attraverso un sistema di trasporti interno all'azienda, i semilavorati prodotti alle precedenti divisioni convogliano agli stabilimenti RV04 e RV01 nei quali avviene l'assemblaggio del prodotto finito. Focalizzandoci sulla RV04 ed osservando le linee di assemblaggio partendo da RV4B si nota che le dimensioni delle macchine aumentano man mano che si sposta verso RV4C, infatti la 4B è formata da 12 linee (B01-B12) nelle cui prime tre linee viene manufatto il monoblocco refrigerante a più basso takt time fino ad arrivare alla linea B11 e 12 nelle quali per assemblare un prodotto si potrebbero impiegare quattro ore, fino ad arrivare alla 4C in cui da un layout a flusso che caratterizza le prime 10 linee alla 4B (escluse B11 e B12 che sono ibride) si passa ad un layout ad isole di lavoro, comprensivo di 7 linee nelle quali una centrale può impiegare anche quattro giorni prima di essere pronta per la spedizione.



Figura 1-5: monoblocco FA/FT

Successivamente verranno illustrate le fasi di lavorazione della divisione 4B che resterà l'unica ad essere approfondita nel corso della trattazione.

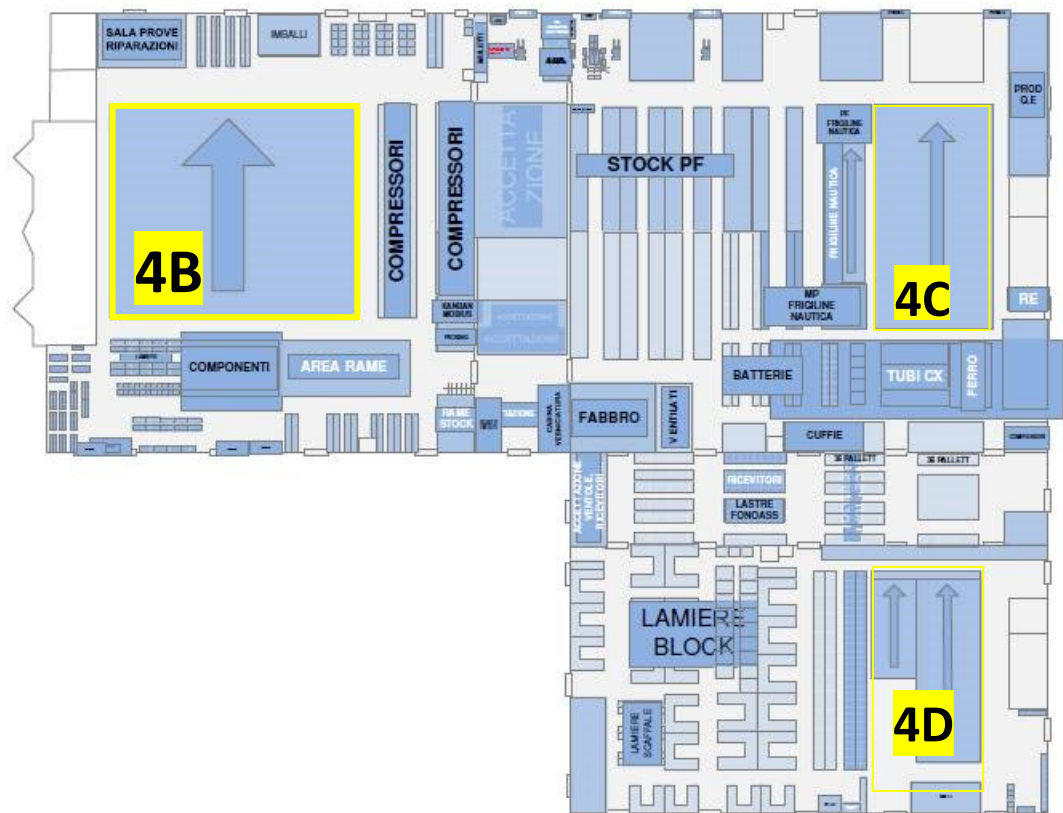


Figura 1-6: layout stabilimento RV4

In parallelo alle dodici linee in cui avviene l'assemblaggio, nel sotto reparto "Area rame" e "Area elettrico" vengono preparati gli ultimi pre-assemblati che arriveranno alle linee insieme al resto del materiale preparato negli altri stabilimenti e prelevato attraverso muletti e treni dai magazzini di riferimento, come illustrato nella figura sopra stante.

Nell'area rame, comprensiva di 15 stazioni, vengono dapprima tagliati e/o piegati i tubi necessari previsti dal piano di schedulazione ed MRP, in modo analogo a come succede alla RV05, dopo di che pre-brasati per le condotte che portano il fluido refrigerante da un componente all'altro e guainati con un particolare materiale anti condensa, in particolare la brasatura riguarda il collegamento del tubo ad una valvola di non ritorno e alla valvola di laminazione, che favorisce la Δ Pressione necessaria in ingresso all'evaporatore, non che ad eventuali basi di supporto per secondari collegamenti.

Nell'area elettrico, come di facile intuizione, vengono cablate le basi che faranno da alimentazione alle ventole di raffreddamento (se previste), per il compressore e per gli eventuali controllori elettronici interni.

A valle delle stazioni di brasatura pre-montaggio vi sono infine due stazioni per l'assemblaggio delle ventole di raffreddamento, pensate in modo tale da far arrivare alle linee tutto il materiale già pronto, assieme a tutto il necessario prelevato dal magazzino e il materiale in output dal reparto rame, cercando di **esternare il maggior numero di attività a non valore aggiunto.**

Quindi una volta che il materiale necessario per assemblare la macchina arriva in linea, in prima fase gli operatori svolgono via via azioni base atte ad aggiungere valore al prodotto quali:

- Collegamento tra i tubi pre-brasati agli altri componenti,
- Avvitamento e fissaggio viti,
- Controllo pressione interna compressore,
- Fissaggi ad incastro con guaine e gommini
- Brasature per le ultime connessioni ai tubi di mandata e ritorno, quando necessario.

Successivamente, a seguito di questo primo step, hanno luogo due operazioni che richiedono massima precisione: cablaggio con collaudo elettrico e collaudo di tenuta.

Nel collaudo elettrico vengono testate le ventole di raffreddamento e i cablaggi elettrici ultimati facendo scorrere la corrente di funzionamento all'interno della macchina. Nel collaudo di tenuta viene inserito un fluido refrigerante per rilevare le perdite, che può essere elio o propano per le perdite. Nel primo caso in serie vi è collegato una macchina chiamata sniffer con apposita sensoristica capace di "sentire" le perdite del gas elio. Viene impiegato questo fluido perché è il più leggero presente in natura dunque se la macchina riesce a non avere perdite di elio, sicuramente non ne avrà con gas più densi o pesanti. Col propano invece si ha un grado di attendibilità differente e viene usato quando la sonda ad elio è occupata.

Se la macchina supera tutti gli step, alla fine della linea viene carenata (ovvero chiusa da ulteriori lamiere di copertura), se le carene sono incluse nel disegno tecnico, altrimenti viene imballata e trasportata al magazzino prodotti finiti per la spedizione.

RV01

Le operazioni che vengono effettuate sono le stesse che si susseguono in RV04 con la sola differenza che, essendo le dimensioni dei sistemi refrigeranti qui prodotti inferiori (sistemi mono compressore) e il takt time molto ridotto, l'output in termini di numeri è più grande di un fattore 10 rispetto allo stabilimento 04.

1.4 La struttura del prodotto

La tendenza al continuo miglioramento tecnico, qualitativo e soprattutto a livello di customizzazione del prodotto ha portato Rivacold ad essere un'azienda leader nella costruzione di impianti e gruppi per la refrigerazione che si dividono in 3 principali linee di prodotto:

- **Gruppi Frigoriferi:** unità di potenza, unità condensatrici aperte e carenate, gruppi monoblocco e split (in cui l'evaporatore è posizionato al di fuori della stessa macchina), centrali frigorifere multi-compressore e sistemi integrati.
- **Scambiatori di calore:** condensatori compatti e ventilati, evaporatori statici, evaporatori ventilati.
- **Trasporto Refrigerato:** gruppi refrigerati a batteria e trazione diretta.

La gamma di prodotti si sviluppa in versioni standard e a disegno cliente in diverse applicazioni dedicate ai mercati di riferimento descritti nel primo sotto capitolo.

Per dare un'idea del sistema sul quale i prodotti e di conseguenza le linee di produzione vengono implementati è comodo ricondursi alla **classificazione a 3 assi**:



Figura 1-7: grafico gestionale a tre assi

Per quanto riguarda l'asse del mercato l'azienda svolge una produzione su commessa ripetitiva, in cui la gamma è ampia ed il prodotto ben differenziato, il consumo del prodotto è ripetitivo e pertanto le sue caratteristiche sono note a priori (mentre la tradizionale strategia *make-to-stock* identificherebbe come ottimale una produzione a magazzino). L'asse gestionale definisce le modalità secondo cui viene realizzato l'output, in dipendenza dalle caratteristiche tecniche dell'impianto, dalla ripetitività del consumo dei beni prodotti e da considerazioni di carattere tecnico-economico. In questo scenario Rivacold rientra nella produzione a lotti cellulare in quanto

- tra un ordine e l'altro hanno luogo operazioni di attrezzaggio atte a riconfigurare i mezzi di produzione, adattandoli al nuovo articolo.
- esiste una qualche ripetitività nel consumo dei beni prodotti e la quantità messa in produzione è vincolata, perciò si può produrre una quantità maggiore di quella richiesta e il residuo messo in magazzino.

Infine, l'asse tecnologico descrive la modalità secondo cui viene realizzato il processo di produzione e su questo vettore l'impresa si focalizza sulla produzione manifatturiera (o per parti) in cui il prodotto è costituito da un certo numero di componenti discreti assemblati tra loro.

Per ciò che riguarda lo stabilimento 4B, i ritmi di produzione variano in accordo ai gruppi di famiglie che vengono processati sulle linee e non in base a quale linea viene impiegata, infatti essendo la customizzazione il fiore all'occhiello dell'impresa, almeno le prime 6 linee sono adattabili ad ogni tipo di monoblocco. Il tempo di processo dipende dunque unicamente dalla complessità del prodotto senza essere vincolata tecnicamente alla linea stessa.

È ora necessario fornire una descrizione delle famiglie di prodotti seguendo l'alfabeto tecnico utilizzato in azienda per fornire di seguito e nei capitoli successivi una trattazione più chiara e differenziata per tipologia.

Sulle prime quattro linee (B01-B04) vengono processate tre tipologie di famiglie:

- **FA:** monoblocco a parete per celle frigorifere che può essere mono o bi compressore
- **FS:** monoblocco FA ma con evaporatore splittato
- **FT:** monoblocco FA con tampone isolante

- **CT**: monoblocco FA ma di dimensioni maggiori
- **PT**: monoblocco CT ma di dimensioni maggiori
- **SP**: monoblocco PT ma con evaporatore splittato

Tutte queste famiglie, comprese le eventuali customizzazioni funzionali o estetiche, sono tutti monoblocchi montati a parete con temperature di applicazione suddivise in: bassa (-20°C), media (0°C) e alta (5°C).

Alle linee B05-B08 viene processata la famiglia **SF**: un monoblocco a soffitto multi-compressore (2 o 3 unità), che lavora a gas propano all'interno delle stesse temperature sopra citate e il cui raffreddamento può essere ad aria con le ventole o ad acqua.

Successivamente procedendo in ordine crescente alla linea **B07** appartengono le famiglie **TH** e **MH**, alla B09 le famiglie **ST** e

SU ed infine alla **B10** le restanti famiglie iniziati con la lettera P: **PR, PC, PD, PF**.

Alle restanti ultime due linee appartengono famiglie di prodotti ibride, in cui il sistema refrigerante è un incrocio tra un monoblocco di grande dimensione ed una centrale (prodotto tipico della 4C) di piccole dimensioni, dunque non miscibile né in una né nell'altra divisione e che non verranno trattate nell'elaborato.

1.4.1 Il funzionamento termodinamico

Il funzionamento alla base di qualsiasi macchina refrigerante è da ricercare nella termodinamica applicata ai cicli frigoriferi.

Un ciclo frigorifero è un ciclo termodinamico in grado di trasferire calore da un ambiente a bassa temperatura ad un a temperatura superiore e viceversa attraverso un **fluido refrigerante**, adibito proprio a questo scopo di trasferimento calore. È opportuno che il fluido possieda:

- Elevata densità sia allo stato gassoso che liquido,
- Elevata entalpia di evaporazione,
- Elevata capacità termica
- Elevata stabilità nelle condizioni di utilizzo.

La macchina che compie questo ciclo può essere interpretata ed utilizzata in due modi, a seconda della direzione dell'asportazione di calore:

- Come macchina frigorifera con lo scopo di sottrarre calore da un ambiente freddo trasferendolo ad uno caldo, raffreddandolo, rispetto alle sue condizioni iniziali (questo effetto è quindi utilizzato nei frigoriferi e nei condizionatori d'aria)
- Come pompa di calore: il cui scopo è fornire calore ad un ambiente caldo, prelevandolo da uno a temperatura più bassa.

In ambedue gli utilizzi, occorre erogare un lavoro per far funzionare il ciclo; erogare calore al punto caldo del ciclo (effetto utile della macchina funzionante come pompa di calore, tale calore è la somma del calore rimosso dal punto più freddo del ciclo ed il lavoro erogato) ed assorbire il calore dal punto più freddo (effetto utile della macchina funzionante come frigorifero) attraverso il fluido refrigerante operativo.

Il ciclo frigorifero è composto dalle seguenti fasi principali, illustrate graficamente nella figura sottostante:

- Compressione del fluido frigorifero tramite il compressore (trasformazione 1-2) (la pressione viene portata a quella di condensazione)
- Raffreddamento del gas frigorifero tramite il condensatore (trasformazione 2-3) (la trasformazione avviene a pressione e temperatura costante)
- Laminazione del gas frigorifero tramite organo di laminazione (trasformazione 3-4) (la pressione si abbassa fino alla pressione di evaporazione)
- Evaporazione del gas frigorifero tramite l'evaporatore (trasformazione 4-1) (la trasformazione avviene ancora a pressione e temperatura costante)

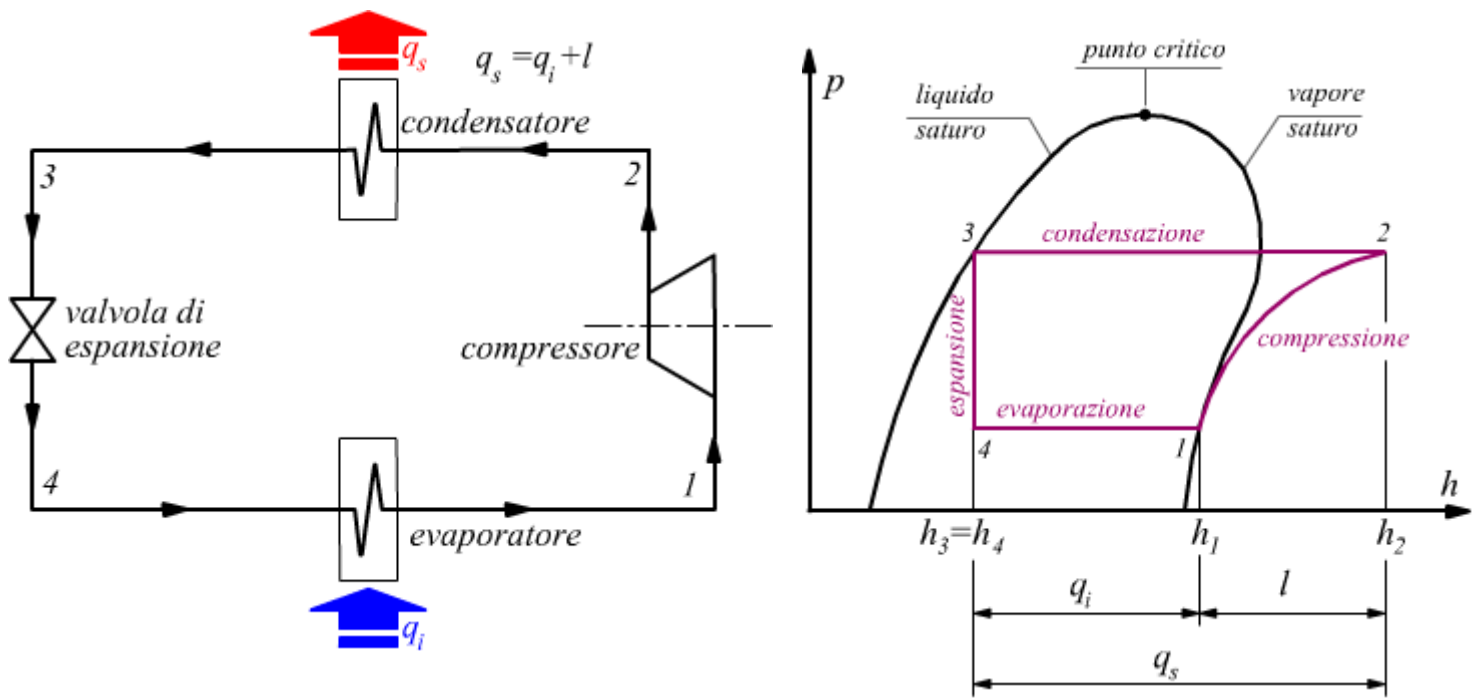


Figura 1-8: schema di funzionamento macchina frigorifera e ciclo Entalpia-Pressione

CAPITOLO 2 Il Lean Thinking

L'obiettivo di questo capitolo è descrivere dettagliatamente le pietre miliari di questa filosofia di gestione e le modalità con cui si impatta le funzioni aziendali.

2.1I principi fondanti

Il Lean Thinking applicato alla produzione e logistica è uno stile di gestione, altresì detto Lean Manufacturing, che rappresenta una generalizzazione e divulgazione in occidente del **sistema di produzione Toyota** (o *Toyota Production System - TPS*), comprensivo di un insieme di principi, metodi e tecniche, che ha permesso di superare i limiti della produzione di massa sviluppata da Henry Ford e Alfred Sloan applicata allora (e ancora oggi) dalla quasi totalità delle aziende occidentali.

L'aspetto che forse più differenzia il TPS nell'evoluzione dei modelli organizzativi è che esso non si riferisce solamente all'applicazione "cieca" di questi principi e metodi allo scopo di ottenere processi più efficienti. Si tratta, bensì, di una vera e propria filosofia che spinge l'imprenditore ad analizzare a fondo cosa avviene all'interno dell'azienda a tutti i livelli, non solo quello produttivo, con lo scopo ultimo di eliminare tutte quelle attività che non creano valore per il cliente e che quindi rendono inefficienti i processi, mirando all'eccellenza di tutti i processi aziendali.

I primi a capire che il modello giapponese andava ben oltre i confini produttivi, abbracciando l'intera gestione aziendale, sono Womack e Jones che individuano cinque pilastri che in futuro verranno riconosciuti come i cinque principi fondamentali della filosofia Lean, sono: **la definizione del valore, l'identificazione del flusso del valore, flusso del valore scorrevole, flusso del valore tirato dal cliente e ricerca della perfezione**

2.1.1 Definizione del valore (Value)

Fondamentale per questo primo principio è assumere la prospettiva del cliente e capire che cosa realmente il cliente ricerca nell'acquisto di un determinato prodotto o servizio. La definizione del valore ha quindi significato solamente se espressa in termini di specifici prodotti, in grado di soddisfare le esigenze del cliente ad un dato prezzo in un determinato momento. Quest'attività risulta essere un esercizio molto complesso che presuppone di ignorare completamente lo stato dell'arte rispetto a cui un'azienda momentaneamente opera, non tenendo in considerazione gli impianti o gli investimenti preesistenti e interrogandosi solamente su cosa il cliente sta cercando e quali attività aziendali realmente contribuiscono a creare valore per il cliente. È inutile produrre un prodotto complesso, realizzato con processi e tecnologie complesse e costose se poi il cliente non è disposto a pagare tutta questa complessità.

2.1.2 Identificazione del flusso di valore (Value Stream)

Il flusso di valore comprende tutto l'insieme di azioni necessarie per condurre un prodotto attraverso le sue fasi principali: gestione dell'ordine, progettazione, produzione. Una volta definito quale sia il valore per il cliente finale, il passo successivo consiste nel determinare le attività che contribuiscono a generare valore e quali invece sono da considerarsi uno spreco e che quindi sono eliminabili. A questo proposito è possibile suddividere le attività in tre categorie differenti:

- **Attività che contribuiscono alla creazione di valore per il cliente finale.** Sono le attività effettive alle quali è associato un ritorno economico
- **Attività che non creano valore ma risultano essere inevitabili per lo svolgimento di altre.** Queste attività non risultano immediatamente eliminabili ma lo potrebbero essere in futuro, adottando tecnologie o impianti produttivi più sofisticati oppure eseguendo una riprogettazione del prodotto e/o del processo. Un esempio di questa tipologia di attività può essere la necessità di trasportare un semilavorato ad un fornitore esterno per eseguire una parte di processo fondamentale per la realizzazione del prodotto ma non di competenza dell'azienda (trattamenti superficiali, verniciature, cromature ecc...). In questo caso il trasporto al fornitore è un'attività non a valore aggiunto ma indispensabile per

poter realizzare la lavorazione e quindi il prodotto finito. Questa attività sarà eliminabile in futuro tramite una riprogettazione del prodotto, quindi eliminando la necessità di tale lavorazione, oppure una riprogettazione del processo ossia acquistando i macchinari necessari per eseguire internamente tali attività.

- **Attività che non creano valore:** queste attività non contribuiscono a generare valore per il cliente né direttamente né indirettamente perciò possono essere immediatamente eliminabili.

2.1.3 Far scorrere il flusso (Flow)

Dopo aver definito il valore, averne mappato il flusso (tramite tecniche “Lean” quali *Value Stream Mapping*, *Swim Lane Chart*, ecc.) ed eliminato tutti gli sprechi, è necessario concentrarsi sulle attività a valore aggiunto e farle fluire senza interruzioni. A questo scopo è necessario superare il concetto di azienda organizzata per funzioni e di processo produttivo organizzato per reparti. Tali situazioni, infatti, provocano code di informazioni e scorte di materiali che costituiscono uno spreco importante. Focalizzandosi sui processi produttivi è importante, secondo questo principio, che i materiali e i prodotti scorrano secondo lotti unitari senza interruzioni tra le diverse attività, abbandonando la produzione a lotti e adottando questa tecnica chiamata **one-piece flow**, che permette di non accumulare materiale tra le varie fasi contribuendo quindi in modo sostanziale alla riduzione del throughput time e all’abbattimento delle scorte intermedie. Avere le diverse fasi del processo perfettamente sincronizzate, senza la presenza di accumuli tra una fase e l’altra, permette di far venire alla luce in maniera più evidente i problemi del processo produttivo e di responsabilizzare tutti gli operatori del processo alla risoluzione di tali problemi.

2.1.4 Fare in modo che il flusso sia tirato dal cliente (Pull)

Ciò significa che il flusso del valore viene attivato solo successivamente alla ricezione di un ordine fatto dal cliente e quindi al manifestarsi effettivo della domanda. Perciò, contrariamente ad una gestione di tipo push, in cui i processi vengono attivati prima della richiesta del cliente e in base ad una previsione della domanda, in una situazione di tipo pull è necessario che il tempo di attraversamento, dalla ricezione dell'ordine alla conclusione della produzione, sia il più veloce possibile in quanto non si produce più per il magazzino ma direttamente per il cliente finale. L'essenza di questo principio è quindi quella di raggiungere il perfetto allineamento tra domanda e offerta lasciando sempre che sia la fase a valle di un processo a richiedere i componenti o le informazioni necessarie, anziché far sì che sia la fase a monte che li spinga a valle.

2.1.5 Ricercare la perfezione (Seek Perfection)

Nonostante quest'ultimo punto possa sembrare presuntuoso non deve essere inteso come la reale ricerca della perfezione (che in sé non esiste), ma come un traino che porti ad un **miglioramento continuo** ed incessante dei processi. Per offrire un prodotto sempre più vicino a ciò che il cliente desidera realmente, non vi sarà mai fine al processo di riduzione dello sforzo, dei costi e degli errori. Ecco che i primi quattro principi interagiscono tra loro in un circolo virtuoso come dimostrato in figura



Figura 2-1: ciclo del valore filosofia Lean Thinking

2.2I sette sprechi (Muda)

Il punto cardine della filosofia Lean è la centralità del cliente e il valore da lui espressamente percepito. Secondo questa prospettiva tutte quelle attività che, pur utilizzando risorse aziendali, non creano valore per il cliente finale sono da considerarsi uno spreco (in giapponese muda). Taiichi Ohno, a cui più di tutti si deve attribuire questa filosofia volta all'eliminazione degli sprechi, ha fornito una classificazione di quest'ultimi suddividendoli in sette categorie:

1. **Sovrapproduzione:** è forse il più importante degli sprechi da eliminare in quanto è all'origine anche delle altre tipologie di sprechi in particolare delle scorte, dei difetti e dei trasporti. Sovra produrre significa produrre in quantità maggiore rispetto a quanto il cliente ha effettivamente richiesto e quindi a quanto il mercato può effettivamente assorbire. Questo modo di procedere è tipico della produzione a lotti, dove la quantità dei pezzi da produrre viene calcolata in maniera asincrona rispetto alla effettiva richiesta del mercato, al fine molto spesso di aumentare la massimizzazione dell'utilizzo degli impianti produttivi, anziché la soddisfazione del cliente.
2. **Giacenze:** costituiscono un accumulo di materiali (materie prime, semilavorati o prodotti finiti) o informazioni in attesa di essere processati dalla fase a valle o spediti al cliente finale. Le giacenze sono direttamente imputabili al problema della sovrapproduzione e costituiscono uno spreco in quanto rappresentano un capitale immobilizzato che potrebbe essere investito diversamente. Inoltre, esse occupano spazio all'interno dello stabilimento (o di un supporto di memorizzazione in caso di informazioni), sono responsabili di movimentazioni inutili che potrebbero danneggiare la merce durante lo spostamento e sono soggette ad obsolescenza. Si rende quindi necessario un perfetto allineamento e sincronismo tra le diverse fasi di un processo, tra processi diversi e tra *operations* diverse all'interno di uno stesso network di fornitura.

3. **Attese:** ci si riferisce alla situazione in cui ci sia del personale che non sta svolgendo alcuna attività, in quanto sta aspettando che una precedente operazione venga conclusa oppure è in attesa di materiale o di un'attrezzatura. Le cause di questo problema possono essere svariate ma sono il più delle volte riconducibili ad una non perfetta sincronizzazione tra le diverse attività, causata da errori di bilanciamento della linea o dalla scarsa qualità della pianificazione. È da considerarsi un'attesa, e quindi uno spreco, anche un operatore che presidia il funzionamento di una macchina automatica senza svolgere alcuna operazione. Questo tempo potrebbe essere impiegato in maniera più produttiva, magari prevedendo il riattrezzaggio della macchina da parte dell'operatore mentre questa sta lavorando.

4. **Trasporti:** intesi come lo spostamento dei materiali tra i diversi processi o comunque tra due diverse aree dello stabilimento. Nonostante tutti i trasporti non contribuiscono alla creazione di valore agli occhi del cliente, non tutti risultano essere evitabili. Risulta comunque importante cercare di ridurli il più possibile in quanto, oltre a costituire uno spreco di tempo e di risorse, possono essere anche causa di eventuali danni fisici ai materiali legati alla movimentazione e, inoltre, creare traffico con situazioni potenzialmente pericolose anche per gli operatori.

5. **Movimenti:** con questo termine ci si riferisce agli spostamenti che un operatore è costretto a fare durante lo svolgimento delle proprie attività e che non generano alcun valore aggiunto per il cliente finale. Tali movimenti superflui possono essere dovuti ad una distribuzione non ottimale di materiali e attrezzi nei pressi dell'operatore, a postazioni di lavoro poco ergonomiche e, in generale, a errati layout delle linee produttive. Si rende perciò necessario uno studio sui movimenti di uomo, macchina e prodotto all'interno del ciclo produttivo, al fine di eliminare i movimenti superflui e di conseguenza ottenere aumenti di produttività.

6. **Difetti:** intesi come caratteristiche di un prodotto che non sono conformi alle specifiche e possono generare scarti, rendere necessarie rilavorazioni oppure, nel peggiore dei casi, arrivare al cliente finale e provocarne una sua insoddisfazione.

Risulta quindi di fondamentale importanza risalire alle cause generatrici di un difetto, al fine di cercare di produrre fin da subito un prodotto che rispetti le specifiche. A tal proposito, può rendersi necessario un coinvolgimento anche di enti esterni alla produzione per individuare altre possibili cause di difetti che vanno al di là della semplice affidabilità di un processo. Un esempio potrebbe essere il coinvolgimento dell'ufficio progettazione e/o sviluppo prodotto, al fine di individuare qualche elemento che potrebbe ridurre la complessità del pezzo e quindi diminuire la probabilità di generare prodotti difettosi.

7. **Processo:** in questa categoria vengono compresi quegli sprechi derivanti da lavorazioni o attività generiche che vengono svolte durante il processo e che, in linea di principio, non sono necessarie alla generazione del prodotto o comunque non ne contribuiscono alla creazione di valore. Questa situazione può derivare: dalla “storia” dell'avanzamento del prodotto lungo il processo (ad esempio necessità di effettuare delle modifiche del prodotto per errori compiuti in fasi precedenti).

CAPITOLO 3: La Logistica Integrata

La logistica è la disciplina che studia la gestione integrata dell'intero ciclo operativo aziendale. L'aggettivo *integrata* riportato all'interno del titolo del capitolo è fondamentale: la logistica integrata è una modalità applicativa del concetto stesso di logistica, vale a dire il processo gestionale che governa l'intero flusso di materiali e informazioni, dal loro punto di origine al consumatore finale. Se tradizionalmente l'azienda ragionava in termini di unità organizzative separate, affidando ad ogni comparto l'amministrazione di una ben definita attività, ad esempio suddividendo in maniera inequivocabile i settori adibiti all'approvvigionamento da quelli per l'elaborazione degli ordini o lo stoccaggio dai trasporti, oggi una visione così nettamente ripartita è superata, in favore di un approccio trasversale e complessivo. Non più distinta nelle sue singole funzioni, con il concetto di logistica integrata si intende un processo articolato, dove tutte le attività gestionali risultano interdipendenti, fra loro correlate, con lo scopo di fornire un elevato livello di servizio.

Anche il sistema logistico ha, ovviamente, risentito dell'influsso del modello Toyota. La *Lean Logistic* si basa essenzialmente su uno stoccaggio corretto, giusto, opportuno e necessario: i pezzi necessari, nelle quantità corrette, al momento giusto e nel luogo opportuno.

La logica conseguenza di questo approccio sarà l'ottimizzazione dello spazio e la riduzione dei costi di movimento. Essa può contribuire fino anche al 30% dell'abbattimento dei costi di produzione, come mostrato nella figura sottostante che racchiude una distribuzione media delle percentuali relative ai costi coinvolte in una realtà manifatturiera. Per fare questo si devono avere ben chiari, ovviamente, i margini di miglioramento.

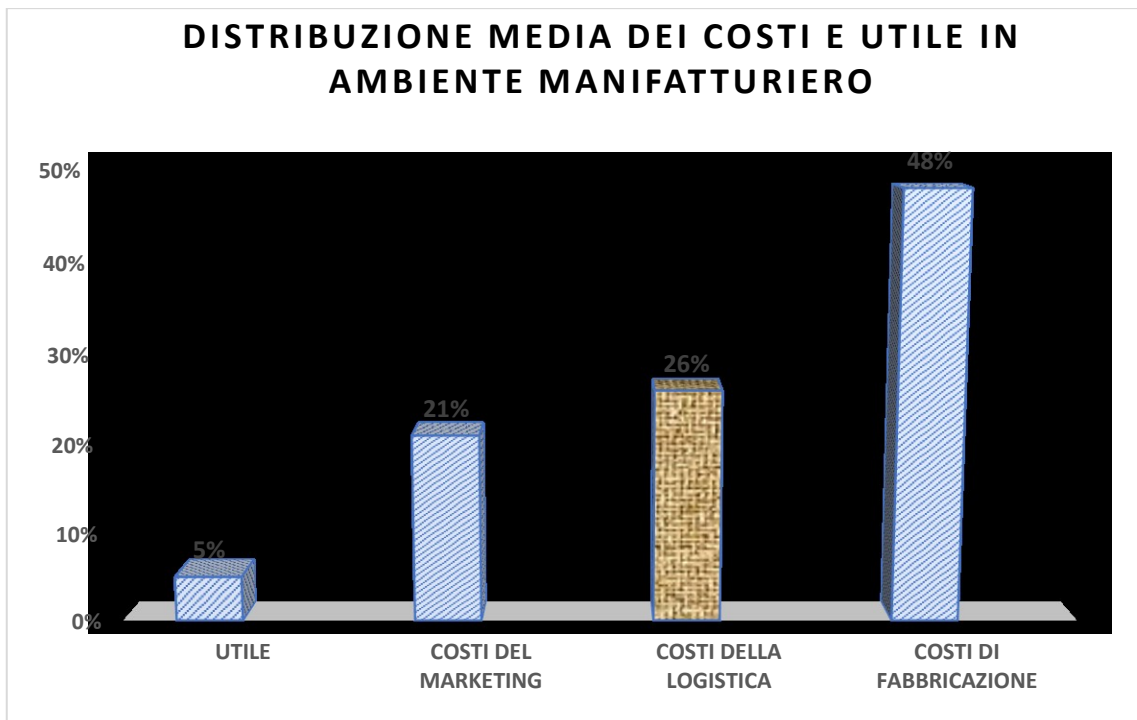


Figura 3-1: distribuzione media dei costi ed utile in ambiente manifatturiero

A loro volta la voce relativa ai costi della logistica può essere spacchettata, intendendo percentuali medie, come segue:

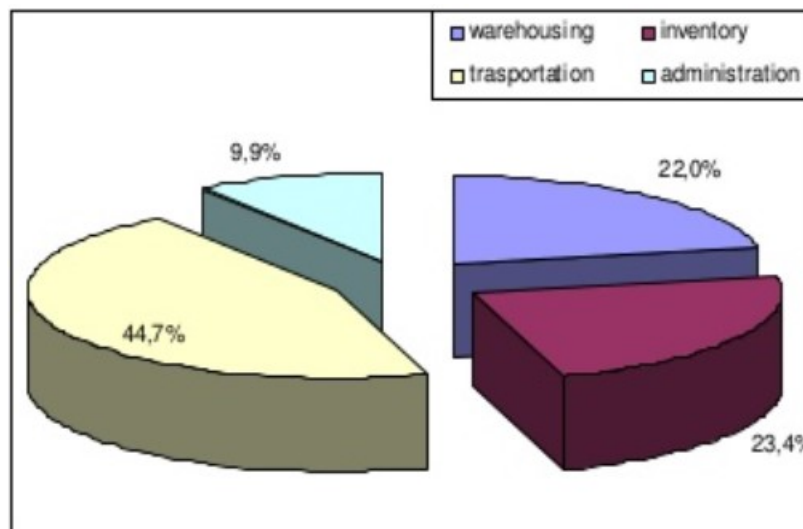


Figura 3-2: suddivisione media dei costi logistici in ambiente manifatturiero

3.1 I Flussi Logistici

I flussi che si susseguono all'interno della catena logistica, o più propriamente detta *Supply Chain* nel suo insieme, vengono illustrati nella seguente figura:

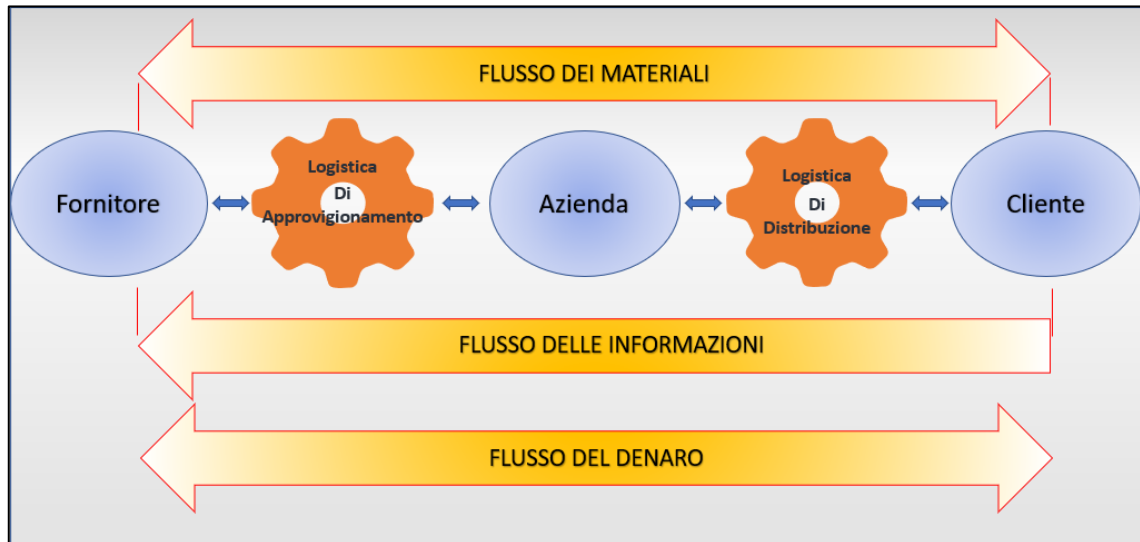


Figura 3-3: flussi logistici all'interno della supply chain

È anche possibile vedere lo schema della catena logistica che va dai fornitori ai clienti finali, passando per le tre funzioni principali (approvvigionamento, produzione, distribuzione fisica) tra loro integrate. Inoltre, in figura viene anche mostrato il diverso senso di percorrenza della catena per quanto riguarda il flusso fisico (materiali), il flusso informativo ed il flusso del denaro. L'importanza dell'integrazione sta anche in questi due elementi. Infatti, solamente con tecnologie e risorse adeguate che permettono una corretta e talvolta anche automatizzata gestione delle informazioni, è possibile gestire nel modo più efficiente possibile i processi di approvvigionamento, produzione e distribuzione fisica dei prodotti.

La sorgente dei guadagni nella supply chain, come detto è il cliente, mentre i costi nella supply chain derivano dal flusso di informazioni, prodotti e denaro tra i diversi stadi della stessa. Il flusso fisico riguarda il flusso dei prodotti e parte dai fornitori ed arriva sino al cliente finale. **Il flusso fisico** comprende i movimenti delle merci tra le diverse parti, come la creazione e la spedizione di un nuovo prodotto, i resi del cliente, le parti di ricambio, e così via. **Il flusso informativo** invece, va in senso opposto a quello fisico, ovvero solo

risalendo la catena partendo dall'ultimo anello si ha le informazioni. Esso include qualsiasi scambio di dati necessari per l'espletamento dell'ordine, per esempio i dati sullo stato dell'ordine, i dettagli di richiesta di consegna, e così via. **Il flusso monetario** è costituito invece da scambi finanziari come le informazioni sui pagamenti, le condizioni di credito, i dettagli di fatturazione.

In base allo schema logistico fornito e alle tre funzioni principali della logistica prima elencate, è possibile suddividere la logistica aziendale in tre elementi principali:

- La logistica in ingresso: si occupa della gestione delle attività necessarie a trasportare le materie prime e i componenti dai fornitori all'azienda. Gli elementi critici nella gestione di tali attività sono: il rispetto dei tempi, la sicurezza nel trasporto e l'ottimizzazione dei carichi e dei percorsi.
- La logistica interna: il cui scopo è la movimentazione e la gestione dei flussi di materiale all'interno dell'azienda, cercando di rendere quest'ultimi il più allineati e costanti possibile, riducendo al minimo la necessità di stock tra i diversi processi. Per poter realizzare tutto ciò, di fondamentale importanza diventa la gestione delle informazioni e quindi la corretta e puntuale pianificazione e programmazione delle attività
- La logistica in uscita: si occupa della gestione della parte distributiva e quindi del trasporto dei prodotti finiti ai clienti finali. Gli obiettivi in questo caso sono simili a quelli della logistica in ingresso, data la necessità di fornire al cliente elevati livelli di servizio, sia in termini di tempistiche che in termini qualitativi.

In molti casi ci si riferisce alla logistica interna con il termine approssimato di logistica di magazzino in/out, controllo e approvvigionamento. In realtà, nonostante sia vero che la gestione di queste ultime sia una parte fondamentale della logistica interna, non bisogna mai perdere di vista la visione integrata di tutti i processi che concorrono alla creazione del valore per il cliente finale. In base a ciò si può dire che l'obiettivo della logistica interna sia quello di allocare ed amministrare le risorse in modo tale da poter gestire correttamente il flusso di materiali ed informazioni all'interno dell'azienda. Il tutto allo scopo di garantire che gli input vengano trasformati in beni e servizi distribuiti al cliente finale, non tralasciando la necessità di integrazione tra i processi e di creazione di un

flusso teso volto alla minimizzazione dell'accumulo di scorte, che sarà l'oggetto principe di questo elaborato.

3.2 La Gestione delle scorte

Il magazzino, in una qualsiasi realtà aziendale, è una struttura logistica costituita da locali, attrezzature e personale in grado di ricevere, conservare e rendere disponibile il materiale al suo interno per lo smistamento, la produzione e la consegna. La sua funzione è quella di separare due o più segmenti del processo produttivo e distributivo, dotati di differenti dinamiche, al fine di ottenere un bilanciamento del flusso dei materiali e disaccoppiamento tra le funzioni lungo tutta la catena logistica.

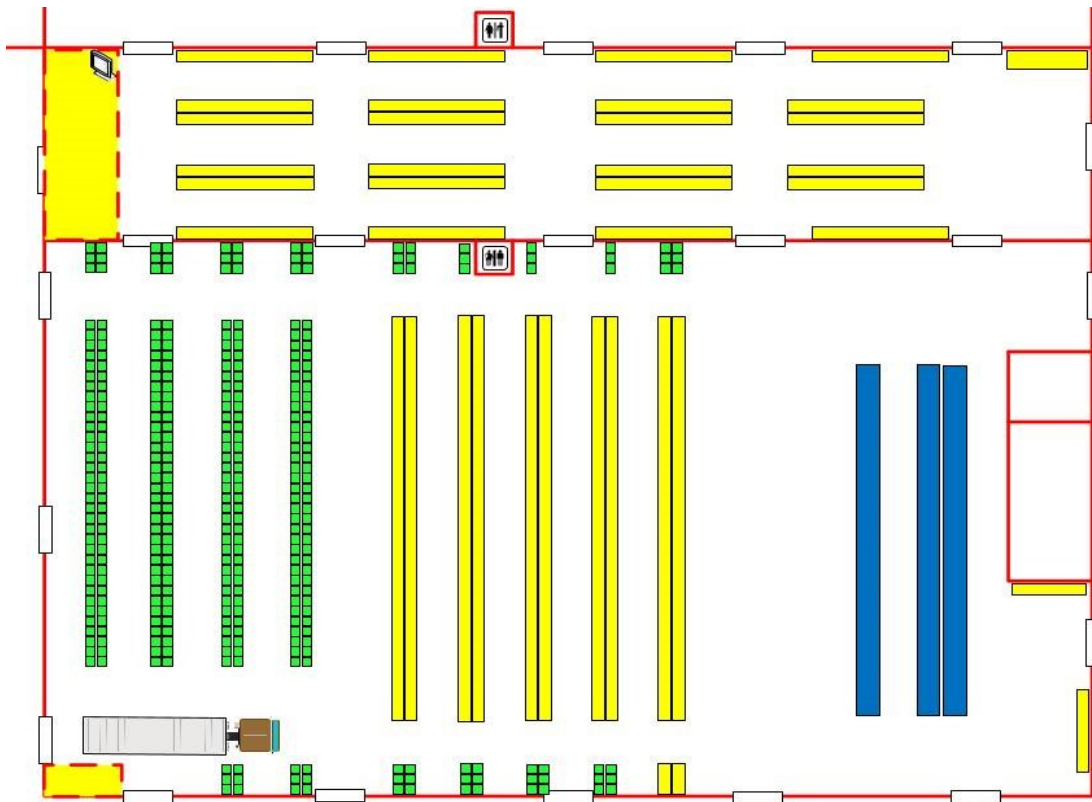


Figura 3-4: layout magazzino M1 stabilimento RV4

Risulta fondamentale quindi ottimizzare i processi coinvolti in esso, a partire dallo stoccaggio fisico del materiale fino alle operazioni di picking per la distribuzione del prodotto finito o l'asservimento delle linee di produzione infatti, come specificato nel capitolo precedente, secondo i principi della Lean Manufacturing uno degli sprechi

fondamentali che si possono incontrare all'interno dell'azienda sono proprio le giacenze o scorte. Queste, infatti, possono essere la causa di una serie di inefficienze che vanno a minare il corretto funzionamento dei processi e quindi dell'azienda nella sua complessità.

Tra le principali inefficienze provocate dalle scorte si era indicato: l'occupazione di spazio all'interno dello stabilimento, la responsabilità di movimentazioni inutili e l'obsolescenza. Oltre a questi tre aspetti, che rappresentano comunque tre importanti voci di costo, se ne aggiungono degli altri come i costi dovuti al capitale immobilizzato in scorta e quindi capitale circolante inutilizzabile, i costi dovuti al personale e alle risorse necessarie a svolgere le attività di magazzinaggio (ricevimento, controllo, stoccaggio, picking ecc.) e in generale tutti i costi legati al loro mantenimento (costi assicurativi, costi amministrativi ecc.)



Figura 3-5: esempio di stock a magazzino



Figura 3-6: stock a magazzino M1 situazione AS-IS

Nonostante ciò, la maggior parte delle aziende opta la soluzione contraria ossia il mantenimento di giacenze (dette anche polmone o buffer) tra i diversi processi aziendali e, in particolar modo, per le materie prime e componenti provenienti da fornitori esterni. Questo perché, nonostante gli svantaggi e i costi di gestione delle scorte prima citati, quest'ultime garantiscono all'azienda una certa sicurezza, a maggior ragione se l'azienda opera in ambienti turbolenti, facilitando la rapida e pronta risposta alle esigenze dei clienti e alle variazioni della domanda:

- Rimedio contro le incertezze della domanda

- Rimedio contro le incertezze lato fornitura
- Elevata stagionalità della domanda
- I processi non godono di una flessibilità tale da garantire la varietà della gamma proposta al mercato
- Differente capacità produttiva di due stazioni successive all'interno del processo o tra due processi successivi
- Rimedio contro l'insorgenza di problemi tecnici o qualitativi che potrebbero portare all'indisponibilità di impianti e/o macchinari
- Elevati costi e tempi di set-up

L'impiego di risorse nella costituzione di livelli di scorta adeguati è dunque un investimento che l'azienda decide di effettuare a fronte di una redditività proveniente dal definire lo stock adeguato alle diverse tipologie di materiale e i vincoli che esso deve fronteggiare.

Possiamo dunque classificare le scorte in 5 categorie principali:

1. *Scorta normale*: formata da merce di uso certo e relativamente costante e prevedibile per cui l'approvvigionamento è regolarmente assicurato sotto forma ciclica.
2. *Scorta di transizione*: acquistata per usi straordinari, ma ben precisi e non ricorrenti che non resta a magazzino permanentemente, ma a titolo provvisorio in attesa di impiego.
3. *Scorta di lavoro*: necessaria per soddisfare la domanda prevista nell'intervallo di tempo tra due successive entrate a magazzino. Se i consumi si manterranno costanti essa eguaglierà il lotto d'acquisto
4. *Scorta di sicurezza*: doverosa per proteggersi contro oscillazioni nella domanda relativa al tempo di approvvigionamento
5. *Buffer inter-operazionale*: scorta extra che funge da polmone tra una lavorazione e l'altra lungo una linea per fronteggiare eventuali colli di bottiglia.

3.2.1 L'analisi ABC

Alcune attività, quali ad esempio la previsione delle vendite o il controllo delle scorte, possono risultare estremamente costose quando un'impresa distribuisce (o produce) un numero elevato di articoli, come accade attualmente in RIVACOLD. Spesso, quindi, è necessario modificare l'accuratezza con la quale si gestiscono gli articoli trattati.

Secondo il principio di Pareto "una piccola frazione di un determinato universo è sempre quella che ha l'impatto maggiore sugli effetti da questa provocati". Questa affermazione è sostenuta per esempio dal fatto che, in molte imprese: la maggior parte del fatturato derivi dalla vendita di pochi articoli o, una piccola percentuale di prodotti generi un alto numero di reclami⁴⁶ o, un 20% di clienti realizzi l'80% del fatturato, ecc. Di conseguenza, se un'azienda riesce ad individuare quali sono i prodotti più profittevoli, i clienti più importanti, le lamentele più frequenti, ecc., può dedicare a questi maggiore attenzione e distribuire così più efficientemente le proprie risorse (tempo, denaro, lavoro, ecc.).

L'analisi ABC, fulcro finale attorno al quale volge la trattazione in merito alle operazioni di picking per le linee di produzione, pone le sue fondamenta proprio sul principio di Pareto e, serve per conoscere la concentrazione di determinati fenomeni. In particolare, "in presenza di un universo composto da più elementi, l'analisi suddetta permette di individuare se un dato carattere è concentrato su pochi di essi o si distribuisce uniformemente su tutti". Dato che è uno strumento di tipo generale, esso può venire applicato a qualunque aspetto aziendale, a condizione che sia ordinabile. Se viene utilizzata nella gestione delle scorte, l'analisi ABC consente di osservare come il fatturato, le uscite di magazzino nel caso RIVACOLD, o qualsiasi altra variabile di studio, si distribuisce tra i vari articoli in magazzino. In questo modo, si individuano quali sono i prodotti che hanno una incidenza maggiore su costi e ricavi. Dividendo i prodotti in tre classi, si possono determinare:

a) articoli di **classe A**: generano i volumi di vendita più alti e contribuiscono per una percentuale molto elevata (circa l'80%) ai costi di immobilizzo dei capitali; questa classe include generalmente il 20% degli articoli trattati.

b) articoli di **classe B**: sono prodotti di valore intermedio; indicativamente, comprendono il 30% dello stock e valgono circa il 15% del fatturato totale. c) articoli di

c) articoli di **classe C**: sono tutte le voci di magazzino rimanenti (all'incirca il 50% dello stock) e, complessivamente, coprono un valore vicino al 5% del fatturato.

Il diagramma di Pareto, rappresentato in figura sotto, illustra la curva ABC. In questo esempio, si nota come il 20% degli articoli (classe A) contribuisca a circa il 75% del fatturato, mentre una percentuale del 70% (classe B e C) ne genera solamente il 25%:

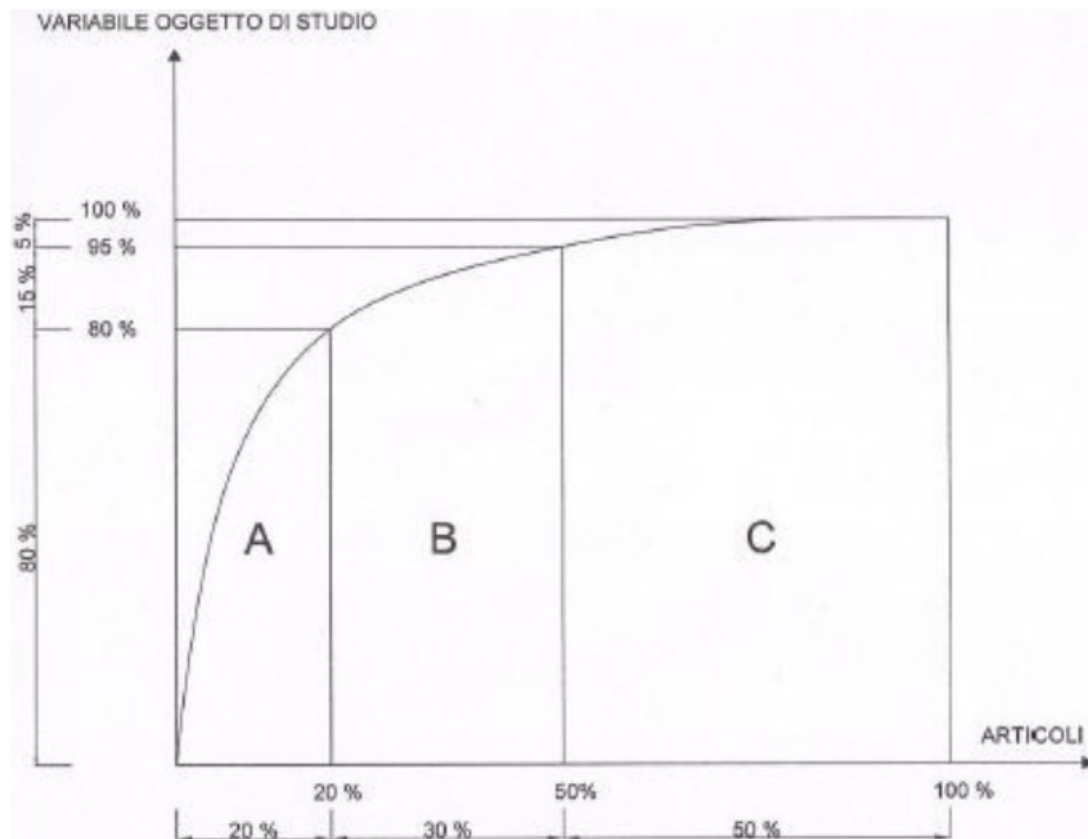


Figura 3-7: grafico per ripartizione classi ABC

3.2.2 L'effetto Forrester

Uno dei problemi che affligge maggiormente la Supply chain lato scorte e da cui le aziende dovrebbero guardarsi scrupolosamente è l'effetto Forrester conosciuto anche come principio di accelerazione, effetto frusta o "Bull-whip Effect".

Negli anni '50, il professor Jay Forrester del Massachusetts Institute of Technology (Boston) intraprese uno studio che si proponeva di simulare l'andamento della domanda, degli ordini e delle scorte in una catena d'impres. Tale ricerca evidenziò che, nel tempo, era possibile riscontrare un significativo effetto di amplificazione della domanda nel trasferimento degli ordini dagli attori a valle della supply network a quelli

a monte. Altro aspetto importante, considerato da Jay Forrester, è quello relativo alle scorte, che lungo la Supply Chain, possono essere soggette a oscillazioni ampie e irregolari.

Questo effetto, come detto, viene anche chiamato anche effetto frusta, proprio per il tipo di oscillazione della domanda che esso crea; un minimo movimento, all'estremo della frusta, causa un grande movimento alla sua estremità opposta, generando un effetto "amplificante" della fluttuazione durante il rilancio all'indietro degli ordini lungo la catena logistica. Secondo tale effetto, ad esempio, un cambiamento del 10% della domanda dei rivenditori al dettaglio può provocare una variazione di oltre il 40% della domanda dei produttori.

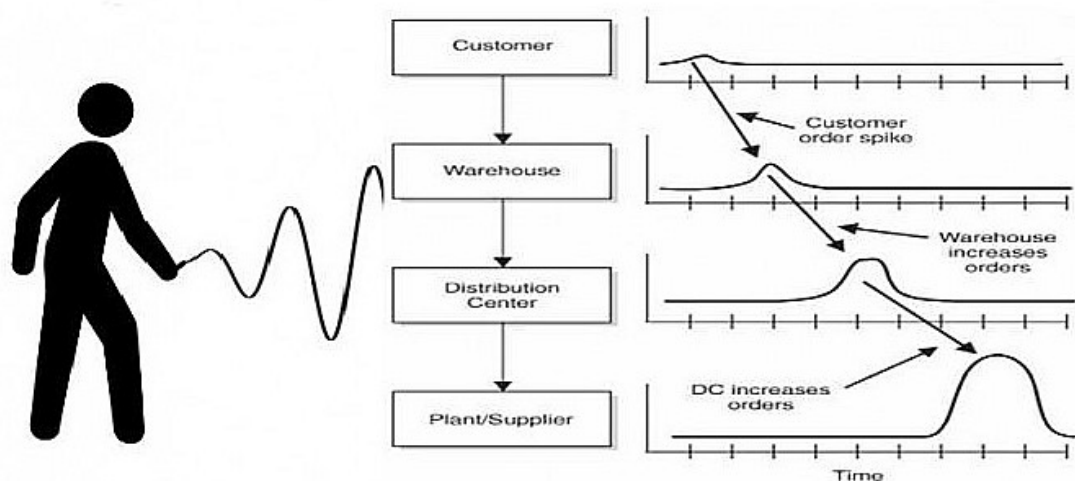


Figura 3-8: esemplificazione effetto Bullwhip sulla supply chain

I valori degli ordini trasferiti alla catena di fornitura e l'unità di base dello scambio informativo tendono a essere distorti a causa di politiche e comportamenti adottati dai vari attori del network dettati dalla volontà di ottimizzare la propria prestazione.

L'effetto Forrester, dunque, non è generato unicamente da errori di comunicazione e distorsioni della domanda, ma la causa principale è data dal desiderio, da parte di ciascun attore, di ottimizzare localmente la propria posizione e il proprio anello della Supply network.

Per individuare e contrastare questo pericoloso effetto gli strumenti necessari da mettere in campo sono i seguenti:

- **Sistemi informatici di comunicazione** in quanto, come visto, le fluttuazioni sono dovute al fatto che essi si trovino a prendere delle decisioni autonomamente riguardo il livello di scorte da tenere in magazzino e avviare i processi produttivi
- **Allineamento dei canali** inteso come insieme di operazioni che vengono attuate all'interno del Supply network, al fine di coordinare le decisioni riguardanti il piano di produzione, ad esempio sistemi di **VMI**, *Vendor Managed Inventory*, in cui l'attore a valle controlla e gestisce il magazzino dell'attore a monte in concomitanza ad esso.
- **Meccanismi di legame** intesi come persone adibite a verificare che siano rispettati gli accordi di collaborazione attraverso riunioni, follow-up, ecc.
- **Collaborative Forecasting** inteso come la possibilità che i vari attori della Supply network gestiscano congiuntamente il processo di previsione delle vendite

3.3 La filosofia JIT nella gestione delle scorte

Il just in time (JIT) è prima di tutto un approccio culturale e poi tecnico alla programmazione e al controllo della produzione.

il JIT si pone obiettivi che si sposano perfettamente con quelli della *Lean Manufacturing*; questi possono essere riassunti in 5 principi cardine che rappresentano il concetto portante di produrre:

1. Solo il necessario
2. Quando necessario
3. Senza attese o accumuli
4. Con qualità perfetta
5. Senza sprechi

Tali obiettivi corrispondono, operativamente parlando, alla realizzazione del *pezzo giusto, nel posto giusto, al momento giusto, nella quantità giusta e nella qualità giusta*.

In linea con l'imperativo di eliminare ogni tipo di spreco, il JIT parte dalla caccia allo spreco madre prefiggendosi la riduzione massima dei Lead Time intra-operazionali, dunque in perfetto sincronismo con un sistema produttivo di tipo PULL, valida alternativa ai sistemi tradizionali di tipo PUSH.

Operativamente, in un sistema di tipo pull, si parte da un piano aggregato di produzione (MPS al massimo annuale) da cui si deduce una stima della produzione mensile frutto di un processo di livellamento della domanda; rispetto alle tecniche push, tuttavia, questo programma non è definitivo ma indicativo (si tratta di piani “rolling”) e permette di adeguare nel tempo la capacità produttiva dei reparti ai volumi da evadere, garantendo così quella elasticità fondamentale per rimanere competitivi nel mercato attuale. Così facendo si giunge ad un piano di produzione prima settimanale, poi giornaliero aggiornato e livellato sui volumi e sui mix produttivi del solo reparto finale; la trasmissione degli ordini da lanciare poi negli stadi a monte fino ai fornitori esterni avviene attraverso un semplice strumento comunicativo: il KANBAN. Sarà proprio l’invio da parte del cliente di questo cartellino a richiamare a ritroso la produzione del codice lungo le fasi della filiera, seguendo il principio fondamentale per cui *“in un sistema JIT un codice viene prodotto e movimentato solo se esiste un cartellino kanban a richiederlo, e solo attraverso contenitori standardizzati.*

La presenza a magazzino di prodotti finiti (da qui il nome “supermarket”) presenti soltanto nelle quantità richieste dalla fase a valle, avvicina i livelli di scorte a quelli ideali garantendo i vantaggi in termini di spazi, trasporti, movimentazioni e costi di immobilizzo. Tuttavia, fare in modo che il cliente abbia solo ciò che chiede e nel momento in cui gli serve significa allineare perfettamente la propria produzione ai suoi tassi di consumo e quindi, in definitiva, nel produrre secondo i suoi “ritmi”, cosa tutt’altro che facile visti le problematiche legate all’instabilità di domanda descritte ai paragrafi precedenti.

3.3.1 L'impiego del Kanban

Quello del kanban, è un concetto semplice e molto forte: nella sua forma “pura” rappresenta un segnale visivo di rifornimento (kanban letteralmente significa “cartellino” o “registrazione visiva”) in grado di collegare i processi di consumo e di fornitura lungo l'intera catena del valore; non tutti i kanban sono dei segnali cartacei, possono essere anche strumenti comunicazioni via web, palline o anelli colorati a seconda della distanza che il segnale deve coprire, della velocità con cui deve farlo e delle informazioni che deve contenere.

La potenza di questo sistema risiede nella sua capacità di operare in “real time” su consumi attuali ed effettivi, su regole standardizzate e su processi snelli e lineari, evitando produzioni influenzate da stime ed ipotetici piani previsionali.

Per visualizzare un sistema kanban è possibile immaginare una serie di anelli connessi tra loro come in una catena: un consumo in uno degli anelli finali fa scattare la produzione nell'anello precedente che a sua volta richiamerà materiale da quello a monte sviluppando un processo per cui ogni stadio risente dell'azione “tirante” tipica di un sistema pull.

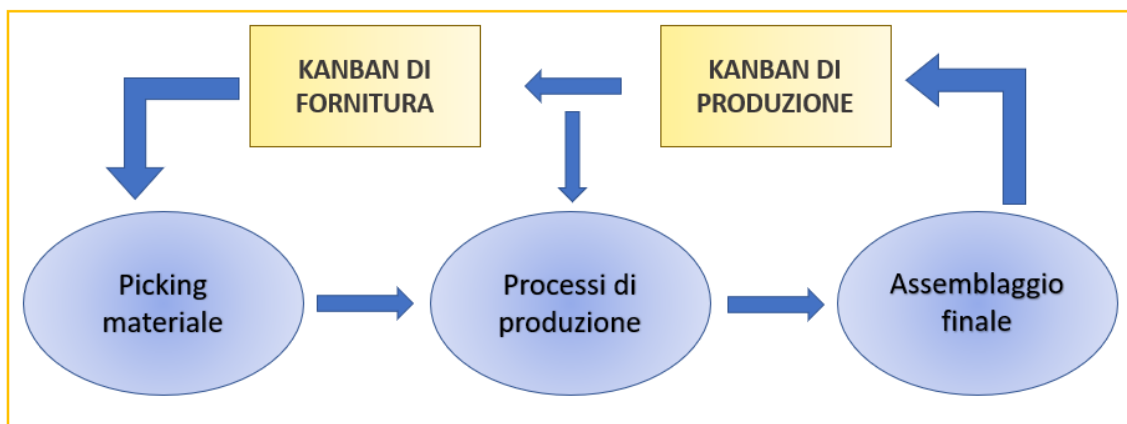


Figura 3-9: schema impiego cartellini kanban in produzione

Ogni prodotto quindi viene realizzato soltanto se il cliente ne ha effettivamente bisogno ovvero se c'è un cartellino che ne autorizza la produzione e ne regola il trasporto, ne definisce le quantità lavorate, la tipologia di contenitore e le quantità in esso contenute, la stazione di prelievo e quella di consegna; in particolare sono due le tipologie di cartellini:

1. il kanban di produzione o “P-kanban”: impiegato nella stazione in cui si realizza la trasformazione del codice, specifica cosa produrre e in che quantità
2. il kanban di trasferimento o “C-kanban”: impiegato dal reparto in cui avviene il consumo, riporta le quantità da prelevare dal magazzino finiti della stazione a monte permettendo il passaggio delle informazioni tra gli anelli del sistema.

Il funzionamento di un sistema a kanban regolato dai suddetti cartellini è il seguente: Quando la stazione a valle $i+1$, consumato il contenitore, necessita di materiale dalla stazione a monte i (il richiamo può avvenire anche dopo il consumo del primo pezzo oppure a metà contenitore, a seconda della logica scelta), l'operatore:

1. rimuove il C-kanban dal contenitore che ha appena svuotato e trasporta entrambi in prossimità del tabellone kanban della stazione i ;
2. lascia il contenitore vuoto nell'apposita area, preleva il contenitore con il prodotto finito presente nel supermercato, rimuove il kanban di produzione, attacca quello di trasferimento;
3. riporta il materiale nella stazione di consumo;
4. il P-kanban che si è liberato viene attaccato nel tabellone kanban;
5. il kanban viene rimosso dal tabellone, attaccato al contenitore vuoto e, insieme, vengono trasportati al centro produttivo per il riempimento: la produzione è stata autorizzata;
6. il contenitore pieno e il suo P-kanban vengono stoccati nel supermercato in attesa che il processo ricominci; A questo punto la produzione della stazione i ha ripristinato la mancanza della stazione $i+1$ ma, a sua volta, ha consumato materiale proveniente dalla sua stazione a monte, la $i-1$; riparte quindi la medesima procedura interessando questa volta il reparto i -esimo come cliente e il reparto $i-1$ come fornitore.

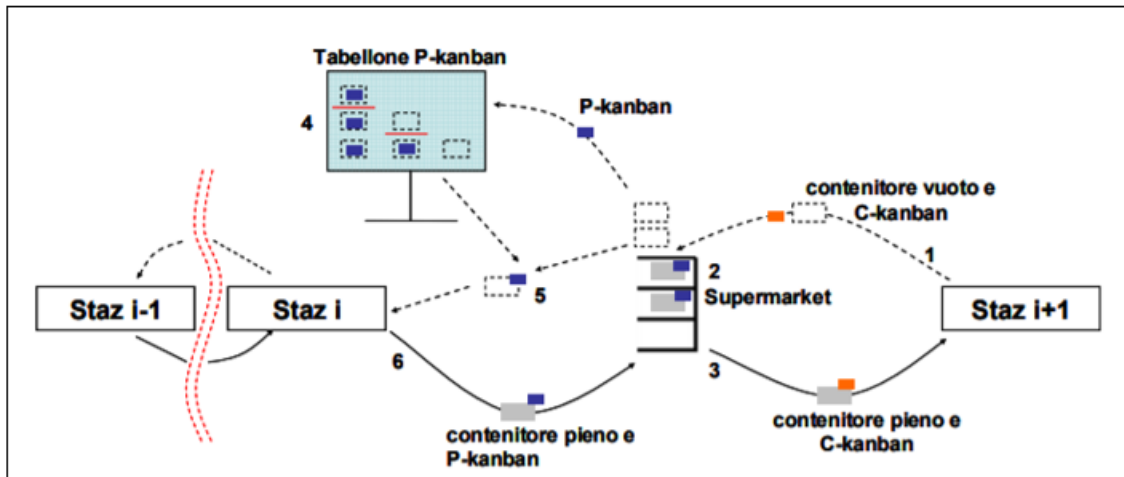


Figura 3-10: logica di funzionamento P-Kanban e C-Kanban lungo una stazione di produzione

CAPITOLO 4: I Sistemi di picking nella Logistica Interna

Il picking è l'attività di prelievo a magazzino di unità (prodotti finiti, semilavorati, materie prime) da unità più grandi, nella tipologia e quantità prevista da una lista specifica, detta *picking list*.

Essa viene generata automaticamente dal sistema gestionale in funzione in azienda, a seguito del via libera dato dello schedatore, il quale una volta preso in mano il piano di produzione settimanale con i carichi di lavoro sulle varie macchine, imposta il carico di lavoro giornaliero e dunque la componentistica richiesta dalle linee al magazzino fornita, per l'appunto, sotto forma di lista cartacea.

Il processo di picking, nella sua casistica generale riferiti ai magazzini che tuttavia riprende a grandi linee il caso Rivacold e soprattutto nel caso sia svolto da personale umano, richiede un contributo di tempo molto significativo, stimato attorno al 50% del contributo di tempo totale richiesto da tutte le attività operative svolte all'interno di un magazzino, come dimostrato dalla figura successiva. Di conseguenza intervenire sull'efficienza di questo processo può apportare visibili miglioramenti all'operatività del sistema stesso.

| INCIDENZA MEDIA PERCENTUALE TEMPI IN MAGAZZINO | |
|---|------------|
| DESCRIZIONE ATTIVITA' | % |
| PRELIEVO (frazionato, per interi, per rimpiazzi) | 48 |
| INGRESSI (ricevimento, scarico, stoccaggio) | 24 |
| SPEDIZIONI (controllo, consegna, carico auto mezzi) | 16 |
| IMBALLAGGIO | 6 |
| ALTRE ATTIVITA' (resi, manutenzione, pulizie, ecc.) | 6 |
| totale | 100 |

Figura 4-1: ripartizione percentuale tempi di magazzino

4.1: Tipologie di Picking

Fin da subito è possibile effettuare una diversificazione della tipologia di picking dal punto di vista dell'ordine del cliente: il primo, detto **order picking**, è un tipo di picking ad un livello, in cui la missione dei singoli operatori consiste nell'evasione di un unico ordine completo o di una frazione di ordine del cliente. In alternativa a questo, è possibile evadere il lotto con il **batch picking**, ovvero il picking può essere svolto su una lista di articoli che mette insieme più ordini o frazioni di essi; in questo caso gli articoli prelevati devono essere portati in una zona specifica, detta *sorting zone*, nella quale si fa lo smistamento della quantità prelevata tutta insieme e che verrà approfondita nel prossimo capitolo, in quanto pietra miliare dell'oggetto di studio. In questo caso si parla di picking a due livelli. Naturalmente, come avviene nel caso Rivacold, le due tecniche possono essere combinate.

Una ulteriore classificazione dei tipi di picking può essere fatta per tipologia di impiego di risorse:

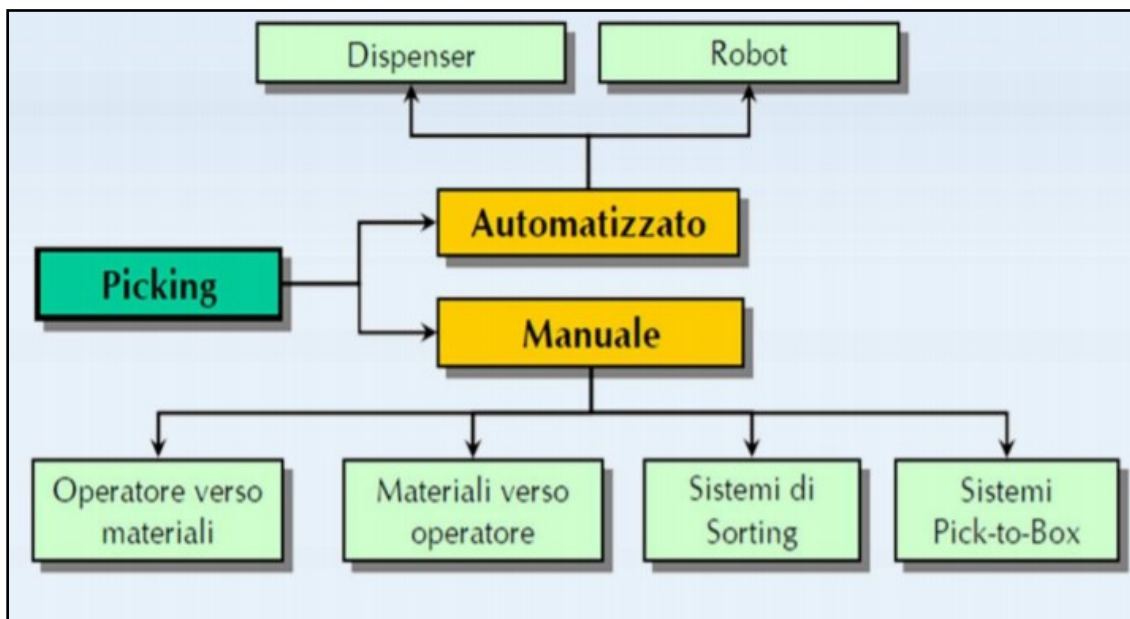


Figura 4-2: classificazione tipologie di picking per tipo di impiego

Pur essendo fornita una descrizione sommaria sul picking automatizzato, in questa trattazione verranno presi solo in considerazione i sistemi di picking manuale, in quanto in Rivacold viene utilizzata una combinazione di questi.

- Operatore verso Materiali: L'operatore effettua una missione di prelievo (ciclo multiplo) nell'area di picking guidato da distinta cartacea o terminale RF/voice. In Rivacold viene utilizzata una distinta cartacea ed in seguito del prelievo, viene sparato il codice prelevato con una terminale a bar-code attraverso il quale il sistema recepisce che il materiale è stato prelevato per l'assemblaggio lungo le linee.
- Materiali verso Operatori: L'operatore si trova presso una postazione di picking. Le UdC sono prelevate da stock, presentate in sequenza all'operatore il quale preleva il quantitativo specificato sulla picking list su terminale fisso. Il prelevato si dispone su pallet, roller container o carrelli. In seguito, le UdC sono reimmesse a stock o espulse.
- Sistemi di Sorting: si effettua il prelievo dal reparto di stoccaggio intensivo delle UdC necessario per il soddisfacimento dei vari ordini. In seguito, le UdC vengono trasferite all'area di prelievo, dove generalmente rimangono fino ad esaurimento dello stock. Uno o più operatori presenti in questa area prelevano dall'area di picking un batch consistente di ordini e pongono il quantitativo prelevato su un secondo sistema di collegamento operante fra l'area di prelievo e l'area adibita alle operazioni di sorting. Una volta che tutte le righe di un ordine sono state smistate, avviene una segnalazione.
- Pick-To-Box (o "a Zona"): Ad ogni operatore viene assegnata una zona di prelievo all'interno dell'area di picking: le zone di picking possono essere collegate da un convogliatore su cui scorrono contenitori, ciascuno corrispondente (parzialmente o completamente) a un ordine cliente (logica di prelievo "order picking"). In seguito, il contenitore passa alla zona successiva e così via fino ad evadere l'intera *picking list*. Non è necessario dunque uno smistamento a fine linea per ogni singolo pezzo prelevato, ma è sufficiente essere in grado di smistare i contenitori in base alla destinazione, essendo l'ordine già allestito. Eventualmente, durante l'operazione di picking, vi è la possibilità di "guidare" l'operatore con l'utilizzo di lista cartacea inserita nel contenitore, terminali RF o voice, display luminosi (che vengono denominati sistemi "Pick-to-light").

Sebbene in Rivacold avvenga un mix di queste tipologie (dati i tipi di magazzini di cui l'azienda è dotata, l'ammontare di personale e i mezzi a disposizione), la scelta del sistema di picking può essere successivamente valutata sulla base del grafico seguente, che mette in relazione il numero di referenze nel magazzino (articoli) e le quantità dei singoli componenti dell'ordine richiesti al giorno:

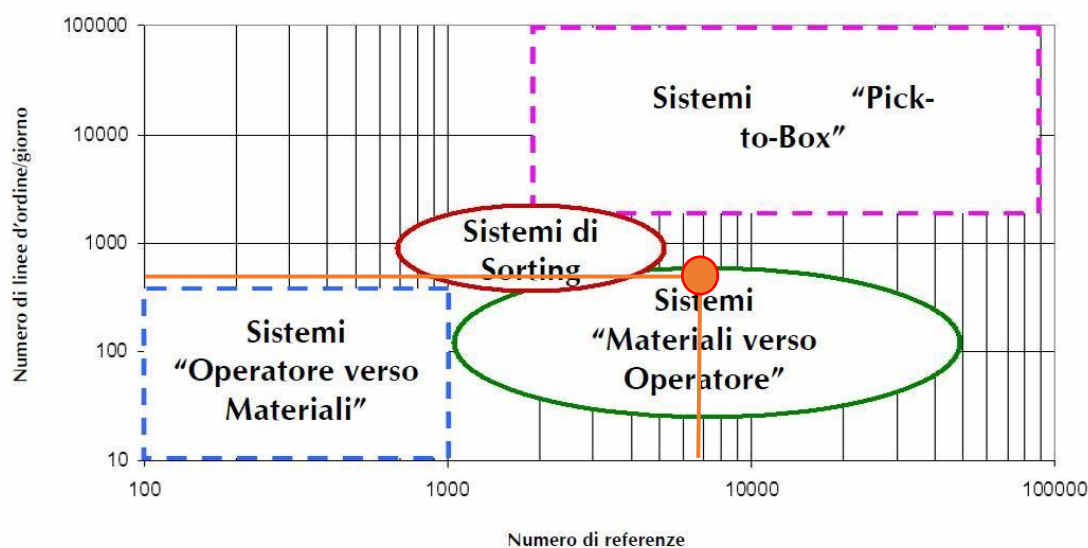


Figura 4-3: grafico utilizzato per la scelta del sistema di picking basato sul numero di referenze al giorno

Il picking **automatizzato** è quello meno comune in quanto l'investimento iniziale per la sua implementazione è molto oneroso e richiede delle condizioni molto particolari perché sia effettivamente più efficace rispetto a quello manuale. I dispenser sono sistemi fissi che sfruttano la gravità per prelevare l'articolo desiderato e alimentare in questo modo un nastro trasportatore che ha il compito di movimentare gli articoli prelevati verso la zona di formazione e consolidamento colli. L'applicabilità dei sistemi dispenser ovviamente richiede delle prestazioni minime da rispettare sia al sistema di stoccaggio, sia al sistema di prelievo; se non si possono garantire queste specifiche minime, l'adozione di una soluzione automatizzata può non generare quei vantaggi richiesti per ripagare l'esposizione finanziaria generata inizialmente dall'investimento.

4.3 Politiche di Routing

Una strategia di *Routing* è una analisi che viene effettuata e sulla quale si implementa una politica atta a determinare il percorso attraverso cui il materiale viene prelevato dai dock nel magazzino. In questo percorso tutti e soli gli articoli devono essere prelevati al minor tempo possibile, ciò implica che anche i costi relativi saranno ridotti al minimo.

Ovviamente esistono diverse tipologie di routing, più o meno precise, implementate empiricamente o attraverso modelli matematici. L'obiettivo è quello di descrivere i più utilizzati, per poi fare un focus successivamente su quelle impiegate in Rivacold.

4.3.1 Strategia *Traversal Routing*

Il *traversal routing*, anche detta ad "S", porta a un percorso in cui le navate laterali del magazzino, che devono essere visitate per il prelievo, sono totalmente attraversate. Le navate in cui non è necessario raccogliere nulla vengono saltate. Pertanto, sono visitate a forma di S. Il *picker* entra così in una navata da un'estremità e lascia la navata dall'altra estremità. Questa strategia viene utilizzata frequentemente perché è molto semplice da usare e da capire, come illustrato nella figura alla pagina successiva.

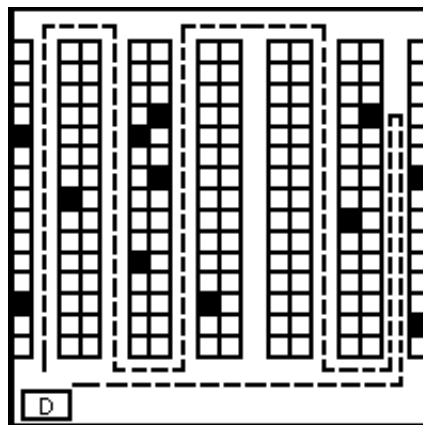


Figura 4-4: percorso *Traversal Routing*

Nell'immagine è descritto come gli articoli selezionati devono essere raccolti in base a questa euristica in un magazzino con un deposito centrale e senza corsie incrociate: il picker inizia dal deposito e quindi inserisce gli articoli appartenenti alle navate il cui corridoio è più a sinistra o gli articoli appartenenti alle navate più a destra, a seconda di quale sia il più vicino, si passa dunque da un elemento all'altro attraversando interamente

le corsie (quelle che, come detto, contengono i materiali da prelevare). Alla fine, si può tornare al punto di partenza in presenza di magazzini altamente strutturati, in cui a valle di questa operazione c'è un sistema per il prelievo a sua volta del materiale prelevato poco prima, che verrà distribuito alle linee di lavorazione, altrimenti, come succede in Rivacold il materiale prelevato viene portato dal picker direttamente alle linee per l'assemblaggio.

4.3.2 Strategia *The Largest Gap Routing*

Secondo questa strategia il picker entra in un corridoio fino a che non trova il più grande gap all'interno dello stesso corridoio. Un gap rappresenta la distanza tra due pick adiacenti, tra il primo e il corridoio frontale, oppure tra l'ultimo pick e il corridoio posteriore. Il divario maggiore tra queste due entità è la parte del corridoio che non verrà visitata dal *picker*. Se il divario maggiore è tra due pick adiacenti, il picker esegue un percorso di ritorno da entrambe le estremità del corridoio, in caso contrario, viene utilizzato un percorso di ritorno dalla corsia anteriore o posteriore. Il corridoio posteriore è accessibile solamente attraverso il primo o l'ultimo corridoio. Questa euristica risulta particolarmente utile quando il tempo aggiuntivo per cambiare corsia è breve e il numero di scelte per corsia è basso.

Di seguito, puoi vedere come gli articoli selezionati devono essere raccolti in base all'euristica del gap più grande in un magazzino con un deposito centrale e nessuna corsia incrociata.

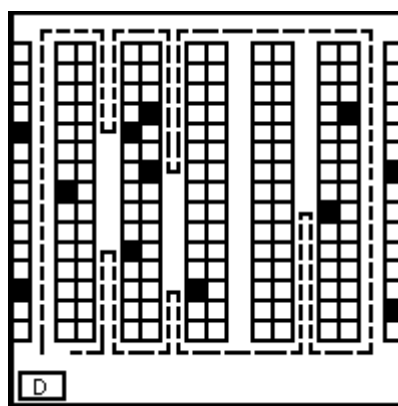


Figura 4-5: percorso *The Largest Gap routing*

A differenza dell'euristica ad S, questo tipo di picking porterà a un breve tempo di percorrenza se il numero di elementi per corridoio è basso. Il divario maggiore è la parte del corridoio che non viene visitata dal *picker*.

4.3.3 Strategia *The combined Routing*

In questa strategia, sviluppata da Roodbergen e De Koster nel 1998, ogni volta che vengono prelevati tutti gli oggetti da una navata, viene posta la domanda se continuare ed andare alla fine della navata (nella parte posteriore), oppure tornare alla parte anteriore. Queste due alternative devono essere confrontate tra loro, dopo di che viene scelta quella che determina il percorso più breve.

Pertanto, dopo aver lasciato un corridoio (nella parte anteriore o posteriore), deve essere fatta ulteriormente una scelta tra le due alternative che terminano nella parte posteriore e una scelta tra le due alternative che terminano nella parte anteriore. Ciò significa che ci sono sempre due possibili percorsi da seguire e gli articoli, come in figura sotto, vengono raccolti corridoio per corridoio.

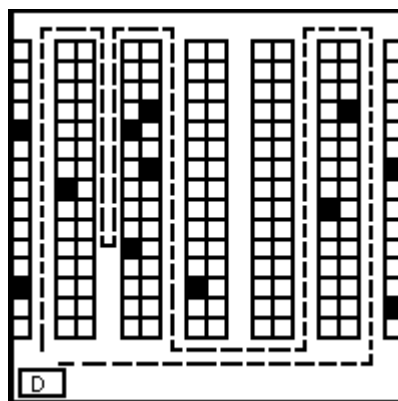


Figura 4-6: percorso *The Combined routing*

CAPITOLO 5: Analisi situazione AS-IS in Rivacold RV4B

Il capitolo seguente andrà a descrivere lo stato dell'arte dello stabilimento Rivacold RV4B, ovvero come si presenta il layout dei magazzini, con particolare riferimento al magazzino M1, le modalità di picking e le performance di approvvigionamento linee relative al momento precedente l'implementazione del Milk-run e del conseguente re-layout.

5.1 Stato dell'arte dei magazzini

Allo stato dell'arte prima dell'implementazione di questo nuovo progetto, i magazzini nello stabilimento riportano il seguente layout:

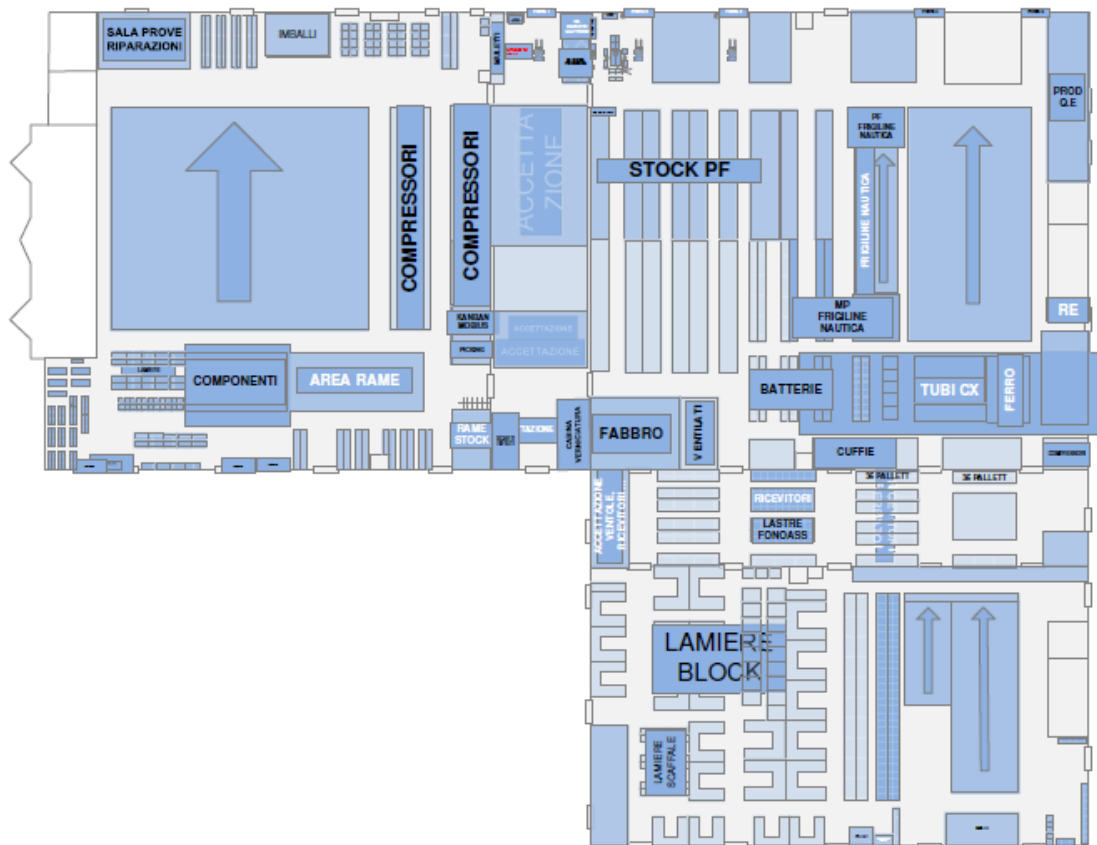


Figura 5-1: layout stabilimento RV4

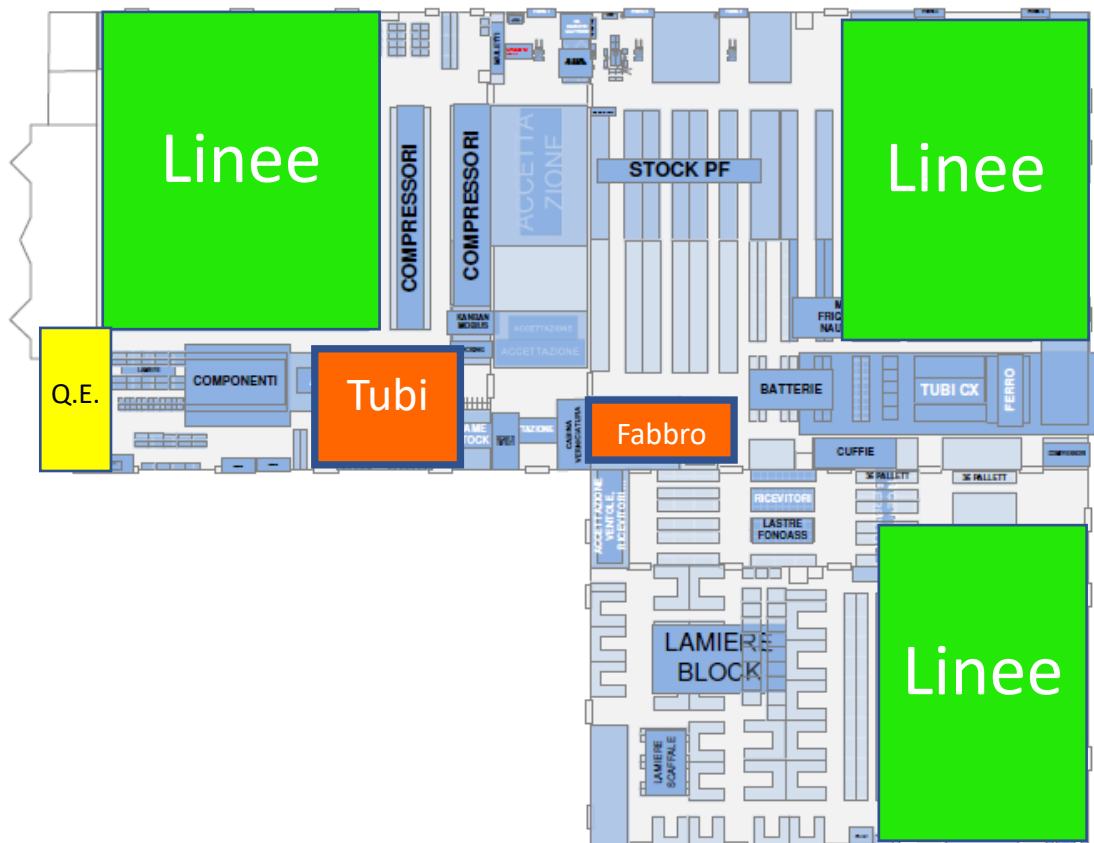


Figura 5-2: layout RV4 con evidenza di tutte le aree produttive al suo interno

Come è facilmente intuibile dalle immagini sopra riportate, la maggioranza della superficie del plant è adibita a magazzini di varie tipologie, partendo dall'alto e scendendo verso il basso abbiamo:

- Uno stock dei prodotti finiti situato in alto, nella zona di accettazione e spedizione merci nel corridoio tra 4B e 4C, in mezzo alle due aree dedicate alle linee. In questa zona troviamo ancora un'altra area adibita al deposito compressori ermetici e semi-ermetici e un deposito temporaneo per i telai in attesa di verniciatura, non ufficialmente ubicato ma comunque utile alla cabina di verniciatura per l'altrimenti difficile movimentazione di telai adibiti alle centrali.
- Nell'area 4B sono presenti magazzini di dimensione inferiore per:
 1. Compressori ermetici, semi-ermetici ed aperti
 2. Componentistica e cablaggi elettrica in uscita dall'quadri elettrici "Q.E."
 3. Tubi in rame
 4. Bulloneria ed altri materiali di consumo

- Nell'area 4C sono presenti le stesse tipologie di magazzini per:
 1. Batterie (Condensatori ed Evaporatori)
 2. Cuffie (che, se presenti, inglobano la batteria e sul quale viene montato in linea il resto della macchina)
 3. Tubi in rame e ferro, date le dimensioni dei sistemi processati alla 4C
 4. Parte dell'area nord dedicata per metà ai prodotti finiti e per metà ad eventuale scorta di batterie
- Adiacente alla parte di stabilimento 4C, vi è l'ultima ala dedicata all'immagazzinamento di lamiera (magazzino M1), di ogni tipo e dimensione e del quale si farà attenta analisi.
- Tra 4C e M1 vi è un secondo corridoio adibito per buona parte a lamierati (spalle, ed altri codici lamiera non ubicabili in M1) e poi agli accessori quali guaine, lastre fonoassorbenti, ricevitori di liquido (per i quali è fornita anche un'area di accettazione), separatori, tamponi.

A parte i prodotti finiti che vengono imballati e disposti su pallet pronti per la spedizione, tutte le altre componenti a magazzino si presentano come non ordinate secondo nessun tipo di logica di picking o di facilità di prelievo, infatti la maggior parte di essi, come l'intero magazzino M1 è popolato da cassoni, su 4 livelli, come quelli mostrati in figura in cui il **picking avveniva esclusivamente tramite muletti e trans pallet che portavano il materiale in linea.**



Figura 5-3: area di prelievo magazzino M1

Le limitazioni presenti in queste tipologie di stock sono evidenti:

- **Difficoltà di prelievo;** potendo infatti essere chiuse, esse obbligano il picker ad un'azione non fluida, macchinosa e onerosa, infatti ad ogni prelievo egli deve:
 1. Aprire il cassone (attraverso due saracinesche) e prelevare nel caso di articoli di dimensioni inferiori al diametro della porta di ingresso
 2. Se il pezzo è più grande, aprire anche la seconda porta.
- Gli articoli sui livelli superiori, oltre alle precedenti operazioni, richiedono anche **l'ausilio di un muletto estendibile**, che all'occorrenza deve essere contattato ed arrivare sul posto per prelevare il cassone e permettere al picker di selezionare gli articoli in lista
- Nel caso specifico del magazzino M1 non vi era **nessun tipo di classificazione** o ordinazione delle SKU (*stock keeping unit*) in termini di frequenza unità consumate o di tipologia di famiglia dettagliata (ad es. lamiera 10x10 forate quadre, lamiera 15x15 piatte quadre, ecc.). Erano semplicemente ammassate grossolanamente per macro-famiglie (es. tutte le lamiere trafilate, tutte le spalle).

- Infine, come è visibile dall'immagine, le **posizioni delle ubicazioni** erano posizionate sui cassoni attraverso fogli di carta plastificati che potevano essere facilmente:
 1. Persi (perché attaccati con scotch)
 2. Deteriorati (specialmente i riferimenti a terra per via del calpestio)
 3. Non letti bene a causa del riflesso di lettura dovuto all'inclinazione tra sguardo dell'operatore e altezza del cartello con la busta in plastica.

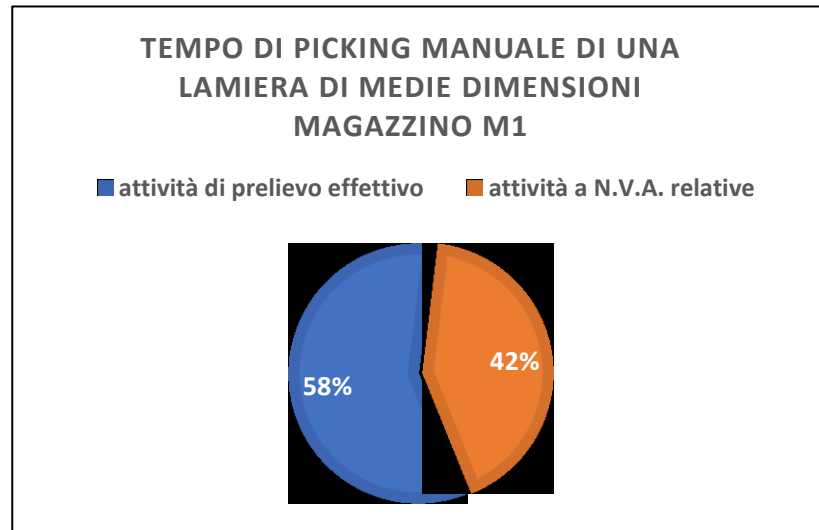


Figura 5-4: ripartizione attività a V.A./N.V.A. nel tempo di picking di una lamiera

I precedenti punti elencati possono essere presi come modello di layout anche per gli altri magazzini “interrogati” dal picker durante il suo percorso che lo condurrà alle linee di produzione. Infatti, pur non essendo organizzati a cassoni ma su ripiani o direttamente a terra, essi avevano ancora tutte le difficoltà elencate ai punti precedenti (non contando ovviamente il tempo per apertura eventuale del cassone in quanto non compresa), in particolar modo il fatto di dipendere completamente da un muletto per il picking, con tutte le limitazioni del caso quali:

1. Lentezza di esecuzione del prelievo
2. Lentezza di arrivo al punto di ubicazione desiderato date le ovvie limitazioni di velocità
3. Limitazione di capacità di carico

Per semplicità verrà illustrato il percorso ideale che si voglia il picker effettui, nella successiva figura, dove le linee rappresentano i tratti di percorso mentre i pallini le

fermate necessarie per il prelievo e due immagini di come era disposto prima parte del materiale prelevate durante il percorso

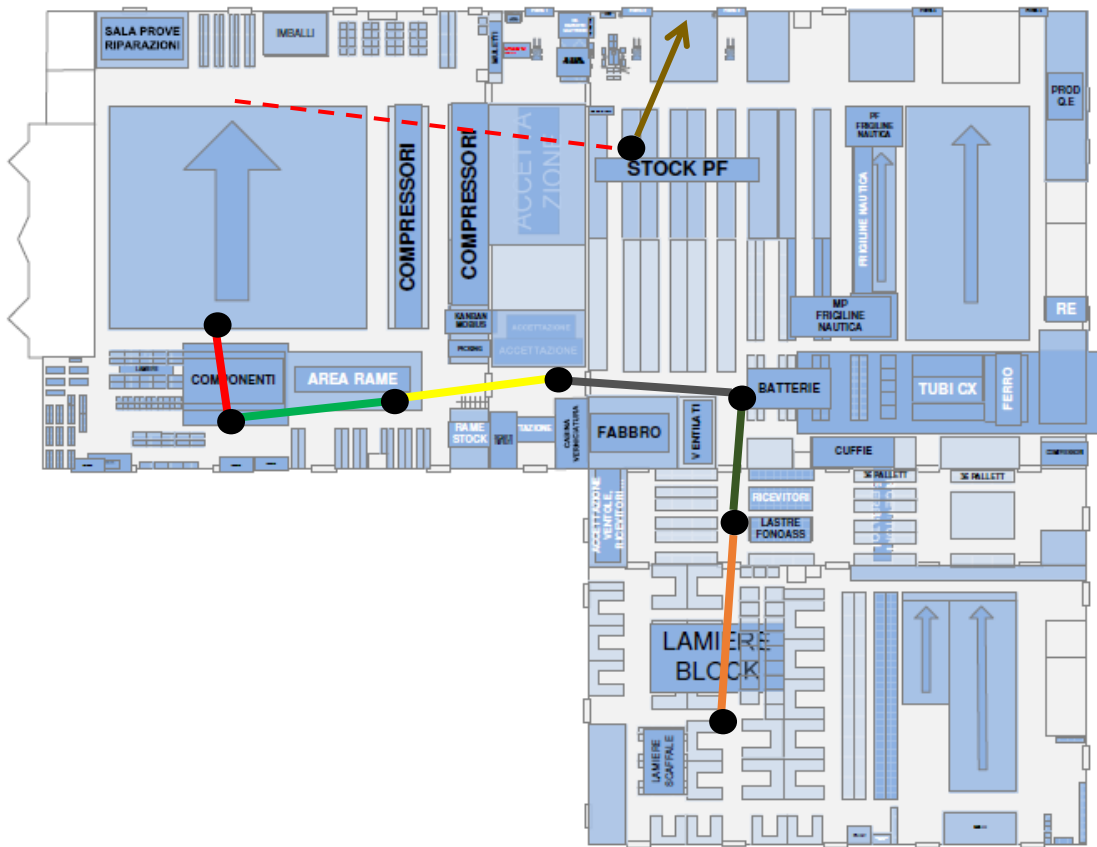


Figura 5-5: percorso ideale di picking stazione per stazione



Figura 5-6: situazione AS-IS di parte del magazzino M2 nella stazione picking "Batterie"



Figura 5-7: situazione AS-IS di parte della stazione picking "compressori"

5.1 Stato dell'arte delle modalità di picking

Il picking inizialmente concepito e impiegato per l'approvvigionamento delle linee in 4B prima dell'avvento della riorganizzazione del magazzino e del picking in logica Milk-Run, è stato fondamentalmente svolto da muletti e operatori dotati di trans pallet, come quelli in figura sotto:

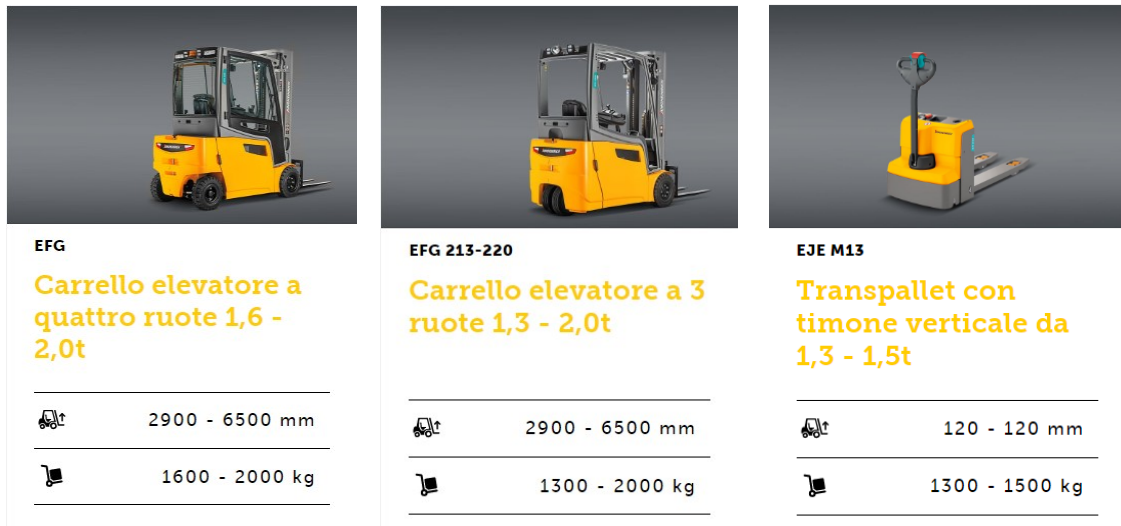


Figura 5-8: situazione AS-IS macchine utilizzate per il picking

A partire dalla lista di prelievo, gli operatori prelevavano gli articoli necessari in logica *lowest distance*, partendo cioè (indipendentemente da ingombro, vicinanza alle linee, ecc.) dall'articolo che si trovava più vicino al punto di partenza e muovendosi via via così, fino a completare tutta la lista di prelievo e tornando infine alle linee. Un esempio del percorso svolto secondo quest'ordine è illustrato nella seguente *spaghetti chart*:

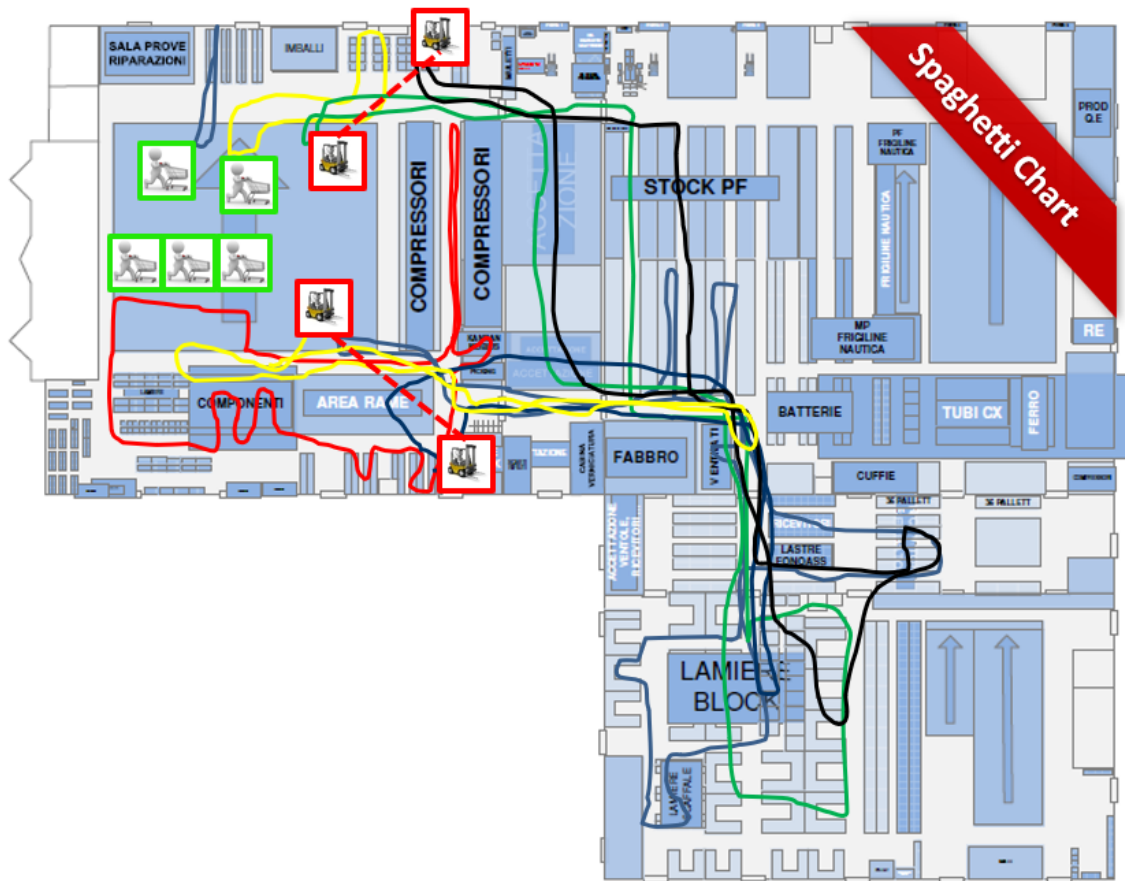


Figura 5-9: spaghetti chart flusso di picking AS-IS

Come si può notare il flusso dei prelievi è altamente non ottimizzato, sotto ogni punto di vista:

1. La fluidità di passaggio tra trans pallet e muletti è limitata per via degli ingombri
2. I muletti sono costretti a passare più volte negli stessi luoghi dove sono già passati una volta, quindi svolgendo attività a non valore aggiunto
3. Come già sottolineato, la capacità di carico del muletto sulle forche è altamente limitata
4. L'attività di *sorting* era svolta sulle linee, con un approccio ancora una volta sbagliato in quanto, come suggerito nel capitolo 2, applicare i concetti Lean significa isolare ed escludere le attività a non valore aggiunto e non di competenza di una specifica fase, mentre in questo modo gli operatori che erano adibiti al solo assemblaggio sulle fasi, dovevano svolgere questa operazione in più.
5. Non avendo un flusso ben definito e standardizzato da seguire, qualsiasi richiesta urgente (che altrimenti non ci sarebbe stata con un flusso meglio organizzato)

proveniente dagli operatori di linea veniva accolta non terminando il lavoro per cui il mulettista era stato movimentato

Inoltre, quando un articolo in giacenza era in procinto di terminare, una chiamata al magazziniere faceva sì che egli arrivasse sul posto e portasse “a portata di mano” nuove scorte di quel preciso articolo prelevandolo dagli scaffali posizionati nei livelli più in alto. Ovviamente questo aveva ripercussioni sugli altri mulettisti che:

1. Potevano non essere a conoscenza dello stock-out, e dunque rimanere in attesa sul posto finché un magazziniere sarebbe arrivato, dunque ritardando il prelievo, l’approvvigionamento e la seguente messa in produzione.
2. Dovevano magari prelevare codici vicini a quella ubicazione in un corridoio stretto, e ancora una volta dovevano attendere la fine dell’operazione di ripristinamento materiale.

Numericamente parlando, le prestazioni di questa modalità di layout magazzini, di picking, e dunque delle relative linee di produzione a valle erano assolutamente non soddisfacenti e dispendiose. Di seguito verranno mostrati i risultati relativi alle performance dello stabilimento 4B secondo questa logica:

| Operatori/Mezzi | Km percorsi/GG | N° |
|---|----------------|-----------|
|  | 42,3 Km | 5 |
|  | 30,8 Km | 2 |
|  | 170 Km | 19 |
| TOTALE MULETTI | 200 Km | 21 |

Tabella 5-1: tipologia, numero mezzi e KM percorsi al giorno

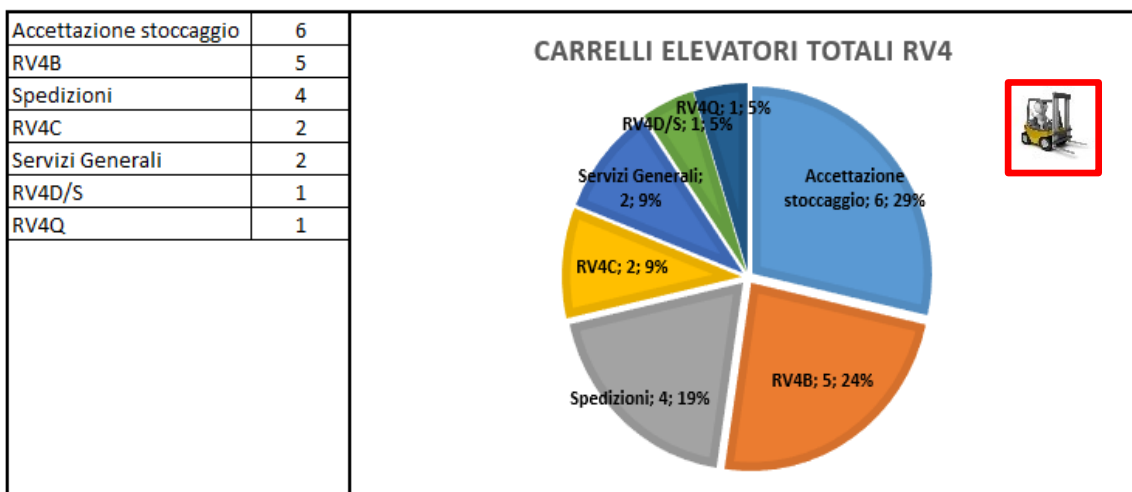


Figura 5-10: esplosione utilizzo carrelli elevatori per area di lavoro

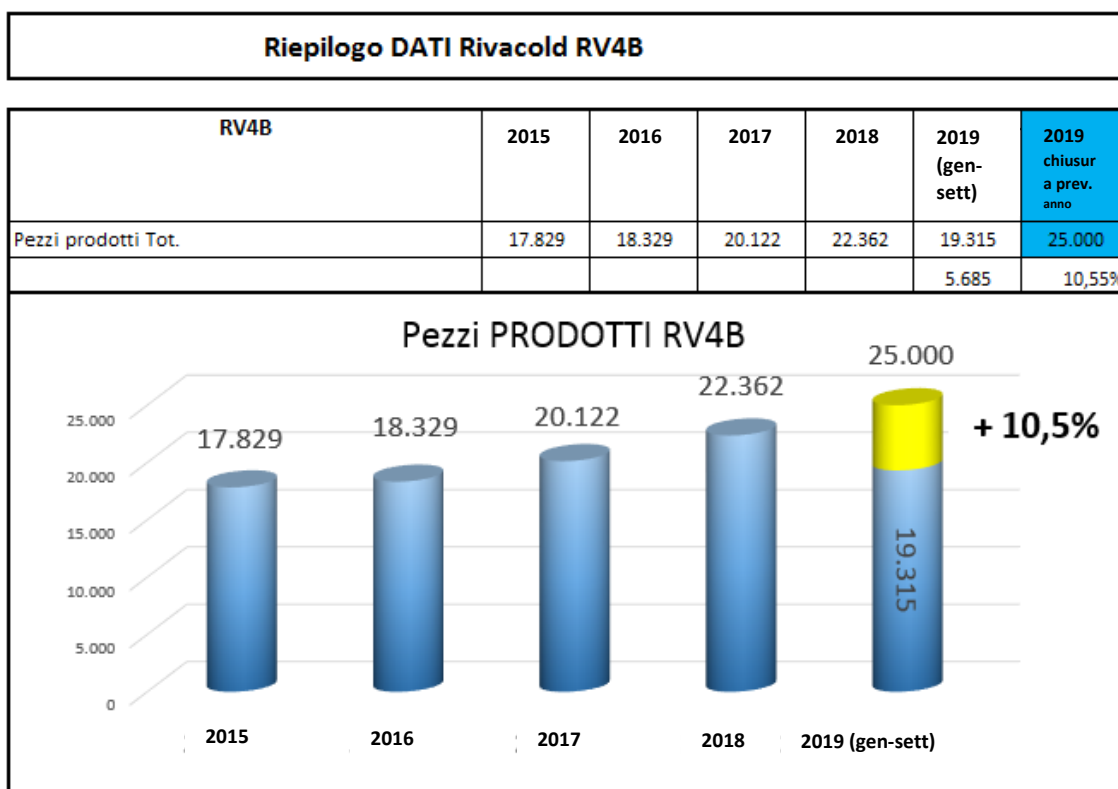


Figura 5-11: pezzi prodotti all'anno stabilimento RV4B

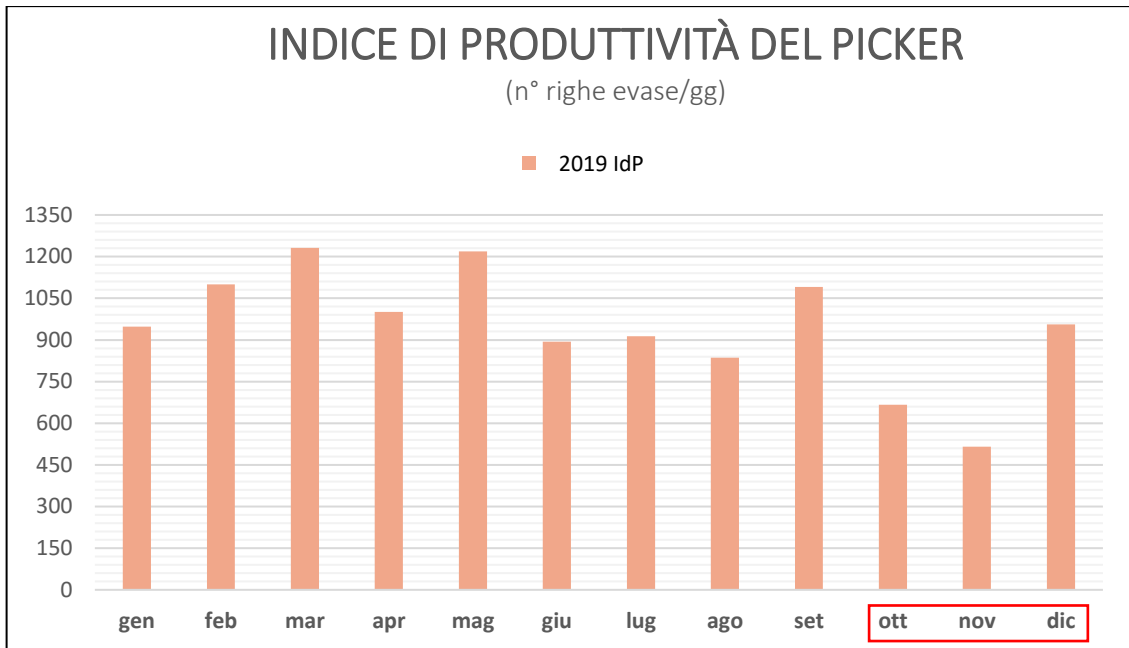


Figura 5-12: indice di produttività media del picker

CAPITOLO 6: Re-layout ed implementazione del milk run picking

In questo capitolo verrà affrontato per intero, il concepimento e l'implementazione del sistema di approvvigionamento con logica Milk Run e il re-layout dei magazzini e dei flussi interessati al processo di picking. Verranno tratte anche conclusioni dal punto di vista numerico comparando i risultati con le performance degli anni precedenti, in parte descritti al capitolo 5. Sarà infine interessante descrivere l'andamento dei flussi in regime transitorio per una previsione TO-BE di un futuro innesto su tutto lo stabilimento RV04 e perché no sull'intero mondo Rivacold.

6.1 Introduzione al Milk Run

Il milk run è uno strumento del TPS (tradotto letteralmente significa “giro del latte”) che prende il nome dalla consuetudine che esisteva in alcuni paesi negli anni '60 in cui il lattaiolo compiva un giro prestabilito, ad orari prestabiliti per la consegna del latte a domicilio.

All'epoca era presente un numero significativo di fattorie e ognuna di queste produceva abitualmente latte per conto proprio: il latte prodotto, quindi, poteva essere ulteriormente lavorato dai caseifici della zona o destinato al consumo.

Alle fattorie di piccole/media dimensioni, tuttavia, non conveniva dal punto di vista economico consegnare il latte ai caseifici e, allo stesso modo, per le famiglie in città era poco conveniente recarsi ogni giorno alle fattorie in campagna: la soluzione a tale problema stava proprio nel “giro del latte”.

In particolare, vi era un addetto che, con il proprio camioncino, passava da ogni fattore per prelevare il latte prodotto e lo trasportava fino ai caseifici interessati per le successive lavorazioni o lo consegnava di casa in casa in città, come rappresentato in figura sottostante:



Figura 6-1: immagine esplicativa del cosiddetto "giro del latte"

Ad ogni famiglia era destinato un certo numero di bottiglie di latte al giorno dipendentemente dal numero di componenti e dalle varie esigenze, ma per evitare eccessivi sprechi, vi era una sorta di riciclo: ogni sera le famiglie lasciavano fuori dalla porta di casa la o le bottiglie vuote consumate durante il giorno, così da permettere al fattorino, la mattina successiva, di sapere esattamente quante bottiglie piene lasciare: se trovava una sola bottiglia vuota la sostituiva con una piena, se ne trovava due o più le sostituiva con la stessa quantità di bottiglie piene.

Con questo metodo, ogni famiglia disponeva del latte necessario per la giornata in quantità né eccessiva e né insufficiente.

In generale, sia in ambito di logistica esterna (milk run fornitori) sia interna (milk run approvvigionamento linee, questo processo porta numerosi vantaggi, come ad esempio:

- Si semplifica la gestione logistica: il fatto di prelevare una quantità di materiale strettamente necessaria per un certo volume di produzione e organizzare un unico viaggio di approvvigionamento tra le diverse ubicazioni in magazzino permette di saturare lo spazio disponibile sul mezzo di trasporto e, quindi, ottimizzare il carico.
- Si diminuisce il numero di mezzi vincolanti, i km percorsi e, quindi, i costi ed i tempi
- Si riducono le scorte a magazzino, i rischi legati ad esse (sprechi, obsolescenze, ecc.)

- Considerando quanto scritto sopra, in generale si riducono drasticamente i costi di gestione

6.2 Introduzione al metodo 5S

In ogni azienda l'implementazione delle 5S è il punto di partenza che permette il miglioramento delle attività produttive e lo sviluppo futuro. Questo perché nelle attività di scelta e separazione, sistemazione e organizzazione, controllo, sono ritenute tutte fondamentali per poter ottenere un flusso lineare ed efficiente.

La tecnica "Five S" è stata sviluppata in Toyota per fornire una guida operativa per l'organizzazione del posto di lavoro, la gestione a vista ed il mantenimento sul posto di lavoro degli standard di ordine e pulizia. Tuttavia, può essere adattato anche ad altri scenari, come quello di riorganizzazione e standardizzazione di magazzini.

L'approccio 5S comporta la realizzazione dei seguenti passi:

- *Seiri* "scegliere e separare": Bisogna prima di tutto eliminare tutto quello che non serve. Questo significa che è necessario osservare con attenzione cosa c'è nell'area e definire cosa serve davvero. Non si tratta di un semplice esercizio da fare di tanto in tanto, ma di un processo fondamentale per capire nel dettaglio che cosa è essenziale e cosa invece non lo è. Eliminando il superfluo si può già organizzare meglio spazi e lavoro, contribuendo a ridurre notevolmente gli sprechi.
- *Seiton* "ordinare e organizzare": identificato ciò che è davvero necessario, bisogna far sì che venga messo in ordine, quindi capire dove tenere quello che serve. Questo è importante perché tutti quanti devono poter sapere subito dove si trovano le cose necessarie, senza per forza essere veterani del luogo di lavoro. L'idea è quella di eliminare del tutto o quasi i tempi necessari per la ricerca di un determinato oggetto. Definire in posizioni chiare dove vengono riposti i materiali, permette a tutti di saperne l'esatta collocazione e poterli prendere subito quando servono.
- *Seiso* "pulire": la pulizia va a braccetto con l'ordine e l'organizzazione. Avere e mantenere una posizione lavorativa pulita e non solo ordinata, permette di evitare sprechi, sporco e soprattutto possibili danneggiamenti. Non si tratta di fare solo una semplice pulizia, ma piuttosto di analizzare quelle che sono le cause di sporco

e spreco per eliminarle alla radice, mantenendo sempre e comunque una postazione pulita e ordinata.

- *Seiketsu* “standardizzare”: è importante imparare a far sì che i risultati raggiunti vengano mantenuti tali nel corso del tempo. Ecco perché individuare delle regole per mantenere tutto ben pulito e organizzato, è il modo migliore per non ricadere nelle abitudini precedenti. L’idea è che bisogna fare in modo che il metodo Lean diventi parte della struttura stessa, un tutt’uno con la produzione e il lavoro dei dipendenti, e non una semplice moda di passaggio.
- *Shitsuke* “sostenere”: quest’ultimo passaggio prevede il sostenimento di tutto questo importante processo: l’ispezione diventa una parte fondamentale per assicurare che le regole vengano in ogni momento rispettate. Periodicamente dunque è necessario che i responsabili si occupino del controllo per verificare che gli standard impostati vengano rispettati da parte di tutti. Ma non si tratta solo di controllo: la filosofia aziendale deve essere diffusa a ogni singolo membro. Un’azienda infatti è come un organismo vivente, se un organo funziona male ne risente l’intero corpo, il quale non riesce a dare il meglio di sé. Una corretta e continua formazione del personale per diffondere al meglio la filosofia che guida l’azienda, è importante per farlo sentire parte dell’organismo stesso, e dare maggiore incoraggiamento a fare sempre meglio. Infine, individuare sempre nuovi obiettivi è la chiave del miglioramento continuo “Kaizen”, infatti non è il raggiungimento di un valore numerico a fare la differenza, ma la capacità di continuare a migliorarsi per ottenere sempre di più risultati positivi migliori dei precedenti.

6.3 Il caso RIVACOLD

Se si dovesse fare un'analisi dell'intero comparto RV4B, da una prima analisi dei dati raccolti si potrebbe definire la divisione come una realtà consolidata ed in forte crescita generale negli ultimi anni, con un OTD (*On Time Delivery*) alla consegna a tolleranza 0 che registra un trend positivo, una performance di produzione sempre in aumento, ma che soffre molto in certi periodi dell'anno perché forse poco flessibile nel processare il mix del prodotto, che risulta sempre più complicato e richiesto in tempi più ridotti, con forte difficoltà nello stoccare, gestire e movimentare i materiali e gli spazi disponibili a magazzino. Dunque, dopo una prima analisi per decidere l'area di intervento tra produzione e logistica, si è optato in accordo con la direzione (durante un *Board* di allineamento) l'implementazione del metodo 5S più milk run nell'area logistica.

Come già illustrato al capitolo 5, le lacune evidenziate in termini di magazzini erano eccessive, dunque il primo periodo di implementazione del progetto è stato solamente di analisi dei dati.

6.3.1 Riorganizzazione dei magazzini M2, M3 e M4

Per la riorganizzazione dei magazzini ed in generale l'implementazione del concetto di milk run si sono seguiti gli step del metodo 5S indicati al paragrafo precedente.



Figura 6-2: ciclo 5S

Il primo step che ha visto coinvolte diverse figure facenti parte di: ufficio produzione, ufficio logistica ed ufficio tecnico, è stato quello di analizzare e mappare tutti gli articoli dei magazzini dello stabilimento 4 per codice e per quantità processata con l'obiettivo di mettere in evidenza gli articoli maggiormente utilizzati da entrambe le divisioni e dunque

di affidargli la priorità di riallocazione nel caso in cui essi non si trovassero già nel punto ottimo idoneo ad entrambe. Questa operazione infatti, anche se molto onerosa dal punto di vista dell'extrapolazione dei dati, avrebbe permesso immediatamente di ottimizzare il flusso dei mulettisti in quanto consentiva di scorporare e mantenere differenziato il picking delle due divisioni, consentendo fin da subito meno ingombro.

L'attività di extrapolazione dati dal database delle anagrafiche in combinazione ad AS400 ha risentito inizialmente della sfiducia dei responsabili sia tecnici che operativi sul campo, infatti era di difficile accettazione la riorganizzazione completa dei magazzini dopo anni e anni in cui si è operato allo stesso modo, tuttavia dopo un'iniziale sfiducia, i risultati non hanno tardato ad arrivare. Come è possibile vedere nella tabella sottostante, sono stati messi in relazione i **codici** in comune tra tutte le aree di produzione dello stabilimento RV4 negli ultimi tre anni:

| Nr codici | N | S | Totale complessivo | Comune |
|------------------------|--------|-------|--------------------|--------|
| Adesivi | 68 | 48 | 116 | 41% |
| Componenti & controlli | 1.440 | 490 | 1.930 | 25% |
| Accessori compressori | 117 | 41 | 158 | 26% |
| Materiale elettrico | 737 | 101 | 838 | 12% |
| Ferramenta | 212 | 116 | 328 | 35% |
| Accessori ventilatori | 50 | 23 | 73 | 32% |
| Isolanti | 313 | 157 | 470 | 33% |
| Ventilatori | 91 | 30 | 121 | 25% |
| Accessori | 178 | 30 | 208 | 14% |
| Scambiatori piastre | 146 | 12 | 158 | 8% |
| Compressori | 460 | 136 | 596 | 23% |
| Lamiere | 2.458 | 251 | 2.709 | 9% |
| Imballi | 206 | 32 | 238 | 13% |
| Scambiatori | 568 | 72 | 640 | 11% |
| Tubi e rame | 4.469 | 235 | 4.704 | 5% |
| Olii | 13 | 2 | 15 | 13% |
| Cablaggi | 106 | 6 | 112 | 5% |
| QE | 1.491 | 15 | 1.506 | 1% |
| Vaschette | 5 | | 5 | 0% |
| Totale complessivo | 13.128 | 1.797 | 14.925 | 12% |

Tabella 6-1: percentuale di codici in comune tra le aree in RV4

In questa tabella vengono elencati sulla prima colonna tutte le famiglie di articoli, per codice, nelle cui righe a destra sono raggruppati i codici che non sono (N) oppure sono (S) in comune tra le due aree. Infine, sono stati ordinati in senso decrescente per mettere in evidenza, secondo il principio di Pareto, quali di essi potrebbero avere più impatto nella riorganizzazione. Si può notare come sul totale, i codici in comune siano il 12%.

Questi codici dunque saranno i primi ad essere risistemati (“*Seiton*”). Anche se la percentuale di codici in comune risulta bassa, essa può trarre in inganno infatti le quantità associate a tali codici risultano sicuramente molto elevate nell’operatività quotidiana dell’azienda, come dimostrato infatti dalla successiva tabella:

| Q. ty | N | S | Totale complessivo | Comune |
|------------------------|-----------|-----------|--------------------|--------|
| Adesivi | 46.515 | 329.625 | 376.140 | 88% |
| Componenti & controlli | 164.371 | 659.603 | 823.974 | 80% |
| Accessori compressori | 4.073 | 15.152 | 19.225 | 79% |
| Materiale elettrico | 131.715 | 354.233 | 485.947 | 73% |
| Ferramenta | 604.102 | 1.536.807 | 2.140.909 | 72% |
| Accessori ventilatori | 42.197 | 72.397 | 114.594 | 63% |
| Isolanti | 97.107 | 154.434 | 251.541 | 61% |
| Ventilatori | 29.416 | 42.158 | 71.574 | 59% |
| Accessori | 28.669 | 21.268 | 49.937 | 43% |
| Scambiatori piastre | 6.737 | 4.933 | 11.670 | 42% |
| Compressori | 29.142 | 17.062 | 46.205 | 37% |
| Lamiere | 443.493 | 142.243 | 585.736 | 24% |
| Imballi | 41.528 | 11.367 | 52.895 | 21% |
| Scambiatori | 44.298 | 10.338 | 54.636 | 19% |
| Tubi e rame | 369.510 | 75.790 | 445.299 | 17% |
| Olii | 857 | 145 | 1.002 | 14% |
| Cablaggi | 32.903 | 4.120 | 37.023 | 11% |
| QE | 46.091 | 3.156 | 49.246 | 6% |
| Vaschette | 168 | | 168 | 0% |
| Totale complessivo | 2.162.889 | 3.454.831 | 5.617.721 | 61% |

Tabella 6-2: quantità di codici in comune tra le aree in RV4

Si evidenzia dunque che quando si parla di quantità, la percentuale in comune sale al 61%.

Ordinando anche questo report in ordine decrescente, vengono ancora una volta evidenziate le quantità effettive da risistemare nei magazzini.

A seguito di questa analisi, i relativi codici sono stati dunque prelevati dalle loro attuali postazioni e riposizionati nei magazzini M2 e M4:

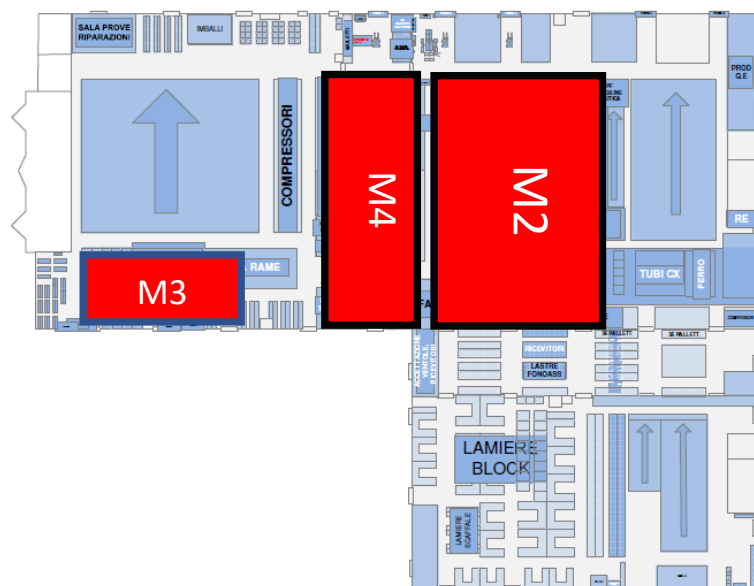


Figura 6-3: layout RV4 con evidenza delle aree di stoccaggio M2, M3 e M4

Al magazzino M2 spetta, nell'ordine:

- Condensatori
- Scambiatori
- Evaporatori

Al magazzino M4 spetta, nell'ordine:

- Compressori
- Ventilatori
- Imballi

Per le prime voci in tabella (adesivi, componentistica, accessori e quadri elettrici) era logico aspettarsi, come da risultato, che avessero le percentuali maggiori in quanto forniscono la vera e propria base di partenza per ogni componente, e quindi per l'intera macchina. Tuttavia, la struttura RV4 disponeva già di appositi magazzini a cassoni su più ripiani e due magazzini automatici chiamati "Modula" posizionati comodamente vicino all'area "elettrico" e alle linee di produzione, in cui avveniva il cablaggio di questi articoli dai primi ed il picking automatico di componentistica varia dai secondi, dunque si è deciso di lasciare il magazzino M3 così dove era, e adattare parte del magazzino M2 (la sezione

più a destra verso le linee 4C) allo stoccaggio del restante materiale e componentistica per le centrali.

In questo modo, oltre ad aver meglio organizzato il layout dei magazzini per un picking più fluido, si è recuperato spazio nella zona in cui, come visibile al capitolo 5, venivano stoccati compressori (sezione 4B).

Inoltre, è stata risolta in parte la lacuna relativa alle ubicazioni indicate su fogli di carta quasi “volanti” e all’ingombro a terra: nel corridoio interno, i pallet contenenti i compressori sono stati stoccati su magazzini a scaffalature in cui il prodotto, ovvero compressori nel 95% dei casi, veniva fatto trovare pronto sui bancali al primo livello (cioè a terra) fin tanto che il pallet, vicino al punto di esaurirsi, veniva rimpinguato con pallet di compressori a scorta provenienti dai livelli superiori i quali venivano prelevati e sistemati al livello sottostante dopo che il mulettista *picker*, accortosi della scarsa disponibilità, lo faceva presente ad un altro mulettista *supplier* tramite chiamata. Per ciò che riguarda le ubicazioni, sono state invece attaccate targhette di posizionamento direttamente sui profili portanti delle scaffalature per riconoscere i vari ripiani e le postazioni di riferimento, eliminando dunque l’usanza di:

1. attaccarle con lo scotch al prodotto per quanto riguarda l’ubicazione dello stesso
2. attaccare ulteriori riferimenti più precisi a terra, davanti ad ogni postazione

6.3.2 Riorganizzazione magazzino M1

La riorganizzazione del magazzino M1 è stata la più onerosa in termini di analisi dei flussi e sostituzione del metodo di stoccaggio da cassoni a scaffalature a ripiani a doppia profondità in quanto sarebbe stato il punto di partenza per il nuovo picking in logica milk run e dunque nodo cruciale. Il lavoro che è stato fatto è riassumibile in tre macro-step, che verranno sviscerati man mano nella trattazione:

1. Analisi 5S ed ABC
2. Classificazione delle SKU sulle scaffalature
3. Implementazione “treno logistico”

Come già evidenziato al capitolo 5, il magazzino M1, allo stato dell'arte, risultava adibito a qualsiasi tipologia di articolo che non venisse stoccato, per varie ragioni, altrove. L'obiettivo invece era quello di riorganizzarlo ("Seiri"), come avvenuto per le altre aree di stoccaggio, per famiglie di componenti (compressori, batterie, ecc.), all'interno delle quali sarebbe stato chiaramente visibile la quantità e la tipologia di sottofamiglie stoccate. Per fare questo è stata necessaria una profonda pulizia ("Seiso") attuata innanzitutto interrogando ancora una volta il database delle anagrafiche in combinazione ad AS400 ed estrapolando con una query opportuna tutti gli articoli con voce appartenente a "M1" e le relative quantità, gli anni di stoccaggio, la famiglia di appartenenza e quanto ruotassero. Questa operazione si è resa necessaria, operativamente, per 2 ragioni:

- I. Verificare l'obsolescenza effettiva di determinati articoli,
- II. Isolare la famiglia con quantità preponderante, per poi sviluppare un'analisi ABC al fine di ottenere una distribuzione ottimale sui livelli delle scaffalature.

In concomitanza a questa operazione, resisi conto delle quantità in gioco effettive, si è discusso con la direzione l'ampliamento dell'area di stoccaggio in esame in termini di capacità e quindi superficie occupata: inizialmente il layout si presentava come segue:

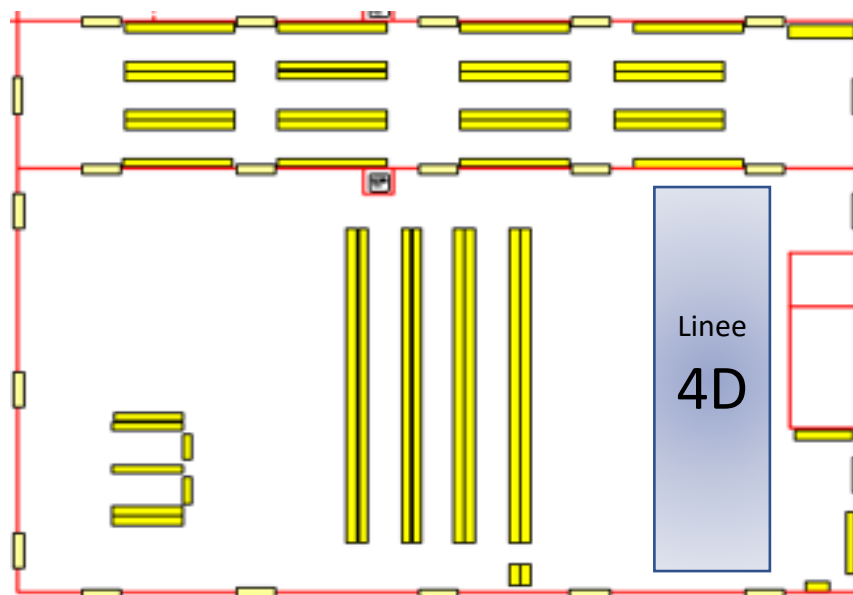


Figura 6-4: layout magazzino M1 prima del suo ampliamento

In cui centralmente vi erano le navate miste a cassoni (non rappresentate sopra) e a profondità con ubicazione "libera" e sulla sinistra due celle di immagazzinamento ad

“U” nel quale veniva stipato materiale non movimentato da più di cinque anni, oppure non conformità.

A seguito del via libera dato dalla direzione, e in accordo con l’ufficio “logistica” e “controllo di gestione” si è deciso di spostare le due celle ad U in linea parallela con le altre, in grado di formare una ulteriore corsia, che verrà completata poi con l’acquisto di altri tre montanti da scaffalatura. Per una più chiara comprensione viene riportata la figura sotto:

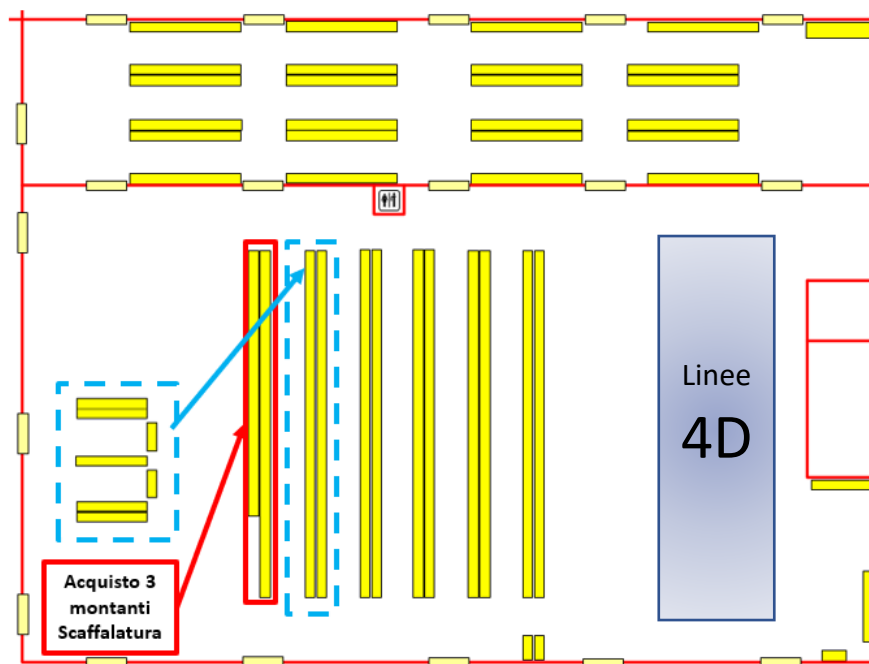


Figura 6-5: layout magazzino M1 dopo il primo re-layout

Dopo aver effettuato questa piccola riorganizzazione liberando le navate dai cassoni e dunque predisponendo tutte le scaffalature a doppia profondità aperte, rimaneva il problema di riposizionare gli stessi cassoni, rimasti senza un posto fisso e dunque senza ubicazione. Ritenendo tuttavia questi ancora utili al fine di stoccare al loro interno qualche articolo a bassa rotazione, si è deciso di allinearli alle altre scaffalature, in modo da avere, se necessario, spazio extra. Nella figura seguente i cassoni sono rappresentati dai quadratini verdi.

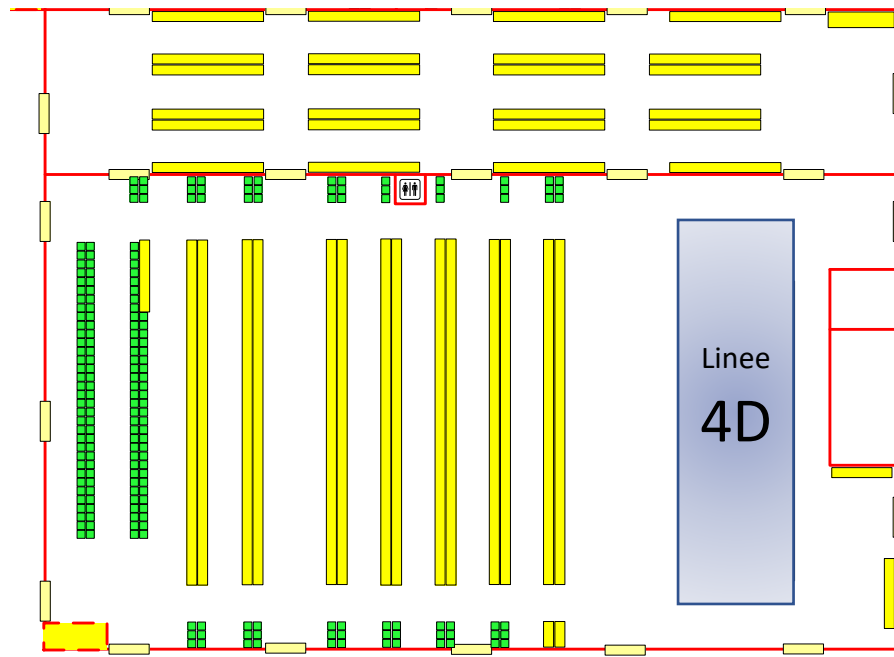


Figura 6-6: layout finale magazzino M1

Successivamente alla risistemazione del layout è stato possibile proseguire con il secondo step, ovvero con la riallocazione di tutte le SKU in base all'analisi inizialmente citata: i livelli di stock sono stati suddivisi in 4 classi, A, B, C, e D.

In accordo alla definizione di analisi ABC a consumo (che suggerisce anche un'idea di indice di rotazione in quanto le classi vengono distinte il base al consumo dello specifico articolo negli ultimi 3 anni e di cui verrà fatto un focus a seguire):

- Alla **Classe A** apparterranno tutte le tipologie di articoli le cui percentuali cumulate arrivano alla somma di circa il 60% del totale predisposto a quel magazzino
- Alla **Classe B** apparterranno tutte le tipologie di articoli le cui percentuali cumulate ammontano alla somma di circa il 20% (cumulato al 60% prima ottenuto) del totale
- Alla **Classe C** apparterranno le tipologie di articoli che, in percentuale cumulata coprono un ulteriore 15% circa
- Alla **Classe D**, infine, apparterranno le tipologie di articoli che coprono o il restante 5% del totale,

Le famiglie di articoli in gioco destinate alla riclassificazione sono risultate:

- Lamiere
- Isolanti
- Ventilatori
- Serbatoi
- Griglie

Nelle tabelle successive verrà mostrata l'esplosione di questa analisi, in cui il colore rosso corrisponde alla classe A, l'arancio alla classe B, il giallo alla classe C ed il verde alla classe D

Tabella 6-3: tipologie di articoli in M1 classificati in base al consumo % sul totale

| Somma di Consumo medio | | | | | | | | |
|------------------------|---|--------|----------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|--|
| codice | Descrizione | Costo | Totale | % Su consumato TOT | % Cumulativa su TOT | CONT.CODICI | Classe PICKING | |
| 93900523 | LAST.ADES.EPDM T20 25X3 L250 M00733/44 | 0,095 | ##### | 16% | 16% | 1 | A | |
| A005005 | PROFILO AERSTOP N12/A MM50X5MM ROT.1 | 0,45 | 1.215,71 | 9% | 25% | 2 | A | |
| 93110885 | ROND.IN GOMMA COMPATTA BUTILICA A 11 | 0,1 | 340,33 | 7% | 32% | 3 | A | |
| 93510160 | PROT.AUT.X VALV.TERM.CL1 ART.008 IN P. | 0,9 | 684,08 | 5% | 36% | 4 | A | |
| G10 | TUBO ANTICONDENSA 10X9MM 266MT/CAF | 0,2424 | 682,76 | 5% | 41% | 5 | A | |
| 93900524 | LASTRA ADES.EPDM T20 25X3 L=180 9250164 | 0,12 | 301,38 | 2% | 43% | 6 | A | |
| 93510267 | PROT.ISOL.X CRO-6-0/60-22 (VAL.REG.SPOR | 1,93 | 297,67 | 2% | 45% | 7 | A | |
| A0815236 | LASTRA ANTICOND.ADESIVA 35X20 SP=18MM | 0,095 | 284,42 | 2% | 47% | 8 | A | |
| D10 | TUBO ANTICONDENSA 10X6MM 364MT/CAF | 0,1733 | 238,01 | 2% | 49% | 9 | A | |
| G22 | TUBO ANTICONDENSA 22X9MM 136MT/CAF | 0,2939 | 214,14 | 2% | 51% | 10 | A | |
| H22 | TUBO ANTICONDENSA 22X13MM 38MT/CAF | 0,4497 | 208,01 | 1% | 52% | 11 | A | |
| D08 | TUBO ANTICONDENSA 8X6MM 432MT/CAF | 0,1692 | 198,01 | 1% | 53% | 12 | A | |
| D12 | TUBO ANTICONDENSA 12X6MM 316MT/CAF | 0,1809 | 182,08 | 1% | 55% | 13 | A | |
| D15 | TUBO ANTICONDENSA 15X6MM 266MT/CAF | 0,1962 | 181,04 | 1% | 56% | 14 | A | |
| H12 | TUBO ANTICONDENSA 12X13MM 162MT/CAF | 0,3767 | 177,43 | 1% | 57% | 15 | A | |
| G15 | TUBO ANTICONDENSA 15X9MM 192MT/CAF | 0,2806 | 160,85 | 1% | 58% | 16 | A | |
| G14 | TUBO ANTICONDENSA 14X9MM 212MT/CAF | 0,269 | 159,51 | 1% | 60% | 17 | A | |
| H15 | TUBO ANTICONDENSA 15X13MM 128MT/CAF | 0,4114 | 152,84 | 1% | 61% | 18 | B | |
| G18 | TUBO ANTICONDENSA 18X9MM 166MT/CAF | 0,2921 | 143,34 | 1% | 62% | 19 | B | |
| G12 | TUBO ANTICONDENSA 12X9MM 234MT/CAF | 0,2461 | 137,66 | 1% | 63% | 20 | B | |
| H28 | TUBO ANTICONDENSA 28X13MM 78MT/CAF | 0,5418 | 119,87 | 1% | 63% | 21 | B | |
| H35 | TUBO ANTICONDENSA 35X13 MM 58MT/CAF | 0,6494 | 118,64 | 1% | 64% | 22 | B | |
| 93900051 | GOMMA NEOPRENICA 8X2 CIADESIVO 2742 | 0,19 | 118,48 | 1% | 65% | 23 | B | |
| G28 | TUBO ANTICONDENSA 28X9MM 98MT/CAF | 0,4225 | 111,65 | 1% | 66% | 24 | B | |
| 93900411 | LASTRA FONDASS.3XGK 4KG/MQ ADES.BUG | 52,5 | 106,49 | 1% | 67% | 25 | B | |
| D10C | TUBO ANTICOND.10X6MM CONTINUO 150MT | 0,2027 | 99,07 | 1% | 67% | 26 | B | |
| 93900410 | LASTRA FONDASSORBENTE STD RINFORZA | 12,901 | 97,25 | 1% | 68% | 27 | B | |
| D06 | TUBO ANTICONDENSA 6X6MM 496MT/CAF | 0,1613 | 88,98 | 1% | 69% | 28 | B | |
| A0815221 | LASTRA ANTICOND.ADESIVA 35X80 SP=5MM | 0,65 | 82,00 | 1% | 69% | 29 | B | |
| 9391X400BMHC-T | LAST.FON.BUG.PZ TAMPON.COND. 50X68 | 0,95 | 79,83 | 1% | 70% | 30 | B | |
| 9391X250FAT | 4PZ.GOMMA ESPANSA EPDM T20 SP.5 FAIX | 2 | 72,17 | 1% | 70% | 31 | B | |

LAMIERE

LIV1 | 77,0

| Somma di Consumo medio | | | | | | | |
|------------------------|--|-----------|-----------|----------------|---------------------|-------------|----------------|
| codice | Descrizione | Costo | Totale | % Su consumato | % Cumulativa su TOT | CONT.CODICI | Classe PICKING |
| 99511250 | PIASTRINO FISS.FINECORSAX PORTA CELLA | 0,07 | 11.060,67 | 3% | 3% | 1 | A |
| 92301015 | GANCIO PER SOLL. BLOCKS. SF LAM.ZN.20/10 | 0,200508 | 870,42 | 3% | 6% | 2 | A |
| 99511251 | STAFFA A C 16X36X11L=50MM FISS.EVR2-10 | 0,115 | 836,58 | 2% | 8% | 3 | A |
| 92504262 | STAFFA RINFORZO QUADRO FA 20X120 L=20 | 0,48929 | 461,67 | 1% | 9% | 4 | A |
| 92501123 | ANGOLARE SX X BASE FA 1X230/250/300/350 | 0,595334 | 461,25 | 1% | 11% | 5 | A |
| 92501165 | CANALINA EVAP.20X66,5X20 L=239 FA1X2 | 0,526675 | 457,50 | 1% | 12% | 6 | A |
| 92500733 | OMEGA FERMA ASC.260X25 P=20 SF2X250/30 | 0,92878 | 442,08 | 1% | 13% | 7 | A |
| 92500404 | STAFFA FISS.CELLA SF 2X350 | 1,747421 | 394,00 | 1% | 14% | 8 | A |
| 92500098 | STAFFA FISS.CELLA SF 2X250/300 | 1,616585 | 376,33 | 1% | 15% | 9 | A |
| 92501197 | CANALINA EVAP.30X76X30 L=255,5 FA300/350 | 0,626695 | 375,00 | 1% | 17% | 10 | A |
| 92501171 | FIANCO SX CAREN.EVAP.FA1X250-FA1X300 | 1,857205 | 360,83 | 1% | 18% | 11 | A |
| 92501172 | FIANCO DX CAREN.EVAP.FA1X250-FA1X300 | 1,7616 | 360,75 | 1% | 19% | 12 | A |
| 92500083 | SUPPORTO PANNELLO SUP. | 0,369343 | 356,75 | 1% | 20% | 13 | A |
| 92501363 | ANGOLARE DX PER BASE FA1X300/1X350 | 0,357865 | 305,17 | 1% | 21% | 14 | A |
| 92513129 | ASS.PAN.Q.C.FA250 RIVT000001144X94 H361 | 3,372424 | 253,50 | 1% | 21% | 15 | A |
| 92503127 | SCATOLA ELETRICA FA1X250 140X90 H=360M | 3,738718 | 253,50 | 1% | 22% | 16 | A |
| 92500841 | COPERCHIO SCAT.ELET. SF 2X300/350 | 2,040115 | 256,50 | 1% | 23% | 17 | A |
| 92510839 | ASS.SCATOLA ELETRR.SF 2X300 2X350 | 4,721623 | 253,67 | 1% | 24% | 18 | A |
| 92302347 | STAFFA X PRESS.RANCO-JOHNSON CONT. NE | 0,92 | 250,33 | 1% | 24% | 19 | A |
| 92501181 | ANGOLARE DX X BASE FA 1X230/250 | 0,426286 | 249,42 | 1% | 25% | 20 | A |
| 92502044 | PANN.ANTER.FA/FS 1X250 C-TAST.RIVT000001 | 14,118022 | 247,08 | 1% | 26% | 21 | A |
| 92501124 | PANNELLO SUPERIORE FA 1X250 | 3,305563 | 245,83 | 1% | 26% | 22 | A |

VENTILATORI

LIV1 | 18

| Somma di Consumo medio | | | | | | | |
|------------------------|--|----------|--------|----------------|---------------------|-------------|----------------|
| codice | Descrizione | Costo | Totale | % Su consumato | % Cumulativa su TOT | CONT.CODICI | Classe PICKING |
| RET8T18PNN002 | ELCO 18/62w 230/1/50-60 2600RPM C/COND | 9,92 | 597,08 | 15% | 15% | 1 | A |
| 1BT35-25-1VND | ELCO 35w V.230/50-60 TIPO2 S/CAVO | 14,68 | 591,83 | 14% | 29% | 2 | A |
| 61435021 | VE.R.E.ASP 1350G/M 230/50 IP54 XE4026.07 | 37,94 | 302,25 | 7% | 36% | 3 | A |
| NET3C25PVN003 | ELCO 25w V.230/50-60 VDE TIPO3 S/CAVO | 8,262 | 209,67 | 5% | 42% | 4 | A |
| 66002011 | MOTOV. B24-001-01 1250RPM 230/1/50-60 | 16,2 | 192,25 | 5% | 46% | 5 | A |
| NET3C18PVN004 | ELCO 18w V.230/50-60 VDE TIPO3 S/CAVO | 6,982363 | 159,67 | 4% | 50% | 6 | A |
| 62003001 | MOTOV. ADDA AA1282HB-AT 120X38 230/50 | 4,35 | 157,83 | 4% | 54% | 7 | A |
| 60035081 | S A4E350-AP06-01 ASP 1400 G/M 230/50-60 | 38 | 135,58 | 3% | 57% | 8 | A |
| NET3C102VN006 | ELCO 10w V.230/50-60 VDE TIPO3 S/CAVO | 5,211272 | 131,92 | 3% | 61% | 9 | A |
| 60035161 | S A4E350-AP06-32 ASP 1400 G/M 230/50-60 | 41,39 | 106,00 | 3% | 63% | 10 | B |
| 62010010 | IQ3608-310250 1300RPM ELETRR.230/1/50-E | 14,8 | 103,50 | 3% | 66% | 11 | B |
| 60050371 | FN050-4EK.4L.V7P ASP.1230RPM 230/1/50-E | 93,74 | 71,67 | 2% | 67% | 12 | B |
| 60045281 | S A4E450-AP01-01 ASP1400 G/M 230/1/50-60 | 61 | 61,50 | 2% | 69% | 13 | B |
| 60045331 | A6E450-AN06-24 ASP 880G/M 230/1/50 | 64,5 | 59,33 | 1% | 70% | 14 | B |
| 60045341 | A6E450-AN06-24 ASP 880G/M 230/1/50 | 64,5 | 58,83 | 1% | 72% | 15 | B |
| 60030261 | A4E300-AS72-01 ASP 1380 G/M230/50-60 2 | 28,4922 | 55,67 | 1% | 73% | 16 | B |
| NET2C16PVN002 | ELCO 16w V230/50-60 VDE TIPO2 S/CAVO | 6,778363 | 53,08 | 1% | 75% | 17 | B |
| 60045211 | A3G450-AK65-01 ASP 885 G/M 200-277/1/50 | 140,45 | 52,58 | 1% | 76% | 18 | B |
| 60145101 | A4E450-AP01-20 ASP C/SCA.DER.V.230/50 | 69,6861 | 50,42 | 1% | 77% | 19 | B |
| 62001080 | MOTOV.FANDIS V.230/1/50-60 4715MS 23TB | 5 | 44,25 | 1% | 78% | 20 | B |
| 62001255 | MOTOV.KAKU 120X38 230/50-60 IP55 2500F | 4 | 40,33 | 1% | 79% | 21 | B |
| 66002006 | MOTOV. B12-005-012150RPM 230/1/50-60 | 15,15 | 39,42 | 1% | 80% | 22 | B |

GRIGLIE

LIV1 19

| Somma di Consumo medio | | | | | | | | |
|------------------------|--|--------|--------|-------------------|--------------------|-------------|----------------|---|
| codice | Descrizione | Costo | Totale | % Su consumato TO | % Cumulativa su TO | CONT.CODICI | Classe PICKING | |
| G20027 | GRIGLIA IN METALLO D.200 APERTA H.26 | 1,19 | 487,58 | 15% | 15% | 1 | A | A |
| G30035 | GRIGLIA IN METALLO D.300 H.48,5 | 2 | 407,08 | 13% | 28% | 2 | A | A |
| G25035 | GRIGLIA IN METALLO D.254 H=35 | 1,54 | 337,50 | 11% | 39% | 3 | A | A |
| G125046 | GRIGLIA INTERNA D.250 H.46 VER.NERA | 1,2 | 273,25 | 9% | 48% | 4 | A | A |
| G25029N | GRIGL.METALLO D.254 H.34 CHIUSA VER.N | 1,75 | 247,08 | 8% | 55% | 5 | A | A |
| G1200CP0 | GRIGLIA CIECA IN PLAST.D.120 QUADRAT | 0,2079 | 211,08 | 7% | 62% | 6 | A | A |
| G200WC | GRIGLIA IN METALLO D.200 DI PROTEZION | 1,51 | 183,83 | 6% | 68% | 7 | B | B |
| G200WA | GRIGLIA IN METALLO D.200 APERTA H.34 | 1,3 | 183,67 | 6% | 74% | 8 | B | B |
| G30029N | GRIGL.METALLO D.300 H.34 CHIUSA VER.N | 2,39 | 160,50 | 5% | 79% | 9 | B | B |
| G130046 | GRIGLIA INTERNA D.300 H.46 VER.NERA | 1,3 | 157,33 | 5% | 84% | 10 | B | B |
| 99512157 | GRIGLIA PLASTICA 525X525X64 ø450 | 10,309 | 135,00 | 4% | 88% | 11 | C | C |
| 99512156 | GRIGLIA PLASTICA 474X474X64 ø400 | 3,66 | 133,58 | 4% | 92% | 12 | C | C |
| G45092 | GRIGLIA CHIUSA X PALA D.450 H.96 MAX | 8,65 | 70,75 | 2% | 95% | 13 | C | C |
| G250CP0 | GRIGLIA CIECA IN PLAST.PALA D.254 H=40 | 0,603 | 43,83 | 1% | 96% | 14 | D | D |
| G500112 | GRIGLIA CHIUSA X PALA D.500 H.112 | 10,12 | 38,75 | 1% | 97% | 15 | D | D |
| CG254 | CONVOGL.IN PLAST.X VENTOLA D.254 | 1,02 | 18,42 | 1% | 98% | 16 | D | D |
| G25035Q | GRIGLIA IN METALLO D.254 H=35 MOTOV.G | 1,54 | 17,58 | 1% | 98% | 17 | D | D |
| G200CP0 | GRIGLIA CIECA IN PLAST.D.200 | 0,459 | 16,67 | 1% | 99% | 18 | D | D |
| G560112 | GRIGLIA CHIUSA X PALA D.560 H.112 | 11,34 | 9,08 | 0% | 99% | 19 | D | D |
| 62001058 | GRIGLIA METALLO X PAPST D.142 PIATTA | 0,9801 | 6,67 | 0% | 99% | 20 | D | D |
| G63095 | GRIGLIA METALLO CIECA D.630 H.95 X ZIE | 14,45 | 4,75 | 0% | 100% | 21 | D | D |
| G23035 | GRIGLIA IN METALLO D.230 H.35 | 1,4 | 3,75 | 0% | 100% | 22 | D | D |
| 62001211 | SERRANDA A GRAVITA X ASPIRAT.AXIA F | 26,3 | 1,75 | 0% | 100% | 23 | D | D |
| G25046 | GRIGLIA IN METALLO D.250 H.46 CROMAT | 1,74 | 1,50 | 0% | 100% | 24 | D | D |
| CG230 | CONVOGL.IN PLAST.X VENTOLA D.230 | 0,92 | 1,42 | 0% | 100% | 25 | D | D |
| 71000140 | GRIGLIA EBM A CESTELLO D.250 BASSA P | 3,26 | 1,17 | 0% | 100% | 26 | D | D |
| 62001212 | SERRANDA A GRAVITA X ASPIRAT.AXIA F | 39,5 | 1,08 | 0% | 100% | 27 | D | D |
| 71000330 | GRIGLIA INTERNA PER MOTOV. ASP. D.80 | 27,15 | 1,00 | 0% | 100% | 28 | D | D |
| G20027N | GRIGLIA METALLO D.200 APER.H26 VERN. | 1,25 | 1,00 | 0% | 100% | 29 | D | D |
| 62001057 | GRIGLIA METALLO X PAPST GM80 80X80 | 0,46 | 0,50 | 0% | 100% | 30 | D | D |
| 99500010 | PIATTELLO IN PLASTICA PORTAVENTOLA I | 0,1 | 0,42 | 0% | 100% | 31 | D | D |

Il passo successivo sarà dunque associare un indice di rotazione alle classi sopra individuate facendo ricorso ad un'analisi storica. L'idea è quella di creare uno standard assegnando alle classi A e B gli articoli a più elevata rotazione, i quali, per definizione, dovranno essere movimentati il più velocemente possibile durante il processo di picking. Ciò significa che a queste due classi verrà assegnato un picking *pedonale* nel senso che il picker, una volta trovatosi sull'ubicazione che sarà necessariamente ai due più bassi livelli ad altezza uomo, dovrà essere libero di movimentare a mano l'articolo in questione senza l'ausilio di macchine quali muletti o trans pallet, a differenza di come poteva capitare con il precedente layout. Il discorso sarà diverso per le ultime due classi C e D: queste classi, caratterizzate da articoli a media e bassa rotazione, saranno assegnate ai due livelli più alti nelle scaffalature, vale a dire il terzo ed il quarto piano il cui picking sarà *assistito* da muletti, nel caso in cui particolari articoli appartenenti a quelle classi si rendessero necessari. Tuttavia, essendo basso rotanti, la probabilità di consumo è bassa e in ogni

caso, sapendolo anticipatamente attraverso la schedulazione dei carichi per ogni macchina abbinata alla picking list, è possibile avvisare il mulettista di turno per tempo, evitando di perdere tempo una volta che il picker arriva sul posto indicato non trovando il materiale pronto.

Le scaffalature dunque, dopo tre settimane di risistemazione, si presentano come segue:

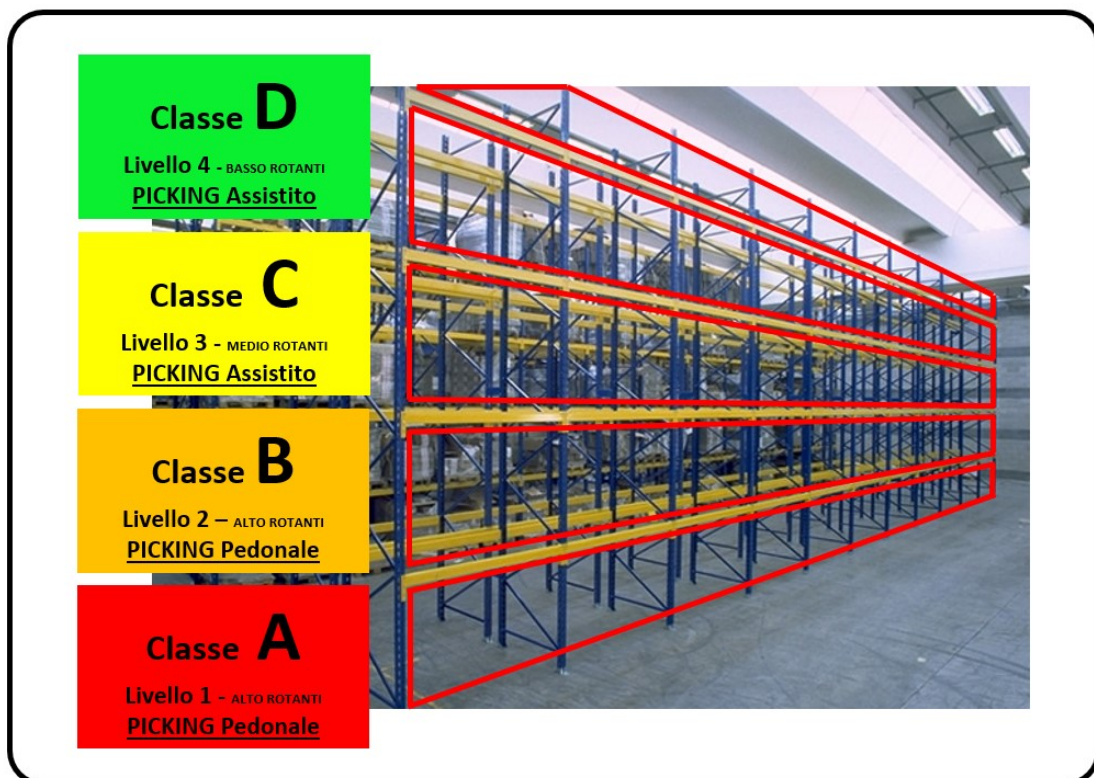


Figura 6-7: classificazione ABC classi picking sugli scaffali magazzino M1

A questo punto non rimane altro che incrociare tutte le classi di tutte le famiglie in modo da evidenziare, attraverso l'applicazione del principio di Pareto, quale classe domina in termini di quantitativo di codici impiegati e la relativa rotazione.

Tabella 6-4: riepilogo quantità di codici per singola voce di articoli in ogni classe

Questo incrocio ha fatto emergere che la classe “lamiere” è quella preponderante, con il 78% di codici in magazzino M1:

| | Ripartizione Codici CLASSI DI PICKING | | | | Lamiere | Totale |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------|----------|----------|---------|--------|
| | Griglie | Ventilatori | Serbatoi | Isolanti | | |
| Classe A_ ALTO ROTANTI | 6 | 9 | 13 | 17 | 141 | 186 |
| Classe B_ ALTO ROTANTI | 4 | 13 | 17 | 46 | 271 | 351 |
| Classe C_ BASSO ROTANTI | 3 | 20 | 54 | 143 | 951 | 1171 |
| Classe D_ BASSO ROTANTI | 76 | 229 | 308 | 527 | 3931 | 5071 |
| Totale | 89 | 271 | 392 | 733 | 5294 | 6779 |
| | 1% | 4% | 6% | 11% | 78% | 100% |

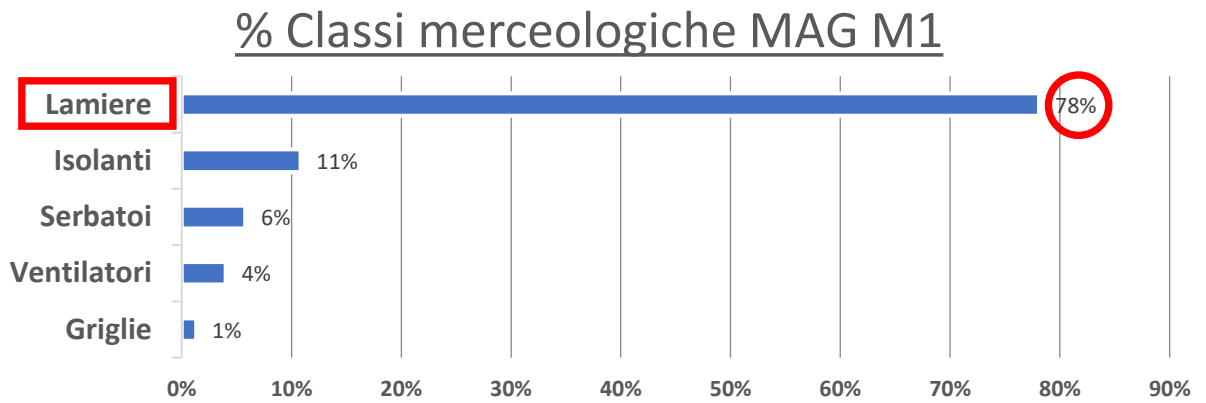


Figura 6-8: presenza % classi merceologiche all'interno di M1

Ancora, si può notare come di tutte le lamiere, solo l'8% dei codici risulta classificabile come alto rotante e dunque adibito a picking pedonale, mentre il restante 92% andrà posizionato sui ripiani 3 e 4 delle scaffalature. Discorso analogo può essere fatto per tutte le altre classi in cui il materiale a bassa rotazione si attesta attorno al 90% del totale, come visibile dal grafico a barre qui sotto riportato:

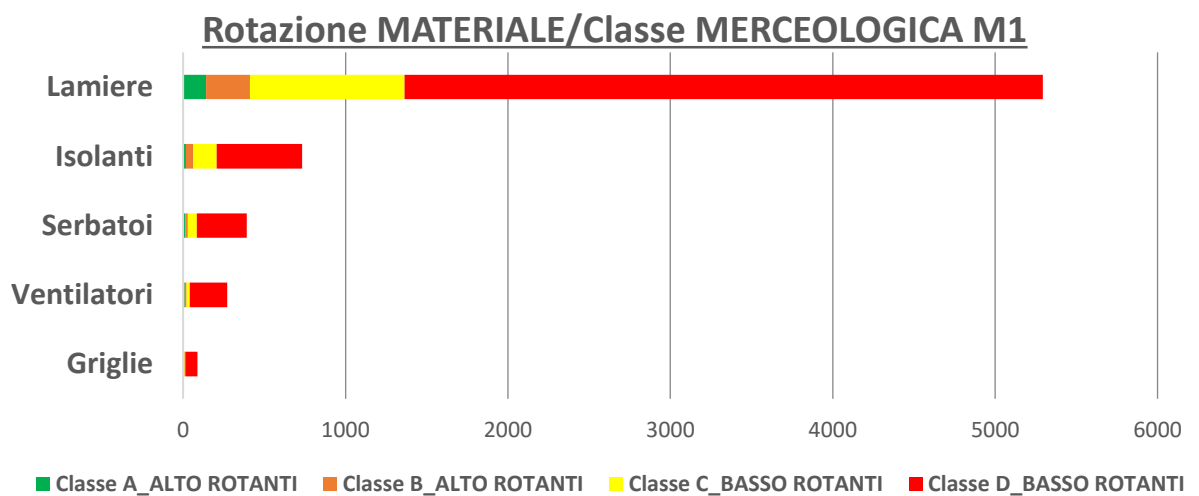


Figura 6-9: classi merceologiche in rapporto alle classi di rotazione

Prendendo come esempio la classe delle lamiere, possiamo vedere che 3931 codici (porzione della barra in ROSSO) su 5294 non ruotano nel magazzino da almeno 3 anni, altri 951 da almeno un anno. Si è scoperto quindi, come volevasi dimostrare, una gestione delle scorte non efficiente in questo magazzino.

Per il resto dei codici è possibile consultare la tabella successiva, che li raggruppa per numero e percentuali di prelievi (le percentuali si intendono cumulate su ogni colonna che rappresenta una famiglia)

| Classe MERCEOLOGICA Classe PICKING | LAMIERE | VENTILATORI | GRIGLIE | SERBATOI | ISOLANTI |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Classe D Livello 4 - BASSO ROTANTI PICKING Assistito | 3.931 Codici <u>100 % Prelievi</u> | 229 Codici <u>100 % Prelievi</u> | 76 Codici <u>100 % Prelievi</u> | 308 Codici <u>100 % Prelievi</u> | 527 Codici <u>100 % Prelievi</u> |
| Classe C Livello 3 - MEDIO ROTANTI PICKING Assistito | 951 Codici <u>95 % Prelievi</u> | 20 Codici <u>95 % Prelievi</u> | 3 Codici <u>95 % Prelievi</u> | 54 Codici <u>95 % Prelievi</u> | 143 Codici <u>95 % Prelievi</u> |
| Classe B Livello 2 - ALTO ROTANTI PICKING Pedonale | 271 Codici <u>80 % Prelievi</u> | 13 Codici <u>80 % Prelievi</u> | 4 Codici <u>80 % Prelievi</u> | 17 Codici <u>80 % Prelievi</u> | 46 Codici <u>80 % Prelievi</u> |
| Classe A Livello 1 - ALTO ROTANTI PICKING Pedonale | 141 Codici <u>60 % Prelievi</u> | 9 Codici <u>60 % Prelievi</u> | 6 Codici <u>60 % Prelievi</u> | 13 Codici <u>60 % Prelievi</u> | 17 Codici <u>60 % Prelievi</u> |

Figura 6-10: quadro riassuntivo con n. di codici, classi merceologiche e classi di picking

In conclusione, nel giro di 5 settimane lavorative, impiegando 5 mulettisti, 3 operai e 2 ingegneri di processo, si è riconfigurato il magazzino M1 mettendo ai ripiani 1 e 2 quei codici che di ogni famiglia sono risultati alto rotanti, ubicando, in una sola navata, al massimo 2 tipologie di famiglie. Oltre ad una più ottimizzata e standardizzata (“*Seiketsu*”) classificazione delle giacenze, la riorganizzazione di questi magazzini ha avuto un impatto notevole anche sul volume superficiale occupato ed il numero di muletti necessari:

- Se inizialmente lo stabilimento RV4B, di ampiezza complessiva pari a 27.000m², aveva a disposizione 6.000m² dedicati al montaggio e 21.000m² dedicati ai

magazzini, a seguito di questo re-layout, sono stati guadagnati 1.575m², che sono stati tolti ai magazzini e dati alla produzione, in particolare 1000m² provengono dalla riorganizzazione dei magazzini M2, M3 e M4, mentre 500m² provengono dalla riorganizzazione dell'area M1. 7.575 19.425

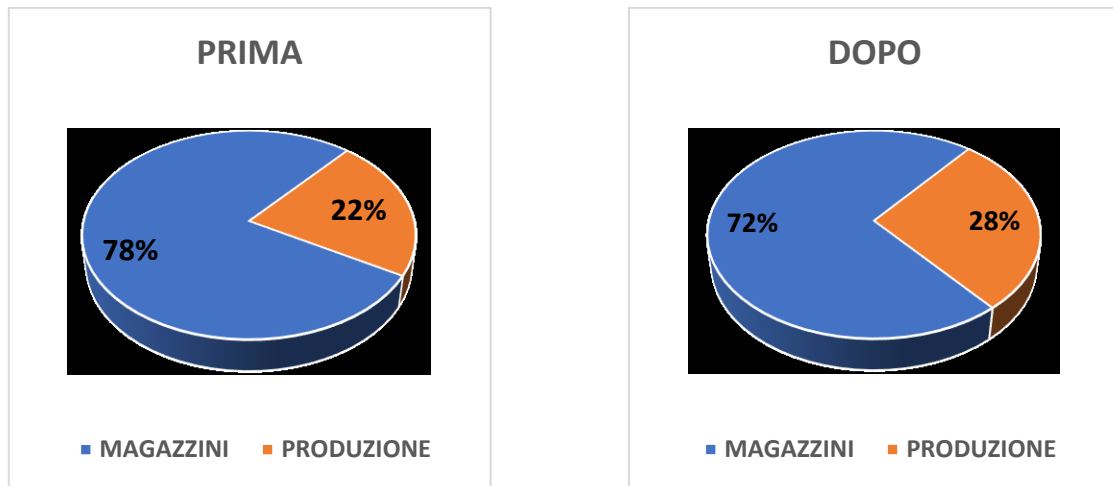


Figura 6-11: confronto superficie disponibile prima e dopo l'intervento di bonifica magazzino M1

- In secondo luogo, questa operazione ha fatto sì che i muletti totali necessari scendessero a 19, ovvero 2 in meno rispetto allo stato dell'arte delle cose, con la seguente riduzione del personale pari a -2,5 unità e l'acquisto di 2 *logistic trains* per il picking. Anche i 5 water spider di supporto durante il tradizionale picking sono stati rimodulati, infatti 3 operai sono stati dati alle produzioni mentre i 2 rimanenti sono stati destinati alla guida dei treni.

6.3.3 Il treno logistico con logica milk run

Solamente dopo una lunga ed onerosa risistemazione dei magazzini interessati all'operazione di picking, è possibile implementare il concetto di milk run con il treno logistico acquistato a seguito dell'ottimizzazione apportata, ricordando che il picking sarà di tipo "Materiali verso Operatore".

L'idea di base era quella di cercare di velocizzare l'approvvigionamento delle linee ma di ridurre in primis gli spostamenti dei mezzi all'interno dello stabilimento, infatti quest'ultimi, che rappresentano la maggior quota % di tempo occupata in un magazzino (come si può notare dal grafico a torta sotto), aumentano il costo del prodotto ma non il suo valore, quindi nella progettazione del picking si dovranno minimizzare.

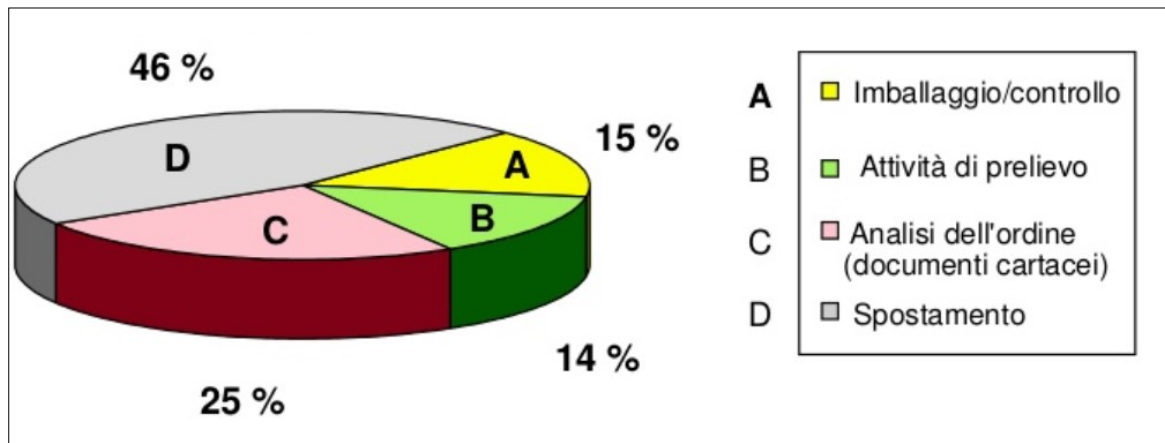


Figura 6-12: suddivisione % tempi presenti in magazzino

Dopo una breve analisi sul costo e la tipologia di impiego dei due trattorini motrici, si è deciso in accordo con la direzione di affittarne uno e comprare il secondo facendo affidamento all'azienda "Linde" in quanto ha offerto soluzioni all'avanguardia e un servizio clienti post-vendita eccellente per ciò che riguarda manutenzione e rapidità di intervento. Oltre alle motrici servivano però dei carrelli della giusta capienza che potessero trasportare ergonomicamente ed in sicurezza il materiale prelevato dal picker da "monte" fino a "valle" verso le linee di produzione, allora si è deciso di svolgere questa operazione internamente, cioè appoggiandosi al reparto "Fabbro" per la creazione e l'assemblaggio dei cosiddetti vagoni del treno; ogni carrello doveva essere progettato in modo tale da contenere al massimo il totale delle componenti necessarie per l'assemblaggio di tre o massimo quattro macchine di piccole dimensioni, oppure il totale delle componenti per

l'assemblaggio di due macchine di dimensioni medie, oppure il totale per l'assemblaggio di una macchina di grandi dimensioni.

6.3.3.1 Progetto carrelli e percorso di picking

Il carrello, dopo la prima bozza di progetto, si presenta come segue:



Figura 6-13: carrello traino per contenere il materiale di picking

La parte sinistra del primo piano, partendo dal basso è pensata per contenere lamiere e griglie, che si trovano al magazzino M1, dunque punto di partenza per l'operazione di picking. Esse andranno inserite tra i due cilindri guainati pensati appositamente per non far scivolare via i pezzi lungo il tragitto, e appoggiate sulla base che è stata a sua volta ricoperta di un materiale di gomma per creare attrito e quindi grip antiscivolamento. La restante parte andrà a contenere eventuali ricevitori di liquido (presenti nella picking list solo se il carrello appartiene alle linee B07 o maggiori) oppure, più frequentemente, le batterie, quindi evaporatori o condensatori.

Successivamente, nel tragitto che porta il picker alle linee, la prossima fermata riguarda i compressori. Questi vengono posizionati nel ripiano intermedio, che, tramite una cerniera, è possibile farlo scorrere all'esterno per accogliere meglio l'articolo. Questa modifica è stata fatta in quanto i compressori, anche delle dimensioni più ridotte, sono molto pesanti e quindi necessitano l'impiego di un carrozzone per essere sollevati dai pallet in cui sono ubicati ed essere messi nel carrello. Nel primo prototipo di carrello il pianale non era pensato per essere scorrevole e servivano o due operatori a compiere il lavoro oppure era fattibile dallo stesso picker ma impiegandoci 1,25 minuti in più del previsto, che significava, su una media giornaliera di 40 giri, 50 minuti in eccesso a non valore aggiunto (l'equivalente dell'assemblaggio di circa due macchine di piccole dimensioni!).

In seguito, a pochi metri dai compressori, si prosegue con il picking dei tubi che vengono posizionati in una metà del ripiano più alto, senza particolari problemi in quanto essi sono riposti in delle cassette appositamente preparate. Proseguendo si arriva alle scaffalature dell'area elettrica in cui il picker, ancora una volta, troverà una cassetta con i cablaggi e i quadri elettrici già pronti che posizionerà nell'altra metà dell'ultimo ripiano. Infine, prima di arrivare alle linee, vengono prelevate le ventole che andranno cablate al quadro elettrico per il raffreddamento. Queste vengono prelevate da un carrello poco prima delle linee e posizionate manualmente (in quanto di piccole dimensioni) all'interno delle casse contenenti già i quadri.

Infine, il picker, giungendo alle linee, posiziona il carrello nell'apposito rettangolo individuato a terra da un perimetro giallo che indica il buffer dei materiali pronti ad essere assemblati, registra su un computer posto ad inizio linea che ha effettuato il rilascio del materiale e rimorchia i carrelli lasciati vuoti, tornando al punto di partenza (aggiungendo a rimorchio eventuali carrelli vuoti le cui componenti sono state spostate in fase di lavorazione). L'impiego di carrelli diventa fondamentale nella fase di *sorting*, infatti l'operatore non deve perdere ulteriore tempo per cercare e suddividere i materiali al suo interno, essi arrivano già ordinati nella posizione in cui devono essere prelevati.

Alla fine di ogni linea sarà presente un'ulteriore tipologia di carrello per i prodotti finiti da portare a magazzino PF, progettato come in figura:



Figura 6-14: carrello traino per prodotti finiti posizionati al fine linea

In totale si è resa necessaria la creazione di 50 carrelli di inizio linea così suddivisi:

- 36 carrelli ad inizio linee di produzione,
- 10 carrelli per la preparazione dei tubi
- 3 carrelli per i tubi finiti al reparto rame
- 1 carrelli per il materiale elettrico

Mentre i carrelli per il fine linea saranno 10. Quest'ultimi non necessitano di un particolare layout in quanto il prodotto viene caricato su di essi già imballato alla fine del processo, quindi è necessario solo un pianale.

Dato che le linee di produzione hanno takt time differenti le une dalle altre man mano che il numero progressivo di serie di esse aumenta, risulta ovvio adattarsi di conseguenza ad esse bilanciando il numero di carrelli in proporzione al Lead Time di processo:

- per le prime tre linee, B01, B02 e B03 , sono stati assegnati 3 carrelli ciascuna, questo perché sono le linee in cui le famiglie (FA,FT,FS) hanno il più basso takt time e dunque necessitano di un più veloce approvvigionamento: le famiglie processate sulla B01 hanno un takt time medio di circa 19 minuti, questo significa che ogni 19 minuti deve essere presente un carrello ad inizio linea pronto, che significa a sua volta compiere un giro di picking di 16 minuti (non vengono considerati infatti i 3 minuti in cui il picker dalle linee torna al magazzino M1). Questo tempo tuttavia risulta troppo poco per un'operazione di picking completa

ed ecco perché ad ogni giro, al treno vengono attaccati a rimorchio dai due ai tre carrelli in funzione della schedulazione, così da avere un buffer di produzione pronto all'utilizzo nel gap tra tempo di picking e tempo di processo

- per le restanti famiglie appartenenti alle linee dalla B04 alla B10 sono stati assegnati ancora tre carrelli ciascuna, seguendo il ragionamento fatto per le prime tre linee: qui il takt time è leggermente più grande in quanto si attesta attorno i 22 minuti ed essendo queste linee sottoposte ad un mix di produzione che spesso varia, a discapito della flessibilità delle stesse linee non perfettamente adeguate, fa sì che i tempi siano ancora più dilatati e che dunque il picker ha a disposizione maggior tempo di manovra.

I restanti carrelli dedicati alle linee di produzione sono stati messi a scorta in uno spazio di 10m² presente all'entrata del magazzino M1 che fungeva da “capolinea” di ogni giro del treno logistico perché spesso, trasportando oggetti pesanti e comunque sottoposti a continui stress di tenuta, questi carrelli si danneggiavano e non potevano più assolvere il loro compito rischiando di portare a dei fermi di produzione (ricordando inoltre che erano fatti di alluminio e manufatti nell'officina del fabbro, quindi non di qualità ottima ma che tuttavia, essendo prodotti a costo zero coi materiali già presenti costituivano ancora un elemento di vantaggio).

La strategia adottata per la nuova tipologia di picking è la “*Traversal Route*” in cui il picker percorre ogni corridoio creando una sorsa di “U” rovesciata. Anche se effettivamente potrebbe accadere di adoperare una strategia mista in cui si identifica il “*Largest Gap*” da evitare (e quindi tornare indietro per imboccare la navata parallela), questo è poco probabile per via della larghezza dei corridoi: non essendo quest'ultima elevata, la manovra del picker che staziona sulla motrice con uno o più carrelli attaccati dietro sarebbe impossibile. Il verso di percorrenza sarà dunque il seguente, per ogni elemento appartenente ai magazzini descritti in precedenza:

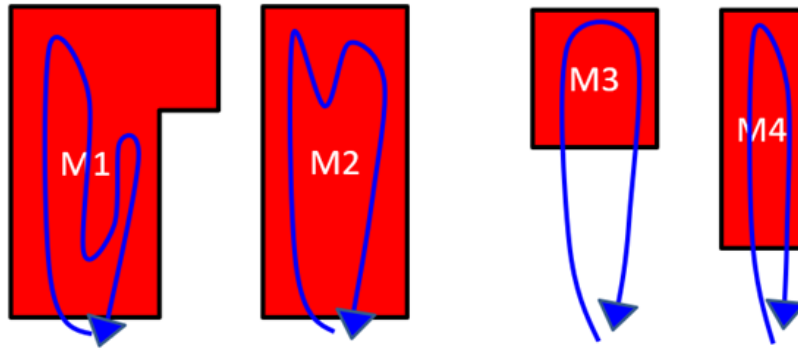


Figura 6-15: routing del treno logistico nei magazzini principali

E quindi, nel complessivo, il treno farà questo percorso:

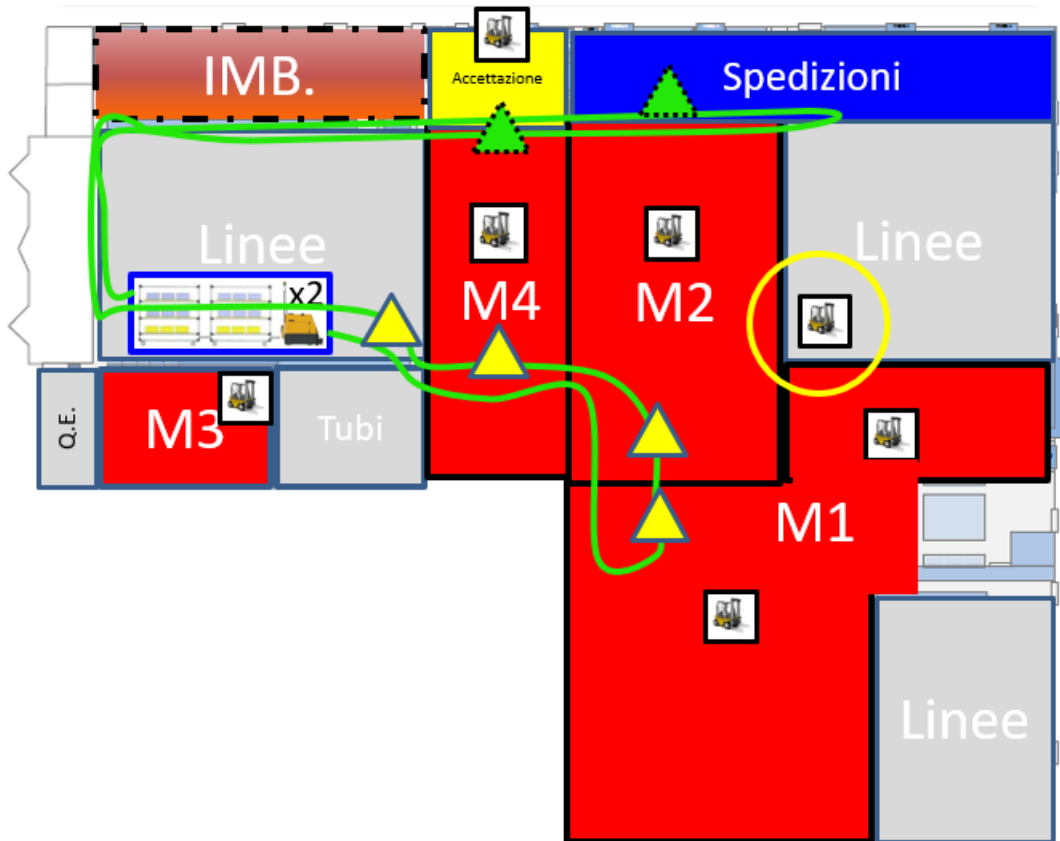


Figura 6-16: routing complessivo del treno all'interno di RV4B

6.3.3.2 Il monitoraggio dei tempi con le carte di controllo

Come da previsione, l'avvio del progetto non ha portato immediatamente i risultati attesi, infatti:

1. I carrelli con il materiale da assemblare non arrivavano in tempo come da programma, dunque non erano sincronizzati con il takt time di processo che ha causato dei ritardi in linea (questa è risultata essere la causa di maggiore impatto)
2. La rigidità mentale degli operatori, che data l'esperienza pluriennale radicatasi in loro, ha fatto sì che il regime transitorio da una modalità di picking all'altra fosse più lento del previsto
3. Il materiale, dopo la risistemazione, poteva trovarsi in zone "nuove" non a conoscenza dell'operatore

Per analizzare le problematiche relative al primo punto, si è ritenuto necessario l'impiego di carte di controllo per il monitoraggio dei tempi relativi all'approvvigionamento delle linee. Per decidere che tipologia di carta utilizzare, si è partiti dalla variabile, il tempo, e dunque una grandezza continua, in seguito si è espressa la volontà di prendere come famiglia pilota una di quelle assemblate sulle prime tre macchine, sulle cui si prelevavano campioni di dimensione 4 (ovvero una misurazione alle ore 9, 11, 15 e 17), ogni giorno, per 3 settimane, tutto questo fatto per ogni stop di picking materiale. Seguendo queste scelte a cascata si è arrivati alla scelta di carte di controllo \bar{X} - R che consentono di osservare l'andamento, nel tempo, della variabile oggetto di studio, in questo caso i veri e propri tempi di picking del treno logistico.

L'obiettivo è vedere se questo processo è in controllo statistico, ovvero di verificare che il trend medio di ogni fermata del treno logistico sia all'interno di determinati limiti di controllo. Le tabelle inizialmente sviluppate in Excel che daranno vita alle carte di controllo, sono come quella mostrata in figura seguente, che per questioni di spazio e ridondanza ne verrà riportata solo una indicativa per la famiglia FA:

| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|----------------|------|------------|--------------|------|------------|----------------|------|------------|--------------|------|------------|----------------|------|------------|----------------|------|------------|----------------|-------|------------|----------------|-------|------------|----------------|------|-------|-------|------|-------|--|
| B01-03 | | TEMPI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FT | Ora arrivo | Ora ripartenza | Δ | Ora arrivo | Ora Partenza | Δ | Ora arrivo | Ora ripartenza | Δ | Ora arrivo | Ora Partenza | Δ | Ora arrivo | Ora ripartenza | Δ | Ora arrivo | Ora ripartenza | Δ | Ora arrivo | Ora ripartenza | Δ | Ora arrivo | Ora ripartenza | Δ | Ora arrivo | Ora ripartenza | Δ | μ | | | | |
| | (m:ss) | (m:ss) | | (m:ss) | (m:ss) | | (m:ss) | (m:ss) | | (m:ss) | (m:ss) | | (m:ss) | (m:ss) | | (m:ss) | (m:ss) | | (m:ss) | (m:ss) | | (m:ss) | (m:ss) | | (m:ss) | (m:ss) | | | | | | |
| LAMIERE | 0:00 | 3:57 | 3:57 | 0:00 | 7:38 | 7:38 | 0:00 | 4:38 | 4:38 | 0:00 | 3:00 | 3:00 | 0:00 | 3:57 | 3:57 | 0:00 | 3:00 | 3:00 | 0:00 | 2:50 | 2:50 | 0:00 | 3:26 | 3:26 | 0:00 | 4:38 | 4:38 | 0:00 | 3:49 | 3:49 | 4:05 | |
| RICEVITORE | 3:57 | 4:28 | 0:31 | | | 0:00 | 4:38 | 5:04 | 0:26 | 3:00 | 4:28 | 1:28 | 3:57 | 4:00 | 0:03 | 3:00 | 4:04 | 1:04 | 2:50 | 4:12 | 1:22 | 3:26 | 3:36 | 0:10 | 4:38 | 5:04 | 0:26 | | | 0:00 | 0:33 | |
| COND+EVAP | 4:28 | 6:05 | 1:37 | 7:38 | 10:06 | 2:28 | 5:04 | 6:00 | 0:56 | 4:28 | 6:05 | 1:37 | 4:00 | 6:05 | 2:05 | 4:04 | 6:00 | 1:56 | 4:12 | 5:49 | 1:37 | 3:36 | 4:00 | 0:24 | 5:04 | 6:00 | 0:56 | 3:49 | 7:36 | 3:47 | 1:44 | |
| COMPRESSORE | 6:05 | 8:02 | 1:57 | 10:06 | 14:00 | 3:54 | 6:00 | 7:56 | 1:56 | 6:05 | 8:02 | 1:57 | 6:05 | 8:02 | 1:57 | 6:00 | 7:15 | 1:15 | 5:49 | 7:00 | 1:11 | 4:00 | 5:55 | 1:55 | 6:00 | 7:56 | 1:56 | 7:36 | 10:48 | 3:12 | 2:07 | |
| TUBI | 8:02 | 8:22 | 0:20 | 14:00 | 14:57 | 0:57 | 7:56 | 8:25 | 0:29 | 8:02 | 8:22 | 0:20 | 8:02 | 8:22 | 0:20 | 7:15 | 7:55 | 0:40 | 7:00 | 7:45 | 0:45 | 5:55 | 6:15 | 0:20 | 7:56 | 8:25 | 0:29 | 10:48 | 11:00 | 0:12 | 0:29 | |
| MATERIALE ELETTRICO | 8:22 | 8:55 | 0:33 | 14:57 | 16:51 | 1:54 | 8:25 | 9:40 | 1:15 | 8:22 | 8:55 | 0:33 | 8:22 | 8:55 | 0:33 | 7:55 | 8:34 | 0:39 | 7:45 | 9:23 | 1:38 | 6:15 | 6:54 | 0:39 | 8:25 | 9:40 | 1:15 | 11:00 | 13:20 | 2:20 | 1:07 | |
| VALVOLE | 8:55 | 9:59 | 1:04 | 16:51 | 18:34 | 1:43 | 9:40 | 10:19 | 0:39 | 8:55 | 9:59 | 1:04 | 8:55 | 9:59 | 1:04 | 8:34 | 10:19 | 1:45 | 9:23 | 10:00 | 0:37 | 6:54 | 7:30 | 0:36 | 9:40 | 10:19 | 0:39 | 13:20 | 14:00 | 0:40 | 0:59 | |
| ARRIVO IN LINEA | 9:59 | 11:33 | 1:34 | 18:34 | 20:38 | 2:04 | 10:19 | 13:14 | 2:55 | 9:59 | 11:33 | 1:34 | 9:59 | 11:33 | 1:34 | 10:19 | 10:45 | 0:26 | 10:34 | 14:00 | 3:26 | 7:30 | 8:01 | 0:31 | 10:19 | 13:14 | 2:55 | 14:00 | 14:40 | 0:40 | 1:45 | |
| ARRIVO ALLE LAMIERE | 11:33 | 13:20 | 1:47 | 20:38 | 23:25 | 2:47 | 13:14 | 19:16 | 6:02 | 11:33 | 13:20 | 1:47 | 11:33 | 13:20 | 1:47 | 10:45 | 14:56 | 4:11 | 14:00 | 17:10 | 3:10 | 8:01 | 10:00 | 1:59 | 13:14 | 19:16 | 6:02 | 14:40 | 16:20 | 1:40 | 3:07 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTALE | | 16:20 | | 23:25 | | | 22:03 | | | 16:12 | | | 16:20 | | | 14:56 | | | 17:10 | | 14:39 | | | 22:16 | | 18:07 | | | | | 19,00 | |

Tabella 6-4: rilevazione tempi treno milk run per famiglia FT sulle linee B01, B02, B03

Nella prima colonna a sinistra vengono riportate tutte le “fermate” dei componenti che il treno deve effettuare per reperire il materiale della famiglia (che in questo caso possono essere assemblate sulle linee B01, B02 e B03). All'interno sono riportati i tempi di arrivo e partenza che sono stati cronometrati di persona. Dunque, per effettuare un solo giro nel caso di macchine appartenenti alle prime tre linee il tempo era mediamente 19,3 minuti, mentre le macchine sulle altre linee un giro completo corrispondeva mediamente a 22 minuti.

I tempi in rosso indicati come totali, rappresentano un'unica corsa del treno, le quali fermate verranno spaccettate ed analizzate singolarmente attraverso le carte di controllo sviluppate in MINITAB:

1. Caso lamiere:

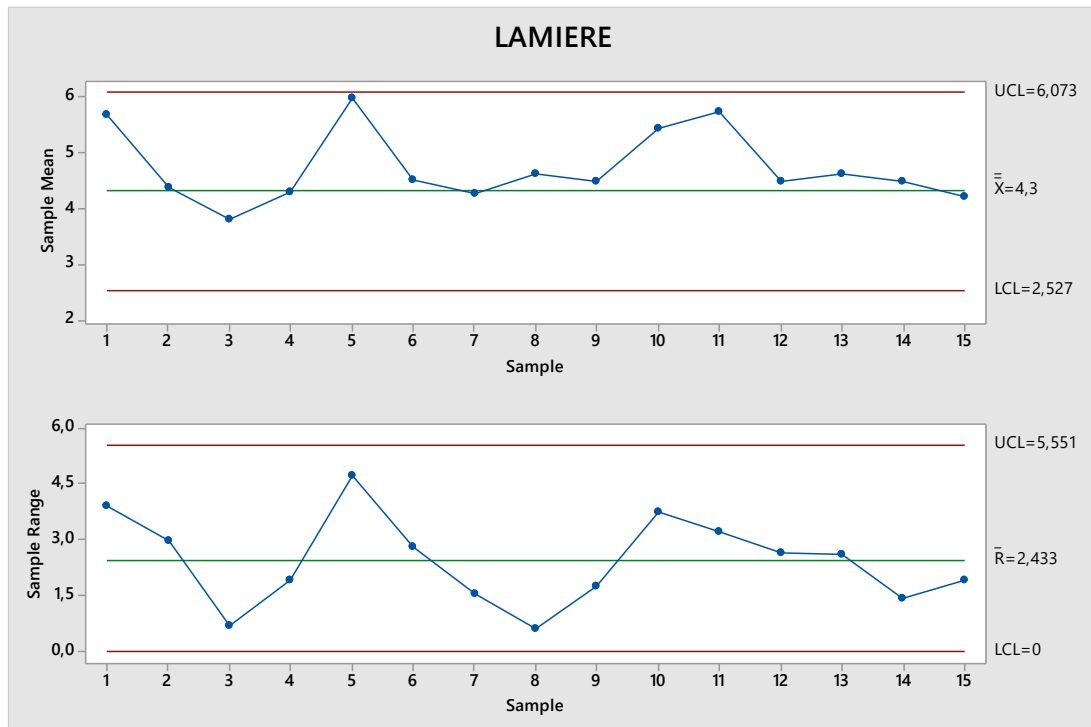


Figura 6-17: carta X-R per stazione picking lamiere

Come si può notare l'andamento medio del processo è in controllo statistico, ovvero il tempo medio per effettuare l'operazione di picking nel reparto lamiere è stato fissato a 4,3 minuti e il trend si dimostra essere all'interno del range delineato, tuttavia esso risulta shiftato al di sopra della linea centrale, questo potrebbe dipendere da diversi motivi, per ciò, al fine di migliorare questa situazione, sono state ricercate tutte le cause relative a questa fase di picking, attraverso un grafico "Ishikawa". La carta R, congiuntamente suggerisce un'elevata variabilità dei dati, che rispecchia ciò che ci si aspettava in quanto innanzitutto è un processo non svolto da macchine ma da persone umane, inoltre questa grande variabilità si è verificata solamente nelle prime due settimane, che sono state sicuramente di assestamento al nuovo modello. Dalla terza settimana (campione n. 10) si vede come essa si restringe e si avvicina alla linea centrale.

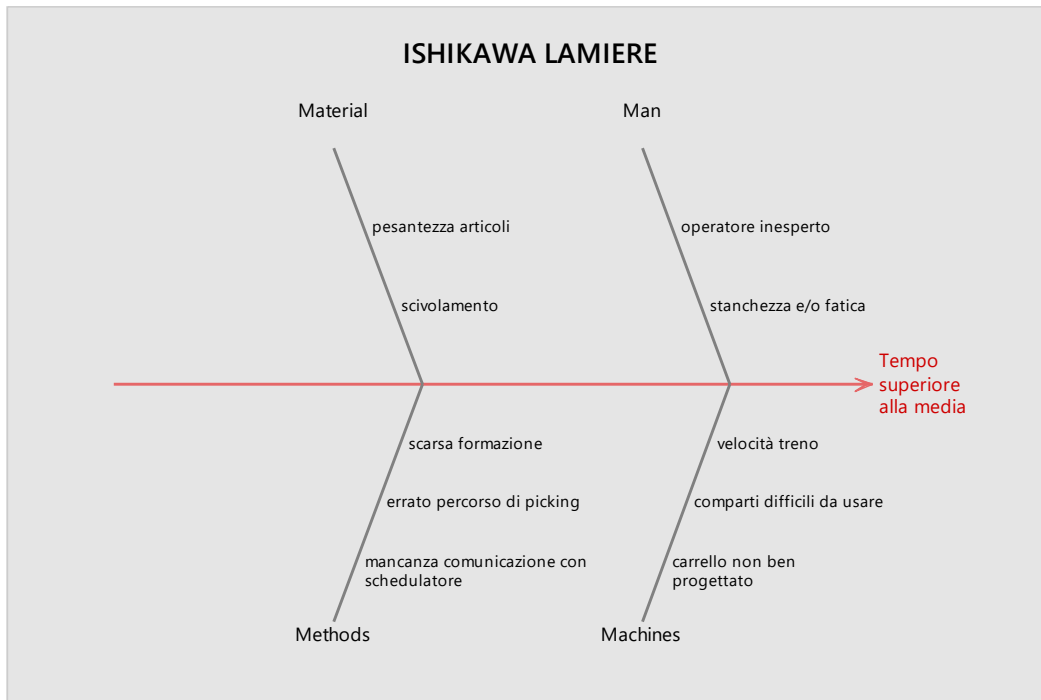


Figura 6-18: grafico Ishikawa per stazione picking lamiere

Confrontando successivamente questo grafico con il trend della carta di controllo \bar{X} , la causa che secondo il team comporta l'80% delle perdite di tempo provengono da personale inesperto e un errato percorso di picking, infatti:

- Il trend suggerisce che durante i mercoledì ed i giovedì il processo si attesta più precisamente attorno alla media mentre il lunedì e martedì no, questo perché, seguendo i turni tradizionali, è risultato che durante la formazione gli operatori dei primi due giorni feriali hanno assimilato meno i concetti e le nuove modalità di picking rispetto ai ragazzi del mercoledì e giovedì. Una volta notato questo, ci si è adoperati a far sì che essi si alternassero: essendo quattro, un operatore più bravo e uno meno bravo alternati nei primi quattro giorni lavorativi. Gli unici punti critici che si avvicinano al “fuori controllo” avvengono in 2 casi su 3 durante i venerdì, ovvero succede che durante l'ultimo giorno della settimana l'operatore perde la concentrazione e dunque i tempi si dilatano.
- La strategia di routing nel magazzino lamiere era stata sì ben definita, tuttavia ci si è accorti che l'operatore, probabilmente per inerzia, imboccava la corsia più vicina a dove il treno veniva parcheggiato (la stessa zona in cui sono stati stipati i carrelli di riserva) e che comunque sia avrebbe dovuto percorrere, senza invece

partire da quella adiacente. Questa modifica successivamente è stata meticolosamente impartita perché, nel percorso ad U del magazzino, partendo dalla corsia di sinistra, l'operatore tendeva a caricare il carrello partendo dal lato sinistro, ovvero quello più vicino alle scaffalature, tuttavia, percorrendo il magazzino e quindi trovandosi nell'altra adiacente navata, il carrello aveva la stessa porzione di piano già occupata e dunque l'operatore doveva o fare una manovra staccando manualmente il carrello e avvicinando il lato vuoto allo scaffale col materiale (nel caso di lamiere pesanti), oppure portare il materiale a mano nella parte opposta del carrello. La soluzione comunicata è stata quella di non posizionare il materiale nella porzione di pianale subito libera ma di spingerla verso l'altra estremità almeno in questa fase iniziale, per poi riprogettare il carrello per questo specifico problema

Si è stimato che questa azione, dilatasse il tempo medio di picking delle lamiere di circa 20 secondi (pur essendo una esigua quantità, 20 secondi, su una media di 40 giri al giorno, sono circa 13 minuti recuperati a costo zero, ovvero 2/3 del tempo necessario per assemblare una macchina.

2. Caso batterie

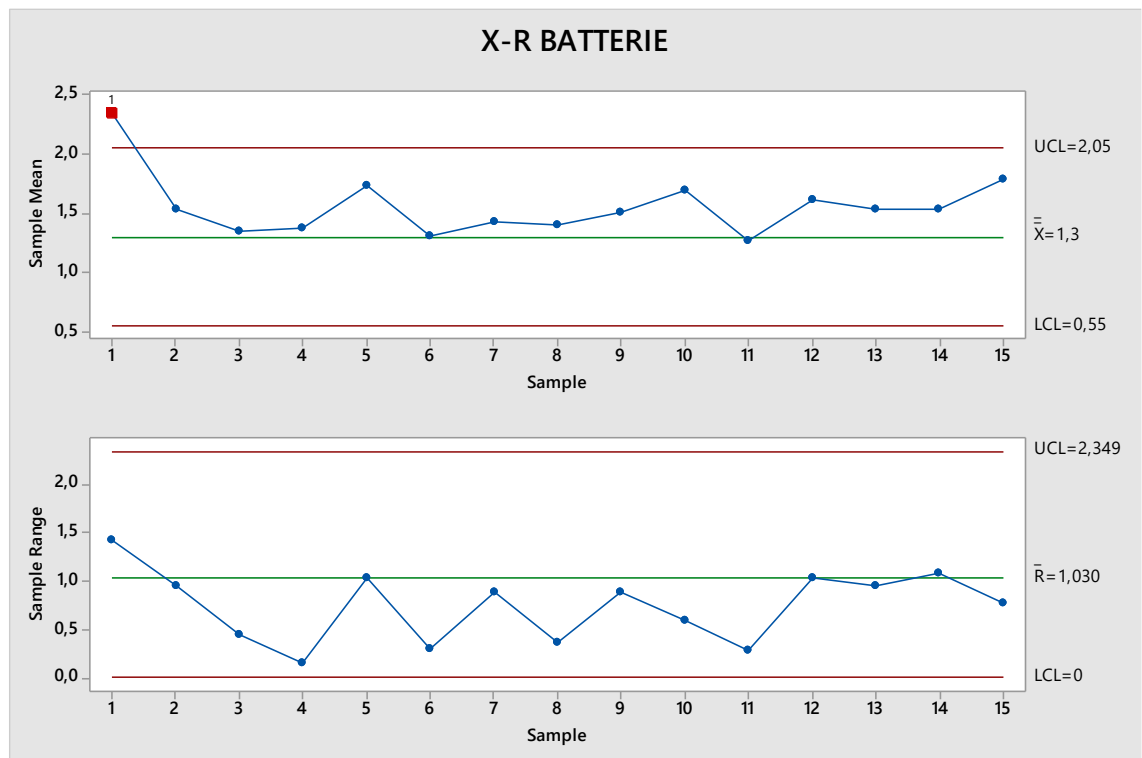


Figura 6-19: carta X-R per stazione picking batterie

L'andamento della coppia di carte sopra riportate nel caso delle batterie, risulta fuori controllo, questo perché esiste un punto, il primo (lunedì), fuori dal range ammissibile di valori. Questo punto tuttavia è da considerarsi come un caso isolato perché arrivato agli scaffali delle batterie, il picker si è dovuto assentarsi improvvisamente per motivi personali e subito dopo ha ripreso a lavorare. Togliendolo dunque, si ha ancora una volta un processo in controllo statistico che tuttavia risulta shiftato verso il limite superiore, sintomo ancora una volta di tempi più lunghi rispetto a quelli ipotizzati per questa stazione.

Il grafico *Ishikawa* in questo caso ha evidenziato come causa predominante di spreco ancora una volta il routing del magazzino M2:

Inizialmente il giro suggerito al picker era, come già detto, di tipo *traversal route* come di seguito

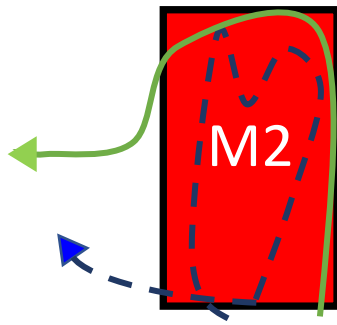


Figura 6-20: nuovo percorso di picking batterie

Che però è risultato non ottimo infatti, quando gli articoli presenti sulla picking list erano presenti in entrambi i lati nella maggioranza dei casi, questo routing faceva sì che si percorressero 1,5 volte lo stesso lato. Mediamente ogni 1,5 giri in più, considerando i rallentamenti nelle curve dei corridoi, si spendevano 13 secondi più del necessario. Si è optato dunque per un percorso diverso che lambisse i lati di picking un'unica volta, raffigurato dal percorso in verde. Ancora una volta 13 secondi per 40 giri sono circa 9 minuti guadagnati (che sommati ai 13 precedenti costituiscono il tempo medio necessario di assemblaggio di una macchina FT).

La carta R presenta un trend che risulta dentro i limiti di controllo accettabili della dispersione dei dati, tuttavia al di sotto della variabilità media dei campioni, questo significa che esistono rari casi in cui la variabilità è alta (probabilmente a causa dell'inesperienza dell'operatore) che fanno sì che la variabilità media sia 1,03 minuti, tuttavia la maggioranza dei campioni risulta sì discretamente variabile ma con valori che si attestano sotto il minuto.

A differenza degli altri casi studiati, solo in questo si è potuto notare un repentino miglioramento dopo la messa in pratica dell'azione correttiva, infatti, la media del processo rappresentata dalla carta \bar{X} risulta all'interno di un più ristretto intervallo ($\pm 2\sigma$):

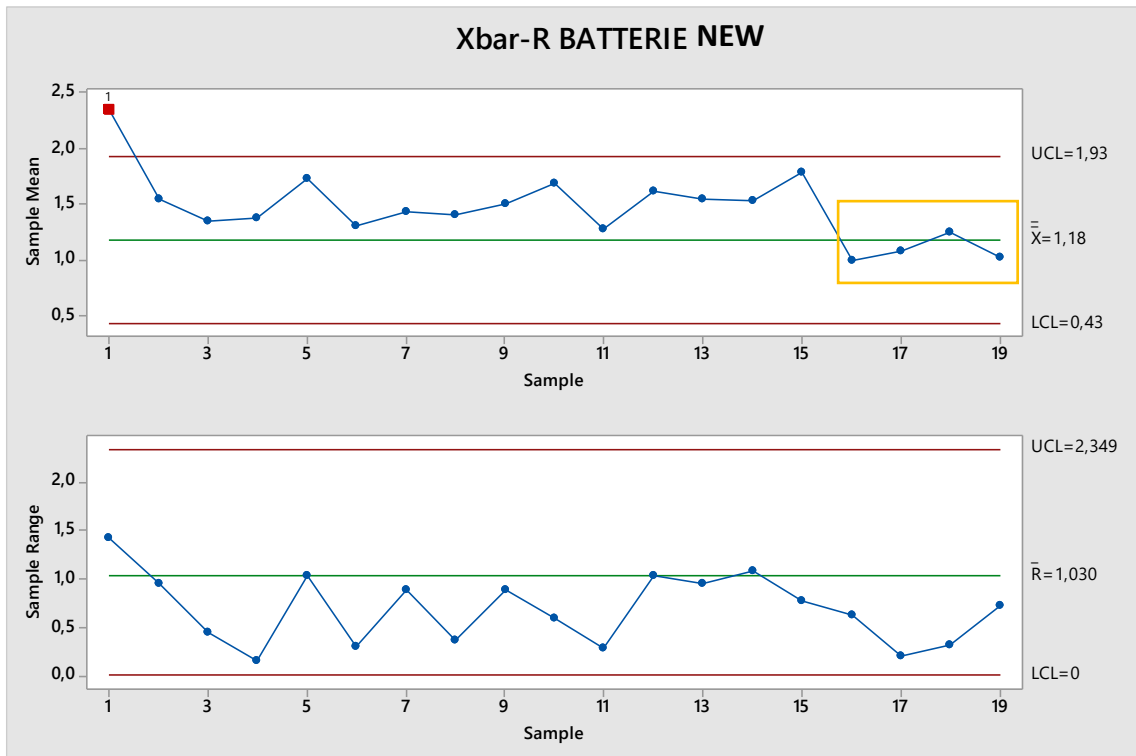


Figura 6-21: carta X-R batterie dopo l'ottimizzazione del giro di prelievo

3. Caso compressori

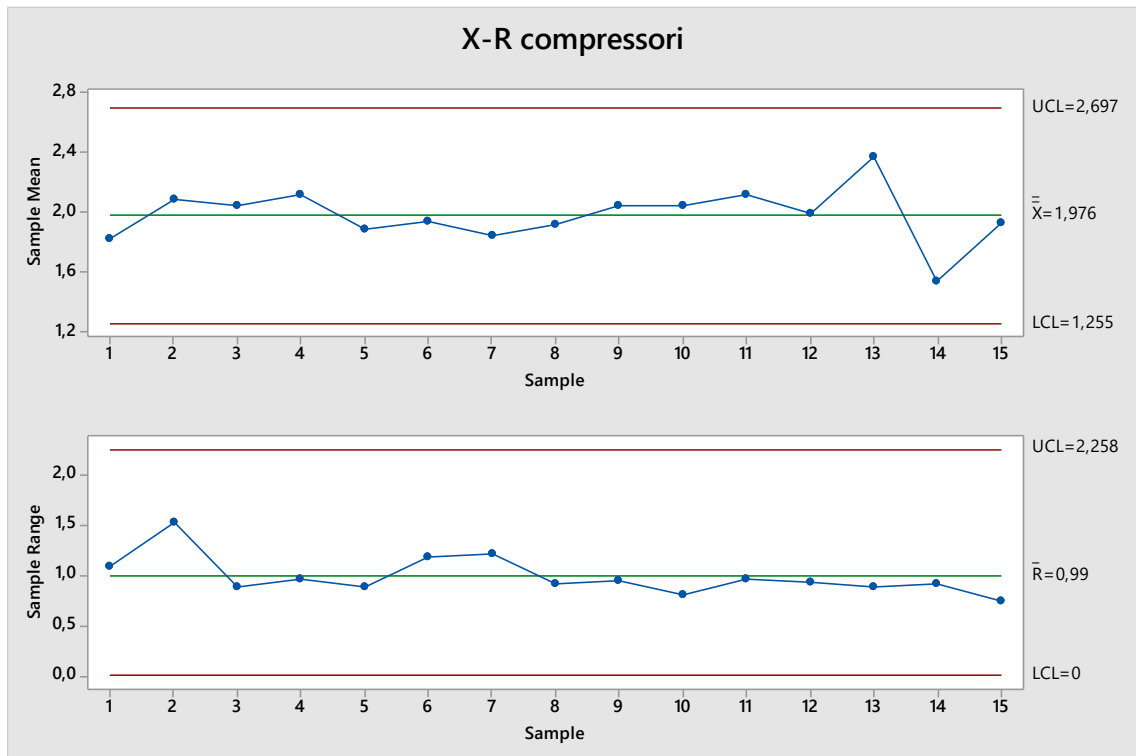


Figura 6-22: carta X-R per stazione picking compressori

Nel caso dei compressori l'andamento delle due carte è assolutamente in controllo statistico ed in più è risultato un picking molto preciso attestandosi addirittura in zona C ovvero a $\pm 1\sigma$ dal valore centrale ipotizzato, con una variabilità molto stabile attorno al valore medio, pertanto, almeno in questa fase iniziale, non verrà approfondita nessuna causa (che rispetto alle altre stazioni di picking risulta non ugualmente impattante). Bisognerà tenere d'occhio la tendenza negativa che ha afflitto l'ultima settimana di campionamento cercando di prendere dei campioni sempre significativa in maniera adeguata (infatti la variabilità non tenderà mai a zero in generale, specialmente se si tratta di un processo prettamente svolto da umani).

4. Caso tubi

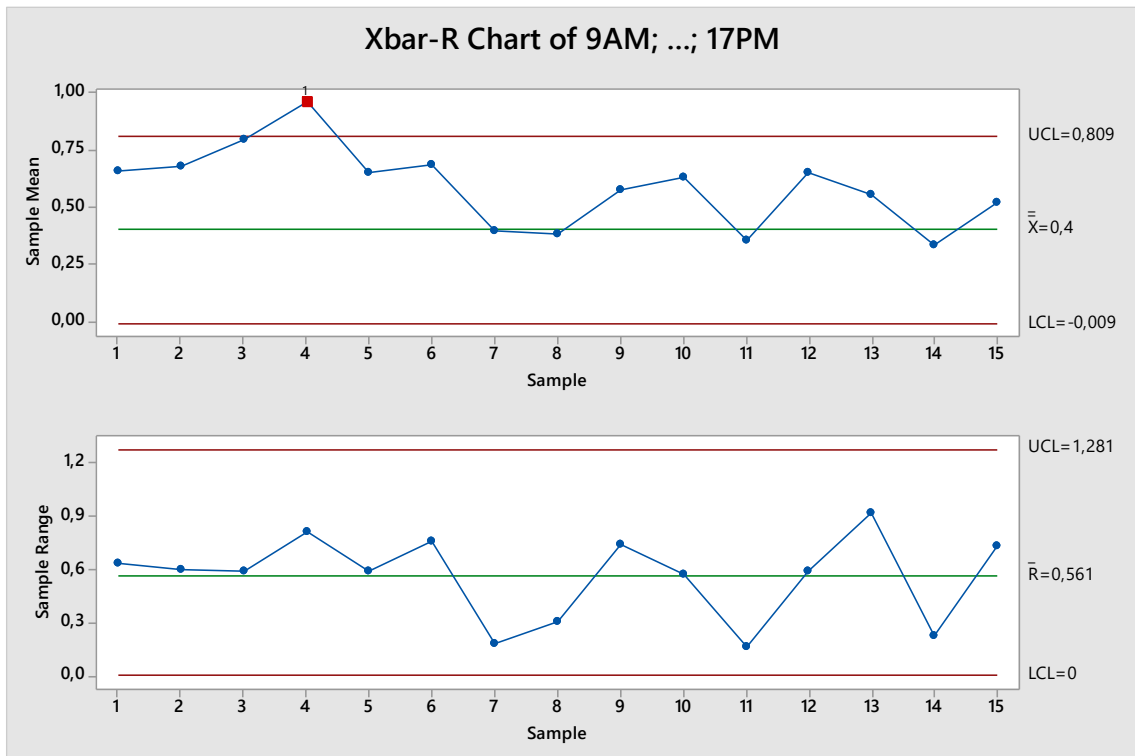


Figura 6-23: carta X-R per stazione picking tubi

Il processo di picking dei tubi risulta fuori controllo, infatti il campione numero 4 è al di sopra del limite di controllo superiore. Si può notare come anche i tempi di questa stazione risultano shiftati rispetto al valore medio e che, se si dovesse abbassare, esso risulterebbe in controllo.

Si sono studiate ancora una volta le cause di questi tempi superiori alla media predisponendo un *Fishbone chart* ed elencando tutte le cause possibili:

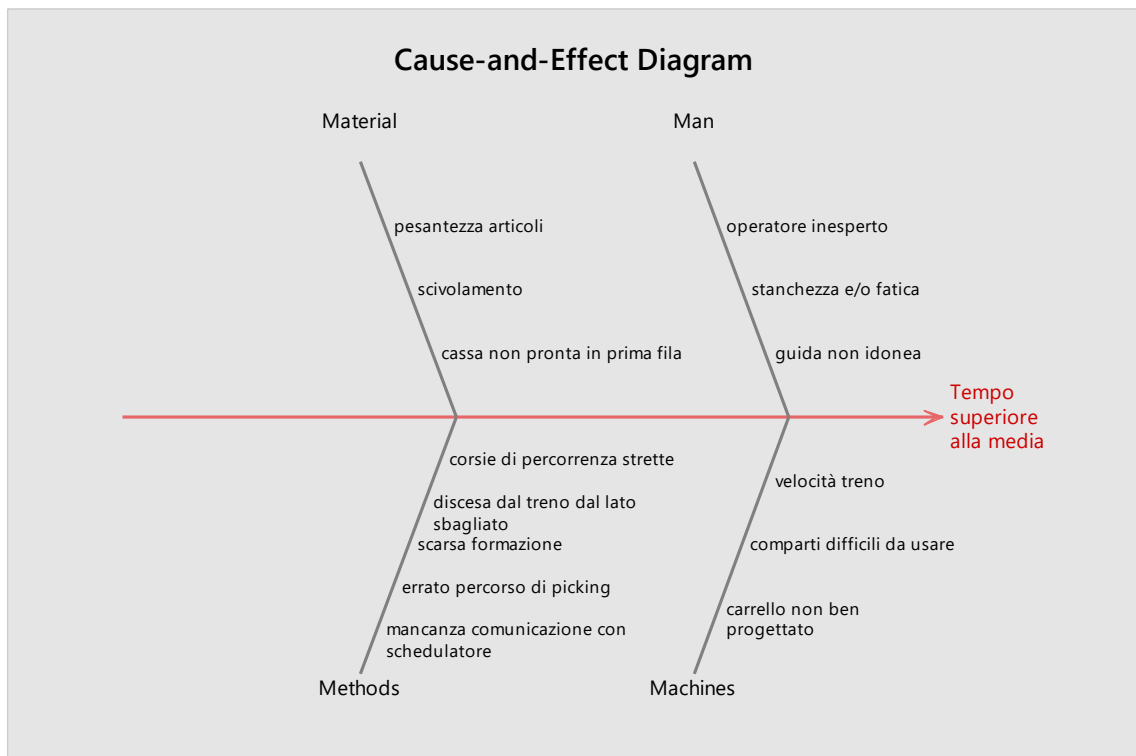


Figura 6-24: grafico Ishikawa per stazione tubi

In seguito, per capire la causa preponderante tra quelle elencate sopra si è registrata per ognuna di esse una frequenza di accadimento che impatta sul tempo di picking e attraverso un diagramma di Pareto si è scelto di intervenire sulla causa che si verifica più spesso:

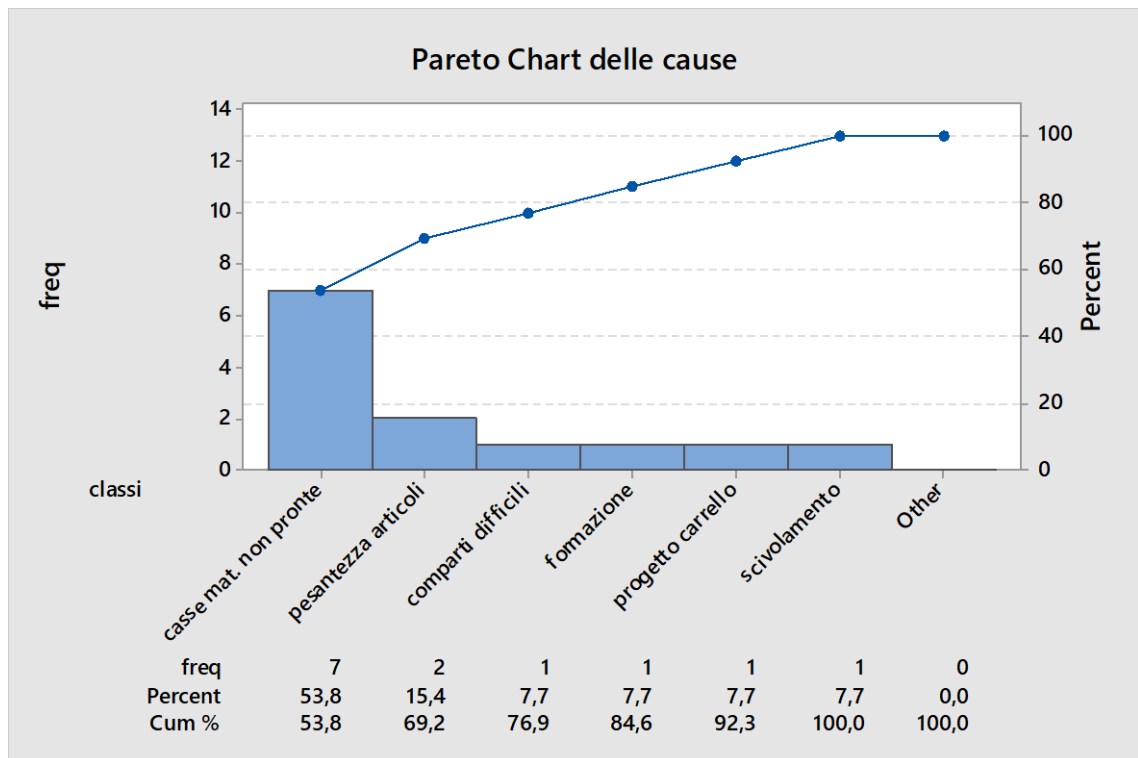


Figura 6-25: Pareto chart per evidenza cause di maggior rilievo

Il problema principale dunque, anche su suggerimento dell'operatore, riguardava le casse in cui all'interno venivano messi i tubi necessari indicati sulla picking list, questo perché essendo la stazione tubi dotata di una sola scaffalatura (la scaffalatura non è altro che l'unione di 4 carrelli inizialmente citati) a 3 ripiani e singola profondità, l'operatore che si occupava di preparare gli articoli all'interno delle casse non seguiva perfettamente l'ordine di schedulazione nel sistamarle sul ripiano ma semplicemente venivano posizionato dove c'era spazio. Questo faceva sì che il picker dovesse, in alcuni casi "cercare" la cassa su cui "sparare" il *bar code* anche nel lato opposto in cui arrivava col treno.

Dopo aver messo in evidenza questo problema, si è provato a risolverlo predisponendo la singola scaffalatura a gravità ovvero inclinando i piani di sostegno e comunicando all'operatore in loco di seguire la schedulazione predisponendo il materiale in logica LIFO, ovvero l'ultima cassa era la prima utile che il picker doveva prelevare e, grazie alla gravità, in successione risultavano automaticamente pronte le altre casse per i futuri tragitti del picker.



Figura 6-26: disposizione ottimizzata per picking kit tubi

5. Caso materiale elettrico

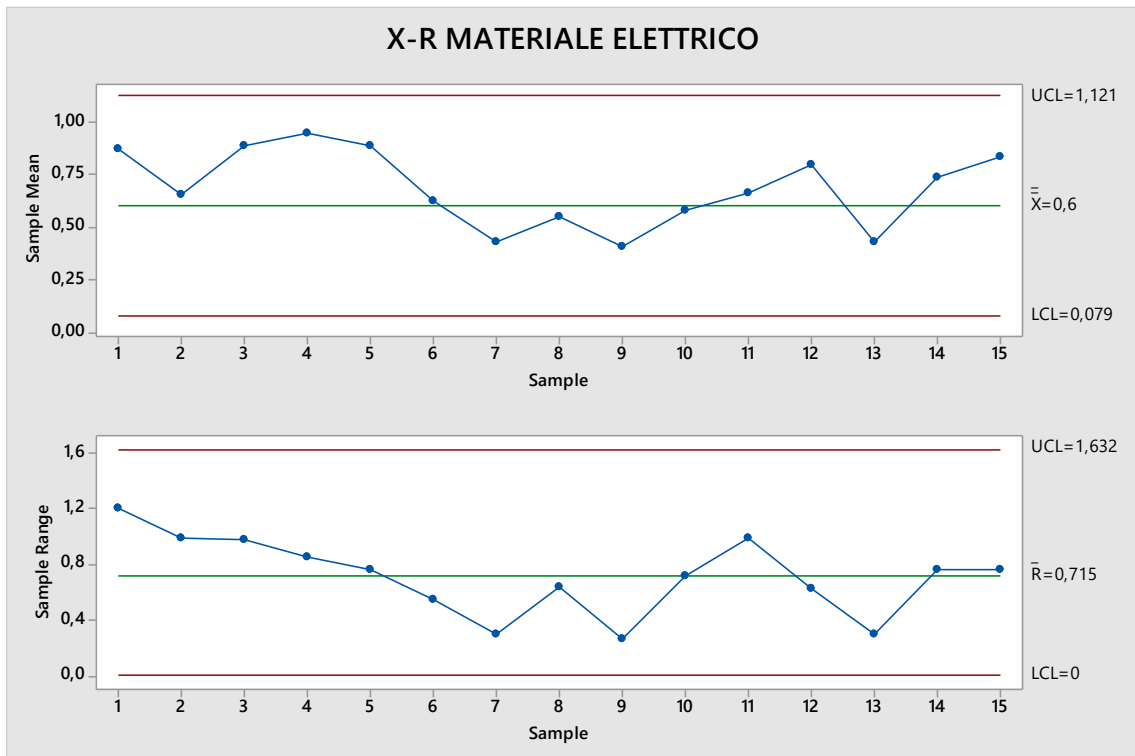


Figura 6-27: carta X-R per stazione picking materiale elettrico

Nel caso del materiale elettrico il processo risulta ancora una volta in controllo con un andamento tutto sommato abbastanza regolare intorno alla media. Nella prima settimana si registrano dei picchi nei giorni mercoledì, giovedì e venerdì in quanto il reparto elettrico ha avuto dei ritardi di consegna. Sarà da tenere monitorato in futuro l'accenno di una serie punti consecutivi alternativamente sopra e sotto la linea centrale che potrebbe significare un mutamento in qualche azione e una deriva del trend.

6. Caso valvole

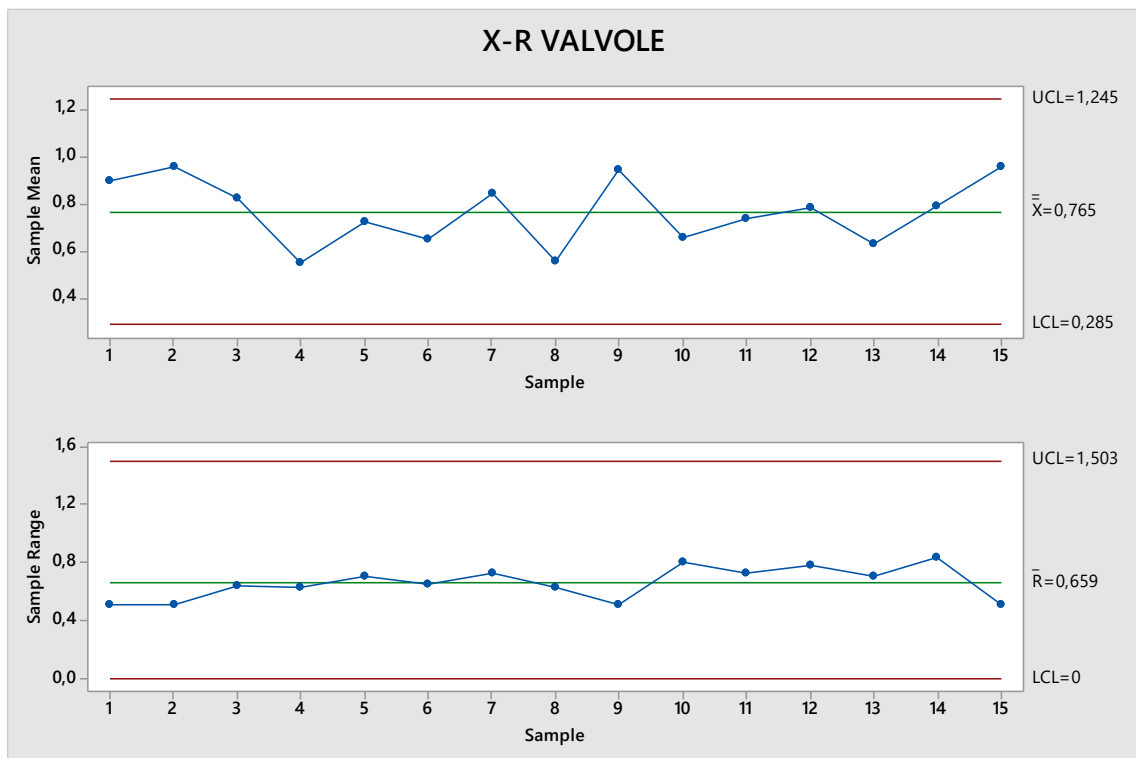


Figura 6-28: carta X-R per picking stazione valvole

L'andamento risulta decisamente in linea con quello che è mediamente il tempo medio di picking di questi articoli. Come da previsioni in questa stazione non si hanno grosse variabilità in quanto l'azione da svolgere è molto semplice, le ventole hanno dimensioni prelevabili a mani nude senza difficoltà da una scaffalatura a gravità come nel caso dei tubi e posizionabili nella cassa col materiale elettrico.

L'arrivo in linea si trova subito a valle dell'area valvole: il picker lascia i carrelli pieni e ritira quelli vuoti. Infine, ritorna al magazzino M1. In queste due operazioni si sono ritenute non necessarie azioni di monitoraggio e controllo in questa prima fase in quanto azioni molto statiche. Eventualmente verranno approfondite solo dopo aver prima risolte le cause preponderanti relative alle altre fermate di picking.

Rimane come ultimo step il livellamento del tempo di picking sul tempo di processo in modo da averli sincronizzati ad ogni avvio di nuova produzione, che verrà portato avanti nei mesi a seguire

6.4 Risultati finali e conclusioni

Al netto delle considerazioni trattate nella stesura della tesi si può affermare che qualsiasi progetto implichi l'applicazione di concetti *Lean* risulta fundamentalmente difficile nel momento in cui vengono a subentrare in un processo già stabile e rigido dal punto di vista mentale del personale adibito alla sua buona riuscita, infatti è proprio l'osservazione dello stesso problema da un punto di vista differente, con uno strumento differente di cui l'uomo è l'aspetto principale, che rende il *Lean Thinking* così potente ma allo stesso tempo difficile da "mantenere". Nell'ultimo livello della gerarchia aziendale infatti viene intrapreso un elevato numero di attività in breve tempo che forniscono risultati efficaci con un basso sforzo in termini di investimento (vedi la corretta collocazione degli articoli sui carrelli, o il semplice imbocco frontale al magazzino M2 invece che laterale) e proprio per il basso investimento sono attività ad effetto graduale e molto prolungato nel tempo, perciò è fondamentale che esse vengano mantenute per tutto il tempo necessario affinché portino progressivamente i risultati attesi e, una volta raggiunto il nuovo standard fissato inizialmente, è necessario mantenerle per non regredire.

Il progetto è sicuramente uno tra i più impegnativi che l'azienda ha scelto di intraprendere negli ultimi anni, che impatta fortemente sull'area logistica e di produzione. Si può considerare completato al 60% se si considera il solo stabilimento RV4B mentre a livello di intero plant comprensivo anche di RV4D e RV4C si è fermi ad un 30%, frutto della complessità e del numero di componenti che le macchine prodotte in questa ultima divisione richiedono e che spingono quindi ad un *re-engineering* dei carrelli a rimorchio e della differente tipologia di macchina motrice. Ad oggi l'attività di maggiore importanza è quella del monitoraggio dei tempi, stazione per stazione, che se non definiti correttamente in questa fase transitoria si rischia di avere un effetto divergente a discapito delle linee di assemblaggio, quindi oltre ai 15 giorni di campionamento iniziati a tenere sotto controllo già dai primi giri del treno logistico, questa operazione andrà avanti per tutti i prossimi due mesi fino a giugno, a cui si darà precedenza all'attività di bonifica delle ubicazioni, continuando ad ogni modo a monitorare settimanalmente l'andamento dei tempi di picking.

Sebbene le valutazioni sono state fatte in una primissima fase transitoria del progetto e dunque con alta probabilità di oscillazione rispetto a quello che si è fissato essere il perno

d'azione, ovvero l'aumento di velocità e ottimizzazione dei flussi logistici interni, è possibile tracciare i seguenti risultati:

- 1575m² tolti ai magazzini (M1, M2, M3, M4) e distribuiti alle produzioni,
- Gli stessi magazzini sono stati strutturati secondo una logica ottimizzata e più efficiente in ottica di picking rispetto al passato,
- Sono stati rimossi 3 *water spider* e 2 muletti, per un totale di 53 km/gg risparmiati a fronte dell'introduzione di due treni logistici che consentono di percorrere 12,5 km/gg.

In termini di costi, in proporzione, a fronte di un investimento di 100.000€ (equivalente al 60% dell'investimento iniziale preventivato) si prevede al primo anno un risparmio di 33.800€ per quanto riguarda i due mulettisti, circa 6.500€ per l'affitto dei muletti e circa 15.000€ relativi al noleggio dell'attrezzatura di tre *water spider*, che a differenza dei mulettisti verranno rimpiegati in differenti mansioni. Si prevede inoltre il disimpiego di altri due muletti quando questo metodo verrà allargato a tutto lo stabilimento 4,

- L'indice di produttività inteso come rapporto tra righe evase/gg risulta maggiore rispetto all'anno precedente negli ultimi 30 giorni in cui è stata monitorata l'attività vera e propria attraverso le picking list, dovuto al fatto che ogni treno approvvigiona le linee con più di una macchina da assemblare alla volta (ovvero più carrelli) nella maggior parte dei casi. Solo nei giorni che vanno dal 31/01 al 5/02 si sono evase un quantitativo di righe di prelievo pari al 37% in più di quelle evase nello stesso periodo dell'anno scorso con il metodo di picking precedente.
- Il tasso di produzione delle macchine appartenenti alla famiglia FT risulta incrementato di due unità al giorno, nei mesi di dicembre e gennaio: se inizialmente venivano assemblate mediamente 19 unità, in questo lasso di tempo si è registrato un incremento di 2 unità grazie al nuovo modello di approvvigionamento linee. A tendere, a sei mesi dal go-live si prospetta un incremento ad un anno di distanza pari a 5 unità

Sitografia / Bibliografia

www.qualitiamo.com

www.logisticaefficiente.com

www.considi.com

www.leanthinking.it

www.theleanandsixsigmacompany.it

www.lms.univpm.it

www.unipd.it

www.linkedin.com

www.fabbricafuturo.com

www.rivacold.com

www.irim.eur.nl

www.makeitlean.it

“Logistica & Supply Chain Management” – G. Marini

“Gestione delle Operations e dei Processi” – N. Slack, A.B. Jones, P. Danese

“Lean Thinking” – J. P. Womack, D. T. Jones